



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“EL CALCIO Y EL FÒSFORO EN EL COMPORTAMIENTO  
PRODUCTIVO DE GALLINAS PONEDORAS COMERCIALES”**

**Trabajo de titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERA ZOOTECNISTA**

**AUTORA: MIRIAM ELIZABETH PACA PARRA.**

**DIRECTOR: ING. PABLO RIGOBERTO ANDINO NAJERA MSC.**

**Riobamba – Ecuador**

**2021**

**© 2021, MIRIAM ELIZABETH PACA PARRA**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, Miriam Elizabeth Paca Parra, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.  
Riobamba, 10 de Junio del 2021.



**Miriam Elizabeth Paca Parra**

**060483175-0**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTECNICA**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de Investigación, “**EL CALCIO Y EL FÒSFORO EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE GALLINAS PONEDORAS COMERCIALES**”, realizado por la señorita: **MIRIAM ELIZABETH PACA PARRA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

PAULA  
ALEXANDRA  
TOALOMBO  
VARGAS

Firmado digitalmente  
por PAULA ALEXANDRA  
TOALOMBO VARGAS  
Fecha: 2021.09.15  
07:54:14 -05'00'

Ing. Paula Alexandra Toalombo Vargas PhD

31/08/2021

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

PABLO  
RIGOBERTO  
ANDINO  
NAJERA

Firmado digitalmente por PABLO  
RIGOBERTO ANDINO NAJERA  
DN: cn=PABLO RIGOBERTO ANDINO  
NAJERA, o=EC, ou=SECURITY DATA  
S.A., 2.5.4=ENTIDAD DE  
CERTIFICACION DE INFORMACION  
Motivo: Soy el autor de este documento  
Ubicación:  
Fecha: 2021-09-15 14:20:05.00

Ing. Pablo Rigoberto Andino Nájera MSc

31/082021

**DIRECTOR DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

JULIO  
ENRIQUE  
USCA  
MENDEZ

Firmado  
digitalmente por  
JULIO ENRIQUE  
USCA MENDEZ  
Fecha: 2021.09.16  
09:37:41 -05'00'

Ing. Julio Enrique Usca Méndez MSc

31/08/2021

**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo dedico a mis padres especialmente a mi madre por haberme siempre motivado y ser mi pilar fundamental en este proceso, que es fruto de varios años de mi vida y enseñarme que la perseverancia es la clave principal del éxito, a mi novio Maycol Tingo por su amor, compañía, paciencia y confianza quien me ha brindado su apoyo incondicional desde el principio hasta el final, contribuyendo a lograr una de mis metas más anheladas.

Miriam

## **AGRADECIMIENTO**

Mi eterna gratitud a Diosito y la Virgencita por la bendición de regalarme la vida y por guiarme a lo largo de mi carrera, siendo siempre la luz de mi camino, gracias a mis padres y hermanito por confiar y creer en mí, por anhelar siempre lo mejor para mí y por ser parte importante en mi vida, le agradezco a mi novio Maycol Tingo por ser mi fortaleza, por darme siempre un abrazo reconfortante y palabras de aliento en momentos de debilidad, quiero dar las gracias de manera muy especial a mis tutores por su disponibilidad, quienes con su experiencia y conocimientos me guiaron en cada paso de mi trabajo investigativo y finalmente a mis amigas por colaborar con un granito de arena Lulù, Ale, Fer, Luli y Nataly, con las que tengo el privilegio de compartir la vida, gracias por su amistad sincera, que Dios les bendiga siempre a todos ustedes.

Miriam

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>1.1. Generalidades de las gallinas comerciales .....</b>	<b>3</b>
1.1.1. <i>Isa Brown</i> .....	3
1.1.2. <i>Hy-line Brown</i> .....	3
1.1.3. <i>Lohman</i> .....	3
<b>1.2. Anatomía y Fisiología del Aparato Digestivo.....</b>	<b>4</b>
1.2.1. <i>Características generales</i> .....	4
1.2.2. <i>Descripción de las partes que constituyen el aparato digestivo de las aves</i> .....	4
1.2.2.1. <i>Orofaringe</i> .....	4
1.2.2.2. <i>Pico</i> .....	5
1.2.2.3. <i>Cavidad Bucal</i> .....	5
1.2.2.4. <i>Lengua</i> .....	5
1.2.2.5. <i>Esófago</i> .....	5
1.2.2.6. <i>Buche</i> .....	5
1.2.2.7. <i>Estómago</i> .....	6
1.2.2.8. <i>Estómago glandular</i> .....	6
1.2.2.9. <i>Estómago muscular</i> .....	6
1.2.2.10. <i>Intestino Delgado</i> .....	6
1.2.2.11. <i>Duodeno</i> .....	6
1.2.2.12. <i>Yeyuno</i> .....	7
1.2.2.13. <i>Íleon</i> .....	7
1.2.2.14. <i>Intestino Grueso</i> .....	7
1.2.2.15. <i>Ciegos</i> .....	7
1.2.2.16. <i>Colon-Recto</i> .....	7
1.2.2.17. <i>Glándulas anexas</i> .....	7
1.2.2.18. <i>Glándulas salivales</i> .....	7
1.2.2.19. <i>Hígado</i> .....	7
1.2.2.20. <i>Páncreas</i> .....	8
<b>1.3. Fisiología de las aves .....</b>	<b>8</b>
<b>1.4. Anatomía del aparato reproductor femenino.....</b>	<b>8</b>
1.4.1. <i>Ovario</i> .....	9
1.4.2. <i>Oviducto</i> .....	9
1.4.3. <i>Infundíbulo</i> .....	9

1.4.4. <i>Magnum</i> .....	10
1.4.5. <i>Itsmo</i> .....	10
1.4.6. <i>Útero</i> .....	10
1.4.7. <i>Vagina</i> .....	10
1.4.8. <i>Urodeum en la cloaca</i> .....	10
1.5. <b>Actividad ovárica (ovogénesis)</b> .....	11
1.5.1. <i>Formación de la yema de huevo (vitelogénesis)</i> .....	11
1.5.1.1. <i>Fase inicial de crecimiento lento</i> .....	11
1.5.1.2. <i>Fase intermedia</i> .....	12
1.5.1.3. <i>Fase de gran crecimiento</i> .....	12
1.5.2. <i>Formación del huevo en el oviducto</i> .....	12
1.6. <b>Revisión histórica del Calcio y Fósforo</b> .....	12
1.6.1. <i>Calcio</i> .....	13
1.6.2. <i>Fósforo</i> .....	14
1.6.3. <i>Vitamina D</i> .....	14
1.7. <b>Fuentes de Calcio y Fósforo</b> .....	14
1.7.1. <i>Calcio</i> .....	14
1.7.2. <i>Fósforo</i> .....	15
1.7.3. <i>Valores nutricionales del Calcio y Fósforo</i> .....	15
1.7.4. <i>Metabolismo del Calcio y Fósforo</i> .....	16
1.7.5. <i>Hormonas reguladoras del Calcio</i> .....	17
1.7.5.1. <i>Hormona paratifoidea (HPT)</i> .....	18
1.7.5.2. <i>Calcitonina</i> .....	18
1.7.6. <i>Influencia del Calcio en la Formación de la Cáscara del Huevo</i> .....	18
1.7.7. <i>Importancia del calcio y del fósforo en la nutrición de las ponedoras</i> .....	19
1.7.8. <i>Granulometría del calcio</i> .....	20
1.8. <b>Composición del cascarón</b> .....	20
1.8.1. <i>Principales alteraciones de la cáscara</i> .....	21
1.8.2. <i>Calidad de la cáscara</i> .....	21
1.8.3. <i>Factores que influyen en la calidad del cascarón</i> .....	22
1.8.3.1. <i>Bronquitis infecciosa aviar</i> .....	23
1.8.3.2. <i>Micoplasmosis aviar</i> .....	23
1.8.3.3. <i>Síndrome de caída de la puesta</i> .....	23
1.8.3.4. <i>Laringotraqueitis</i> .....	24

## CAPITULO II



2.1.	Búsqueda de información bibliográfica .....	25
2.2.	Criterios de selección .....	25
2.3.	Métodos para sistematizar la información.....	26

### CAPITULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
3.1.	Uso del calcio y el fósforo en el comportamiento productivo de gallinas ponedoras comerciales .....	27
3.1.1	<i>Granulometría</i> .....	27
3.1.1.1.	<i>Granulometría de la conchuela</i> .....	27
3.2.	Resultados de diversos autores sobre el uso del calcio y fósforo con las diferentes formas de utilización en la alimentación de aves de postura. ....	29
3.2.1	<i>Aporte de Calcio fino y grueso, por fase de producción</i> .....	29
3.3.	Comparar estas relaciones, para determinar si los estudios evaluados son los más eficientes a la producción.....	31
3.3.1.	<i>Consumo del alimento y conversión alimenticia</i> .....	31
3.3.2.	<i>Peso del huevo y grosor del cascarón</i> .....	33
3.3.3.	<i>Porcentaje de producción</i> .....	36
3.4.	Análisis de la rentabilidad de las investigaciones estudiadas si son económicamente aceptables. ....	38
3.4.1.	<i>Relación beneficio/costo</i> .....	38
	CONCLUSIONES.....	40
	RECOMENDACIONES.....	41
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Valores nutricionales del Calcio.....	15
<b>Tabla 2-1:</b>	Valores nutricionales del Fósforo.....	16
<b>Tabla 1-3:</b>	Granulometría de las partículas de calcio.....	28
<b>Tabla 2-3:</b>	Aporte de calcio fino y grueso, por fase de producción. ....	30
<b>Tabla 3-3:</b>	Consumo de alimento (g) y Conversión alimenticia del calcio y fósforo de las gallinas ponedoras comerciales. ....	32
<b>Tabla 4-3:</b>	Valores promedios de las variables peso del huevo y grosor del cascarón, con diferentes niveles de calcio y fósforo.....	34
<b>Tabla 5-3:</b>	Porcentaje de producción de las gallinas de postura comerciales.....	37
<b>Tabla 6-3:</b>	Beneficio costo de estudios del comportamiento del calcio y fósforo en las gallinas ponedoras comerciales. ....	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1.</b> Partes que constituyen el aparato digestivo de las aves.....	4
<b>Figura 2-1.</b> Esquema del aparato reproductor de la gallina.....	9
<b>Figura 3 -1.</b> Aparato reproductor de la gallina.....	11
<b>Figura 4-1.</b> Esquema del huevo.....	12
<b>Figura 5-1.</b> Estructura del cascarón del huevo.....	21

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A.** CONSUMO DE ALIMENTO (G), PESO DEL HUEVO (G), CONVERSIÓN ALIMENTICIA Y PORCENTAJE DE POSTURA EN GALLINAS PONEDORAS ALIMENTADAS CON DIFERENTES GRANULOMETRÍAS DE CALCIO.
- ANEXO B.** CONSUMO DE ALIMENTO, CALCIO Y FÓSFORO DE GALLINAS ALIMENTADAS CON NIVELES DE CALCIO Y FÓSFORO DISPONIBLE EN LA DIETA.
- ANEXO C.** NÚMERO DE HUEVOS (NE), MASA DE HUEVO (EM), PESO DEL HUEVO (EW), GRAVEDAD ESPECÍFICA (SG) Y PORCENTAJE DE CASCARÓN (SHP) EN GALLINAS HY-LINE W36
- ANEXO D.** EVALUACIÓN ECONÓMICA MEDIANTE EL INDICADOR BENEFICIO/COSTO

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue la revisión descriptiva del comportamiento del calcio y fósforo en la alimentación de las gallinas ponedoras comerciales, en donde la nutrición, comprende entre el 65 a 70% del costo total de producción en la explotación avícola. Las diferentes investigaciones indican que el calcio y el fósforo son dos minerales esenciales en la nutrición de las ponedoras donde ejerce funciones muy necesarias como: el mantenimiento de la estructura del esqueleto y la buena formación de la cáscara del huevo. En cuanto a la granulometría del calcio se dio a conocer que al incluir un 75% de piedra caliza, con un diámetro de 1,82mm en la dieta, mejora el consumo del alimento y la tasa de producción de los huevos. Por ende, la relación del calcio y fósforo en la alimentación de las gallinas ponedoras, presentó un incremento en los parámetros productivos, en donde se obtuvo los siguientes resultados: del consumo del alimento, una media de 92,07gr, y una desviación estándar de  $\pm 0,81$ ; en cuanto a la conversión alimenticia se obtuvo una media de 1,70, con una desviación estándar de  $\pm 0,27$ ; del peso del huevo se obtuvo, una media de 63,32g y una desviación estándar de  $\pm 5,20$ ; del grosor del cascarón una media de 0,40mm y una desviación estándar de  $\pm 0,03$ ; con respecto al porcentaje de producción, una media de 68,21%, y una desviación estándar de  $\pm 15,56$ ; de acuerdo a la variable Beneficio/Costo, se obtuvo, una media de \$1,13 y una desviación estándar de  $\pm 0,07$ ; lo que significa que, por cada dólar invertido, se obtiene un beneficio de 0,13ctvs. Se concluye que, al utilizar porcentajes óptimos del calcio y fósforo en la dieta, se asegura un incremento en los parámetros productivos y una buena calidad en la cáscara del huevo.

**Palabras clave:** < ALIMENTACIÓN>, <CALCIO>, <FÒSFORO>, <GALLINAS PONEDORAS COMERCIALES>, <PARÀMETROS PRODUCTIVOS><CÀSCARA DE HUEVO>.

LUIS  
ALBERTO  
CAMINOS  
VARGAS

Firmado digitalmente por  
LUIS ALBERTO CAMINOS  
VARGAS  
Nombre de  
reconocimiento (DN):  
c=EC, l=RIOBAMBA,  
serialNumber=060276697  
4, cn=LUIS ALBERTO  
CAMINOS VARGAS  
Fecha: 2021.07.21 10:14:43  
-05'00'



1425-DBRA-UTP-2021

**ABSTRACT**

The objective of this paper was to describe the behavior of the calcium and phosphorus in the diet of commercial laying hens which nutrition accounts for 65 to 70% of the total cost of production in the poultry farm. The different investigations indicated that calcium and phosphorus are two essential minerals in the nutrition of laying hens since they perform very necessary functions such as: the maintenance of the structure of the skeleton and the good formation of the egg shell. Regarding the granulometry of calcium, it was stated that by including 75% limestone with a diameter of 1.82mm in the diet, it improves food consumption and the rate of egg production. Therefore, the relationship of calcium and phosphorus in the diet of laying hens presented an increase in the productive parameters, and the following results were obtained: food consumption with a mean of 92.07gr and a standard deviation of ± 0.81. Regarding food conversion, a mean of 1.70 with a standard deviation of ± 0.27 was obtained. In relation to the egg weight a mean of 63.32g and a standard deviation of ± 5.20 was obtained. With respect to the thickness of the shell presented a mean of 0.40mm and a standard deviation of ± 0.03. Regarding the percentage of production, a mean of 68.21% and a standard deviation of ± 15.56. Finally, according to the Benefit / Cost variable, a mean of \$ 1.13 and a standard deviation of ± 0.07 were obtained; this means that for every dollar invested, a profit of 0.13ctvs is obtained. It is concluded that, by using optimal percentages of calcium and phosphorus in the diet, an increase in the productive parameters and a good quality in the eggshell is ensured.

**Keywords:** <DIET>, <CALCIUM>, <FÒSFORO>, <COMMERCIAL LAYING HENS>, <PRODUCTIVE PARAMETERS> <EGG SHELL>.

ÕŠÛÜÖÄÜÖÖŠ  
ÖÛÖWÖÖÜÄ  
ÜÜZÖU

08( 88( /88 88( ^) 8( | : ÖŠÛÜÖÄ  
ÖÖÖÖŠÖÜÖWÖÖÜÄÜÜZÖU  
ÖP 88( MÖŠÛÜÖÄWÖÖÖŠÖÜÖWÖÖÜÄ  
ÜÜZÖU /88ÖÖÄ MÜÖÖMÜQYÄÖÖÖÖÄ  
ÜÖÖÖÖÄ MÖP VÖÖÖÖÖÖÖ  
ÖÖÜVÖÖÖÖÖPÄÖÖÖÖÖÜT ÖÖÖP  
T | 88( K( ^) 88( 8( /88 8( ^) 8( |  
VÄ 88(88) K  
8( 88(88ÖÖÖÖÖ 88( 88(88ÖÖÖÖÖ

## INTRODUCCIÓN

La avicultura es importante en la generación de alimentos de buena calidad y bajo costo para el ser humano, y, en particular, el huevo de gallina adquiere gran protagonismo; es por ello que existen numerosos estudios destinados a determinar las necesidades de minerales, en especial de calcio y fósforo en las gallinas ponedoras. Desde el punto de vista económico, la avicultura se ve afectada por cuantiosas pérdidas debidas, entre otras cosas, a la fragilidad del cascarón, que al final aumenta el porcentaje de huevo roto (Mejía, 2016, pág. 69). Según la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE) y el Instituto Nacional de Estadística y Censo INEC, a través de las Encuestas de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) en nuestro país existe una población avícola de 9,5 millones de ponedoras, con una producción de 48.000.000 huevos por semana, de los cuales la industria aporta con un 85% y la producción del campo aporta el 15% restante (Vargas, 2016, p.159).

