

**Universidad Nacional
Facultad de Ciencias de la Salud
Escuela de Medicina Veterinaria**

**Pasantía en Planta de Incubación de aves
reproductoras pesadas de Cargill en Aranjuez de
Puntarenas, Costa Rica**

Modalidad: Pasantía

**Trabajo Final de Graduación para optar por el Grado
Académico de Licenciatura en Medicina Veterinaria**

Cinthya Vega Bolaños

Campus Presbítero Benjamín Núñez

2022

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Laura Bouza Mora, Msc.
Vicedecana de la Facultad de Ciencias de la Salud

Julia Rodríguez Barahona, Ph.D.
Subdirectora de la Escuela de Medicina Veterinaria

Aida Cháves Hernández, Ph.D.
Tutora

Tania Román González, Lic.
Lectora

Humberto Ugalde Bogantes, Ing.
Lector

Fecha: _____

DEDICATORIA

A Dios, por estar siempre conmigo y bendecirme en todo paso que doy.

A mi madre, Patricia por su amor, por apoyarme en todos mis proyectos y darme la oportunidad de poder cumplir mis sueños.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a la Empresa Cargill por recibirme y permitirme vivir una de las experiencias más agradables y enriquecedoras durante mi formación profesional.

A la Dra. Aida Chaves, por ser una excelente tutora y guía en el trabajo escrito de la pasantía.

A la Dra. Tania Román, por darme la oportunidad de adquirir experiencia en este campo y creer en mí.

Al Ing. Humberto Ugalde que me guió para poder realizar un buen trabajo.

A Hugo y Arley, por guiarme en todo el proceso de la pasantía y por los conocimientos que compartieron conmigo.

Y al resto del personal de la Incubadora, a José, Isaac, Mario, Francinny, Henry, Walter, Ronald, Junior, Douglas, Steven, Jovan, Alfred, Ricardo, Robert, Jason, Fabián, Yorlan, Daniel, Juan, Rafael, Dulman, Masiel, Yolanda, Esteban y Jimmy por enseñarme todo lo que se hace en la planta y por ayudarme a completar mis objetivos de la pasantía.

A Josué y Ricardo, por ser excelentes compañeros de casa mientras estuve viviendo en Sardinal.

A Melissa, por ser una excelente amiga y darme ánimos en todo el proceso de la pasantía.

A mis tíos Adolfo y Ana por darme aventón de Heredia a Sardinal cada vez que lo necesitaba.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|-------------|
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR..... | II |
| DEDICATORIA..... | III |
| AGRADECIMIENTOS..... | IV |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS..... | VI |
| ÍNDICE DE CUADROS..... | IX |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | X |
| ÍNDICE DE ABREVIATURAS..... | XII |
| RESUMEN..... | XIII |
| ABSTRACT..... | XV |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1. Antecedentes..... | 1 |
| 1.2. Justificación..... | 3 |
| 1.3. Objetivos..... | 6 |
| 1.3.1. Objetivo general..... | 6 |
| 1.3.2. Objetivos específicos..... | 6 |
| 2. METODOLOGÍA..... | 7 |
| 2.1. Lugar y jornada de trabajo..... | 7 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2. Bitácora..... | 7 |
| 2.3. Líneas genéticas..... | 8 |
| 2.4. Actividades realizadas..... | 8 |
| 2.4.1. Clasificación de la calidad de la cáscara de los huevos fértiles en tres distintos lotes..... | 8 |
| 2.4.2. Observación o miraje, embriodiagnóstico a los diez días de incubación y enmallado..... | 11 |
| 2.4.3. Eliminación de huevos explotados..... | 13 |
| 2.4.4. Transferencia..... | 13 |
| 2.4.5. Nacida..... | 14 |
| 2.4.5.1. Embriodiagnóstico..... | 16 |
| 2.4.5.2. Análisis de la calidad del pollito nacido..... | 16 |
| 2.4.5.3. Cálculo de la incubabilidad..... | 18 |
| 2.4.5.4. Cálculo pollito de primera..... | 18 |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 19 |
| 3.1. Clasificación de la calidad de la cáscara..... | 19 |
| 3.1.1. Estirpe genética..... | 21 |
| 3.1.2. Manejo..... | 21 |

| | |
|--|-----------|
| 3.1.2.1. Crianza..... | 21 |
| 3.1.2.2. Instalaciones..... | 21 |
| 3.1.2.3. Alta densidad poblacional y/o temperaturas extremas..... | 22 |
| 3.1.3. Nutrición..... | 22 |
| 3.1.4. Enfermedades infecciosas/contaminación..... | 24 |
| 3.2. Miraje y embriodiagnóstico a los diez días de incubación..... | 25 |
| 3.3. Huevos explotados..... | 26 |
| 3.4. Nacida y selección..... | 26 |
| 3.4.1 Embriodiagnóstico..... | 29 |
| 3.4.2 Calidad de pollito..... | 31 |
| 3.4.3. Pollitos de primera..... | 32 |
| 3.4.4. Incubabilidad..... | 35 |
| 4. CONCLUSIONES..... | 37 |
| 5. RECOMENDACIONES..... | 38 |
| 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 39 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1: Gradación de la calidad del pollito nacido según Corporación Pipasa SRL..... | 17 |
| Cuadro 2: Porcentaje de huevos clasificados de acuerdo con el grado de translucencia establecido por Zinpro..... | 20 |
| Cuadro 3: Causas de muerte embrionaria o no picoteo de los pollitos..... | 31 |
| Cuadro 4: Promedios de calidad de pollito de acuerdo con lote y grado de translucencia..... | 31 |
| Cuadro 5: Promedios de pollito de primera de acuerdo con lote y grado de translucencia..... | 34 |
| Cuadro 6: Promedios de incubabilidad de acuerdo con lote y grado de translucencia..... | 36 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Fotografías mostrando la colocación de los huevos en la Blue Box de Zinpro..... | 9 |
| Figura 2: Clasificación de grado de calidad de cáscara establecido por Zinpro..... | 10 |
| Figura 3: Huevos marcados colocados en la bandeja de incubación..... | 11 |
| Figura 4: Miraje al día diez de incubación de la bandeja con los huevos marcados..... | 12 |
| Figura 5: Huevos enmallados el día diez de incubación..... | 13 |
| Figura 6: Huevos con la malla estirada en la bandeja nacedora..... | 14 |
| Figura 7: Tarsos afectados por la colocación de la malla..... | 15 |
| Figura 8: Huevos separados de acuerdo con el grado de calidad en la bandeja nacedora..... | 16 |
| Figura 9: Huevos vistos a través del ovoscopio de Zinpro, clasificados en grado 1 (A), grado 2 (B) y grado 3 (C) de translucencia..... | 19 |

| | |
|---|----|
| Figura 10: Porcentaje de pollitos nacidos (A) y seleccionados (B) de acuerdo con el grupo de edad y el grado de translucencia..... | 27 |
| Figura 11: Pollitos que fueron seleccionados al presentar ciertas lesiones que no los hacen aptos para ir granja..... | 28 |
| Figura 12: Porcentaje de huevos no nacidos por lote a los que se les realizó el embriodiagnóstico..... | 30 |
| Figura 13: Porcentaje de pollitos enviados a granjas de engorde de acuerdo con el grupo de edad y el grado de translucencia..... | 33 |

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

CaCO₃: Carbonato de calcio.

CO₂: Dióxido de carbono.

EDS: Síndrome de Caída de la Postura.

ENC: Enfermedad de Newcastle.

g: Gramo.

IBV: Virus de la Bronquitis Infecciosa.

kg: Kilogramo.

LTI: Laringotraqueítis Infecciosa.

mEq: Miliequivalente.

MPVa: *Metapneumovirus aviar.*

µm: Micrómetro.

mg: Miligramo.

min: Minutos.

O₂: Oxígeno.

SENASA: Servicio Nacional de Salud Animal.

UI: Unidades Internacionales.

RESUMEN

La presente pasantía se realizó en las instalaciones de la Planta Incubadora de aves reproductoras pesadas de Cargill en Aranjuez de Puntarenas, Costa Rica. Tuvo como objetivo adquirir experiencia y destrezas en la implementación del ovoscopio Zinpro, para evaluar la calidad de la cáscara de los huevos fértiles de tres lotes (joven, intermedio y adulto) como indicador de la incubabilidad y la calidad del pollito de reproductoras pesadas de un día de nacido.

Durante la pasantía se participó en todas las actividades rutinarias que se realiza desde que llega el huevo a la planta hasta que sale el pollito a granja de engorde, entre ellas: miraje, embriodiagnóstico a los diez días de incubación, transferencia y nacimientos (selección, embriodiagnóstico, gradación de la calidad de pollito, cálculo de incubabilidad y pollito de primera). Antes de realizar todas estas actividades, se clasificaron los huevos en tres grados de translucencia de acuerdo con su calidad de cáscara observada a través del ovoscopio.

