



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Trabajo de Graduación

Variables de comportamiento productivo y características del huevo en ponedoras Lohmann Brown, en sistemas de explotación alternativos, Avícola Nimboja, Masatepe – Masaya.

Autoras:

Br. Francis Karina Arévalo Martínez
Br. Karla Daniela Navarrete Aburto

Asesor:

Marlon Hernández Baca M.Sc.

Managua, Nicaragua

Mayo, 2022



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Trabajo de Graduación

Variables de comportamiento productivo y características del huevo en ponedoras Lohmann Brown, en sistemas de explotación alternativos, Avícola Nimboja, Masatepe – Masaya.

Autoras:

Br. Francis Karina Arévalo Martínez
Br. Karla Daniela Navarrete Aburto

Asesor:

Marlon Hernández Baca M.Sc.

Managua, Nicaragua
Mayo, 2022

Este trabajo de graduación, de investigación, fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la facultad de Ciencia Animal como requisito parcial para optar al título profesional de:

Ingeniero Zootecnista



M.Sc. Rosario Rodríguez Pérez

Presidente

Ing. Norman Andino Ruíz

Secretario

Ing. Jorge Aguilar

Vocal

Lugar y fecha: Auditorio CECAP. Managua 13 de mayo de 2022

DEDICATORIA

Esta tesis es dedicada primeramente a Dios por guiarme en el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas, enseñándome a ganar las batallas sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi madre Violeta Martínez por estar en todo momento de mi vida, por ser una mujer luchadora y ejemplar y sobre todo regalarme su amor incondicional.

A mi Ing. Carlos García Salazar quien ha estado a mi lado en todo momento sin esperar nada a cambio, por eso te digo “lo hemos logrado”.

Br. Francis Karina Arévalo Martínez

DEDICATORIA

A Dios, merecedor de toda gloria y honra, mi escudo y mi refugio en los buenos y malos momentos, por acompañarme y guiarme en el transcurso de mi carrera universitaria, brindándome la fortaleza, constancia y sabiduría necesaria para lograr culminar con éxito esta etapa, permitiéndome optar por mi título universitario a través de este trabajo investigativo.

A mis Padres Carlos Baldomar Navarrete Matus y Jessi Inés Aburto Alemán, mis guías terrenales, me han brindado su apoyo incondicional día a día, confiando en cada una de mis capacidades y siendo esa mano amiga en todo momento, por sus consejos y ánimos que me hacen recordar siempre que soy capaz de lograr lo que me propongo.

A mi hijo Marco Baldomar Aragón Navarrete, el ángel que Dios me regalo, sos y serás mi mayor inspiración, el principal motivo para salir adelante y cumplir con cada una de mis metas.

Br. Karla Daniela Navarrete Aburto

AGRADECIMIENTO

En primera instancia este trabajo deber ser reconocido como una labor conjunta realizada con mi asesor Marlon Hernández Baca M.Sc., quién siempre estuvo para nosotros transmitiendo sus conocimientos y dedicación.

A mi profesora Ing. Guadalupe Centeno Martínez por estar con nosotros en el transcurso de nuestro aprendizaje, por ofrecer su amor y cariño sin esperar nada a cambio; gracias por ser una mujer luchadora y ejemplar.

A mi mamá, amigos y personas especiales en mi vida (Carlos García Salazar) quien no puedo mencionarlos a todos, pero saben que siempre los llevo en mi corazón. Gracias por confiar en mi persona y acá estoy diciendo que lo logre.

Muchas gracias a aquellos seres queridos que siempre guardo en mi alma.

Br. Francis Karina Arévalo Martínez

AGRADECIMIENTO

Agradezco eternamente a Dios, ya que sin el nada es posible, por brindarme salud, fuerzas, sabiduría, amor, confianza y perseverancia en cada momento, la hoja de un árbol no cae sino es por su perfecta voluntad y hoy estoy acá cumpliendo uno de mis objetivos en la vida gracias al Todopoderoso.

A mis padres, por el esfuerzo que han hecho para lograr tener las posibilidades en darme la oportunidad de estudiar y convertirme en una profesional, han sido los pilares de mi vida.

A nuestro tutor el Marlon Hernández Baca M.Sc. por el tiempo dedicado, siendo nuestra guía profesional, compartiendo su amplio conocimiento y experiencia en el trayecto de la investigación.

Al Sr. Víctor Pavón propietario de la Granja Avícola Nimboja, por brindarnos la oportunidad de realizar nuestra investigación en su unidad productiva, así como al Sr. Javier Alemán, encargado de la granja por compartir su conocimiento y experiencia de trabajo en avicultura.