El consumo per cápita en Ecuador es de 140 unidades de huevos persona /año (Vargas , 2016, pág. 15). Las gallinas de postura, tienen la capacidad genética para producir aproximadamente 300 huevos por campaña en 12 a 14 meses, en este tiempo la productividad se ve condicionada por muchos factores siendo el nutricional uno de los más importantes como en toda explotación pecuaria. Diversas investigaciones han demostrado que el rubro alimentación representa aproximadamente entre el 65 a 70 % del costo total de producción; en la actualidad, existen muchas propuestas nutricionales conducentes a atender la parte nutricional de las aves, las mismas que difieren respecto al aporte de nutrientes, ya que estos además de la línea genética se ven condicionados a los lugares en las que se aplican, dada la influencia del entorno medioambiental (Castro, 2017, pág. 2).

En donde el calcio y el fósforo son dos minerales esenciales en la nutrición de ponedoras en donde ejerce funciones vitales para el desarrollo del esqueleto óseo y la formación de la cáscara. El calcio interviene además en numerosos procesos metabólicos, incluidos la coagulación de la sangre, las contracciones musculares y la transmisión de los impulsos nerviosos. En caso de deficiencia, el ave de puesta moviliza el Ca del hueso medular a fin de satisfacer las necesidades de Ca para la formación de la cáscara, originando pérdidas del P a través de la orina (Santomà & Mateos, 2018, pág. 56).

Desde este punto de vista el presente estudio tiene su importancia, por cuanto permitirá analizar el nivel adecuado de calcio y fósforo, que permita maximizar la producción de huevos y calidad de la cáscara. Por lo anterior expuesto se planteó los siguientes objetivos: Analizar el uso del calcio y el fósforo en el comportamiento productivo de gallinas ponedoras comerciales, conocer los resultados de diversos autores sobre el uso del calcio y fósforo con las diferentes formas de

utilización en la alimentación de aves de postura, comparar estas relaciones, para determinar si los estudios evaluados son los más eficientes a la producción y determinar mediante el análisis la rentabilidad de las investigaciones estudiadas si son económicamente aceptables.



## CAPITULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Generalidades de las gallinas comerciales

Las líneas genéticas de gallinas en postura están establecidas por animales para la producción de huevo comercial con cualquiera de los tipos de cascarón, blanco o marrón. Las aves son de tamaño relativamente pequeño, y ponen un número elevado de huevos con cascarón resistente el cual también depende de su nutrición. Su viabilidad es buena y su producción de huevos económica, las aves productoras de huevo con cascarón color marrón son 30 a 50% más grandes que las productoras de huevo con cascarón blanco (Castro, 2017, pág. 6). Los productores nacionales del sector avícola, respectivamente a la actividad de postura comercial tienen a su disposición una gran diversidad de líneas genéticas para la producción de huevo. Las principales líneas genéticas de postura comercial son:

**1.1.1. Isa Brown:** se caracteriza principalmente por su plumaje rojizo (aunque existen también gallinas negras y blancas), presentan un temperamento tranquilo, son muy resistentes a temperaturas altas y producen huevos de color marrón con un peso promedio de 63 gramos. Son gallinas ponedoras de excelencia, dado que alcanzan un pico de producción de casi el 95% en granjas comerciales, el ciclo de producción va desde la semana 18 a la semana 80, con más de 320 huevos al año.

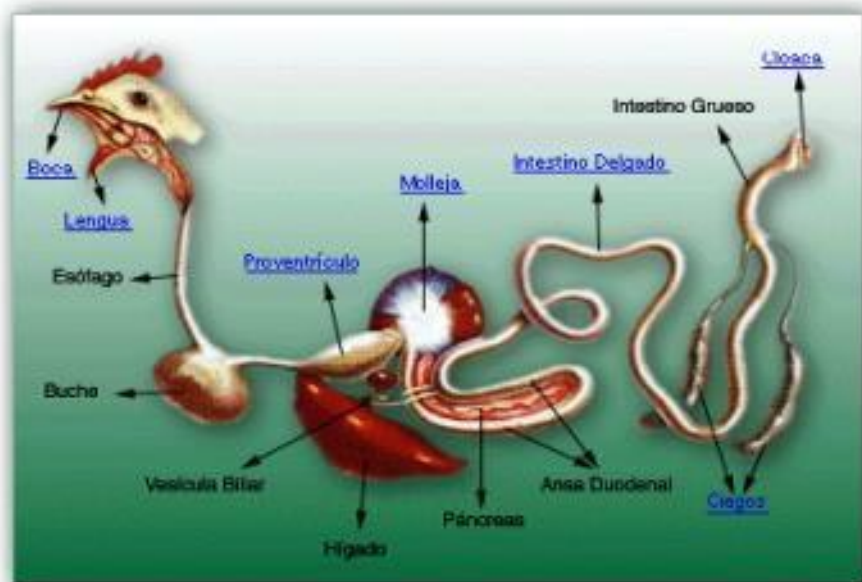
**1.1.2. Hy-line Brown:** se caracterizan por ser gallinas livianas de plumaje color marrón; estas se pueden adaptar muy bien a los sistemas de jaula o al sistema de piso y presentan un pico de producción máxima entre 94-96% en sistemas industriales. El peso promedio del huevo es de 64,4 gramos cada uno y la cáscara tiene una excelente resistencia; la postura la inician a las 17-18 semanas de vida y su ciclo de postura finaliza a las 80 semanas.

**1.1.3. Lohman:** es una gallina de alto rendimiento y de excelente conversión alimenticia; produce huevos de color marrón, alcanza un pico de producción de 90 a 93% a las treinta semanas de edad en explotaciones comerciales. El promedio de huevos obtenidos por gallina al año es de 320 a 330 unidades; mientras el peso promedio del huevo es de 64 a 65 gramos (Vargas & Serrano, 2018, págs. 7-8).

## 1.2. Anatomía y Fisiología del Aparato Digestivo

### 1.2.1. Características generales

Los órganos digestivos de las aves son obviamente diferentes al de los mamíferos. No existen labios ni dientes, elementos que son reemplazados por el pico y el estómago muscular o molleja. Presenta una hendidura media larga a manera de paladar que comunica con la cavidad nasal. Más caudal a esta se encuentra una hendidura infundibular, más corta, que es un orificio común donde confluyen las trompas auditivas o de eustaquio. El aparato digestivo se encuentra constituido por orofaringe, esófago, estómago, duodeno, yeyuno, íleon, un par de ciegos y colon. Este último desemboca en la cloaca, que es un segmento final también para el aparato urinario y genital (Bazoberry, 2015, págs. 6-15). El hígado y páncreas secretan sus productos al intestino delgado, como se puede observar en la figura 1-1.



**Figura 1-1.** Partes que constituyen el aparato digestivo de las aves.

Fuente de: (Bazoberry, 2015, págs. 6-15).

### 1.2.2. Descripción de las partes que constituyen el aparato digestivo de las aves

*1.2.2.1. Orofaringe:* Este término se aplica a la cavidad que va desde el pico al esófago, ya que las aves no poseen paladar blando y por tanto no existe división entre cavidad oral y faringe como los mamíferos. El techo de esta cavidad lo conforma el paladar, y el suelo la mandíbula, lengua y la elevación o prominencia laríngea. En las aves están ausentes los dientes, está presente un buche bien desarrollado y una molleja, el ciego es doble y falta el colon. Tales diferencias anatómicas significan diferencias en los procesos digestivos (Bazoberry, 2015, págs. 6-15).

*1.2.2.2. Pico:* El pico es el representante en las aves de las mandíbulas, de los labios y en parte de los carrillos. Su fundamento es óseo y está revestido por una vaina córnea de dureza variable, según la especie de ave. La valva superior del pico se compone de la raíz o base, el lomo (dorso del pico) y el borde. La valva inferior consta de una parte media impar (gonium), de la cual salen las ramas que comprenden el ángulo maxilar. Las gallinas poseen esta membrana solamente en la base del pico. Está provista de numerosas terminaciones sensitivas del trigémino, que la convierten en un órgano táctil. La mayor parte de estas terminaciones nerviosas se encuentran en la punta del pico. El alimento solo permanece un tiempo en la cavidad del pico. El pico es la principal estructura prensil. El alimento se retiene en la boca sólo por corto tiempo, (Bazoberry, 2015, págs. 6-15).

*1.2.2.3. Cavidad Bucal:* Las circunstancias que concurren en la boca de las aves la hacen difícilmente comparable con las cavidades bucal y faríngea de los mamíferos. No existe separación neta entre la boca y la faringe. En las paredes de la cavidad bucal se hallan numerosas glándulas salivares. La cantidad de saliva segregada por la gallina adulta en ayunas en 24 horas varía de 7 a 25 ml siendo el promedio de 12 ml. El color de la saliva es gris lechoso a claro; el olor, algo pútrido. La reacción es casi siempre ácida, siendo el promedio del pH 6.75. La amilasa salival está siempre presente. También se encuentra una pequeña cantidad de lipasa, (Bazoberry, 2015, págs. 6-15).

*1.2.2.4. Lengua:* La lengua de las aves es generalmente mucho menos móviles que la de los mamíferos. Su forma depende en gran medida de la conformación del pico. Así en la gallina es estrecha y puntiaguda. Toda la lengua está revestida por una mucosa tegumentaria, recia, muy cornificada sobre todo en la punta y en el dorso en la gallina. En el dorso de la lengua de la gallina existe una fila transversal de papilas filiformes o cónicas dirigidas hacia atrás. En la mucosa lingual hay además corpúsculos nerviosos terminales, que sirven para la percepción táctil. Las yemas gustativas se presentan sólo aisladas. La actividad funcional de la lengua consiste en la prensión, selección y deglución de los alimentos, (Bazoberry, 2015, págs. 6-15).

*1.2.2.5. Esófago:* el esófago está enseguida, situado a lo largo del lado inferior del cuello, sobre la tráquea, pero se dirige ya hacia el lado derecho en el tercio superior de este. Después se sitúa en el borde anterior derecho, donde está cubierto solamente por la piel, hasta su entrada en la cavidad torácica. El esófago es algo amplio y dilatado, sirviendo así para acomodar los voluminosos alimentos sin masticar. De allí se encuentra en la gallina una evaginación extraordinariamente dilatada, dirigida hacia delante y a la derecha, que es lo que se llama buche, (Bazoberry, 2015, págs. 6-15).

*1.2.2.6. Buche:* El buche es un ensanchamiento estructural diversificado según las especies que cumplen distintas funciones, pero fundamentalmente dos: almacenamiento de alimento para el remojo, humectación y maceración de los alimentos y regulación de la repleción gástrica.

Además, colabora al reblandecimiento e inhibición del alimento junto a la saliva y secreción esofágica, gracias a la secreción de moco. En el buche no se absorben sustancias tan simples como agua, cloruro de sódico y glucosa. La reacción del contenido del buche es siempre ácida. La reacción promedio es, aproximadamente de un pH 5. La actividad motora del buche está controlada por el sistema nervioso autónomo y presenta dos tipos de movimientos: contracciones del hambre con carácter peristáltico y vaciamiento del buche gobernado reflejamente por impulsos provenientes del estómago fundamentalmente (Bazoberry, 2015, págs. 6-15).

*1.2.2.7. Estómago:* Consta en las aves domésticas de dos porciones o cavidades, claramente distinguibles exteriormente, que son el estómago glandular y el estómago muscular (Bazoberry, 2015, págs. 6-15).

*1.2.2.8. Estómago glandular:* También denominado proventrículo. Este es un órgano ovoide, situado a la izquierda del plano medio, en posición craneal con respecto al estómago muscular. Se estrecha ligeramente antes de su desembocadura en el estómago muscular. Constituye en gran manera un conducto de tránsito para los alimentos que proceden del buche y que se dirigen hacia la molleja. Está recubierto externamente por el peritoneo. Le sigue la túnica muscular, compuesta de una capa externa, muy fina de fibras longitudinales y de otra interna, de fibras circulares. La mucosa del estómago glandular contiene glándulas bien desarrolladas, visibles macroscópicamente, de tipo único, que segregan HCl (ácido clorhídrico) y pepsina. La formación de pepsina y probablemente también de HCl se hallan bajo la influencia del sistema nervioso parasimpático (Bazoberry, 2015, págs. 6-15).

*1.2.2.9. Estómago muscular:* o molleja, se adhiere a la porción caudal del proventrículo y está cubierto en su extremo anterior de los dos lóbulos hepáticos. Es desproporcionadamente grande y ocupa la mayor parte de la mitad izquierda de la cavidad abdominal. Su forma es redondeada y presenta sus lados aplanados. En esta parte no se segrega jugo digestivo. Por su adaptación al tipo de alimento, la molleja es particularmente fuerte y bien desarrollada en las aves granívoras. Sin embargo, este órgano no es absolutamente indispensable para la vida, pero su función si, pues su función principal consiste en el aplastamiento y pulverización de granos, cedidos por el buche y su eficacia se incrementa por la presencia en su interior de pequeñas piedritas (grit) que ingiere el animal y que pueden ser considerados como sustitutivos de los dientes (Bazoberry, 2015, págs. 6-15).

*1.2.2.10. Intestino Delgado:* El intestino delgado se extiende desde la molleja al origen de los ciegos. Es comparativamente largo y de tamaño casi uniforme por todas partes. Se subdivide en:

*1.2.2.11. Duodeno:* Sale del estómago muscular (molleja) por su parte anterior derecha, se dirige hacia atrás y abajo a lo largo de la pared abdominal derecha, en el extremo de la cavidad dobla hacia el lado izquierdo, se sitúa encima del primer tramo duodenal y se dirige hacia delante y arriba. De este modo se forma un asa intestinal, la llamada asa duodenal, en forma de "U", cuyas

dos ramas están unidas por restos de mesenterio. Entre ambos tramos de dicha asa se encuentra un órgano alargado, el páncreas. La reacción del contenido del duodeno es casi siempre ácida, presentando un pH de 6.31, por lo que posiblemente el jugo gástrico ejerce aquí la mayor parte de su acción (Bazoberry, 2015, págs. 6-15).

*1.2.2.12. Yeyuno:* Empieza donde una de las ramas de la U del duodeno se aparta de la otra. El yeyuno de la gallina consta de unas diez asas pequeñas, dispuestas como una guirnalda y suspendidas de una parte del mesenterio, presenta un pH de 7.04 (Bazoberry, 2015, págs. 6-15).

*1.2.2.13. Íleon:* Cuya estructura es estirada y se encuentra en el centro de la cavidad abdominal. El pH es de 7.59. En el lugar del íleon, donde desembocan los ciegos, empieza en el intestino grueso (Bazoberry, 2015, págs. 6-15).

*1.2.2.14. Intestino Grueso:* Se subdivide también en dos porciones, las cuales son:

*1.2.2.15. Ciegos:* Las aves domésticas, como son las gallinas, poseen dos ciegos, que son dos tubos con extremidades ciegas, que se originan en la unión del intestino delgado y el recto y se extienden oralmente hacia el hígado. La porción terminal de los ciegos es mucho más ancha que la porción inicial. Se cree que la función de los ciegos es de absorción, que están relacionados con la digestión de celulosa (Bazoberry, 2015, págs. 6-15).