Se clasificó un total de 7920 huevos fértiles, es decir, 2640 huevos por lote. En los tres lotes se obtuvieron huevos de los tres grados de translucencia; sin embargo, hubo más cantidad de huevos con grado dos. Esta gran variación en la calidad de la cáscara de los huevos analizados puede deberse a varios factores como la estirpe genética, el manejo, la nutrición o la presencia de enfermedades infecciosas/contaminación en las aves reproductoras. De esta cantidad de huevos incubados, nacieron 6601 pollitos, de los cuales 152 pollitos fueron seleccionados y 6449 pollitos fueron despachados a granjas.

El promedio de porcentaje de incubabilidad más bajo fue de 74%, mientras que de calidad de pollito fue de 90% y el pollito de primera de 64%, los porcentajes más bajos obtenidos en incubabilidad y en pollito de primera se debe a la gran cantidad de huevos infértiles del lote joven que presentaba problemas de fertilidad. No obstante, se obtuvieron buenos promedios de calidad de pollito en los tres lotes y en incubabilidad y pollito de primera en el lote intermedio y adulto, ya que la mayoría estuvieron por arriba del 85%, lo cual se considera bueno para esta Planta Incubadora.

Se recomienda realizar pruebas iniciando con el área nutricional para poder identificar qué factor está afectando la calidad de cáscara en las reproductoras de Sardinal. De igual manera, se recomienda seguir con el estudio hasta la planta de cosecha, para tener una visión más completa sobre el efecto de la calidad de la cáscara en los pollos de engorde.

Palabras clave: calidad de cáscara, grado de translucencia, incubabilidad, calidad de pollito, pollito de primera.

ABSTRACT

This internship was carried out at the facilities of the Cargill Incubator Plant for heavy breeders in Aranjuez de Puntarenas, Costa Rica. The main goal was to acquire experience and skills in the implementation of the Zinpro ovoscope, in order to evaluate the quality of the fertile eggshell of three batches (young, intermediate and adult) as an indicator of hatchability and the quality of the broiler breeder chick of a day after hatching.

During the internship, I participated in all the normal activities that are carried out since the moment the egg arrives at the plant until the chick leaves for the fattening farm. Such activities correspond to mirage, embryodiagnosis at ten days of incubation, transfer and hatch (selection, embryodiagnosis, chick quality, hatchability calculation and first-class chick). Before carrying out all these activities, the eggs were classified into three degrees of translucency according to their shell quality observed through the ovoscope.

A total of 7920 fertile eggs were classified, that is, 2640 eggs per batch. In the three batches, eggs of the three degrees of translucency were obtained, however, there were more eggs with degree two. This great variation in the quality of the shell of the analyzed eggs may be due to several factors such as genetic lineage, handling, nutrition, or the presence of infectious diseases/contamination in breeding birds. From this number of hatched eggs, 6601 chicks were hatched, of which 152 chicks were selected and 6449 chicks were dispatched to farms.

The lowest average hatchability percentage was 74%, while chick quality was 90% and the first-class chick 64%, the lowest percentages in hatchability and first-class chick are due to a large number of infertile eggs from the young flock with fertility problems. However, good chick averages were obtained in the three batches and hatchability and first chick in the intermediate and adult batch, since most were above 85%, which is considered good for this Incubator Plant.

It is recommended to carry out tests starting with the nutritional area to be able to identify what factor is affecting the quality of the shell in Sardinal breeders. In the same way, it is recommended to continue with the study until the harvest plant, to have a more complete view of the effect of the quality of the shell in broilers.

Keywords: quality eggshell, degree of translucency, hatchability, chick quality, first-class chick.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La industria avícola es un sector dinámico de rápido crecimiento, su producción es sustentable económicamente, ampliamente factible y tiene un aporte fundamental en la seguridad alimentaria, ya que provee a la población de una proteína barata y de alta calidad (Saborío 2003; Farrell 2013).

En Costa Rica, la producción industrial avícola tiene sus inicios en la década de 1950, momento en el cual el sector estaba organizado en producciones pequeñas. Varios años después, algunas empresas empezaron a aumentar los niveles de producción de carne de pollo, alcanzado un gran auge en el mercado nacional, convirtiéndose así en una actividad altamente rentable (Castillo-Torres 2003; Vargas-Céspedes et al. 2018).

La producción de carne de pollo se compone de una integración vertical, compuesta de la siguiente manera: reproductoras pesadas, huevo fértil, incubadora, pollo de engorde, procesamiento de aves y carne de pollo y subproductos. Siendo así, la obtención de huevo fértil el objetivo principal del manejo de las aves reproductoras pesadas (SENASA 2019). Este huevo contiene los nutrientes necesarios para alimentar el embrión y la nueva ave, hasta que esté en condiciones de adaptarse al medio externo. La producción de este tipo de huevos no es sólo el resultado del esfuerzo del productor, sino que hay muchos sectores trabajando en equipo, a fin de conseguir un producto de alta calidad, donde nazcan pollitos sanos y viables (Jiménez-Rojas 2017).

La selección de huevos de alta calidad y fertilidad con bajo índice de contaminación, han sido factores determinantes para la obtención de pollos de buena calidad con bajo porcentaje de mortalidad. La calidad depende de las condiciones externas del cascaron, ya que los huevos con problemas en la cáscara producirán pollos débiles y bajo porcentaje de nacimiento (Jiménez-Rojas 2017).

La cáscara del huevo es la cubierta externa que protege y aísla su contenido interno de los desafíos de su entorno, manteniendo su integridad física y actuando como barrera para los microorganismos del medio externo. Está formada principalmente por una matriz cálcica, y en menor proporción se encuentran en su composición otros minerales como sodio, zinc, magnesio, manganeso, hierro, aluminio, boro y cobre (Sandí-García 2016). La calidad o resistencia de la cáscara depende del metabolismo, la genética, el estrés, el ambiente externo, el estado de salud, el programa de vacunación y la alimentación de la reproductora (Solano 2016; Castro-Alvarado 2017).

Se ha comprobado que, con el aumento de la edad de la gallina reproductora, la calidad de la cáscara se reduce, porque la deposición total de los componentes de la cáscara posterior a las 50 semanas permanece constante mientras que su tamaño aumenta, haciendo que la cáscara sea más delgada y de baja calidad (Roque y Soares 1994). Generalmente, el tamaño y el número total de poros aumentan con el peso del huevo, esto puede facilitar la entrada de agentes patógenos, afectando la calidad del pollito nacido (Asensio 2014). Una vez nace el pollito, algunos de los indicadores de la calidad son: el peso corporal, la longitud del pollito, que esté alerta,

ombbligo bien cicatrizado, pico bien formado, libre de defectos anatómicos y libre de contaminación bacteriana (Sabah y Şahan 2018).

1.2. Justificación

La cáscara del huevo fértil es una capa mineral que protege al embrión contra impactos mecánicos, deshidratación y la contaminación por microorganismos. Esta capa está cubierta por poros que permiten el intercambio gaseoso entre el interior del huevo y el ambiente externo (Rodríguez-Navarro 2019). Además, toda la superficie de la cáscara, incluidos los poros se encuentran cubierta por una cutícula orgánica, cuya función consiste en cerrar los poros formando una barrera física (Jiménez-Rojas 2017).

Cada huevo puede tener entre 7000 y 17000 poros de entre nueve a 35 μm de diámetro que forman túneles a lo largo de la capa mineral, aunque su mayor concentración se haya en el polo ancho del huevo, donde se encuentra la cámara de aire. Los gases como el oxígeno (O_2) y el dióxido de carbono (CO_2) se mueven a través de los poros por simple difusión de mayor a menor concentración. El O_2 entra y se utiliza para oxidar nutrientes, lo que produce CO_2 que sale hacia afuera (Álvarez-Solano 2015). Sin embargo, estos poros pueden actuar de modo negativo sobre la capacidad de conservación del huevo, ya que puede facilitar la pérdida de agua y permitir el acceso de microorganismos desde el exterior de la cáscara (Jiménez-Rojas 2017).

Los poros de la cáscara son mucho más grandes que algunas bacterias como *Pseudomonas* spp, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp, *Proteus* spp, *Enterobacter* spp

y *Staphylococcus* spp, por lo que si los huevos son puestos en nidales sucios pueden absorber miles de bacterias. Un huevo, incluso con una cáscara fuerte, puede contaminarse en tan solo 20 minutos (Nilipour 1994).

Dentro de las principales consecuencias de la contaminación de los huevos fértiles está la onfalitis, también llamada infección del saco vitelino, la cual resulta de la contaminación bacteriana del huevo y es una de las principales causas de mortalidad en pollos de engorde durante la primera semana. Las aves afectadas muestran síntomas como abdomen distendido, inflamación e hinchazón del ombligo, saco vitelino no absorbido, pericarditis, perihepatitis, diarrea, deshidratación, pérdida de peso, depresión, tendencia a agregarse cerca de la fuente de calor y anticuerpos maternos bajos. La mortalidad (entre 5-10%) generalmente comienza dentro de las 24 horas posteriores al nacimiento y alcanza un máximo a los cinco a siete días de edad (Mejía-Arango 2016).

También podemos encontrar diferentes tipos de alteraciones en la cáscara como son deformidad, rugosidad y diferentes tipos de anomalías, estas se pueden producir por herencia o por un proceso patológico causado por la Enfermedad de Newcastle (ENC), el Virus de la Bronquitis Infecciosa (IBV), la Laringotraqueítis Infecciosa (LTI), el Síndrome de Caída de la Postura (EDS), el *Metapneumovirus* aviar (MPVa), entre otros. Otros tipos de alteraciones incluyen los huevos con cáscaras porosas, delgadas o blandas lo cual es producido por deficiencias de calcio, fósforo, magnesio u otros micro minerales. Asimismo, los huevos con cáscara delgada y muy porosa están sujetos a una evaporación más

intensa, pierden peso con mayor rapidez, y en consecuencia la calidad del pollito nacido es de menor calidad con respecto a los que poseen la cáscara gruesa y poco porosa (Jiménez-Rojas 2017).

Evaluar la calidad de la cáscara de los huevos fértiles y seleccionarlos es esencial para obtener un pollito de calidad. Un huevo en condiciones ideales debe tener una cáscara lisa, limpia, libre de grietas y de color, forma y tamaño uniforme (Sandí-García 2016). Una herramienta que se utiliza para evaluar la calidad del huevo es la ovoscopia, donde se visualiza con más detalle la integridad y la porosidad de la cáscara. Este método se basa en el efecto de una fuente de luz en un ambiente oscuro, sobre el interior del huevo, que al quedar completamente iluminado permite observar la translucencia de la cáscara, y así poder comprobar si existen defectos en la misma (Galindo y Lisette 2005; Rojas-Alzate 2017).

La obtención de huevos fértiles con cáscara de alta calidad favorece la incubabilidad y como resultado permite conseguir pollitos de un día óptimos. En la planta de incubación, el manejo de los huevos fértiles debe ser minucioso, ya que el objetivo es obtener una alta eficiencia en relación con la cantidad de huevos recibidos y el número de pollitos de un día de nacidos, asegurando altos estándares de inocuidad, mediante sistemas de trazabilidad en los procesos y en los animales que salen de la planta, limitando el crecimiento de patógenos y asegurando el cumplimiento de los parámetros de bioseguridad (Vanegas-Gallego 2014).

La elaboración de esta pasantía permitió obtener formación en un área que constituye la base del sistema avícola, permitiendo que como estudiante pueda

ampliar conocimientos y adquirir experiencia de la mano de profesionales especializados en producción aviar. Adicionalmente, permitió que pueda aprender técnicas para evaluar la calidad de la cáscara del huevo fértil, así como, aplicar los resultados para determinar la incubabilidad y la calidad del pollito nacido, de tal manera que sea el principio para un buen desempeño profesional en el área avícola.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar una pasantía en la Planta de Incubación de Cargill en Aranjuez de Puntarenas, para adquirir experiencia y destrezas en la implementación del ovoscopio Zinpro, para evaluar la calidad de la cáscara de los huevos fértiles como indicador de la incubabilidad y la calidad del pollito de reproductoras pesadas de un día de nacido.

1.3.2. Objetivos específicos

1.3.2.1. Aprender a clasificar la calidad de la cáscara de los huevos fértiles mediante su grado de translucencia.

1.3.2.2. Conocer cómo calcular los nacimientos de los huevos fértiles a través de la incubabilidad.

1.3.2.3. Observar y aprender a caracterizar la calidad de los pollitos de un día de nacidos.

2. METODOLOGÍA

2.1. Lugar y jornada de trabajo

La pasantía se llevó a cabo en la Planta de Incubación de Cargill ubicada en Aranjuez de Puntarenas, Costa Rica, bajo la supervisión de la Dra. Tania Román González. La planta cuenta con áreas de duchas tanto para mujeres como para hombres, área de carritos (buggies), cuarto frío, área de revisión de huevos, cuartos de precalentamiento, salas incubadoras, salas nacedoras, sala de selección del pollito, área de despacho de pollitos, zona de desechos, área de necropsia, oficinas, comedores, taller, planta eléctrica, área de máquinas de enfriamiento (chiller) y planta de tratamiento de aguas, además, cuenta con dos áreas nuevas para colocar la máquina de ovoscencia y la máquina para vacunación *in ovo*.

El periodo de la pasantía comprendió desde el 21 de abril al 01 de julio de 2021, donde se invirtió un total 320 horas. Se trabajó dos jornadas, una diurna de 6 am a 5 pm y otra nocturna de 11 pm a 6 am, dependiendo de la actividad realizada.

2.2. Bitácora

Durante la pasantía se manejó la información llevando un control sistemático sobre el trabajo realizado con el fin de cumplir con los objetivos específicos. Se mantuvo al día una bitácora en la cual se anotó todas las actividades realizadas a lo largo de la pasantía.

2.3. Líneas genéticas

La empresa Cargill, entiéndase como Pipasa S.R.L posee dos líneas genéticas siendo estas Cobb y Ross, de las cuales será incluida en el proyecto a realizar solamente la línea Cobb.

2.4. Actividades realizadas

2.4.1. Clasificación de la calidad de la cáscara de los huevos fértiles en tres distintos lotes:

- Lote joven (25 a 38 semanas de edad).
- Lote intermedio (39 a 49 semanas de edad).
- Lote adultos (50 a 65 semanas de edad).

Cada lote (entiéndase lote como parvada de aves reproductoras pesadas productoras de huevo fértil) fue clasificado dentro de estos tres grupos según la edad en semanas que este posea.

Se tomó la primera partida de huevo realizada en las Granjas Reproductoras Pesadas de Sardinal de Puntarenas, que fue trasladada a la Planta Incubadora de Aranjuez de Puntarenas. Al quinto día de almacenaje se realizó la clasificación de la calidad de la cáscara a una muestra de 660 huevos por lote (cuatro galeras por lote, 165 huevos por galera) a través de ovoscopía, utilizando la Blue Box de Zinpro:

a. Se colocaron los huevos en la Blue Box de Zinpro, se posicionaron con la punta más fina para abajo, de izquierda a derecha (Figura 1).



Figura 1.

Fotografías mostrando la colocación de los huevos en la Blue Box de Zinpro (A y B).

b. Los huevos fueron marcados y clasificados como grado 1, grado 2 y grado 3, según la tabla de calidad de cáscara establecida por Zinpro (Figura 2).

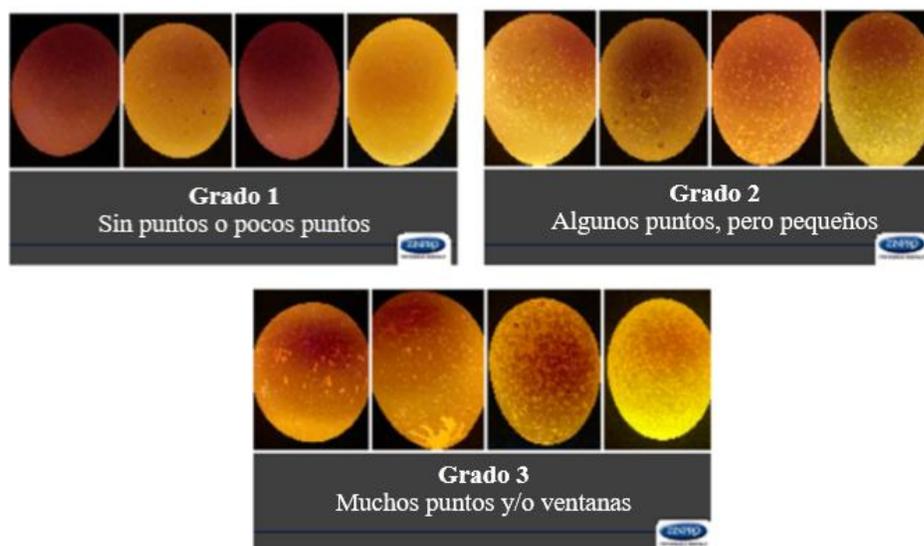


Figura 2.

Clasificación de grado de calidad de cáscara establecido por Zinpro. Material dado por Zinpro (2021).

Primero se marcaron los huevos con lápiz en la caja y al sacarlos de la misma, se volvieron a marcar, pero con marcadores indelebles utilizando tres diferentes colores de marcador por cada grado (azul: grado 1, negro: grado 2, rojo: grado 3). Una vez marcados se volvieron a colocar nuevamente en la bandeja de incubación debidamente identificada (Figura 3), esto con el fin de facilitar la identificación de los huevos para siguientes procedimientos, así como para su trazabilidad.



Figura 3.

Huevos marcados colocados en la bandeja de incubación.

Posteriormente, los huevos marcados colocados en la bandeja de incubación se introdujeron en el cuarto de precalentamiento por un máximo de seis horas, para luego cargarlos en la máquina incubadora.