*1.2.2.16. Colon-Recto:* En las aves el colon es muy corto en comparación con el de los mamíferos. Pero, con todo y su pequeño tamaño, realiza muchas funciones importantes en las aves de corral. Recibe el producto de la digestión del intestino delgado y, en forma intermitente, del ciego. En esta parte, es donde se realiza la absorción de agua y las proteínas de los alimentos que allí llegan. Encontramos que tiene un pH de 7.38. Siendo las dos últimas porciones del intestino grueso el segmento final. Los principales productos de la digestión incluyen aminoácidos, carbohidratos simples como glucosa y fructosa, ácidos grasos, mono y di glicéridos y otros lípidos, vitaminas, minerales y agua (Bazoberry, 2015, págs. 6-15).

*1.2.2.17. Glándulas anexas:* se subdivide en tres porciones las cuales son:

*1.2.2.18. Glándulas salivales:* Posee pocas glándulas salivales, por lo que la saliva es secretada en pequeñas cantidades y ayuda a reblandecer el alimento.

*1.2.2.19. Hígado:* El hígado está formado por lóbulos derecho e izquierdo, unidos cranealmente. De mayor tamaño el lóbulo derecho y en su cara visceral se encuentra la vesícula biliar que no está presente en palomas y algunas psitácidas. Este lóbulo derecho está perforado por la vena cava caudal. El lóbulo izquierdo está dividido (Bazoberry, 2015, págs. 6-15).

*1.2.2.20. Páncreas:* Es alargado situado en el asa duodenal formado por dos lóbulos, uno dorsal y otro ventral conectados distalmente. Posee dos o tres conductos que llevan el jugo pancreático al duodeno (Bazoberry, 2015, págs. 6-15).

### **1.3. Fisiología de las aves**

El alimento se muele después del estómago en la molleja. El alimento se almacena en el buche que también humedece las partículas de alimento. Diez de los 22 aminoácidos que existen en el alimento son absolutamente esenciales en la dieta de las aves. La dieta debe ser balanceada para incluir los niveles adecuados de todos los aminoácidos. Las aves tienen un requerimiento específico de energía según el tamaño de su cuerpo, de su estado fisiológico, de la etapa de producción y de la temperatura ambiental. La energía dicta los requerimientos de otros nutrientes. Esto significa que el calcio y el fósforo en el alimento de las aves ponedoras también deben estar relacionados con el consumo de energía. Las deficiencias minerales llevan a perjudicar el rendimiento y a una variedad de síntomas específicos. La debilidad de la cáscara del huevo generalmente se debe a una deficiencia de calcio (Cotrina, 2016, págs. 18-19).

### **1.4. Anatomía del aparato reproductor femenino:**

En las aves, el aparato reproductor femenino está compuesto por dos partes esenciales: ovario y oviducto izquierdos, encontrándose atrofiados los órganos del lado derecho. Si bien ambos órganos están presentes apenas nace la pollita, luego de las primeras semanas el ave sufre atrofia tanto del ovario como del oviducto derecho, siendo esto una adaptación de las aves al vuelo. Luego del oviducto, desde el interior al exterior, encontramos la vagina, y luego la última porción del aparato reproductor, que es común al aparato urinario, que es el urodeum, orificio en la cloaca por donde sale el huevo. En la formación del huevo, intervienen dos estructuras anatómicas diferentes: el ovario, para la yema, y el oviducto, para la clara y la cáscara. En la figura 2-1, se ilustra el esquema del aparato reproductor de la gallina, (Peralta, 2017, pág. 2).



**Figura 2-1.** Esquema del aparato reproductor de la gallina.

**Fuente:** (Peralta, 2017, pág. 2).

**1.4.1. Ovario:** el ovario está situado en la parte superior de la cavidad abdominal, debajo de la arteria aorta y de la vena cava posterior. Se apoya sobre el riñón, el pulmón y por la parte interior, sobre el saco aéreo abdominal izquierdo. La gónada adulta muestra el aspecto de un racimo de uvas, debido a la presencia de 7 a 10 folículos portadores de yemas que se encuentran en fase de crecimiento acelerado. Junto a ellos se encuentran folículos más pequeños, y folículos vacíos, que regeneran rápidamente. La mayoría de los componentes de la yema provienen de precursores sintetizados por el hígado, unos 10 días antes de la ovulación, estimulados por los estrógenos. Cada folículo está unido al ovario por un pedicelo, por donde penetran arterias, el sistema venoso y fibras nerviosas. En el momento de la ovulación, las arterias dejan de nutrir al folículo seleccionado para desprenderse, con lo cual el pedicelo se rompe y la yema cae al oviducto (Casaubon, 2015, págs. 2-5).

**1.4.2. Oviducto:** se presenta como un tubo de color rosa pálido, que se extiende desde la región del ovario a la cloaca. Este órgano puede ser dividido en 4 partes, fisiológicamente diferentes una de otra, que son: infundíbulo, magnum, istmo y útero (Casaubon, 2015, págs. 2-5).

**1.4.3. Infundíbulo:** con forma de embudo, presenta repliegues en su mucosa interna y es el encargado de captar la yema del huevo, comienza a secretarse una porción del albumen. En esta

zona se produce el almacenamiento de espermatozoides y la fertilización, si es una reproductora. Las contracciones de sus músculos hacen avanzar la yema hacia el magnum. Si se coloca un cuerpo extraño del tamaño aproximado de la yema cerca del infundíbulo, como un anillo, lo más probable es que sea transportado por el oviducto y quede procesado como si fuera un huevo. Luego, si se casca el huevo, se encuentra el anillo rodeado por la clara, membranas y cáscara (Casaubon, 2015, págs. 2-5).

**1.4.4. *Magnum:*** es la parte más larga. Su pared es muy elástica, y presenta grandes pliegues. Contiene gran cantidad de glándulas secretoras, que por contacto con la yema van a liberar en sus gránulos ovoalbúmina, lisozima, ovotransferrina y ovomucoide, que componen alrededor del 80 % de la clara o albumen (Casaubon, 2015, págs. 2-5).

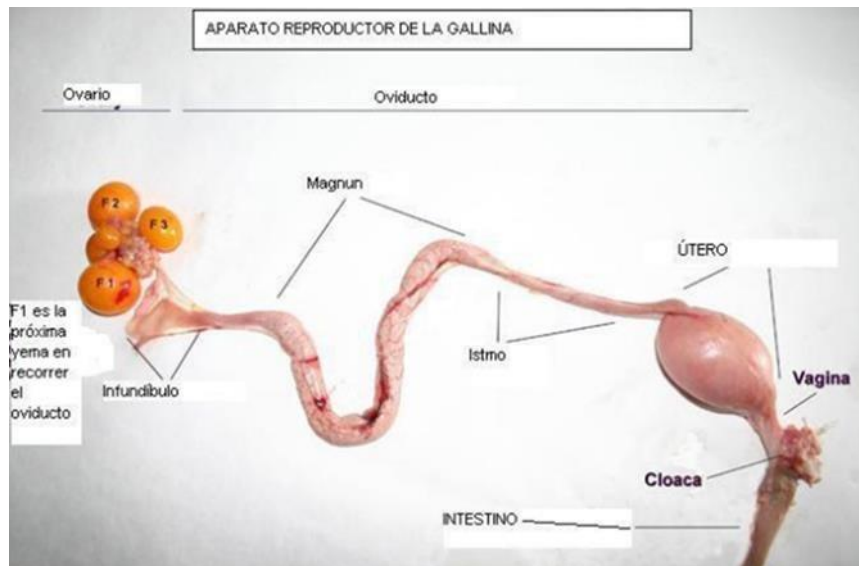
**1.4.5. *Ítmo:*** presenta un diámetro más reducido que el magnum, con repliegues de la mucosa menos acentuados, aquí comienza la secreción de las membranas testáceas (interna y externa) y se inicia la base de la cáscara, formada a partir de los núcleos de calcita (Casaubon, 2015, págs. 2-5).

**1.4.6. *Útero:*** tiene forma de bolsa, con paredes musculares gruesas, aquí se produce la formación de la cáscara, formada básicamente por  $\text{CO}_3\text{Ca}$ . El huevo permanece entre 18 y 22 hs, absorbe 15 g de agua, intercambiando varios electrolitos, incluyendo  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Cl}^-$ , con el líquido de la glándula y recibe su recubrimiento de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , proteína, pigmento y cutícula, constituida básicamente por lisozima. Al final de su estancia en este lugar, el huevo es expelido con fuerza por la musculatura lisa que rodea a la mucosa (Casaubon, 2015, págs. 2-5).

**1.4.7. *Vagina:*** parte estrecha y muscular, separada del anterior por la conjunción útero vaginal, su pared tiene repliegues longitudinales, y en esa zona se produce la rotación del huevo, que se venía desarrollando con el polo agudo, y luego de la rotación en la vagina, sale por el polo romo (Casaubon, 2015, págs. 2-5).

**1.4.8. *Urodeum en la cloaca:*** zona ubicada en la mitad izquierda de la cloaca, común al aparato reproductor y el urinario, por donde sale el huevo, cuando se produce la postura (Casaubon, 2015, págs. 2-5).





**Figura 3 -1.** Aparato reproductor de la gallina.

Fuente: (Peralta, 2017, pág. 5).

## 1.5. Actividad ovárica (ovogénesis)

Las ovogonias sufren repetidas divisiones mitóticas, dando lugar a los oocitos primarios, que son células diploides, estando en profase meiótica en el momento de la eclosión, y 24 hs antes de la ovulación, ocurre la división reduccional dando lugar al oocito secundario y a la expulsión del corpúsculo polar (Peralta, 2017, pág. 5).

### 1.5.1. Formación de la yema de huevo (vitelogénesis)

La deposición de la yema de huevo en el interior del folículo ovárico, se inicia en la pollita cuando es muy joven y concluye justo antes de la ovulación. Para ello, el ave recurre a elementos aportados por vía sanguínea. Este proceso, puede dividirse en 3 fases principales de acuerdo a (Peralta, 2017, pág. 7).

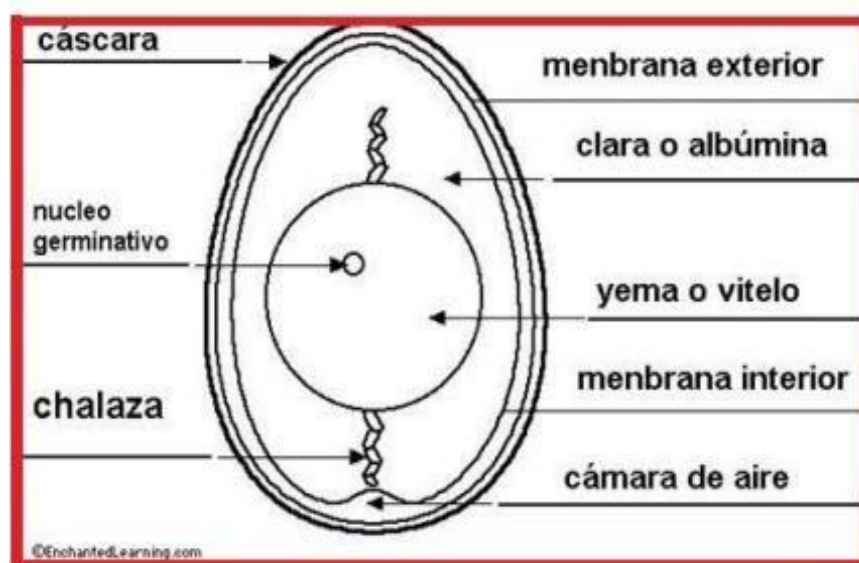
*1.5.1.1. Fase inicial de crecimiento lento:* apenas eclosiona la pollita, cada uno de los óvulos contenidos en su ovario comienzan su crecimiento, depositándose en dichos óvulos unas gotitas de lípidos y luego se frena su crecimiento.

1.5.1.2. *Fase intermedia*: se produce un incremento importante (400 %) en el tamaño de un folículo, que ha sido “elegido” entre todos los folículos indiferenciados. Ese aumento se debe, principalmente, a la deposición de proteína y un poco de lípidos, constituyendo el vitelo blanco.

1.5.1.3. *Fase de gran crecimiento*: durante 8-10 días que preceden a la ovulación, el crecimiento del óvulo es muy rápido, produciéndose la migración del oocito hacia la superficie folicular.

### 1.5.2. *Formación del huevo en el oviducto*:

Según, (Peralta, 2017, pág. 7), la ovulación propiamente dicha ocurre con la apertura del folículo a nivel del estigma, que será captado por el infundíbulo. Posteriormente se suceden una serie de etapas, las cuales son las siguientes: conclusión de la membrana vitelina en el infundíbulo, secreción de las proteínas del albumen en el magnum, secreción de las membranas testáceas en el istmo, hidratación del albumen y secreción de la cáscara en el útero, ovoposición. En término medio, unas 25-27 horas después de la captación por el infundíbulo, el huevo, totalmente formado, es expulsado por la cloaca, en la figura 4-1 se observa el esquema del huevo.



**Figura 4-1.** Esquema del huevo

Fuente: (Peralta, 2017, pág. 7).

## 1.6. Revisión histórica del Calcio y Fósforo

El calcio y el fósforo son los elementos minerales más abundantes en el cuerpo y se clasifican como macro minerales, junto con el sodio, el potasio, el cloro, el azufre y el magnesio. Los macro minerales son elementos necesarios en la dieta en concentraciones de más de 100 mg/kg. El calcio

y el fósforo son necesarios para la formación y el mantenimiento de la estructura del esqueleto y para la buena calidad de la cáscara del huevo. En general, del 60 al 80 por ciento del fósforo total presente en los ingredientes de origen vegetal está en forma de fósforo fitato, (FAO, 2013, pág. 65). El calcio y el fósforo en el organismo interactúan en numerosos procesos y existe una estrecha coordinación en la regulación de ambos minerales. Estos procesos están bajo la influencia de hormonas como la paratiroidea (PTH) y la vitamina D (Reino, 2018, pág.14).

El calcio y el fósforo son minerales relacionados en su metabolismo e indispensables para la salud y el correcto funcionamiento del organismo; actuando en el funcionamiento del esqueleto y músculos, puesta de huevos, contracción del corazón y digestión, entre otros. Las deficiencias de estos minerales pueden afectar el desarrollo del esqueleto y predisponer a diversas patologías (Erazo & Cornonel, 2016, pág. 627). La nutrición adecuada en calcio y fósforo ha sido objeto de investigación en los últimos años, donde a lo largo del tiempo la NRC ha aumentado las necesidades de inclusión de calcio en la dieta empezando en 2,27g y llegando a 3,75g/gallina/día (Torres, 2016, pág. 43).

Algunos autores aconsejan valores más elevados de calcio en la dieta para asegurar una buena calidad en la cáscara. En el fósforo, se sugiere que sus niveles pueden ser rebajados sin afectar la productividad, el calcio es el elemento crucial para la formación del cascarón, se ha investigado algunas granjas que producen su propio alimento mezclando diferentes productos, incluyen más cantidad de calcio (5 a 5.5%) que de fósforo para las dietas de las aves, los recursos de fósforo son mucho más costosos que los de calcio, y se ha comprobado que disminuir los niveles de fósforo en los piensos comerciales (0.40- 0.45%) no disminuye el rendimiento ni la calidad de la cáscara (Torres, 2016, pág. 43).

### ***1.6.1. Calcio***

El Ca es ingerido con el alimento y se absorbe principalmente en el duodeno y yeyuno superior al sistema vascular. El pool extracelular de Ca contiene continuamente 90-120 mg Ca/l, donde el Ca necesario para los procesos metabólicos, desarrollo óseo, crecimiento y performance productiva es constantemente liberado. Durante la postura, el Ca plasmático aumenta a 200-300 mg/l (aproximadamente un 250%), para facilitar un alto flujo de Ca a las glándulas de la cáscara ubicadas en el útero. El Ca de la dieta se puede obtener a partir de fuentes inorgánicas u orgánicas y puede estar presente en forma de fino (piedra caliza) o grueso (conchilla). Hay indicios de que la alimentación de las fuentes gruesas de Ca pueden tener un efecto positivo sobre el consumo de alimento, peso corporal, la mineralización ósea y calidad de la cáscara de huevo (Agustin, 2017, pág. 22).

### **1.6.2. Fósforo**

El fósforo, debido a su importancia en la producción de energía y en el mantenimiento de la membrana celular, a nivel intracelular es el anión más abundante, siendo sus concentraciones reguladas por sus niveles en la dieta, la eliminación renal, la vitamina D y las interacciones paratiroides. Adicionalmente, este mineral interviene como tampón intracelular para mantener el equilibrio ácido-alcalino y actúa en el metabolismo celular y la síntesis de proteína (Humer, Schawarz, & Schedle, 2015, pág. 7).