2.4.2. Observación o miraje, embriodiagnóstico a los diez días de incubación y enmallado

Al día diez de incubación se revisó con el ovoscopio cada bandeja, con el fin de descartar los huevos infértiles (Figura 4).



Figura 4.

Miraje al día diez de incubación de la bandeja con los huevos marcados.

Los huevos descartados se colocaron en un ChickMaster para que posteriormente se les realizara la embriodiagnóstico. Tanto el miraje como el embriodiagnóstico fueron realizados por un operador.

En dos muestreos de los lotes joven, intermedio y adulto se colocó una malla individual de color a cada huevo del grado de translucencia 1 y 3, para cada grado se asignó un color diferente, esto con el fin de facilitar la identificación de los huevos en la nacida (Figura 5).



Figura 5.

Huevos enmallados el día diez de incubación. Para los huevos de grado 1 se utilizó malla roja y para el grado 3 se utilizó malla verde.

2.4.3. Eliminación de huevos explotados

Antes de realizar la transferencia se eliminaron de las bandejas los huevos explotados, es decir, huevos contaminados que eran propensos a explotar dentro de la incubadora. Dicho procedimiento fue realizado por un operador.

2.4.4. Transferencia

Al día 18.5 de incubación se realizó la transferencia, es decir, de sala de incubación a sala nacedora. Se estiró la malla de los huevos enmallados y se colocaron los huevos en la bandeja nacedora (Figura 6).



Figura 6.

Huevos con la malla estirada en la bandeja nacedora.

Posteriormente se colocaron las bandejas en su respectiva máquina nacedora.

2.4.5. Nacida

El día de nacida (21 días de incubación), se sacaron las bandejas de la nacedora, se contabilizaron los pollitos nacidos de cada grado de calidad de cáscara para cada galera y se colocaron en cajas diferentes por galera y divididos según el grado. A los pollitos nacidos se les realizó una clasificación: pollitos capaces de ir a granja o pollitos de desecho (selección).

Durante la nacida del primer muestreo del lote joven se observó que la malla estaba afectando los tarsos de los pollitos (Figura 7), perjudicando la calidad de estos, por lo que se decidió eliminar las mallas de los huevos y se modificó la metodología.



Figura 7.

Tarsos afectados por la colocación de la malla.

Se decidió que durante la transferencia se colocaran los huevos marcados en la bandeja nacedora de acuerdo con el grado de calidad, separados por cartones (Figura 8).



Figura 8.

Huevos separados de acuerdo con el grado de calidad en la bandeja nacedora.

2.4.5.1. Embriodiagnóstico

Se contabilizaron los huevos no nacidos por cada grado de clasificación de calidad de cáscara y se les realizó el embriodiagnóstico, identificando así la edad embrionaria al momento de su muerte. Dicho embriodiagnóstico fue realizado por un operador.

2.4.5.2. Análisis de la calidad del pollito nacido

La calidad de los pollitos fue analizada catalogándolos según el protocolo estándar de la Corporación Pipasa SRL y subsiguientemente fueron seleccionados para ir a la granja. Este protocolo utiliza 30 unidades o pollitos por máquina y por cada grado de clasificación de cáscara como muestra. Se observaron seis

características de calidad: la actividad del pollito, la apariencia general del pollito, la apariencia de los tarsos, metatarsos y dedos, la cicatrización del ombligo, la presencia residual de saco vitelino y la hidratación del pollito (Cuadro 1).

Cuadro 1.

Gradación de la calidad del pollito nacido según Corporación Pipasa SRL

| Ítem | Actividad | Apariencia | Patás | Ombligo | Saco vitelino | Hidratación |
|------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Bien | Incorporación < 5 seg | Limpio/seco/ uniforme | Sin lesiones | Cerrado | Abdomen no distendido | Pata brillante sin vena |
| Aceptable | Incorporación > 5 seg | Húmedo/defectos menores | Defectos menores | Presencia de hilo | Consistencia dura/distendido | Pata sin brillo |

En cada pollito (de las 30 aves elegidas por máquina y por grado) se observó las seis características y cada una se clasificó en bien o aceptable dependiendo del estado del ave, luego se sumó la cantidad de bien o aceptable que se obtuvo y se tabularon los datos en una tabla de Excel 2019 dada por la empresa para convertirlos en porcentaje, dando finalmente el porcentaje de calidad de pollito nacido.

De los porcentajes obtenidos, se decidió calcular el promedio de calidad de pollito para cada lote de acuerdo con el grado de translucencia en Excel 2019.

2.4.5.3. Cálculo de la incubabilidad

Consistió en el cálculo de los nacimientos que se obtuvieron de los huevos por cada grado y por lote que fue cargado en la incubadora, según la siguiente fórmula (Galindo y Lisette 2005):

$$\% \text{ Incubabilidad} = \frac{N^{\circ} \text{ de pollitos nacidos}}{N^{\circ} \text{ de huevos incubados}} \times 100$$

Además, se calculó el promedio de incubabilidad en cada lote de acuerdo con el grado de translucencia en Excel 2019.

2.4.5.4. Cálculo pollito de primera

El cálculo del total de pollitos de primera se obtuvo dividiendo los pollitos que fueron enviados a las granjas entre el total de huevos cargados en la incubadora en cada grado y lote, de acuerdo con la siguiente fórmula mencionada por la Dra. Román (videollamada de 2021 de T Román):

$$\% \text{ Pollito de primera} = \frac{N^{\circ} \text{ de pollitos a granja}}{N^{\circ} \text{ de huevos incubados}} \times 100$$

Se calculó el promedio de pollito de primera en cada lote de acuerdo con el grado de translucencia en Excel 2019.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Clasificación de la calidad de la cáscara

Se realizó un total de cuatro muestreos por lote, clasificando un total de 7920 huevos fértiles, es decir, 2640 huevos por lote. Se obtuvo un total de 2065 huevos de grado 1, 3829 huevos de grado 2 y 2026 huevos de grado 3 de calidad de cáscara de acuerdo con la translucencia observada por ovoscopia (Figura 9).

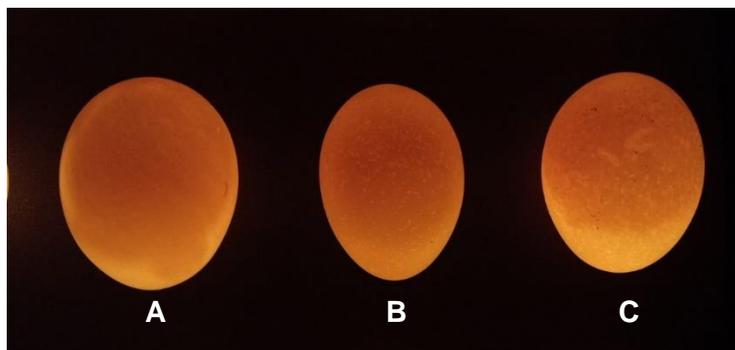


Figura 9.

Huevos vistos a través del ovoscopio de Zinpro, clasificados en grado 1 (A), grado 2 (B) y grado 3 (C) de translucencia.

Usualmente la calidad de la cáscara se mide usando parámetros como la gravedad específica, el espesor de la cáscara y la resistencia a la rotura. De estos tres, la medición de la gravedad específica es el procedimiento más común. Sin embargo, se ha comprobado que el mejor método para determinar la calidad de la cáscara del huevo es a través de ovoscopia, en comparación con la gravedad específica o la medición del espesor de la cáscara, no obstante, es una técnica subjetiva, por lo tanto, los resultados dependen de la percepción del clasificador (Olkowski et al. 2015; Montenegro et al. 2019; Shinoda 2019).

En los tres grupos de edad se obtuvieron más cantidad de huevos grado 2 de translucencia. Para el grado 3 hubo mayor cantidad de huevos en el lote joven, mientras que para grado 1 los lotes intermedio y adulto obtuvieron un mayor porcentaje (Cuadro 2).

Cuadro 2.

Porcentaje de huevos clasificados de acuerdo con el grado de translucencia establecido por Zinpro

| Grado de translucencia | Lotes | | |
|-------------------------------|--------------|-------------------|---------------|
| | Joven | Intermedio | Adulto |
| 1 | 22% | 26% | 30% |
| 2 | 43% | 53% | 50% |
| 3 | 35% | 21% | 20% |

Según lo conversado con personal de Zinpro, lo normal es obtener huevos grado 3 con un porcentaje menor o igual al 15% dentro un escenario ideal para un lote (mensaje de texto de 2021 de S Soni).

La gran variación en la calidad de la cáscara de los huevos analizados en este estudio, de acuerdo con el grado de translucencia observado y principalmente el gran porcentaje de huevos con grado 3 obtenido puede deberse a factores como la estirpe genética, el manejo (crianza, instalaciones, temperaturas extremas, alta densidad poblacional), la nutrición (deficiencias nutricionales, agua potable salina y/o el horario de alimentación) o la presencia de enfermedades infecciosas/contaminación

en las aves reproductoras, causando que haya huevos de baja calidad de cáscara en los tres lotes (Yalcinalp 2020).

3.1.1. Estirpe genética

Actualmente las estirpes comerciales son seleccionadas genéticamente por factores como la longevidad y la productividad, por tanto, dichas estirpes suelen venir acompañadas de mejores resultados en cuanto a la calidad de la cáscara, por lo que es muy poco probable que este factor sea el culpable de la baja calidad de la cáscara de los huevos fértiles, no obstante, no se puede descartar del todo sin hacer una prueba específica para confirmarlo (Ortiz y Mallo-Revilla 2013; Hernán-Delgado 2020).

3.1.2. Manejo

3.1.2.1. Crianza

En la crianza es muy importante que las reproductoras logren la ingesta no solo de alimento, sino de nutrientes acumulados en cada una de las etapas; para lo cual es importante utilizar la granulometría adecuada del alimento en cada etapa, además de la formulación correcta según requerimientos de la estirpe, ya que un desbalance nutricional en cualquiera de las etapas de la crianza puede repercutir en la calidad de la cáscara (Hernán-Delgado 2020).

3.1.2.2. Instalaciones

Las malas condiciones de las instalaciones y su deficiente mantenimiento, así como manejos incorrectos, van a provocar estados alterados (estrés) en las aves.

Causando que las aves produzcan huevos con cáscaras delgadas y débiles (Soler-Castillo y Bueso-Ródenas 2018).

3.1.2.3. Alta densidad poblacional y/o temperaturas extremas

Cualquier incidencia de estrés tendrá un efecto en la calidad de la cáscara del huevo, por eso hay que evitar situaciones como alta densidad poblacional y/o temperaturas extremas. El estrés calórico provoca que el animal consuma menos alimento y el continuo jadeo e hiperventilación genera un desbalance electrolítico generado por la pérdida excesiva de iones bicarbonato y una baja de carbonato en la sangre, lo que causa un deterioro de la calidad de cáscara por falta de carbonato, por esto se recomienda aportar bicarbonato sódico para sustituir la pérdida y agua fresca a los animales, además debe haber una ventilación adecuada y una adecuada densidad poblacional por galera (Ortiz y Mallo-Revilla 2013; Hernán-Delgado 2020).

3.1.3. Nutrición

Otra posible causa y la más común es la nutricional. La baja calidad de la cáscara muchas veces es por la cantidad de calcio suplementado en la dieta. La cáscara está hecha casi en su totalidad (94-95%) de calcio en forma de cristales de carbonato de calcio (CaCO_3) y cantidades mínimas de fósforo, magnesio, y trazas de sodio, potasio, zinc, manganeso, hierro y cobre (Chang 2020). El calcio necesario para su formación proviene de dos fuentes, la dieta y el hueso medular, éste último sirve para amortiguar las deficiencias dietéticas (Yalcinalp 2020). Por esto, es importante garantizar que las reproductoras reciban en la dieta el calcio necesario para mantener la integridad de la cáscara del huevo, principalmente hacia

las últimas horas de la tarde cuando la calcificación de la cáscara alcanza su punto máximo, asegurando la integridad y continuidad de la misma, así como la cantidad adecuada de minerales y vitaminas que tienen influencia en la absorción tanto del calcio, como la vitamina D₃, fósforo y cloruro de sodio (Rodríguez-Moya y Cruz-Bermúdez 2017; Mavromichalis 2021).

La cantidad de calcio necesario para las aves reproductoras pesadas es de hasta 4.9-5.1 g/ave/día, esto para evitar deficiencias o excesos con impactos negativos en la calidad de la cáscara de huevo. De igual manera, es fundamental brindar una ingesta diaria suficiente de fósforo (500-585 mg/ave/día del pico al retiro) para una calidad óptima de la cáscara de huevo, porque a pesar de que la cáscara tiene un bajo nivel de fósforo, es importante suplementarlo para poder reponer el hueso medular de la gallina. Adicionalmente, la vitamina D₃ es esencial para asegurar una buena calidad de la cáscara por lo que se recomienda dar una dosis mínima de 3500 UI/kg, su deficiencia produce una caída en el peso de la cáscara de huevo, lo cual resulta en cáscaras más débiles y finas (Chang 2020).

Así mismo, se debe administrar minerales traza a las aves reproductoras, como manganeso, cobre y zinc en su forma orgánica, ya que tienen un papel fundamental en la formación de la cáscara al ser cofactores de enzimas que participan en la formación de CaCO₃ y por ende en la formación de la matriz orgánica de la cáscara del huevo. De acuerdo con lo conversado con personal de Zinpro, una deficiencia de estos minerales provoca defectos en la cáscara del huevo, volviéndolas más frágiles y porosas, además, se asocian con una baja fertilidad, una

disminución de la incubabilidad y anomalías en el crecimiento y el desarrollo del embrión (videollamada de 2021 de S Soni). De igual manera, es importante garantizar un equilibrio de electrolitos de aproximadamente 200 mEq/kg de alimento para obtener una calidad óptima de la cáscara de huevo, y se debe evitar el exceso de cloruro de sodio en el agua, ya que deprime la formación de CaCO_3 durante la calcificación del huevo (Chang 2020; Mavromichalis 2021).

3.1.4. Enfermedades infecciosas/contaminación

La presencia de enfermedades de tipo respiratorio como IBV, ENC, LTI, Cólera, EDS y MPVa produciendo huevos con cáscaras frágiles, blandas y delgadas (Solano 2016; Acevedo-Beiras 2017). Por tanto, es importante mantener un buen programa de sanidad y vacunación, para evitar que dichos agentes infecciosos afecten la calidad de cáscara (Yané-Pérez 2012).

De igual manera, las infecciones del aparato reproductor también están asociadas a problemas de cáscara. El prolapso u otras formas de trauma pueden causar infecciones bacterianas en el oviducto; estos cambios afectan los sistemas enzimáticos responsables de la formación de la cáscara, la presencia de micotoxinas como aflatoxinas y T-2 afectan el sistema inmune y tiene un efecto directo en la baja de producción, típico de contaminación por micotoxinas y lo primero que se observa es un deterioro de la calidad de la cáscara. Es importante implementar un programa de calidad que incluya la detección de toxinas en los insumos, para evitar este tipo de problemas (Yané-Pérez 2012).

3.2. Miraje y embriodiagnóstico a los diez días de incubación

Durante el miraje se sacó un total de 423 huevos para el lote joven, 364 (86%) eran huevos infértiles y 59 (14%) tenían de cero a siete días de edad. Para el lote de edad intermedia se sacó 112 huevos, 66 (59%) huevos infértiles y 46 (41%) de cero a siete días de edad; y para el lote de edad adulta se sacó un total de 165 huevos para el lote adulto, 120 (73%) huevos eran infértiles y 45 (27%) huevos tenían de cero a siete días de incubación. En el caso del lote joven, la mayoría de los huevos sacados durante el miraje eran infértiles, posiblemente, los gallos sean estériles o fueron mal seleccionados. Es importante saber que los machos tienen un papel fundamental en de la fertilidad de una parvada, ya que de ellos depende en gran parte que los huevos sean fértiles (Ramírez 2011). Otras causas de huevos infértiles dentro de los lotes son: demasiados o muy pocos machos, espacio de alimentación y agua inadecuado o agua demasiado caliente/fría, cama muy húmeda causando problemas en las patas, infecciones en las patas o en las articulaciones, así como, aumento o pérdida excesiva de peso (Cobb-Vantress 2020).

En el caso de los huevos que sufrieron muerte embrionaria temprana (cero a siete días de incubación) se puede atribuir a diferentes causas, como: enfriamiento o sobrecalentamiento de los huevos incubados, temperatura o humedad de incubación inadecuada, fumigación inadecuada, elevado número de huevos de piso, huevos rotos o contaminados, falta de vitamina E en la dieta de las reproductoras, volteo defectuoso, almacenamiento prolongado de los huevos, mala ventilación o manipulación brusca de los huevos (Cobb-Vantress 2020; Cormick 2020).

3.3. Huevos explotados

De igual manera, se sacaron 196 huevos explotados, que consistió en 27 (14%) huevos del lote joven, 134 (68%) huevos del lote intermedio y 35 (18%) huevos del lote adulto. Antes de la transferencia, todos los huevos contaminados (explosivos) son retirados y colocados en un recipiente con desinfectante, éstos se manipulan cuidadosamente para evitar que se rompan (Cobb-Vantress 2020).

Los huevos de piso, con fisuras o de nidos sucios son propensos a contaminarse y explotar. El enfriamiento y calentamiento inadecuado de los huevos durante el almacenamiento en la granja y el transporte a la incubadora pueden dar lugar a la condensación de la humedad en la superficie del huevo, permitiendo el movimiento de bacterias a través de los poros de la cáscara, luego se da una acumulación de gas generado por las bacterias que eventualmente conduce a la desintegración violenta del huevo y el resultado de esto es que explotan. Si un huevo explota dentro de la incubadora, se libera su contenido y las bacterias en el aire en forma de aerosol que se distribuyen por toda la incubadora (Espinoza-Gutiérrez y Matey-Lechado 2010). Esto tiene un impacto en los pollitos que nacen, ya que las eclosiones con un alto porcentaje de huevos contaminados se han asociado con un aumento de la mortalidad de los pollitos a los siete días (Cobb-Vantress 2020).