### **1.6.3. Vitamina D**

La vitamina D3 (colecalfiferol) es esencial para la absorción de Ca y P. Puede ser obtenida directamente de la dieta o puede ser sintetizada a partir de su precursor, el 7-dehidroxicolesterol, que se forma en el hígado. El 7-dehidroxicolesterol es transportado a la piel, donde se transforma en vitamina D3 bajo la influencia de la luz ultravioleta y la temperatura de la piel. En el hígado, y en menor medida en el riñón y los intestinos, la vitamina D3 es transformada a 25-hidroxivitamina D3 (25-OH D3). En el riñón, y en menor medida en otros tejidos, incluyendo el intestino, hueso y piel, se convierte en 1,25-(OH)<sub>2</sub> D3, que es la forma activa de la vitamina. La conversión tiene lugar con la ayuda de la enzima 1- $\alpha$ -hidroxilasa y está regulada homeostáticamente por el Ca<sup>2+</sup> plasmático, la secreción de la hormona paratiroidea (PTH) y posiblemente también por P plasmático, la calcitonina y la secreción de hormonas de las gónadas (Humer, Schawarz, & Schedle, 2015, pág. 8).

## **1.7. Fuentes de Calcio y Fósforo**

Como fuentes de calcio y fósforo se pueden encontrar de acuerdo a (Diaz G, 2018, págs. 4-5), los cuales son:

**1.7.1. Calcio:** la piedra caliza y la conchilla de ostras que tienen un contenido de calcio que oscila entre 36 y 38 % en forma de carbonato de calcio. Es muy importante tener en cuenta el grado de solubilidad del carbonato de calcio, pues se ha encontrado que algunos de ellos presentan contenidos de compuestos silíceos como el cuarzo los cuales, aunque marcan químicamente contenidos satisfactorios de calcio, este es muy poco soluble. Además de la solubilidad debe tenerse en cuenta la presencia de magnesio por las razones ya descritas anteriormente; niveles arriba del 1% de Mg, generan debilidad de la cáscara.

**1.7.2. Fósforo:** se encuentran los fosfatos inorgánicos como el bicálcico, monobicálcico, tricálcico, la roca fosfórica defluorinada, además de las harinas de hueso calcinadas y vaporizadas las cuales en general son de buena disponibilidad y sobre las cuales se encuentran innumerables datos en los reportes de investigación.

**1.7.3. Valores nutricionales del Calcio y Fósforo.**

En la tabla 1-1, se observa los valores nutricionales del calcio y en la tabla 2-1 se ilustra los valores nutricionales del fósforo.

**Tabla 1-1:** Valores nutricionales del Calcio.

	<b>Carbonato cálcico</b>	<b>Conchilla de ostras</b>	<b>Conchilla de moluscos</b>	<b>Algas marinas de Maëri</b>	<b>Carbonato dolomítico</b>
<i>Fórmula química</i>	Ca(CO <sub>3</sub> )	Ca(CO <sub>3</sub> )	Ca(CO <sub>3</sub> )	-	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Nº CAS	471-34-1	471-34-1	471-34-1	-	-
Humedad, %	2.0	0.3	1.0	1	0.5
Cenizas, %	98	97.5	96.7	97	97
Calcio, %	38.6	37.2	37	34	21
Fósforo, %	0.01	0.03	0.02	0.05	ND <sup>a</sup>
Sodio, %	0.07	0.40	0.30	0.5	ND
Potasio, %	0.07	0.06	0.05	0.04	ND
Cloro, %	0.02	0.08	0.05	0.5	ND
Magnesio, %	0.3	0.28	0.35	2.2-5.0	11.0
Azufre, %	0.07	0.08	0.08	ND	ND
Hierro <sup>b</sup> (mg/kg)	620	400	400	8000	ND
Cobre (mg/kg)	12	8	8	ND	ND

Fuente de: (Agustin, 2017, pág. 59).

**Tabla 2-1:** Valores nutricionales del Fósforo

	Hna. de huesos des- gelatinizados	Fosfato de roca defluorina- do	Fosfato bicalcico anhidro	Fosfato dicálcico deshidratado	Fosfato monobicalcico hidratado	Fosfato monocálcico hidratado
<i>Fórmula química</i>	-	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	CaHPO <sub>4</sub>	CaHPO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	CaHPO <sub>4</sub> ·Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O
Nº CAS	-	-	7757-93-9	7757-93-9	10103-46-5	7758-23-6
Humedad, %	3.0	0.6	0.3	1.2	0.6	1.0
Cenizas, %	71.0	99.0	88	80	83.0	78
Calcio, %	30	32.0	27	24 <sup>d</sup>	20.8 <sup>e</sup>	17.8 <sup>f</sup>
Fósforo, %	14.0	18.0	20.1	17.7 <sup>d</sup>	21.1 <sup>e</sup>	22.6 <sup>f</sup>
Sodio, %	0.45	3.80	0.03	0.08	0.28	0.08
Potasio, %	0.20	0.09	ND <sup>c</sup>	0.12	0.15	0.13
Cloro, %	0.08	ND	<0.6	0.05	0.10	0.11
Magnesio, %	0.75	0.29	ND	0.60	0.6	0.10
Flúor, %	ND	0.20	ND	0.15	0.17	0.14
Azufre, %	0.35	0.13	ND	1.10	0.90	0.70
Hierro, mg/kg	840	8200	ND	4000 <sup>g</sup>	4000 <sup>h</sup>	4000
Cobre, mg/kg	15	45 <sup>i</sup>	15	14	9	8

Fuente de: (Agustin, 2017, pág. 65).

#### ***1.7.4. Metabolismo del Calcio y Fósforo***

El fósforo es un nutriente esencial que toma parte de muchos procesos metabólicos, y está relacionado con el metabolismo del calcio para la formación del cascarón. Estos elementos están estrechamente relacionados por lo que la abundancia o deficiencia de uno puede interferir con la utilización del otro, el NRC, menciona un requerimiento de calcio de 3.25% de calcio con un consumo de alimento de 100g/ave/día para gallinas ponedoras, por otra parte al aumentar la edad de las gallinas, reduce la utilización de calcio y se aumenta el tamaño del huevo, lo que afecta negativamente la calidad del cascarón. Se reportan niveles de calcio de 4.34 y 4.62% mientras

que los de fósforo son de 0.18% para un funcionamiento biológico óptimo, resultados mayores a los sugeridos por la NRC (Gutiérrez D. , 2013, pág. 436).

La gallina moviliza calcio para depositar en la cáscara en la fase de calcificación de la misma; parte del calcio también es tomado de la sangre circulante y la otra parte la libera desde el hueso medular a la sangre en forma de iones de calcio. Junto con este, también libera iones de fosfato, de los cuales una parte es gastada en el metabolismo y el excedente es reabsorbido por los riñones. Para reponer las reservas del hueso es necesario un abastecimiento de fosfato. La necesidad de fósforo depende de la cantidad que se ha gastado de las reservas del hueso. De ahí que la necesidad de fósforo dependa de la forma en que se suministre el calcio y de los métodos por los que se ingiera (Acosta & Jaramillo, 2015, pág. 28).

Al final de la puesta, un exceso de fósforo puede producir un deterioro de la calidad de la cáscara. La retención de calcio depende del tamaño de las partículas usadas. Las partículas de menos de 1,5 mm de diámetro son difícilmente retenidas en la molleja y se encuentra algo de calcio en las deyecciones. Esto ocasiona un deterioro de la calidad de la cáscara. Alrededor del 70% del calcio total suministrado debería darse bajo la forma de partículas gruesas. Esto significa que por cada tonelada de concentrado deberían incluirse 65 kilos de carbonato de calcio granulado. Para que las aves lo retengan en la molleja, estas partículas deberían tener entre 2 y 4 mm de diámetro. El 30% restante debería suministrarse en forma de polvo para usarlo como reserva de calcio de los huesos (Acosta & Jaramillo, 2015, pág. 28).

### ***1.7.5. Hormonas reguladoras del Calcio***

La concentración de calcio en la sangre depende de la especie, la edad, la cantidad de calcio en la dieta y el método analítico. El calcio en la sangre está compuesto por fracciones conjugadas con proteínas y por fracciones difusibles. El calcio difusible consiste en calcio que forma complejos con los aniones, como el fosfato y el citrato, además de calcio libre (iónico) biológicamente activo. El ion calcio es un componente estructural esencial del esqueleto y desempeña un papel clave en la contracción muscular, la coagulación de la sangre, la actividad enzimática, la excitabilidad neural, los mensajeros secundarios, la liberación de hormonas y la permeabilidad de las membranas. Por lo tanto, el control preciso del ion calcio en los líquidos extracelulares es vital para la salud (Salazar, 2008, págs. 9-10).

Tres hormonas principales: La HPT, la calcitonina y la vitamina D interaccionan para mantener una concentración constante de calcio, a pesar de las variaciones en la ingestión y en la excreción. Otras hormonas, tales como los corticosteroides adrenales, los estrógenos, la tiroxina, la

somatotropina y el glucagón también puede contribuir al mantenimiento de la homeóstasis del calcio ( Salazar, 2008, págs. 9-10).

**1.7.5.1. HORMONA PARATIFOIDEA (HPT):** se sintetiza y almacena en las células principales de las glándulas paratiroides. La síntesis se regula mediante un mecanismo de retroalimentación que implica el nivel de calcio sanguíneo y, en menor grado, de magnesio. La función principal de la HPT es la de controlar la concentración de calcio en el líquido extracelular; este control se realiza afectando a la tasa de transferencia del calcio dentro y fuera del hueso, a la reabsorción en los riñones y a la absorción desde el tracto gastrointestinal. El efecto más rápido se produce en los riñones y causa la reabsorción de calcio y la excreción de fósforo. El principal efecto inicial sobre el hueso es la movilización del calcio desde el hueso al líquido extracelular; más tarde se intensifica la formación de hueso. La HPT no afecta directamente a la absorción intestinal del calcio sino que su efecto es mediado indirectamente por la regulación de la síntesis de un metabolito activo de vitamina D ( Salazar, 2008, págs. 9-10).

**1.7.5.2. CALCITONINA:** es una hormona polipeptídica secretada por el tejido último branquial en las aves y otras especies submamíferas. La concentración del ion calcio en los líquidos extracelulares es el estímulo principal para la secreción de calcitonina por las células C. El almacenamiento de grandes cantidades de hormona preformada en las células C, así como la rápida liberación en respuesta a las elevaciones moderadas de calcio circulante, probablemente reflejan el papel fisiológico de la calcitonina como hormona de “urgencia” para evitar el desarrollo de hipercalcemia. La secreción de calcitonina se incrementa en respuesta a una comida rica en calcio, frecuentemente antes de poder detectarse un aumento importante de calcio plasmático, lo que sugiere que las hormonas gastrointestinales pueden desencadenar la liberación precoz de calcitonina (Salazar, 2008, págs. 9-10).

### **1.7.6. Influencia del Calcio en la Formación de la Cáscara del Huevo**

La formación de la cáscara es en el útero o glándula cascarógena o coquilaria y es allí también donde se depositan los pigmentos porfirínicos para el caso de las ponedoras de huevo marrón. El huevo llega al útero aproximadamente 5 horas después de la ovulación y permanece allí por un espacio cercano a las 20 horas, antes de ser expulsado; al llegar al istmo el huevo es hidratado durante las primeras 6-7 12 horas; unas 10 horas después de la ovulación se inicia la formación de la cáscara con la deposición de cristales de carbonato de calcio, la cual continúa hasta aproximadamente las 22 horas después del comienzo de la formación del huevo (Lozano, 2015, págs. 11-14).

La interrupción del proceso de calcificación ocurre de 2 a 4 horas antes de que el huevo sea expulsado y al parecer ocurre por el incremento en la concentración de fosfatos en el líquido



uterino los cuales inhiben la cristalización del carbonato de calcio. La ponedora ovula y empieza la formación de un nuevo huevo de 15 a 30 minutos después de la postura. El motor que activa la formación de la cáscara parece ser la presencia del ión sodio secretado por las células glandulares en el líquido uterino, acompañado por iones cloro y bicarbonato producidos por la hidratación provocada por la anhidrasa carbónica; es importante resaltar, que si se inhibe la producción de la anhidrasa carbónica se suprime casi totalmente la formación de la cáscara (Lozano, 2015, págs. 11-14).

### ***1.7.7. Importancia del calcio y del fósforo en la nutrición de las ponedoras***

Según, (Lozano, 2015, págs. 11-14), indica que la nutrición adecuada en calcio y fósforo de las ponedoras ha sido objeto de estudio en los últimos 50. En las cuatro décadas pasadas ha habido una tendencia a aumentar la concentración de calcio en las ponedoras, por ejemplo, la NRC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), calculó que el requerimiento de calcio por gallina y por día era de 2,27 g y después estimó que deberá ser 3,75 g/gallina día. De hecho, algunos investigadores recomiendan valores más altos que 3,75 gramos en el último periodo de producción y especialmente cuando un lote de aves produce huevos con una deficiente calidad de la cáscara.

En cuanto al fósforo, los resultados de un gran número de investigaciones realizadas en los últimos años admiten que sus niveles pueden ser rebajados considerablemente en los piensos comerciales sin afectar al rendimiento, gracias a estas investigaciones se sabe que una reducción del fósforo puede aumentar la calidad de la cáscara. En la mayor parte de estas experiencias sobre el requerimiento de fósforo, los niveles de calcio se mantuvieron en niveles normales de 3 - 3,5%. Los efectos de una dieta alta en calcio y baja en fósforo aún no han sido suficientemente investigados, (Lozano, 2015, págs. 11-14). Los experimentos de esta naturaleza son esenciales por dos razones:

Primera, porque siendo el calcio el nutriente más crucial en la formación de huevos con cáscara de calidad, los costes de compra son depreciables. Consecuentemente algunos avicultores que fabrican el pienso en su propia granja (mezclando maíz, productos con calcio, y diferentes concentrados) pueden incluir fácilmente más calcio en la dieta de las aves. Nuestras observaciones en algunas granjas han mostrado que el contenido de calcio en algunas muestras tomadas directamente del pienso "casero" es de un 5-5,5 % de la dieta. También hemos observado que ya en el comedero el porcentaje era de hasta un 13% en ciertos puntos. Segunda, los recursos de fósforo son más caros que los de calcio. Si el nivel de fósforo se reduce por debajo de los niveles en que habitualmente se encuentra en los piensos comerciales (0,40-0,45% de fósforo), no solo

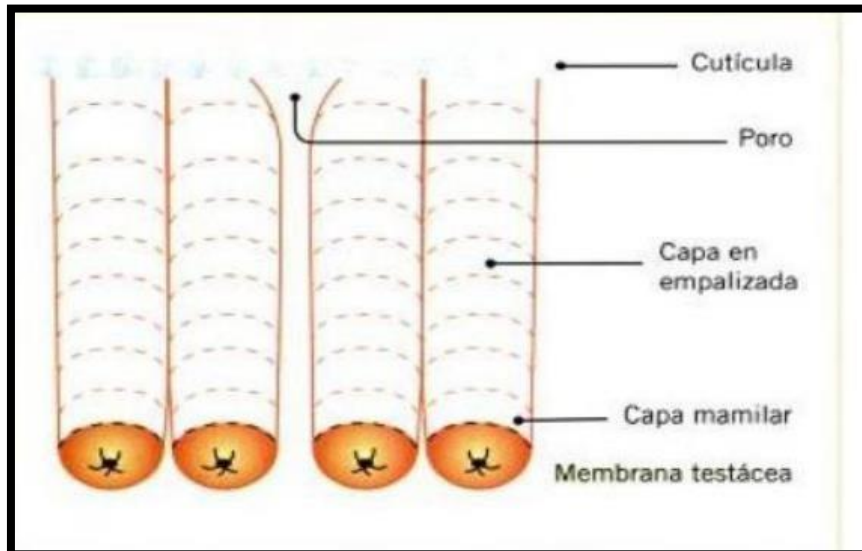
no disminuye el rendimiento, sino que además mejora la calidad de la cáscara (Lozano, 2015, págs. 11-14).