3.4. Nacida y selección

Se obtuvieron 6601 pollitos nacidos, 2041 (30%) del lote joven, 2282 (35%) del lote intermedio y 2278 (35%) del lote adulto. Estos pollitos pasaron por selección y se

eliminó un total de 152 pollitos, 71 (47%) del lote joven, 28 (18%) del lote intermedio y 53 (35%) del lote adulto por considerarse no aptos para ir a la granja (Figura 10).

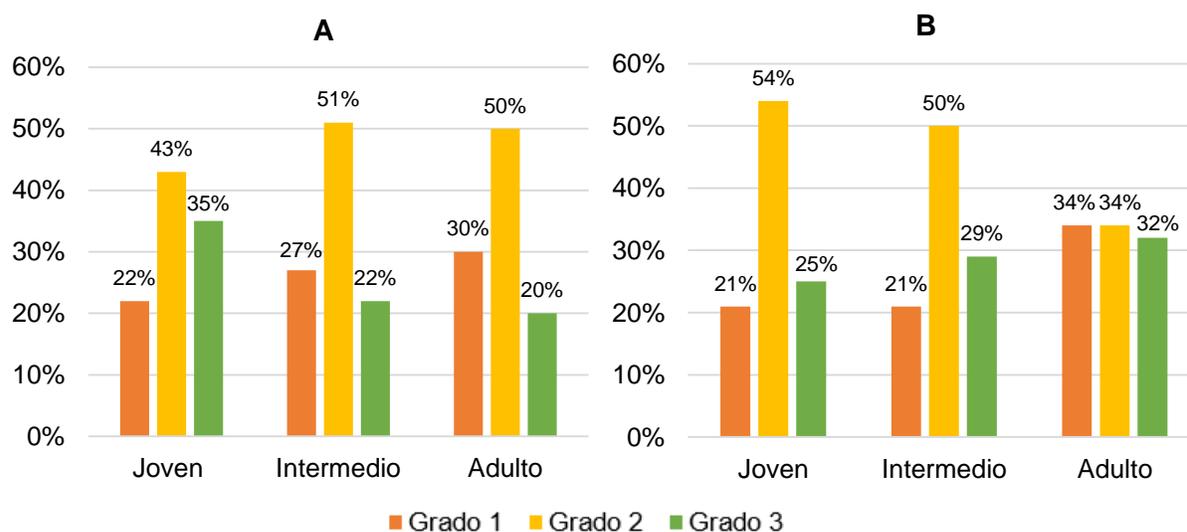


Figura 10.

Porcentaje de pollitos nacidos (A) y seleccionados (B) de acuerdo con el grupo de edad y el grado de translucencia.

La selección y eliminación se realizó porque los pollitos tenían problemas en las patas, ombligos no curados, picos cruzados, ausencia de ojos, cerebro expuesto (encefalocele) o debilidad (Figura 11).



Figura 11.

Pollitos que fueron seleccionados al presentar ciertas lesiones que no los hacen aptos para ir granja. Pollito con problema en patas, no puede incorporarse (A), ombligo no curado (B), ausencia de ojo y pico cruzado (C) y cerebro expuesto o encefalocele (D).

Estas lesiones pueden deberse principalmente a causas nutricionales, infecciones virales, alta temperatura y/o humedad (Pachón 2007; Cobb-Vantress 2020).

3.4.1 Embriodiagnóstico

En cada lote se realizó el embriodiagnóstico de los huevos que no nacieron. En el caso del lote joven, de los 149 huevos no nacidos, 73 (49%) huevos tenían una edad de cero a siete días, cinco (3%) huevos de ocho-14 días, 49 (33%) huevos de 15-21 días, cuatro (3%) huevos estaban contaminados/explotados y 18 (12%) contenían pollitos vivos que no picotearon la cáscara. Para el lote intermedio, hubo 112 huevos que no nacieron de los cuales 44 (39%) huevos estaban en una edad de cero a siete días, seis (5%) huevos de ocho-14 días, 48 (43%) huevos de 15-21 días, tres (3%) huevos contaminados/explotados y 11 (10%) pollitos vivos sin picoteo. Finalmente, para el lote adulto se obtuvo un total de 162 huevos no nacidos, donde 35 (22%) huevos se encontraban en una edad de cero a siete días, nueve (6%) huevos de ocho-14 días, 98 (60%) huevos entre 15-21 días. Además, hubo cuatro (2%) huevos contaminados/explotados y 16 (10%) pollitos vivos que no lograron romper la cáscara (Figura 12).

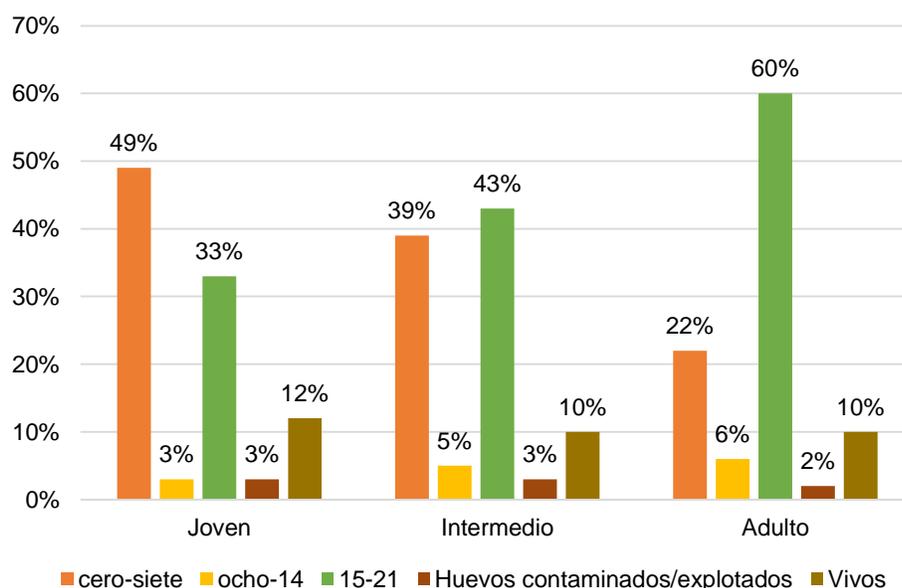


Figura 12.

Porcentaje de huevos no nacidos por lote a los que se les realizó el embriodiagnóstico.

Existen diversas causas de muerte embrionaria (temprana [cero a siete días], medio plazo [ocho-14 días] o tardía [15-21 días]) o que el embrión esté completamente desarrollado y vivo, pero no logró realizar el picoteo, entre ellas están una temperatura o humedad inadecuada (alta o baja, probablemente demasiado alta) en la incubadora o nacedora, mala ventilación, volteo defectuoso, fumigación inadecuada, deficiencias nutricionales (principalmente de vitaminas), incubación de huevos al revés, contaminación o incluso enfermedades como ENC, IBV, Adenovirus, Salmonelosis o Micoplasmosis (Cobb-Vantress 2020; Cormick 2020); sin embargo, no se tiene reportes de ninguna de estas enfermedades en los lotes (Cuadro 3).

Cuadro 3.*Causas de muerte embrionaria o no picoteo de los pollitos*

| Fallas en | Temperatura/ Humedad | Ventilación | Volteo | Fumigación | Contaminación | Nutrición | Incubación al revés |
|-----------------------|-------------------------|-------------|--------|------------|---------------|-----------|------------------------|
| cero-siete días | x | x | x | x | x | x | |
| ocho-14 días | x | x | x | | x | x | |
| 15-21 días | x | x | x | | | x | x |
| Explotados | | | | | x | | |
| Vivos (no picoteo) | x | | x | | | | |

Adaptado de Cobb-Vantress 2020 y Cormick 2020.

3.4.2 Calidad de pollito

Se reconoce porque los pollitos de un día de nacido y de buena calidad son visualmente saludables y activos y por lo tanto tienen el potencial fisiológico de crecimiento (Cortázar-Palacio 2008). Estuvo en un rango entre 89 y 97%, el lote adulto obtuvo los promedios de calidad de pollito más bajos (Cuadro 4).

Cuadro 4.*Promedios de calidad de pollito de acuerdo con lote y grado de translucencia*

| Grado de translucencia | Lote | | |
|------------------------|-------|------------|--------|
| | Joven | Intermedio | Adulto |
| 1 | 94% | 93% | 92% |
| 2 | 93% | 94% | 92% |
| 3 | 92% | 93% | 90% |

Como ya se ha mencionado, una reproductora adulta produce huevos con baja calidad de cáscara y la calidad de la cáscara afecta la calidad del huevo, lo que, en última instancia, afecta la calidad del pollito (Pachón 2007; Olkowski et al. 2015). La baja calidad de la cáscara favorece la pérdida de vapor de agua, la contaminación microbiana y la muerte embrionaria intermedia o tardía durante la incubación, mientras que los problemas posteriores a la eclosión pueden resultar en pollitos deshidratados, débiles, sensibles a estrés y con una mayor incidencia de infecciones de sacos vitelinos (Cortázar-Palacio 2008; Bramwell y Moyle 2019; Yalcinalp 2020). Según Pachón (2007), se ha observado correlación entre la calidad de pollito y el porcentaje de aves rechazadas a edad de sacrificio, siendo el porcentaje más alto de rechazos en lotes de pollitos de baja calidad.

3.4.3. Pollitos de primera

De 6601 pollitos nacidos, quedó un total de 6449 pollitos de primera que fueron despachados a granjas, 1970 (31%) del lote joven, 2254 (35%) del lote intermedio y 2225 (34%) del lote adulto (Figura 13).

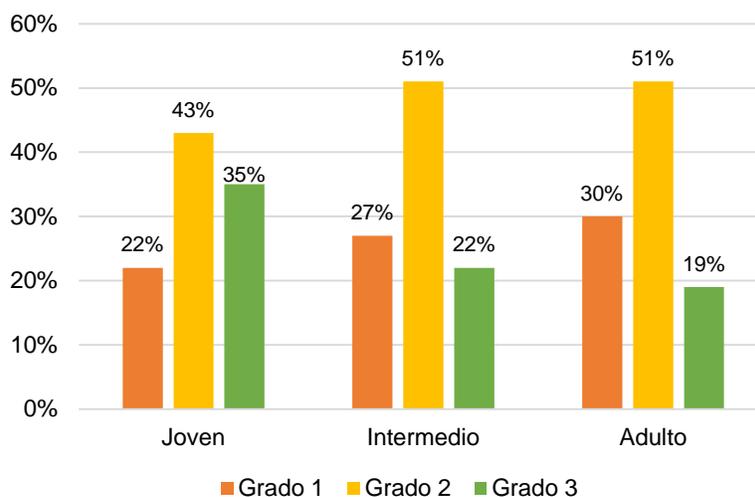


Figura 13.

Porcentaje de pollitos enviados a granjas de engorde de acuerdo con el grupo de edad y el grado de translucencia.

El aspecto de los pollitos que se enviaron a granja era saludable, con ombligos bien curados, tarsos, metatarsos y dedos sin lesiones, de apariencia limpia, secos y uniformes, no deshidratados y con actividad normal. Como se puede observar en el gráfico (Figura 13), la mayoría de los pollitos de primera fueron del lote intermedio y adulto, esto porque en el lote joven había muchos huevos infértiles, además, se tuvo que seleccionar mayor cantidad de pollitos que no eran aptos para ir a granjas de engorde, debido en gran parte a los daños que les causó la malla. También es importante detallar que 1619 pollitos de grado de translucencia 3 fueron enviados a granjas de engorde, porque no se detallaron lesiones a la hora del análisis de la calidad de pollito, sin embargo, se sabe que pollitos nacidos de huevos con baja calidad de cáscara son más sensibles a condiciones de estrés y presentan mayor riesgo de mortalidad en granja (Pachón 2007; Olkowski et al. 2015).

Los pollitos de primera fueron todos los pollitos que se establecieron como de buena calidad, siendo aptos para ir a granjas de engorde. La buena calidad del pollito es esencial para obtener el máximo resultado productivo porque determina el desarrollo de las aves en su potencial, necesitando para esto un buen desarrollo de órganos, esqueleto y también su sistema inmune; un buen arranque de las aves es de mucho valor porque si se presentan dificultades desde el inicio el rendimiento productivo será pobre (Pachón 2007). El porcentaje de pollito de primera obtenido estuvo entre 0 a 100%, en cuanto a los promedios el lote joven obtuvo los porcentajes más bajo, debido a que era un lote que estaba teniendo problemas de fertilidad por parte del macho, por tanto, muchos de los huevos eran infértiles y también que muchos de los pollitos de este lote fueron descartados por presentar lesiones en los tarsos por enmallar los huevos (Cuadro 5).

Cuadro 5.

Promedios de pollito de primera de acuerdo con lote y grado de translucencia

| Grado de translucencia | Lote | | |
|-------------------------------|--------------|-------------------|---------------|
| | Joven | Intermedio | Adulto |
| 1 | 64% | 92% | 83% |
| 2 | 74% | 85% | 86% |
| 3 | 76% | 86% | 80% |

Para recibir los pollitos en las granjas de engorde, es importante que las condiciones sean las correctas durante todo el periodo de engorde, pues de ellas también depende que el pollito recién nacido pueda desarrollar todo su potencial

genético, maximizando su crecimiento y con un índice de conversión lo más bajo posible para optimizar los resultados económicos (Cortázar-Palacio 2008).

Pollitos que nacieron de huevos clasificados con grado de translucencia 3 (1619 pollitos) fueron enviados a granjas igual que los pollitos que nacieron de huevos clasificados con grado de translucencia 1 y 2, pollitos que visualmente se observaron bien durante la clasificación de la calidad. Sin embargo, a futuro estos pollitos podrían traer consecuencias, ya que de acuerdo con estudio realizado por Olkowski y colaboradores (2015), mostró que el riesgo de mortalidad y enfermedad es significativamente alto en pollos nacidos de huevos con baja calidad de cáscara, presentando riesgos de insuficiencia cardíaca. Se sabe que la insuficiencia cardíaca en pollos de engorde es una de las principales causas de mortalidad en las parvadas de pollos de engorde (Olkowski 2007).

3.4.5. Incubabilidad

En cuanto al porcentaje de incubabilidad varió entre 50 a 100% en los datos obtenidos. En el lote joven se obtuvo los porcentajes más bajos de incubabilidad, esto debido a que era un lote que estaba teniendo problemas de fertilidad por parte del macho, además tuvo problemas en el crecimiento y eso se repercute en la producción (Cuadro 6).

Cuadro 6.

Promedios de incubabilidad de acuerdo con lote y grado de translucencia

| Grado de translucencia | Lote | | |
|-------------------------------|--------------|-------------------|---------------|
| | Joven | Intermedio | Adulto |
| 1 | 74% | 93% | 85% |
| 2 | 78% | 86% | 88% |
| 3 | 77% | 88% | 85% |

La incubabilidad es una característica productiva regulada por la herencia y puede estar influenciada por factores nutricionales y sanitarios en las reproductoras, así como por condiciones desfavorables en el proceso de incubación en planta (Rodríguez-Moya y Cruz-Bermúdez 2017).

En la Planta de Incubación de Cargill en Costa Rica, según lo conversado, el porcentaje de incubabilidad, la calidad de pollito y el pollito de primera se considera bueno cuando está por arriba del 85%. Este porcentaje lo define cada planta incubadora, sin embargo, se entiende a nivel general que por debajo de ese porcentaje los resultados son malos (mensaje de texto de 2021 de J Cordero-Hidalgo).

4. CONCLUSIONES

4.1. Se adquirió experiencia en la clasificación de la calidad de cáscara de los huevos fértiles a través del uso del ovoscopio de Zinpro, además, se observó que existe una gran variación en la calidad de la cáscara de los huevos fértiles en los tres lotes de esta pasantía, la cual puede estar influenciada por diferentes factores como la estirpe genética, el manejo, la nutrición o la presencia de enfermedades infecciosas/contaminación.

4.2. Se aprendió a calcular la incubabilidad en cada lote, obteniéndose buenos porcentajes de incubabilidad en el lote intermedio y adulto, mientras que el lote joven obtuvo porcentajes más bajos por problemas de fertilidad.

4.3. Se adquirió conocimiento en la clasificación de los pollitos de acuerdo con su calidad, donde se pudo observar cada una de las seis características determinadas por Corporación Pipasa SRL, obteniendo buenos porcentajes de calidad de pollito en los tres lotes, es decir, eran pollitos de muy buena calidad aptos para enviarse a las granjas de engorde.

5. RECOMENDACIONES

5.1. Se recomienda a la empresa Cargill realizar pruebas (iniciando con el área de la nutrición) para poder identificar qué está afectando la calidad de la cáscara de los huevos de las reproductoras pesadas de Sardinal.

5.2. También, se recomienda a la empresa Cargill realizar análisis estadísticos para determinar si la influencia de la edad de las reproductoras y los grados de translucencia influyen significativamente en la calidad del pollito, pollito de primera e incubabilidad.

5.3. De igual manera, se recomienda a la empresa Cargill seguir con el estudio hasta la planta de cosecha, para tener una visión más completa sobre el efecto de la calidad de la cáscara en los pollos de engorde.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo-Beiras AM. 2017. Virus de la bronquitis infecciosa: un desafío para la avicultura. Rev Salud Anim. 39(3): 1-12.