#### ***1.7.8. Granulometría del calcio***

La granulometría del calcio suministrado a la ponedora en el alimento o en la suplementación, es uno de los factores más importantes para considerar, pues estas tienen necesidades de calcio de rápida solubilidad (partículas con tamaño inferior a 1,0mm de diámetro), el cual sería utilizado metabólicamente en condiciones normales, durante el día, cuando el pH de tracto gastrointestinal no es tan ácido como para atacar partículas de gran tamaño y dichas partículas no tendrían el tamaño suficiente para ser retenidas en la molleja para ser usadas posteriormente en las etapas oscuras del día, en donde el pH del TGI se acidifica y podría solubilizarlas, por lo que se hace necesario suministrar también fuentes de lenta solubilidad o de granulometría gruesa (partículas con tamaño superior a 2,00mm de diámetro, ojala entre 4 a 5 mm), que serían retenidas en la molleja para ser utilizadas durante la noche o en las horas de descanso, se hace favorable para su solubilización, para ser depositadas en la cáscara del huevo, (Diaz G, 2018, pág. 4).

### **1.8. Composición del cascarón**

El cascarón tiene una matriz esponjosa que emite hacia el interior prolongaciones denominadas protuberancias mamilares y que influyen en la resistencia que presenta la cáscara. Está compuesta de proteínas fibrilares entrelazadas con cristales de carbonato cálcico, pequeñas cantidades de carbonato magnésico y fosfatos. En la parte interior existen también dos membranas formadas por un tramado de fibras constituidas por un núcleo proteico rodeado de una cubierta de polisacáridos. Estas constituyen una envoltura que separa la cáscara de la clara y ejerce un papel protector frente a la contaminación microbiana. Ambas membranas se separan parcialmente en el polo obtuso del huevo para formar la cámara de aire y cuyo tamaño permite determinar la edad del huevo, en la Figura 5-1, presenta la estructura del cascarón (Sevilla, 2015, pág. 38).



**Figura 5-1.** Estructura del cascarón del huevo

Fuente: (Sevilla, 2015, pág. 39).

### ***1.8.1. Principales alteraciones de la cáscara***

De acuerdo a (Soler & Bueso, 2017, págs. 143-145), se considera que la calidad de la cáscara del huevo se determina mediante distintos factores: la textura, el color, la forma, la limpieza y la fortaleza. La cáscara debe ser suave, limpia y libre de roturas, y uniforme en color, forma y tamaño. Las alteraciones más frecuentes, expresadas en porcentaje sobre el total de huevos producidos, son las siguientes: grandes roturas (grandes impactos o impactos sobre cáscaras frágiles; frecuencia entre el 1 y el 5 %); micro fisuras longitudinales (fisuras no visibles; frecuencia entre el 1 y el 3 %); fisuras en estrella (producidas por impactos; frecuencia entre el 1 y el 2 %); huevos en fáfara fuente (frecuencia entre el 0,5 y el 6 %); huevos rugosos (frecuencia entre el 0 y el 1 %); huevos arrugados (frecuencia entre el 0 y el 2 %); huevos en torpedo (frecuencia entre el 0 y el 1 %); huevos anillados (frecuencia entre el 1 y el 9 %), y huevos sucios de sangre, de heces, de uratos o por marcas de la jaula.

### ***1.8.2. Calidad de la cáscara***

Las microroturas de la cáscara pueden detectarse por medio de lámparas o ultrasonidos. Estos métodos de evaluación de la calidad de la cáscara están cada vez más extendidos por su fácil manejo y automatización. También es necesario evaluar el color de la cáscara, que se puede controlar visualmente con una serie de escalas graduadas estandarizadas o mediante la reflectividad de la cáscara en condiciones controladas. El color de la cáscara ha de ser uniforme, sin manchas (excepto en los casos en los que la estirpe del animal así lo determine) y sin restos de heces (producidas por una mala salud del animal o por una digestión de los alimentos

inadecuada). Si el control de roturas no se realiza de forma automatizada, o si se desea evaluar más a fondo la calidad de la cáscara, se pueden aplicar diferentes metodologías (Ortiz & Mallo, 2015, pág. 18).

La evaluación puede ser directa (determinando las propiedades mecánicas del huevo, midiendo la resistencia de la cáscara a la rotura de diferentes maneras: por impacto o compresión, etc.) o indirecta (evaluando la gravedad específica, la capacidad de deformación sin destrucción del huevo el espesor de la cáscara o el peso de la misma, etc.). La gravedad específica se puede medir sumergiendo una muestra de huevos tomada al azar en líquidos con diferentes concentraciones salinas, buscando la concentración a la que el huevo flota. Esta medida proporciona una idea del porcentaje de cáscara del huevo (Ortiz & Mallo, 2015, pág. 18).

### ***1.8.3. Factores que influyen en la calidad del cascarón.***

Diferentes factores afectan la solidez de la cáscara como, la edad, el peso del huevo, la hora de postura, útero defectuoso, estrés, agua salobre, enfermedades, falta de agua entre otros, influyen de manera positiva o negativa, se debe garantizar un lote homogéneo, con el fin de alcanzar un pico productivo a edades convenientes, ya que si la postura empieza en edades tempranas, los huevos defectuosos aparecerán de manera más rápida teniendo en cuenta que el sistema reproductor del animal no cuenta con el adecuado desarrollo para la postura, además los lotes homogéneos permitirán un manejo nutricional más adecuado para la edad de las aves, factores como el estrés también influyen en la solidez de la cáscara, se debe garantizar la menor manipulación posible de los animales, un suministro constante de agua y alimentos, además de un espacio donde estas puedan desarrollarse de manera natural (Torres, 2016, pág. 35)

Los factores ambientales entre otros, también afectan la calidad del huevo en donde depende, de las condiciones en las que se almacene el huevo después de la puesta. A medida que aumenta la temperatura de almacenaje el deterioro de la calidad del huevo es más rápido. Cuando la humedad relativa es baja durante el almacenaje se acelera la pérdida de agua del huevo porque depende del gradiente de presión del vapor entre el exterior y el interior del huevo. Cuando la humedad relativa externa es demasiado elevada, entorno al 80%, pueden aparecer infecciones fúngicas y bacterianas en la superficie de la cáscara. La temperatura de conservación de los huevos de categoría A no debe ser inferior a 5 °C, evitando los cambios de temperatura porque dan lugar a condensaciones en la superficie del huevo, que favorecen las contaminaciones microbianas (Rodríguez, 2016, pág. 33).

La dieta de las gallinas ponedoras es fundamental para obtener huevos de buena calidad y para optimizar el potencial productivo de las gallinas modernas, tomando en consideración el desafío metabólico que representa la producción de aproximadamente 400 a 405 huevos (25,5 kg – 26,5 kg) por gallina y que la gallina ponedora requiere exportar aproximadamente 2,2 g de calcio por huevo, sumado a este valor la retención media de calcio, debe consumir 4g de calcio al día. Se debe ofrecer a la gallina ponedora un alimento con buena estructura y adecuado valor nutritivo en energía, proteína, aminoácidos, fibra cruda, Ca, P, Zn, metabolitos de la vitamina D3, vitamina C, entre otros nutrientes. Estas dietas deben ajustarse a las diferentes fases de crecimiento y producción de las aves con el objetivo de satisfacer los requerimientos cambiantes de las gallinas ponedoras (Albàn, 2018, pág. 17).

Al jadear elimina exceso de CO<sub>2</sub> y dificulta la fijación del calcio (por alcalosis metabólica) disminuye la ingesta del balanceado y por consiguiente el consumo de calcio. El color de la cáscara es una característica netamente ligada a la herencia. Tanto los huevos blancos y los de color tienen iguales características nutritivas a igual alimentación. La intensidad de los tonos tostados disminuye con la edad del animal y por padecimiento de ciertas enfermedades (Ruiz, 2017, pág. 18). Las lesiones propias de los procesos patológicos y el estrés resultante de cualquier enfermedad pueden traer como consecuencia una pérdida de calidad del huevo. Las principales enfermedades responsables de alteraciones en la cáscara según, (Soler & Bueso, 2017, pág. 145) son:

*1.8.3.1. Bronquitis infecciosa aviar:* se trata de una enfermedad viral, producida por un coronavirus, de curso agudo, caracterizada por alteraciones respiratorias, renales y caídas de producción, con alteración en la calidad de los huevos. Los huevos van a presentar cáscaras débiles, arrugadas y deformadas, debido a una intensa congestión en el oviducto, con pérdida de cilios en su mucosa (Soler & Bueso, 2017, pág. 145).

*1.8.3.2. Micoplasmosis aviar:* producida principalmente por *Mycoplasma gallisepticum*, cursa con síntomas respiratorios agudos, con una fuerte caída de la puesta, con presencia de huevos débiles, propensos a sufrir roturas, decolorados e incluso en fáfara, debido a la salpingitis, frecuentemente con contenido de exudado espumoso, que provoca este patógeno (Soler & Bueso, 2017, pág. 145).

*1.8.3.3. Síndrome de caída de la puesta:* causada por el único miembro del subgrupo III de los adenovirus aviáres. Principalmente ocasiona fallo de puesta, con presencia de huevos con la cáscara delgada, frágil o en fáfara. La afectación del útero y del ovario, con edemas e incluso la atrofia de estos, es la lesión característica del proceso (Soler & Bueso, 2017, pág. 145).

*1.8.3.4. Laringotraqueitis:* producida por un alphaherpesvirus, cursa con intensa disnea, tos, jadeo y expectoración de exudado sanguinolento. Provocará alteraciones en la cáscara similares a las observadas en la micoplasmosis aviar (Soler & Bueso, 2017, pág. 145).

## CAPITULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Búsqueda de información bibliográfica

Incluye la selección de fuentes de información de libros y artículos especializados de las bases de datos obtenidos en plataformas tales como: Dspace Epoch, Dspace Ucuena, Scielo, Redalyc y Google Académico.

#### 2.2. Criterios de selección

Las principales referencias analizadas en cada ítem, en los siguientes subapartados fueron los siguientes:

**Generalidades de las gallinas comerciales:** Castro, (2017): Propuestas nutricionales para gallinas de postura de la Línea ISA BROWN, en período de postura; Vargas, Serrano, Watler, Morales, & Vignola, (2018): Tipificación del sistema productivo avícola; Bazoberry, (2015): Evaluación del efecto de tres niveles de dl-metionina en el comportamiento productivo de gallinas de postura; Cotrina, (2016): Comportamiento productivo de la pollita Hy Line Brown en la etapa de inicio, levante y pre postura; Peralta, (2017): Bases de reproducción aviar; Casaubon, (2015): Anatómo-fisiología del aparato reproductor de las aves.

**Sobre la revisión del Calcio y Fósforo:** FAO, (2013): Revisión del Desarrollo Avícola; Torres, (2016): Factores relacionados con el metabolismo y suplementación con calcio en gallinas ponedoras; Agustín, (2017): Importancia del Calcio y Fósforo en la formación de la cáscara de huevo en gallinas ponedoras; Humer, Schawarz, & Schedle, (2015): Fitato en la producción porcina y avícola; Díaz, (2018): Manejo del calcio, el fósforo y otras estrategias para lograr aves viables longevas y productivas en ciclos productivos largos; Gutiérrez, (2013): Niveles de calcio y fosforo disponible en gallinas durante 48 semanas en postura; Acosta & Jaramillo, (2015): Manejo de Ponedora Comercial; Lozano, (2015): Evaluación de diferentes niveles de calcio en la alimentación de gallinas ponedoras de la línea ISA BROWN y su efecto sobre la calidad de cáscara del huevo en el Cantón Loja, Provincia de Loja; Sevilla, (2015): Calidad y manejo del huevo por plato.

**Sobre las alteraciones sobre la cáscara del huevo:** Soler & Bueso, (2017): Análisis de las alteraciones de la cáscara del huevo de gallina; Ortiz & Mallo, (2015): Factores que afectan la calidad del huevo; Rodríguez, (2016): Tipificación de la calidad del huevo de gallina ecológico y

convencional; Albà, (2018): Determinación de la calidad física y organoléptica de los huevos comerciales de gallina doméstica que se expenden en los mercados del Distrito Metropolitano.

### **2.3. Métodos para sistematizar la información.**

Para el ordenamiento y organización de la información obtenida, se procedió a la elaboración de tablas con los diferentes resultados de las investigaciones revisadas, permitiéndonos posteriormente realizar la interpretación, el análisis y la discusión de los resultados con diferentes investigadores.



## CAPITULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Uso del calcio y el fósforo en el comportamiento productivo de gallinas ponedoras comerciales.

##### 3.1.1 Granulometría

###### 3.1.1.1. Granulometría de la conchuela

La conchuela, conchilla o coquina es un mineral constituido principalmente por carbonato de calcio y es producido enteramente por la naturaleza como resultado de la acumulación de bancos de conchas o caparazones de moluscos marinos en grandes cantidades desde hace once millones de años. Como carbonato grueso considera al que está constituido por gránulos de entre 2.5 y 4.5 mm y carbonato fino al conformado por gránulos menores a 1mm, (Jara & Canelo, 2011, pág. 2). Se clasifica a la conchuela del siguiente modo: Conchilla de ostra grano fino: de 0.5 - 3 mm, usado para pequeñas aves y pollos jóvenes. conchilla de ostra grano grueso: de 3 - 5 mm, usado para gallinas de crianza y ponedoras (Jara & Canelo, 2011, pág. 2).

En la tabla 1-3 se puede observar la granulometría de las partículas de calcio, donde juega un papel muy importante en la dieta de las gallinas, en el cual de acuerdo a la recopilación de información de diferentes estudios realizados, se obtuvo una media del 50%, y una desviación estándar de  $\pm 13,69$ , valores aceptables, en donde en el estudio realizado por (Rathnayaka, Mutucumarana, & Andrew, 2019, pág. 74), recomiendan incorporar al alimento un 75% de piedra caliza de 1,82 mm de diámetro, ya que de acuerdo a sus características mejoraría el consumo de alimento y la tasa de producción de los huevos.

Además, (Pizzolante & Kakimoto, 2011, pág. 107), determinaron que en la semana 90-109 de postura es recomendable tener en cuenta un porcentaje del 50% de partículas gruesas de calcio, lo cual aumentaría la gravedad específica del huevo, también de espesor, porcentaje y peso de cáscara. Estos resultados sugieren que el tamaño de la partícula de las fuentes utilizadas puede haber interferido con la síntesis de cáscara del huevo. Considerando que la síntesis de la cáscara de huevo suele ocurrir durante la noche, el uso de fuentes de calcio con menor solubilidad o mayor el tamaño de partícula puede promover una mejor calidad de la cáscara del huevo y menor utilización de las reservas óseas de calcio.

**Tabla 1-3:** Granulometría de las partículas de calcio.

LÍNEAS	SEMANAS	GRANULOMETRÍA DEL CALCIO RECOMENDADA	CALCIO GRUESO (%)	AUTORES
Brown Nick	85-95	75% de partículas gruesas	75	(Rathnayaka, Mutucumarana, & Andrew, 2019)
Hy-Line Brown	90-109	50 % de partículas gruesas.	50	(Pizzolante & Kakimoto, 2011)
ISA Brown	-	50 % de partículas gruesas	50	(Guo & Kim, 2012)
ISA Brown	> 56	25% a 50% de partículas gruesas	37,50	(Świątkiewicz, 2015)
Brown Nick	44-56	50% piedra caliza fina y 50% piedra caliza grande	50	(Tunc & Cufadar, 2015)
ISA Brown	> 69	25% a 50% de partículas gruesas	37,50	(Świątkiewicz, 2015)
			<b>MEDIA</b>	<b>DESV</b>
			50	±13,69

**Elaborado por:** Paca, Miriam 2021

Según, (Guo & Kim, 2012, pág. 841), indica utilizar de un 50 % de partículas gruesas de calcio lo cual, de acuerdo a su estudio, mejoraría el peso y gravedad específica del huevo, además de espesor y resistencia a la fractura de cáscara. Por lo cual la suplementación dietética de 50% de concha de ostra junto con piedra caliza han aumentado la producción de huevos en las gallinas ponedoras. En la investigación, (Tunc & Cufadar, 2015, pág. 207), realizaron un experimento para determinar el efecto de diferentes combinaciones de calcio fuentes y tamaño de partícula sobre el rendimiento y la calidad de la cáscara del huevo en gallinas ponedoras.