Álvarez-Solano NF. 2015. Identificación de la calidad de cáscara de huevo fértil e incidencia en el porcentaje de nacimiento mediante la determinación de peso específico en reproductoras pesadas línea Cobb Avian48. Práctica Profesional para Optar el Título de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Cooperativa de Colombia.

Asensio X. [Internet]. 2014. La limpieza del huevo para incubar, un factor de calidad para el pollito. Jornadas de Prof. de Avicultura. España; [citado el 2 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://seleccionesavicolas.com/avicultura/2014/05/la-limpieza-del-huevo-para-incubar-un-factor-de-calidad-para-el-pollito>

Bramwell K, Moyle J. [Internet]. 2019. Determinación de la calidad de la cáscara. aviNews; [citado el 15 de setiembre de 2021]. Disponible en: <https://avicultura.info/download/Jamesway-Calidad-cascara.pdf>

Cargill. [Internet]. 2020. Sobre Cargill; [citado el 1 de enero de 2021]. Disponible en: <https://www.cargill.com.hn/es/sobre>

Castillo-Torres M. 2003. Estudio de factibilidad para el establecimiento de un módulo de 20.000 pollos broiler en la Ciudad de los Niños, Agua Caliente, Cartago. Informe de Práctica de Especialidad presentado como requisito parcial para

optar al grado de Bachiller en Ingeniería Agropecuaria Administrativa con Énfasis en Empresas Agropecuarias Escuela de Ingeniería Agropecuaria Administrativa. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Castro-Alvarado H. 2010. Evaluación del efecto de la edad de la gallina, de la temperatura y el tiempo de almacenamiento sobre la penetración bacteriana en huevo e influencia de la aplicación de recubrimientos de aceite sobre la calidad del huevo durante el almacenamiento. Proyecto presentado a la Escuela de Tecnología de Alimentos para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos. Universidad de Costa Rica.

Chang A. [Internet]. 2020. La importancia de la nutrición para la calidad de la cáscara de huevo en reproductoras de pollos de engorde. Ross Note; [citado el 16 de setiembre de 2021]. Disponible en: https://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossNote-EggShellQuality-2020-ES.pdf

Cobb-Vantress. [Internet]. 2020. Incubación Cobb: Guía de Manejo; [citado el 22 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/1c6639cb0f/Cobb-Hatchery-Guide-Espanol.pdf>

Cormick J. [Internet]. 2020. Por qué se deben realizar análisis de embriodiagnos en su planta de incubación. aviNews; [citado el 15 de setiembre de 2021]. Disponible en: https://avicultura.info/download/Petersime-embriodiagnosis_2.pdf

- Cortázar-Palacio J. [Internet]. 2008. Aspecto - Calidad del Pollito Recién Nacido. Selecciones Avícolas; [citado el 12 de setiembre de 2021]. Disponible en: <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2008/11/4440-aspecto-calidad-del-pollito-recien-nacido.pdf>
- Espinoza-Gutiérrez LF, Matey-Lechado M. 2010. Evaluación de los factores del proceso de incubación que intervienen en la ventana de nacimiento de los pollitos, en la incubadora PIPASA- Nicaragua, en el periodo de Enero a Julio, 2009. Trabajo de para optar por el grado de Licenciatura en Medicina Veterinaria. Universidad Nacional Agraria de Nicaragua.
- Farrel D. 2013. Función de las aves de corral en la nutrición humana. Revisión del desarrollo avícola. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). p.1-10.
- Galindo R, Lisette S. 2005. Embriodiagnosis y ovoscopía. Análisis y control de calidad de los huevos incubables. REDVET. 6(3): 1-25.
- Hernán-Delgado R. [Internet]. 2020. Factores que afectan la calidad de la cáscara del huevo. aviNews. España: [citado el 22 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://avicultura.info/download/calidad-cascara-huevo.pdf>
- Jiménez-Rojas CE. 2017. Evaluación microbiológica de huevo fértil con dos procesos de desinfección y el uso de cuatro productos comerciales en la granja Guacata en el Municipio de Fusagasugá, Cundinamarca. Trabajo de grado opción investigación presentado como requisito parcial para la obtención del título de Zootecnista. Universidad de Cundinamarca.

- Mavromichalis I. [Internet]. 2021. Feeding for Stronger Egg Shells. Morgan Agro. Lituania: [citado el 2 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://morganagro.com/feeding-for-stronger-egg-shells/>
- Mejía-Arango B. [Internet]. 2016. Onfalitis y deficiente cicatrización umbilical. Patología aviar. Colombia; [citado el 3 de diciembre de 2020]. Disponible en: <http://patologiaaviarmidiagnostico.blogspot.com/2016/02/onfalitis-y-deficiente-cicatrizacion.html>
- Montenegro AT, Garcia EA, Molino AB, Cruvinel JM, Ouros CC, Alves KS. 2019. Methods to Evaluate the Eggshell Quality of Table Eggs. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 21(3): 1-6.
- Nilipour A. 1994. Óptimo manejo del huevo fértil. *Ind Aví*. 41(5): 659-664.
- Olkowski AA. 2007. Pathophysiology of heart failure in broiler chickens: structural, biochemical, and molecular characteristics. *Poultry Science*. 86:999-1005.
- Olkowski AA, Nain S, Laarveld B, Wojnarowicz C. 2015. Changes in eggshell structure and predisposition of broilers to health problems: is there a common pathophysiology? *British Poultry Science*. 56 (2): 267-274.
- Ortiz A, Mallo-Revilla JJ. 2013. Factores que afectan a la calidad externa del huevo. *Albéitar*. 170: 18-19.
- Pachón LA. [Internet]. 2007. Factores determinantes de un pollito de buenos calidad. AMEVEA. Ecuador; [citado el 19 de setiembre de 2021]. Disponible en:

<https://www.engormix.com/avicultura/articulos/factores-determinantes-pollito-buenos-t27996.htm>

Ramírez ES. 2011. Fertilidad en reproductoras. XVII Congreso de la Asociación Mundial de Veterinarios Aviares (WVPA); 2011 ago.; Cancún, México.

Rodríguez-Moya J, Cruz-Bermúdez AI. 2017. Factores que afectan la incubabilidad del huevo fértil en aves de corral. *Nutrición Animal Tropical*. 11(1): 16-37.

Rodríguez-Navarro A. [Internet]. 2019. La cáscara de huevo: su estructura, su formación y qué factores afectan a su calidad. *aviNews*. España; [citado el 3 de diciembre de 2020]. Disponible en: https://avicultura.info/download/calidad-huevo_4.pdf

Rojas-Alzate JM. 2017. Pasantía Internacional en la Universidad Federal Rural de Pernambuco Brasil. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Roque L, Soares MC. 1994. Effects of Eggshell Quality and Broiler Breeder Age on Hatchability. *Poultry Science*. 73: 1838-1845.

Sabah S, Şahan Ü. 2018. Effect of Egg Weight on Eggshell Thickness, Pore Density and Chick Quality in Broiler Breeder Flock. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 32 (2): 123-130.

Saborío A. 2003. Propuesta de Internacionalización de Granja Roblealto al mercado avícola en Honduras. Trabajo Final de Graduación en Maestría en

Administración de Negocios con énfasis en Mercadeo. Universidad de Costa Rica.

Sandí-García AM. 2016. Efecto de la gravedad específica del huevo fértil, sobre la calidad del pollito de un día en tres lotes de reproductoras pesadas.

SENASA (Servicio Nacional de Salud Animal). 2019. Manual sobre las Buenas Prácticas de Uso de Medicamentos Veterinarios (BPUMV) en la Avicultura. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica.

Shinoda. [Internet]. 2019. Procesos de calidad. Alimentos Shinoda. Brasil; [citado el 7 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://shinoda.com.br/en/quality-processes/>

Solano C. [Internet]. 2016. Manejo de huevo fértiles para incubación. Sitio Argentino de Producción Animal. Argentina; [citado el 3 de diciembre de 2020]. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/108-Manejo_huevos.pdf

Soler-Castillo R, Bueso-Ródenas J. 2018. Análisis de las alteraciones de la cáscara del huevo de gallina. NEREIS. 10: 137-147.

Vanegas-Gallego DA. 2014. Proceso de incubación de pollito Ross 308 en planta de incubación. Trabajo de grado para optar por el título de Zootecnia. Corporación Universitaria Lasallista.

- Vargas-Céspedes A, Serrano-Chaves K, Watler W, Morales M, Vignola R. 2018. Ficha Técnica: Sector Productivo Avícola. Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en Costa Rica. Costa Rica.
- Yalcinalp M. [Internet]. 2020. Egg Shell, The Most Important Component of Egg Quality. Cobb-Vantress; [citado el 2 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.cobb-vantress.com/assets/457568dbce/Mert-Yalcinalp-Shell-Quality.pdf>
- Yané-Pérez JA. 2012. Manejo del huevo fértil en aves reproductoras. Monografía presentada como requisito parcial para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Zinpro. 2021. Calidad de la cáscara. 2020. Blue Box de Zinpro. Sede mundial Eden Prairie, Minnesota, Estados Unidos.