En el experimento, 198 gallinas ponedoras marrones a las 44 semanas de edad fueron asignadas al azar en 11 grupos de tratamientos. Las dietas experimentales consistieron en diferentes fuentes de calcio (Fine caliza, caliza grande, concha de ostra grande y cáscara de huevo grande) y sus combinaciones. Por lo tanto, el mayor peso del huevo se encontró en gallinas ponedoras alimentadas con 50% piedra caliza fina y 50% piedra caliza grande. Un estudio realizado en ponedoras Hy-Line Brown, donde consideran que las partículas de piedra caliza comprendidas

entre los 0,1 y 0,4 mm fueron consideradas finas, mientras que aquellas con diámetros entre 2 y 4 mm calificaban como gruesas (Tunc & Cufadar, 2015, pág. 207).

Mientras tanto, (Swiatkiewicz & Puchala, 2015, págs. 87-89), recomiendan utilizar un 25% a 50% de partículas gruesas de calcio lo cual, de acuerdo a su investigación, aumenta el espesor, porcentaje, densidad y resistencia a la fractura de cáscara del huevo. Muchos estudios han informado del efecto beneficioso de reemplazar la piedra caliza fina por gruesa, la piedra caliza o la concha de ostra, que tienen tiempos de retención más altos en la molleja, se disuelven más lentamente y, por lo tanto, suministran Ca al organismo de la gallina de manera más uniforme. con el mantenimiento de una concentración sanguínea adecuada de Ca también durante la noche, se ha observado.

De los resultados obtenidos en los estudios citados, son consistentes con el concepto de que un gran tamaño de partícula, puede aumentar la retención de calcio en capas y mejorar calidad de la cáscara de huevo. los efectos de los niveles dietéticos de Ca (3,0, 3,6 o 4,2% Ca) y tamaños de partículas de piedra caliza (<2 mm, 2-5 mm,> 5 mm) en gallinas ponedoras (76 semanas de edad). Los resultados obtenidos mostraron que las partículas medianas o grandes. Los tamaños de piedra caliza tuvieron un efecto positivo en la resistencia a la rotura de la cáscara de huevo (y el hueso de la tibia), cuando la dieta era baja en Ca, pero este efecto no se encontró en gallinas alimentadas con un alto contenido de Ca en la dieta.

### **3.2. Resultados de diversos autores sobre el uso del calcio y fósforo con las diferentes formas de utilización en la alimentación de aves de postura.**

#### ***3.2.1 Aporte de Calcio fino y grueso, por fase de producción.***

El aporte del calcio fino y grueso recomendado en cada estudio se observa en la Tabla 2-3, donde se realizó un promedio por línea de acuerdo a sus fases y se obtuvo del calcio fino una media de 29,3%, y una desviación estándar de 7,48%, al contrario del calcio grueso da como resultado, una media de 70,97%, y una desviación estándar de 7,48%. Por lo tanto, la recomendación de, (BROWN, 2018, pág. 22), indica los requerimientos de calcio, donde son determinados de acuerdo a la edad del lote, se menciona que de acuerdo al pico hasta la semana 33 la relación de calcio fino y grueso en el alimento es de 50%:50%, desde la semana 34-48 es de 40%:60%, en la semana 49-62 es de 30%:70% y finalmente la semana 63 en adelante 30%:70%.

**Tabla 2-3:** Aporte de calcio fino y grueso, por fase de producción.

LINEAS	Semanas Fases	Calcio Fino (< 1 mm) %	PROMEDIO CALCIO FINO %	Calcio Grueso (> 1 – 4 mm) %	PROMEDIO CALCIO GRUESO %	Autores
HY - LINE	Pico - 33	50	37,5	50	62,5	(BROWN, 2018)
	34 - 48	40		60		
	49 - 62	30		70		
	63 +	30		70		
LOHMANN BROWN	Prepico	35	26,3	65	73,75	(Fernández, 2015)
	Postura 1	30		70		
	Postura 2	25		75		
	Postura 3	15		85		
LOHMANN LSL-LITE	Fase 1	30	23,3	70	76,67	(LOHMAN N LSL-LITE, 2019)
	Fase 2	25		75		
	Fase 3	15		85		
		<b>MEDIA</b>		<b>MEDIA</b>		
			29,3		70,97	
		<b>DESV</b>		<b>DESV</b>		
			±7,48		±7,48	

**Elaborado por:** Paca, Miriam. 2021

Por lo cual se observa que con el pasar del tiempo el calcio fino disminuye su valor en el alimento y por el contrario el calcio grueso aumenta esto es debido a los requerimientos de producción que necesita el ave. El tamaño de las partículas juega un papel muy importante, el desarrollo del tracto digestivo está influenciado por el tamaño de las partículas del alimento. Las aves alimentadas con partículas grandes de alimento van a desarrollar una molleja más grande y muscular y un tracto intestinal más largo. Las partículas grandes de alimento requieren de más tiempo en la molleja para moler el alimento en partículas más pequeñas antes de pasar al intestino delgado. Las partículas grandes de alimento tienen un tiempo de tránsito más largo a través del intestino. La longitud de las micro vellosidades en el intestino es mayor, lo cual aumenta el área de superficie

de absorción, y por lo tanto actúa positivamente en la calidad de la cáscara del huevo (BROWN, 2018, pág. 22).

Una similitud de datos se tiene de acuerdo a, (Fernández, 2015, pág. 13), lo cual presenta en la línea LOHMANN BROWN, que en la etapa de prepico la relación del calcio fino y grueso en la alimentación está en un 35%:65%, en la fase de postura 1 es de 30%:70%, en la fase de postura 2, su relación es de 25%:75% y la etapa de postura 3 es de 15%:85%. En las diferentes fases se deben administrar distintos porcentajes de calcio fino y grueso con los nutrientes adecuados a los requerimientos correspondientes a la edad de las aves. El alimento de prepico contiene casi el doble de calcio, así también un mayor contenido de proteínas y aminoácidos.

Este alimento mejora la uniformidad de los lotes, aportando suficiente calcio para la formación de la cáscara a las aves de desarrollo sexual precoz y nutrientes esenciales a las más retrasadas. Posteriormente, en el estudio de, (LSL-LITE, 2019, pág. 21), explica también sobre la relación del calcio fino y grueso en la alimentación donde le dividen por fases, en la fase 1 recomienda de 30%:70%, continuando con la fase 2 de 25%:75% y por último la fase 3 de 15%:85%, donde menciona que estos porcentajes puede ser reemplazado parcialmente por cochinilla.

### **3.3. Comparar estas relaciones, para determinar si los estudios evaluados son los más eficientes a la producción.**

#### ***3.3.1. Consumo del alimento y conversión alimenticia***

La variable de consumo del alimento y conversión alimenticia difiere de acuerdo a diferentes autores, es muy discutida por los investigadores, pero son los parámetros más prácticos de evaluar económicamente las dietas, donde se puede evidenciar de los estudios realizados que el mayor consumo del alimento se obtuvo un valor de 92,8 g/ave con una conversión alimenticia de 1,85 en comparación con los otros estudios que tienen valores menores, donde se realizó un análisis de los estudios y se obtuvo del consumo del alimento una media de 92,07gr, con una desviación estándar de  $\pm 0,8$ , mientras que los valores de la conversión alimenticia se obtuvo una media de 1,70; con una desviación estándar de  $\pm 0,27$ , en el cual estos resultados, se ilustra a continuación, tal como se puede observar en la tabla 3-3.

**Tabla 3-3:** Consumo de alimento (g) y Conversión alimenticia del calcio y fósforo de las gallinas ponedoras comerciales.

TRATAMIENTOS	LINEAS	SEMANAS	CONSUMO DEL ALIMENTO (g)	CONVERSIÓN ALIMENTICIA	AUTORES
6 mm Ca	Hy-Line	90	92,2	1,39	(Sanmiguel, Mejía, Lozano, & Castañeda, 2015)
3.2% Ca	HyLine W-36	20	92,8	1,85	(Valdes, García, & Martínez, 2013)
0.20% P	HyLine W-36	20	91,2	1,85	(Valdes, García, & Martínez, 2013)
			<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA</b>	
			92,07	1,70	
			<b>DESV</b>	<b>DESV</b>	
			± 0,81	0,27	

Elaborado por: Paca, Miriam. 2021

Donde existen 3 fuerzas que regulan el consumo de calcio en aves de postura: el ritmo cardíaco, la secuencia ovulatoria y el método de presentación de este mineral para su consumo. Este último parámetro ha sido demostrado mediante estudios comparativos entre carbonato de calcio en polvo y granulado en dietas de gallinas ponedoras de segundo ciclo productivo, en los cuales se reporta que en el carbonato de calcio granulado mejora la calidad de la cáscara y la gravedad específica del huevo. Estos reportes confirman la teoría de quienes afirman que las partículas de mayor tamaño de calcio proporcionan mayor retención en la parte superior del tracto digestivo, haciendo que el calcio esté disponible, lenta y uniformemente, durante el período de formación de la cáscara del huevo (Sanmiguel, Mejía, Lozano, & Castañeda, 2015, pág. 71).

De acuerdo a (Sanmiguel R., Mejía, Lozano, & Castañeda, 2015, pág. 71), en su experimento utilizaron diferentes tratamientos que consistió en incluir en la dieta calcio con diferentes tamaños de partícula: T1 = Fino (menor de 1 mm), T2 = Especial (3 mm), T3 = Malla (6 mm) y T4 = Piedrilla (9 mm), en el cual no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, el consumo de alimento y la conversión alimenticia fue mejor en el tratamiento T3 (6 mm). Los resultados obtenidos en el presente experimento demuestran que las gallinas ponedoras mejoran el consumo de alimento cuando la dieta tiene partículas de carbonato de calcio hasta de 6 mm, mientras que las dietas que contienen partículas de carbonato de calcio de 9 mm, aunque no afectan la calidad del huevo, si afectan negativamente el consumo de alimento. En consecuencia, la deficiencia de calcio y demás nutrientes en gallinas ponedoras se ve reflejada en la disminución del peso del huevo y del porcentaje de postura, se ilustra en el Anexo A.

Según, (Valdes, García, & Martínez, 2013, pág. 73), realizaron un experimento con 480 gallinas Hy Line W-36, de 20 semanas de edad. Se usaron tres niveles de calcio (Ca) (3.2, 4.2 y 5.2 %) y cuatro de fósforo disponible (Pd) (0.15, 0.20, 0.25 y 0.30 %). Donde los resultados de consumo de alimento la conversión alimenticia se puede observar que hubo diferencias ( $P < 0.05$ ), en el consumo de alimento debido al nivel de calcio, fue mayor en el tratamiento (3.2%), con un consumo de 92.8g ave día de calcio en comparación con los otros niveles. Además, en el tratamiento con (0.20%), de fósforo, se registró un mayor consumo de 92.1 g/ave/día, en comparación con los otros tratamientos. Por ende, en otros investigadores no encontraron diferencias en el consumo de alimento por efecto del nivel de calcio con dietas de 3.5 a 5.5%. Lo cual la conversión alimenticia no se modificó ( $P > 0.05$ ) por efecto del Ca, ni por la interacción calcio\*fósforo disponible en ninguno de los niveles, donde se observa en el Anexo B.

### **3.3.2. *Peso del huevo y grosor del cascarón***

Después de realizar un análisis de las diferentes investigaciones se obtuvo del peso del huevo una media de 63,32g con una desviación estándar de  $\pm 5,20$ , mientras que los valores del grosor del

cascarón tienen una media de 0,40mm, y una desviación estándar de  $\pm 0,03$ , donde se representa en la tabla 4-3.

**Tabla 4-3:** Valores promedios de las variables peso del huevo y grosor del cascarón, con diferentes niveles de calcio y fósforo.

TRATAMIENTOS	LÍNEAS	SEMANAS	PESO DEL HUEVO (g)	GROSOR DEL CASCARÓN (mm)	AUTORES
1,50g/ave/día de carbonato de calcio 9%	Hy - Line	22	56,64	0,44	(Vera, Vélez & Muñoz, 2019)
de Calcita	Isa Brown	50	68,22	0,37	(Llusco, 2015)
0,45% de Fósforo	Lohmann Brown	22	68,97	0,37	(Guzmán, 2008)
4.62% de Ca y 0.18% de Pd	Hy-Line W36	48	61,21	-	(Gutiérrez, Cuca, & Martínez)
4.62% de Ca y 0.23% de Pd	Hy-Line W36	48	61,54	-	(Gutiérrez, Cuca, & Martínez, 2013)
0.25% de P	White Leghorn L	30	-	0,41	Acosta, Cardena, & Almeida, 2009)
			<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA</b>	
			63,32	0,40	
			<b>DESV</b>	<b>DESV</b>	
			$\pm 5,20$	$\pm 0,03$	

**Elaborado por:** Paca, Miriam. 2021



De acuerdo a la investigación de (Vera, Vélez, & Muñoz, 2019, pág. 5), utilizaron diferentes tratamientos de niveles de carbonato de calcio (0.50; 1.00; 1.50 gramos/gallina/día) al ser comparadas se puede observar que el tratamiento con mayor cantidad de carbonato de calcio 1.50 g/ave/día presentó un peso promedio de 56.64 g y un grosor del cascarón en el que mostró mejor promedio de 0.44 mm, en comparación con los otros tratamientos que consideraron. Según (Hy-Line Brown, 2017, pág. 5), el peso del huevo menciona que se ve limitado por el consumo de alimento y el contenido de aminoácidos presente en la dieta. Por lo cual, se debe reajustar las fases de alimentación en función de la proteína.

De acuerdo, (Llusco, 2015, pág. 31), a esta investigación realizada con los niveles de calcita ( $\text{CaCO}_3$ ), en la alimentación de gallinas de postura fase dos, en donde aplicaron diferentes tratamientos, tales como: tratamientos T1 (sin calcita), T2 (6% de calcita), T3 (9% de calcita) y T4 (12% de calcita). Se llegó a establecer: El peso del huevo y el grosor de la cáscara, fue mayor en el T3 (9% de calcita) llegando a obtener un peso de 68,22 gr y con un grosor de la cáscara que fue mayor de igual manera en el T3 (9% de calcita), obteniendo un valor de 0,37 mm, en comparación con los otros resultados. Se afirma que los niveles de calcita si influyen de manera directa en el huevo ya que esta aplicación de calcita da resultados en el peso y en el grosor del huevo.

La calcita es conocida también como carbonato de calcio, es uno de los minerales más abundantes en la naturaleza, se distingue de los minerales semejantes de su serie por la gran riqueza en facetas que presentan sus cristales, por lo que tiene mayor porcentaje en uno de sus elementos CaO de 56,03%, los valores promedios de las variables del peso del huevo y grosor del cascarón, con los diferentes niveles del calcio y fósforo. Mediante la investigación realizada por, (Guzmán, 2008, pág. 44), destaca que el peso de los huevos producidos durante las 46 semanas de evaluación, los niveles de fósforo presentaron diferencias estadísticas en las diferentes comparaciones ( $P < 0.01$ ), así el peso de los huevos en las gallinas Lohmann Brown del tratamiento P4 0.45% con 68.97g, superó estadísticamente al promedio de los otros tratamientos P1P2P3, que alcanzó un peso de 67.57g.

La calidad de la cáscara se evaluó de acuerdo al grosor de la cáscara determinándose diferencias estadísticas en las comparaciones ortogonales ( $P < 0.01$ ); así el grosor de la cáscara de los huevos producidos por las gallinas Lohmann Brown del tratamiento P4 con 0.37mm, supera estadísticamente al promedio de los tratamientos P1P2P3 que alcanzó un grosor de la cascará de 0.35mm. Según, (Gutiérrez, Cuca, & Martínez, 2013, pág. 444), realizaron su investigación con 300 gallinas de la línea Hy-Line W-36, en un diseño experimental al azar con cinco tratamientos y seis repeticiones de diez gallinas cada una. Las dietas fueron: T1, 4.34% Ca y 0.18% Pd; T2, 4.34% Ca y 0.23% Pd; T3, 4.62% Ca y 0.18% Pd y T4, 4.62% Ca y 0.23% Pd; y una dieta adicional (T5) con los niveles de Ca (3.25%) y Pd (0.25%), sugeridos por el NRC para gallinas de postura, se observa en el Anexo C.

Se utilizó un modelo estadístico con mediciones repetidas, para cada variable la cual hizo un análisis de varianza; en donde las medias se compararon con la prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ). La variable peso del huevo tomo más énfasis en esta investigación. Los tratamientos con el mismo contenido de calcio, pero diferente concentración de Pd, se observó que no hubo diferencias ( $P < 0.05$ ), en los tratamientos con 0.18 y 0.23% de Pd, pero si hubo diferencias numéricas en el T3, 4.62% Ca y 0.18% Pd, la cual registro un peso del huevo de 61,21g y el T4, 4.62% Ca y 0.23% Pd, tuvo un peso del huevo de 61,54g, semejante al peso sugerido de 60 g para esta línea de gallinas (Gutiérrez, Cuca, & Martínez, 2013, pág. 444).

Finalmente, (Acosta, Cardena, & Almeida, 2009, pág. 286), al realizar el estudio se utilizaron 288 gallinas ponedoras White Leghorn L, de 30 semanas de edad, en donde se analizó diferentes niveles de fósforo disponible (Pd) en la dieta (0.14; 0.19; 0.25 y 0.42 %). El indicador productivo controlado fue el grosor del cascarón, que es la calidad externa del huevo. Se realizó el análisis de varianza, lo cual con 0.25% de Pd se evidenció el máximo valor de grosor de la cáscara de 0.41 mm Pd, por lo tanto, esto puede atribuirse a la mayor capacidad de las gallinas ponedoras para utilizar el fósforo fítico.

### **3.3.3. Porcentaje de producción**

Al analizar los estudios de la variable de porcentaje de producción, se obtuvo una media de 68,21% y una desviación estándar de  $\pm 15,56$ , como se representa en la tabla 5-3. En donde de acuerdo al estudio por (Guzmán, 2008, pág. 38), durante las 45 semanas de la investigación, los niveles de fósforo, presentaron diferencia estadística en las diferentes comparaciones ortogonales ( $P < 0.01$ ), así el porcentaje del tratamiento T3( 0.40% P), con un valor de 86.11% supera estadísticamente al promedio de los otros tratamientos estudiados. Este resultado, indica que esta línea de ponedoras alcanza el pico de producción de 90% a las treinta semanas de edad, debido a que esta investigación se realizó a partir de las 42 semanas, en donde el pico de producción ha declinado, el porcentaje de las gallinas de postura comerciales.

**Tabla 5-3:** Porcentaje de producción de las gallinas de postura comerciales

<b>Tratamiento</b>	<b>Semanas</b>	<b>Línea</b>	<b>Porcentaje de producción (%)</b>	<b>Autor</b>
0.40 % P	45	Lohmann Brown	86,11	(Guzmán, 2008)
3 mm Ca	90	Hy-line blanca	57,97	Sanmiguel, Mejía, & Lozano, 2016)
6 mm Ca	90	Hy-line blanca	60,54	Sanmiguel, Mejía, & Lozano, 2016)
			<b>MEDIA</b>	<b>DESV</b>
			68,21	± 15,56

**Elaborado por:** Paca, Miriam. 2021.

Al respecto de (Sanmiguel, Mejía, & Lozano, 2016, pág. 70), con esta investigación, se sometieron 120 gallinas ponedoras de la línea Hy-line blanca de 90 semanas de edad, distribuidas al azar, y se aplicaron 4 tratamientos, cada uno con partículas de calcio de diferente tamaño: T1=menor a 1 mm, T2=3 mm, T3=6 mm y T4= 9 mm; los resultados obtenidos en el porcentaje de postura fue significativamente mayor en los tratamientos T2 con 57.97% y T3 60.54 % ( $p < 0,05$ ). Donde se obtuvieron mejores rendimientos de porcentaje de postura con las dietas que contienen partículas más finas de calcio, lo cual mejora en esta edad el porcentaje de postura.

### 3.4. Análisis de la rentabilidad de las investigaciones estudiadas si son económicamente aceptables.

#### 3.4.1. Relación beneficio/costo

El análisis económico se refiere a identificar los tratamientos que mayores beneficios económicos puedan otorgar a los productores de huevo de gallina comercial, con cada uno de los rendimientos obtenidos de los tratamientos. En el cual al realizar un análisis de los estudios, se obtuvo una media de \$ 1,13 y una desviación estándar de  $\pm 0,07$ . En donde, se recalca que el mejor beneficio costo de los estudios, se obtuvo en esta investigación, donde se incorporó 12% de calcita, como lo menciona (LLusco, 2015, pág. 42), se alcanzó mayor utilidad en relación al beneficio/costo, con un valor de 1,21, debido al mayor porcentaje de postura las producciones de huevos fueron mayores, indicando que en este se ganó por cada dólar invertido 0,21 centavos de dólar, en comparación con los otros estudios, tal como se ilustra en la tabla 6-3 y en el Anexo D.

**Tabla 6-3:** Beneficio costo de estudios del comportamiento del calcio y fósforo en las gallinas ponedoras comerciales.

Tratamiento	B/C	AUTOR
12% de calcita	1,21	(LLusco, 2015)
0.50 gramos Ca /gallina/día	1,11	(Vera, Vélez & Muñoz, 2019)
0,30-0,45% de Fósforo	1,07	(Guzmán, 2008)
	<b>MEDIA</b>	<b>DESV</b>
	1,13	$\pm 0,07$

**Elaborado por:** Paca, Miriam. 2021

Los reportes indicados por, (Vera & Vélez, 2019, pág. 7), resultan positivos por cuanto demuestran al utilizar 0.50 gramos/gallina/día, tiene un B/C de \$1.11, esto representa que por cada \$ 1.00 invertido en adicionar gramos de carbonato de calcio en 200 gallinas, el productor puede esperar recobrar su \$ 1.00 invertido y obtener \$ 0.11 adicional. Dentro la evaluación económica realizada por, (Guzmán, 2008, pág.46), explica que en la segunda fase de producción de las gallinas Lohmann Brown alimentadas con diferentes niveles de fósforo disponibles en la dieta se analiza los costos de producción durante 22 semanas obteniéndose el mejor valor de beneficio costo para los grupos

tratados con 0.30 y 0.45% de fósforo disponible, con un índice de B/C de 1.07 USD, para los dos grupos, lo que significa, por cada dólar invertido durante la segunda fase de producción de las aves, se espera una ganancia de 0.07 centavos de dólar.

## CONCLUSIONES

- El calcio según su granulometría se indicó que al incorporar al alimento un 75% de partículas gruesas de 1,82 mm de diámetro, mejoraría el consumo de alimento y la tasa de producción de los huevos. Valores aceptables de incluir ya que el tamaño de la partícula de las fuentes utilizadas interfiere en la síntesis de la cáscara del huevo. Estos reportes confirmaron la teoría de quienes afirman que las partículas de mayor tamaño de calcio proporcionan mayor retención en la parte superior del tracto digestivo, haciendo que el calcio esté disponible, lenta y uniformemente, durante el período de formación de la cáscara del huevo. Por lo tanto, la adición, 0.25% de Pd se evidenció un comportamiento productivo máximo del valor de grosor de la cáscara de 0.41 mm Pd, esto puede atribuirse a la mayor capacidad de las gallinas ponedoras para utilizar el fósforo.
- La relación del calcio y fósforo en la alimentación de las gallinas ponedoras comerciales manifiesta un incremento en la eficiencia productiva, en donde de acuerdo a los diferentes parámetros, se obtuvo los siguientes resultados, del consumo del alimento una media de 92,07gr, y una desviación estándar de  $\pm 0,81$ , mientras que los valores de la conversión alimenticia se obtuvo una media de 1,70; con una desviación estándar de  $\pm 0,27$ . Mientras que del peso del huevo una media de 63,32g y una desviación estándar de  $\pm 5,20$ ; por otro lado los valores del grosor del cascarón tienen una media de 0,40mm, con una desviación estándar de  $\pm 0,03$  y de acuerdo al porcentaje de producción se obtuvo una media de 68,21% y una desviación estándar de  $\pm 15,56$ .
- De acuerdo al análisis de la variable de Beneficio/Costo, se obtuvo una media de \$ 1,13 y una desviación estándar de  $\pm 0,07$ ; de los diferentes estudios analizados lo que significa que por cada dólar invertido, se obtiene un beneficio de 0,13ctvs utilizando porcentajes óptimos del calcio y fósforo.
- El calcio y el fósforo son los elementos minerales más abundantes en el cuerpo del ave en donde se clasifican como macro minerales, junto con el sodio, el potasio, el cloro, el azufre y el magnesio. Los macro minerales son elementos necesarios en la dieta de las gallinas ponedoras comerciales en concentraciones de más de 100 mg/kg. Por lo cual el calcio y el fósforo son muy necesarios para la formación y el mantenimiento de la estructura del esqueleto y buena calidad de la cáscara del huevo.

## RECOMENDACIONES

- Al incorporar granulometrías grandes de calcio y porcentajes óptimos de fósforo al alimento de las gallinas ponedoras comerciales ayudará a mejorar el consumo de alimento, la conversión alimenticia y por ende la calidad del huevo como es el cascarón, que va degenerando con el transcurso de las fases de producción.
- Cuando se suministra también fuentes de lenta solubilidad de calcio superior a 2,00 mm de diámetro, entre 4 a 5 mm, lo cual, serían retenidas en la molleja para ser utilizadas durante la noche o en las horas de descanso por las aves, se hace favorable para su solubilización, para ser depositadas en la cáscara del huevo y mejorar su calidad.

## GLOSARIO

**Lisozima:** la clara de huevo contiene aproximadamente un 7 % de globulinas, incluyendo la lisozima, una proteína interesante ya que disuelve las paredes celulares de ciertas bacterias, en especial los mucopolisacáridos de los microbios Gram positivos (Castillo, 2019, pág. 11).

**Ovoalbúmina:** Es la principal proteína de la clara del huevo. Esta proteína se desnaturaliza fácilmente por el calor. Además, es la proteína de mayor valor biológico ya que tiene muchos de los nueve aminoácidos esenciales (Castillo, 2019, pág. 11).

**Ovotransferrina:** Es una glicoproteína monomérica que consiste en 686 aminoácidos. Está constituida por una sola cadena polipeptídica y puede existir en equilibrio bajo tres formas de diferente contenido: dos, uno o ningún átomo de Fe, (Lound, 2014, pàg. 44-45).

**Ovomucoide:** Es una glicoproteína viscosa altamente glicosilada constituye un mecanismo de defensa antimicrobiano al inhibir tripsina y otras serín-proteasas bacterianas (Lound, 2014, pàg. 44-45).

**Urodeum:** zona ubicada en la mitad izquierda de la cloaca, común al aparato reproductor y el urinario, por donde sale el huevo, cuando se produce la postura (Castillo, 2019, pàg. 11).



## BIBLIOGRAFÍA

**ACOSTA, A, CARDENA, M, & ALMEIDA, M.** “Efecto del nivel dietético de fósforo en el comportamiento productivo y metabolismo mineral de gallinas ponedoras comerciales”. *Ciencia Agrícola* [en línea], 2009, (La Habana, Cuba). 43(3), pp. 286. [Consulta: 2020-12-02]. ISSN 0034-7485. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193015481012.pdf>.

**ACOSTA, D, & JARAMILLO, A.** *Manejo de Ponedora Comercial*. [en línea], 2015. [Consulta: 2020-12-05], pp. 28. Disponible en: [https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4617/Manejo\\_de\\_ponedora\\_comercial.PDF?jsessionid=D735C57423E30CC225CEFAFCE35B1200?sequence=1](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4617/Manejo_de_ponedora_comercial.PDF?jsessionid=D735C57423E30CC225CEFAFCE35B1200?sequence=1).

**AGUSTÍN, C.** Importancia del Calcio y Fósforo en la formación de la cáscara de huevo en gallinas ponedoras. [En línea] (Trabajo de titulación). FCV-UNLP, Buenos Aires. 2017. pp. 22-65. [Consulta: 2020-12-05]. Disponible en: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/66423/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/66423/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**ALBÁN, T.** Determinación de la calidad física y organoléptica de los huevos comerciales de gallina doméstica que se expenden en los mercados del Distrito Metropolitano de Quito. [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Central del Ecuador, Quito. 2018. pp. 17. [Consulta: 2020-12-06]. Disponible en: <http://200.12.169.19/bitstream/25000/14288/1/T-UCE-0014-054-2018.pdf>

**BAZOBERRY, A.** EVALUACION DEL EFECTO DE TRES NIVELES DE DL-METIONINA EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE GALLINAS DE POSTURA DE LA LINEA HY LINE-BROWN EN LA ESTACION EXPERIMENTAL DE COTA COTA. [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Mayor de San Andres, La Paz. 2015. pp. 6-15. [Consulta: 2020-12-14]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/6836/T-2188.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**BROWN, H.-L.** *Guía de Manejo*. [en línea], 2018. [Consulta: 2020-12-13]. pp. 22. Obtenido de: <https://www.hyline.com/filesimages/Hy-Line-Products/Hy-Line-Product-PDFs/Brown/BRN%20COM%20SPN.pdf>

**CASAUBON, M.** *Anatomo-fisiología del aparato reproductor de las aves*. [en línea]. México, 2015. [Consulta: 2020-12-13]. pp. 2-5. Obtenido de: <http://congreso.fmzv.unam.mx/pdf/memorias/Aves/ANATOMO-FISIOLOG%20DEL%20APARATO%20REPRODUCTOR%20DE%20LAS%20AVES.pdf>.

**CASTILLO, J.** Estudio del perfil de aminoácidos del huevo de gallina (*gallus domesticus*) y pre-diseño de una planta de producción de huevo líquido. [En línea] (Trabajo de titulación).

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, Quito. 2019. pp. 11. [Consulta: 2021-03-14].

Obtenido de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/20267/1/T-UCE-0017-IQU-072.pdf>

**CASTRO, R.** Propuestas nutricionales para gallinas de postura de la Línea ISA BROWN, en período de postura, en Tingo María. . [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú. 2017. pp. 2-6. [Consulta: 2020-12-13]. Obtenido de: [http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1116/TS\\_RCH\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1116/TS_RCH_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**COTRINA, S.** COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA POLLITA HY LINE BROWN EN LA ETAPA DE INICIO, LEVANTE Y PRE POSTURA EN EL C.I.P.P. SAN JOSÉ DE CHUCO DISTRITO DE JESÚS CAJAMARCA. [En línea] (Trabajo de titulación).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA. Cajamarca. 2016. pp. 18-19. [Consulta: 2020-12-19]. Obtenido de: <https://core.ac.uk/download/pdf/250109321.pdf>.

**DÍAZ, G.** Manejo del calcio, el fósforo y otras estrategias para lograr aves viables longevas y productivas en ciclos productivos largos. .[en línea], 2018. [Consulta: 2020-12-19], pp. 4-5. Disponible en: <https://www.conave.org/wp-content/uploads/2018/11/Guillermo-Diaz-Manejo-del-calcio-el-fosforo-y-otras-estrategias-para-lograr-aves.pdf?4f5a3f&4f5a3f>.

**FAO.** Revisión del Desarrollo Avícola. [en línea], 2013. [Consulta: 2020-12-20], pp. 65.

Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3531s.pdf>.

**FERNANDEZ, A.** *Ponedoras Guía de Manejo Lohmann Brown-Classic* .[en línea], 2015. [Consulta: 2020-12-19], pp. 13. Disponible en: <https://docplayer.es/15408784-Ponedoras-guia-de-manejo-lohmann-brown-classic-edicion-latinoamerica.html>.

**GUO, X., & KIM, I.** “Impacts of Limestone Multi-particle Size on Production Performance”.

*Anim. Sci* [en línea], 2012, *Asian-Aust* (25), pp 841. [Consulta: 2021-01-02]. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/264128632\\_Impacts\\_of\\_Limestone\\_Multi-particle\\_Size\\_on\\_Production\\_Performance\\_Egg\\_Shell\\_Quality\\_and\\_Egg\\_Quality\\_in\\_Laying\\_Hens](https://www.researchgate.net/publication/264128632_Impacts_of_Limestone_Multi-particle_Size_on_Production_Performance_Egg_Shell_Quality_and_Egg_Quality_in_Laying_Hens)

**GUTIÉRREZ, D.** Niveles de calcio y fosforo disponible en gallinas durante 48 semanas en postura.[en línea], 2013. [Consulta: 2021-01-02], pp. 436. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/261771819\\_Niveles\\_de\\_calcio\\_y\\_fosforo\\_disponible\\_en\\_gallinas\\_durante\\_48\\_semanas\\_en\\_postura](https://www.researchgate.net/publication/261771819_Niveles_de_calcio_y_fosforo_disponible_en_gallinas_durante_48_semanas_en_postura)

**GUZMÁN, M.** Nivel óptimo de fosforo disponible en gallinas Lohmann Brown en la segunda fase de producción. [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. 2008. pp. 34-46. [Consulta: 2021-01-02]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1601/1/17T0843.pdf>.

**HUMER, E., SCHAWARZ, C., & SCHEDLE, K.** “Phytate in pig and poultry nutrition”. *Animal Physiology*. [en línea], 2014, (Austria), pp. 5. [Consulta: 2021-01-03]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jpn.12258>.

normal

**HY-LINE BROWN.** BOLETIN TECNICO. [en línea], 2013. [Consulta: 2021-01-02], pp. 436. Disponible en: <https://www.hyline.com/ViewFile?id=88df674d-2faf-411b-a883-d64770fcb740>

**JARA, W., & CANELO, D.** La conchuela en la alimentación de las aves. [en línea], 2011. [Consulta: 2021-01-03], pp. 2. Obtenido de: <https://fdocuments.ec/document/la-conchuela-en-la-alimentacion-de-las-aves.html>.

**LLUSCO, E.** EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE CALCITA EN PRODUCCIÓN DE LA CALIDAD DEL HUEVO DE LA LÍNEA ISA BROWN EN LA FASE FINAL, PROVINCIA MURILLO. [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 2015. pp. 31-42. [Consulta: 2021-01-09]. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5841/T-2096.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**LOUND, L.** TERMORRESISTENCIA DE CEPAS DE SALMONELLA NATIVAS EN ALBÚMINA DE HUEVO DESHIDRATADA Y PASTEURIZADA. EFECTO DE LA ACTIVIDAD DE AGUA Y DEL CHOQUE TÉRMICO. [En línea] (Trabajo de titulación). UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA, Argentina. 2014. pp. 11. [Consulta: 2021-03-14]. Obtenido de: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/39372/LOUND%20-%20TERMORRESISTENCIA%20DE%20CEPAS%20DE%20SALMONELLA%20NATIVAS%20EN%20ALB%20DAMINA%20DE%20HUEVO%20DESHIDRATADA%20Y%20PAST ...pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/39372/LOUND%20-%20TERMORRESISTENCIA%20DE%20CEPAS%20DE%20SALMONELLA%20NATIVAS%20EN%20ALB%20DAMINA%20DE%20HUEVO%20DESHIDRATADA%20Y%20PAST...pdf?sequence=1)

**LOZANO, C.** Evaluación de diferentes niveles de calcio en la alimentación de gallinas ponedoras de la línea ISA BROWN y su efecto sobre la calidad de cáscara del huevo en el Cantón Loja, Provincia de Loja. [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad de Loja, Loja. 2015. pp. 11-14. [Consulta: 2021-01-09]. Obtenido de: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10261/1/Cristian%20An%c3%adb%20Lozano%20Veintimilla.pdf>

**LSL-LITE, L.** Guía de Manejo. [en línea], 2019. [Consulta: 2021-01-10], pp. 21. Disponible en: <https://www.ltz.de/de-wAssets/docs/management-guides/es/Ponedoras/jaula/LTZ-Management-Guide-LSL-Lite.pdf>

**MEJÍA, G.** "Evaluación de diferentes granulometrías de calcio en la alimentación de gallinas ponedoras". *Ciencia y Agricultura* [en línea], 2016, (Boyacá - Colombia). 13(2), pp. 69. [Consulta: 2021-01-10]. ISSN 0122-8420. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5711999>

**ORTIZ, A., & MALLO, J.** Factores que afectan la calidad del huevo. [en línea], 2015. [Consulta: 2021-01-16], pp. 18. Disponible en: [https://nodel.net/es/system/files/factores\\_que\\_afectan\\_a\\_la\\_calidad\\_del\\_huevo\\_10.pdf](https://nodel.net/es/system/files/factores_que_afectan_a_la_calidad_del_huevo_10.pdf)

**PERALTA, M.** Bases de reproducción aviar. [en línea], 2017. [Consulta: 2021-01-16], pp. 5-7. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/316976888\\_BASES\\_DE\\_LA\\_REPRODUCCION\\_A\\_VIAR\\_1\\_Aparato\\_reproductor\\_11\\_Generalidades](https://www.researchgate.net/publication/316976888_BASES_DE_LA_REPRODUCCION_A_VIAR_1_Aparato_reproductor_11_Generalidades)

**PIZZOLANTE, C., & KAKIMOTO, S.** "Limestone and Oyster Shell for Brown Layers in Their Second Egg Production Cycle". *Revista Brasileira de Ciencia Avícola* [en línea], 2011, (Brazil). 13(2), pp. 107. [Consulta: 2021-01-17]. ISSN 1516-635X. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-635X2011000200004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2011000200004)

**RATHNAYAKA, R., MUTUCUMARANA, R., & ANDREW, M.** "Free-choice Feeding of Three Different Dietary Calcium Sources and their". *Agricultural Sciences* [en línea], 2019, (Sri Lanka). 15(1), pp. 74. [Consulta: 2021-01-17]. ISSN (ninguna). Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/338344712\\_Free-choice\\_Feeding\\_of\\_Three\\_Different\\_Dietary\\_Calcium\\_Sources\\_and\\_their\\_Influence\\_on\\_Egg\\_Quality\\_Parameters\\_of\\_Commercial\\_Layers](https://www.researchgate.net/publication/338344712_Free-choice_Feeding_of_Three_Different_Dietary_Calcium_Sources_and_their_Influence_on_Egg_Quality_Parameters_of_Commercial_Layers)

**RODRIGUEZ, A.** Tipificación de la calidad del huevo de gallina ecológico y convencional. [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. 2016. pp. 33. [Consulta: 2021-01-18]. Obtenido de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/71437/RODR%20C3%8DGUEZ%20-%20TIPIFICACI%20N%20DE%20LA%20CALIDAD%20DEL%20HUEVO%20DE%20GALLINA%20ECOL%20GICO%20Y%20CONVENCIONAL..pdf?sequence=1>

**RUIZ, JENNY.** UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE VITAMINAS HIDROSOLUBLES SUMINISTRADO EN EL AGUA DE BEBIDA EN AVES DE POSTURA. [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. 2017. pp. 18. [Consulta: 2021-01-31]. Obtenido de: <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/7170/1/17T1478.pdf>

**SANMIGUEL, R., MEJÍA, G, & LOZANO, L.** “Evaluación de diferentes granulometrías de calcio en la alimentación de gallinas ponedoras”. *Ciencia y Agricultura* [en línea], 2016, (Colombia). 13(2), pp. 70-71. [Consulta: 2021-02-06]. ISSN 0122-8420. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5711999>

**SANTOMÀ, G, & MATEOS, G.** *Necesidades nutricionales para la avicultura.* [en línea]. Normas FEDNA 2da Edición, 2018. pp. 56. [Consulta: 2021-02-14]. Disponible en: [http://www.fundacionfedna.org/sites/default/files/NORMAS\\_FEDNA\\_AVES\\_2018v.pdf](http://www.fundacionfedna.org/sites/default/files/NORMAS_FEDNA_AVES_2018v.pdf)

**SEVILLA, S.** Calidad y manejo del huevo por plato. [en línea], 2015. [Consulta: 2021-02-20], pp. 38-39. Obtenido de: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7730/63762%20SEVILLA%20MAXIMINO%2C%20SAUL%20MONOG.pdf?sequence=1>

**SOLER, R., & BUESO, J.** “Análisis de las alteraciones de la cáscara del huevo de gallina”. *Iberoamericana* [en línea], 2017, (España). pp. 143-145. [Consulta: 2021-02-20]. ISSN 1888-8550. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/335464837\\_Analisis\\_de\\_las\\_alteraciones\\_de\\_la\\_cascara\\_del\\_huevo\\_de\\_gallina](https://www.researchgate.net/publication/335464837_Analisis_de_las_alteraciones_de_la_cascara_del_huevo_de_gallina)

**SWIATKIEWICZ, S, & PUCHALA, M.** “Dietary factors improving eggshell quality: An updated review with special emphasis on microelements and feed additives”. *World's Poultry Science Journal* [en línea], 2015, 71, pp. 87-89. [Consulta: 2021-02- 21]. ISSN (ninguno). Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/265641221\\_Dietary\\_factors\\_improving\\_eggshell\\_quality\\_An\\_updated\\_review\\_with\\_special\\_emphasis\\_on\\_microelements\\_and\\_feed\\_additives](https://www.researchgate.net/publication/265641221_Dietary_factors_improving_eggshell_quality_An_updated_review_with_special_emphasis_on_microelements_and_feed_additives)

**TORRES, A.** Factores relacionados con el metabolismo y suplementación con calcio en gallinas ponedoras. [en línea], 2016. [Consulta: 2021-02-21], pp. 43. Obtenido de: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1254&context=zootecnia>

**TUNC, A., & CUFADAR, Y.** “Effect of Calcium Sources and Particle Size on Performance and Eggshell Quality in Laying Hens”. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology.* [en línea], 2015, 3 (4), pp. 207. [Consulta: 2021-02- 21]. ISSN 2148-127X. Disponible en:

<https://www.researchgate.net/publication/292874520> Effect of Calcium Sources and Particle Size on Performance and Eggshell Quality in Laying Hens

**VALDES, V, GARCIA, M, & MARTÍNEZ, A.** “Producción de huevo, calidad del cascarón y rentabilidad en gallinas de primer ciclo con niveles de calcio y fósforo disponible”. *Rev Mex Cienc Perú*. [en línea], 2013, 2(1), pp. 73. [Consulta: 2021-02- 25]. ISSN (ninguno). Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v2n1/v2n1a6.pdf>

**VARGAS, A, & SERRANO, K.** Tipificación del sistema productivo avícola. [en línea], 2018. [Consulta: 2021-02- 27], pp. 7-8. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-Avicola.pdf>

**VERA, J, & VÈLEZ, M.**“ADICIÓN DE CARBONATO CÁLCICO Y SU REPERCUSIÓN ECONÓMICA”. *Ciencia Animal RECIA*. [en línea], 2019, 11(2), pp. 5-7. [Consulta: 2021-02-23]. ISSN 2027-4297. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/recia/v11n2/2027-4297-recia-11-02-11.pdf>

## ANEXOS

### ANEXO A. CONSUMO DE ALIMENTO (G), PESO DEL HUEVO (G), CONVERSIÓN ALIMENTICIA Y PORCENTAJE DE POSTURA EN GALLINAS PONEDORAS ALIMENTADAS CON DIFERENTES GRANULOMETRÍAS DE CALCIO.

TRATAMIENTOS							
VARIABLES	T1 1mm	T2 3mm	T3 6mm	T4 9mm	EMM	CV	PValor
Consumo	90.6 <sup>a</sup>	91.9 <sup>a</sup>	92.2 <sup>a</sup>	80.1 <sup>b</sup>	1.49	9.2	0.001*
Peso de huevo	66.05	66.26	66.73	68.43	0.69	5.7	0.0679
C A <sup>2</sup>	1.37 <sup>b</sup>	1.39 <sup>b</sup>	1.39 <sup>b</sup>	1.17 <sup>a</sup>	0.03	10.4	0.001*
% de postura	54.1	57.97 <sup>a</sup>	60.54 <sup>b</sup>	49.9 <sup>b</sup>	2.13	21.01	0.0038*

**EEM: Error estándar de la media, CV: Coeficiente de variación. \* Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0.05).**

Fuente: Sanmiguel, R., Mejía, G, & Lozano, L. 2016.

### ANEXO B. CONSUMO DE ALIMENTO, CALCIO Y FÓSFORO DE GALLINAS ALIMENTADAS CON NIVELES DE CALCIO Y FÓSFORO DISPONIBLE EN LA DIETA.

Calcium (%)	Available phosphorous (%)	Feed intake (g a <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	Jcalcium intake (mg a <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	Phosphorous intake (mg a <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	Feed conversión
Period 1:20 to 36 wk of age					
<b>3.2</b>		92.8 <sup>a</sup>	2.97 <sup>C</sup>	208.7	1.85
<b>4.2</b>		91.1 <sup>b</sup>	3.83 <sup>b</sup>	205.2	1.85
<b>5.2</b>		91.6 <sup>ab</sup>	4.82 <sup>a</sup>	206.4	1.85
<b>SEM</b>		0.60	0.024	1.40	1.85
	0.15	91.2	3.64	136.8 <sup>d</sup>	1.84
	0.20	92.1	3.64	184.1 <sup>c</sup>	1.85
	0.25	92.0	3.68	230.0 <sup>b</sup>	1.87
	0.30	92.0	3.68	276.1 <sup>a</sup>	1.84
	SEM	0.69	0.028	1.70	0.024

Fuente: (Valdes, García, & Martínez, 2013)

**ANEXO C. NÚMERO DE HUEVOS (NE), MASA DE HUEVO (EM), PESO DEL HUEVO (EW), GRAVEDAD ESPECÍFICA (SG) Y PORCENTAJE DE CASCARÓN (ShP) EN GALLINAS HY-LINE W36**

		<b>Treatments</b>					
<b>Levels</b>		<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	
	<b>Ca, %</b>	4.34	4.34	4.62	4.62	3.25	
	<b>AP, %</b>	0.18	0.18	0.18	0.23	0.25	<b>SE</b>
<b>NE (eggs bird<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)</b>		0.80	0.82	0.78	0.79	0.80	0.010
<b>EM</b>		46.75	44.30	47.89	47.45	49.16	0.66
<b>EW(g)</b>		60.90	61.53	61.21	61.54	60.75	0.24
<b>SG</b>		1.0837 <sup>xy</sup>	1.0834 <sup>y</sup>	1.0841 <sup>x</sup>	1.0840 <sup>x</sup>	1.0822 <sup>z</sup>	0.0002
<b>ShP(%)</b>		8.28	8.37 <sup>x</sup>	8.42 <sup>x</sup>	8.40 <sup>x</sup>	8.20 <sup>y</sup>	0.053
		<b>Periods</b>					
	<b>Levels</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>NE (eggs bird<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)</b>		0.78 <sup>d</sup>	0.88 <sup>a</sup>	0.85	0.82 <sup>c</sup>	0.77 <sup>d</sup>	0.69 <sup>a</sup>
<b>EM</b>		39.80 <sup>c</sup>	50.05 <sup>a</sup>	50.96 <sup>a</sup>	51.53 <sup>a</sup>	49.70 <sup>a</sup>	45.42 <sup>b</sup>
<b>EW (g)</b>		52.94 <sup>f</sup>	58.13 <sup>e</sup>	61.08 <sup>d</sup>	63.79 <sup>c</sup>	64.78 <sup>b</sup>	66.29 <sup>a</sup>
<b>SG</b>		1.0902 <sup>a</sup>	1.0849 <sup>b</sup>	1.0818 <sup>c</sup>	1.0818 <sup>c</sup>	1.0813 <sup>c</sup>	1.0807 <sup>d</sup>
<b>Shp (%)</b>		8.64 <sup>a</sup>	8.63 <sup>a</sup>	8.38 <sup>b</sup>	8.29 <sup>b</sup>	7.98 <sup>c</sup>	8.08 <sup>c</sup>

Abcdef differences among periods (p<0.05). Xyz DIFFERENCES BETWEEN LEVELS (P<0.05)  
FUENTE: (Gutierrez Cuca & Martinez,2013)



**ANEXO D. EVALUACIÓN ECONÓMICA MEDIANTE EL INDICADOR BENEFICIO/COSTO**

Detalles	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T3</b>
Niveles de calcita	0%	6%	9%	12%
Relación B/C	1,02	1,05	1,12	1,21

Fuente: (Llusco, 2015)



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL APRENDIZAJE  
UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 17 / 09 / 2021

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> <i>Miriam Elizabeth Paca Parra</i>
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> <i>Ciencias Pecuarias</i>
<b>Carrera:</b> <i>Ingeniería Zootécnica</i>
<b>Título a optar:</b> <i>Ingeniera Zootecnista</i>
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> <i>Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.</i>

**LUIS ALBERTO  
CAMINOS  
VARGAS**

Firmado digitalmente por LUIS  
ALBERTO CAMINOS VARGAS  
Nombre de reconocimiento (DN):  
c=EC, ll=RIOBAMBA,  
serialNumber=0602766974,  
cn=LUIS ALBERTO CAMINOS  
VARGAS  
Fecha: 2021.09.17 09:22:16 -05'00'



1425-DBRA-UTP-2021