Br. Karla Daniela Navarrete Aburto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CUADRO	v
ÍNDICE DE FIGURA	vi
ÍNDICE DE ANEXO	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Importancia de la avicultura a nivel mundial	4
3.2 Principales sistemas de explotación avícola y sus características	5
3.2.1 Sistema extensivo o tradicional (pastoreo)	5
3.2.2 Sistema semi-intensivo (El corral)	5
3.2.3 Sistema intensivo (confinamiento)	5
3.3 Sistemas alternativos para la producción de huevos	5
3.4 Empresas Productoras de líneas comerciales de aves	6
3.5 Selección de líneas comerciales para la producción de carnes y huevos	6
3.5.1 Ponedoras	7
3.5.2 Métodos genéticos para mejorar el rendimiento en condiciones no ideales	8
3.5.3 Selección de genotipos comerciales	8
3.6 Las Gallinas Lohmann Brown	9
3.7 Valoración Morfológica de la gallina productora de huevo	12
3.7.1 Conformación de la cabeza	12
3.7.2 Conformación del Abdomen	12
3.7.3 Conformación de la Cloaca	13
3.8 Fisiología de la formación y puesta del huevo	14
3.8.1 Histomorfología y funciones del oviducto	15
3.8.2 Regulación genética de la formación de huevos	17
3.8.3 Regulación genética de la formación de albúmina	17
3.8.4 Regulación genética de la formación de la membrana de la cáscara de huevo	17
3.8.5 Regulación genética de la biomineralización de la cáscara de huevo	18
3.9 Factores que afectan la puesta de las aves y calidad del huevo	19
3.10 Principales indicadores de la calidad del huevo	20
3.11 Factores que afectan el rendimiento productivo de las ponedoras	21

3.12	Principales indicadores productivos y de calidad del huevo	23
IV	MATERIALES Y MÉTODOS	25
4.1	Ubicación geográfica del estudio	25
4.2	Condiciones agroecológicas	25
4.3	Tipo y duración del estudio	26
4.4	Características generales de la granja donde se realizará el estudio	26
4.4.1	Área Total y distribución de la infraestructura	26
4.4.2	Equipos y accesorios necesarios para el manejo y producción de las aves	26
4.4.3	Tipos de líneas	27
4.5	Plan de manejo general de las aves explotadas en la granja	28
4.5.1	Principales actividades cotidianas para el manejo de las aves en postura	28
4.5.2	Plan Sanitario aplicado en la granja	29
4.6	Selección de las galeras, parvada y línea genética para el estudio	30
4.7	Frecuencia de visitas para el registro de la información	31
4.8	Registro de la información in situ de las parvadas	31
4.8.1	Cantidad de Aves con las que se inició en cada galera (Inicio de postura)	31
4.8.2	Número de Aves con la que inicia cada semana	31
4.8.3	Peso de las Aves por semana	31
4.8.4	Número de aves muertas en la semana	32
4.8.5	Cantidad de alimentos suministrados en KG/Día	32
4.8.6	Número de huevos en la semana	32
4.8.7	Número de huevos triturados (con quebraduras por semana)	32
4.8.8	Peso de los Huevos (KG) Durante la visita de cada semana	32
4.8.9	Medición del Largo y grosor en la parte media del huevo durante la última visita de cada semana	33
4.9	Variables a medir en las parvadas en estudio	33
4.9.1	Consumo de alimento ave día (cadi)	33
4.9.2	Índice de conversión (IC)	33
4.9.3	Eficiencia alimentaria (EAL)	33
4.9.4	Porcentaje de mortalidad (pm)	34
4.9.5	Índice de viabilidad de la parvada (V)	34
4.9.6	Producción ave/día relativo (PAD)	34
4.9.7	Índice de puesta (IP)	35
4.9.8	Índice morfológico del huevo	35
4.10	Análisis estadísticos de los datos	35
4.11	Procesamiento estadístico de la información	36
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
5.1	Consumo de alimento diario	37
5.2	Peso vivo	38
5.3	Índice de conversión	39
5.4	Eficiencia alimentaria	41
5.5	Valores de producción	42
5.6	Huevos totales producidos	43

5.7	Huevos fisurados	44
5.8	Número de huevos vendibles	45
5.9	Peso del huevo	46
5.10	Medidas del huevo e índice de forma	47
5.11	Índice de puesta	48
5.12	Porcentaje de mortalidad	50
5.13	Viabilidad	51
5.14	Relación del peso vivo con variables productivas	51
VI	CONCLUSIONES	52
VII.	RECOMENDACIONES	54
VIII	LITERATURA CITADA	55

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Estructura de la Granja Avícola Nimboja	26
2. Equipos para las aves en explotación	27
3. Actividades de manejo	28
4. Plan sanitario	29
5. Valores consumo de alimento por aves en g/día	37
6. Valores de peso vivo promedio por semana (n=100)	39
7. Promedios semanales del índice de conversión (IC)	40
8. Comportamiento por semana de la eficiencia alimentaria	41
9. Comportamiento de la variable productiva de huevo/ave/día	43
10. Número de huevos por semana, totales, agrietados y vendibles	44
11. Valores de peso del huevo por semana	46
12. Diámetro longitudinal, transversal e índice de forma del huevo	48
13. Valores del índice de puesta entre semanas 43 y 53 de postura	49
14. Comportamiento de las pérdidas de aves en el periodo estudiado	50
15. Correlación entre peso vivo y variables productivas	51

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Gallina Lohmann Brown	10
2. Identificación de la buena gallina ponedora según la conformación de la cresta y barba bien desarrollada, ojos grandes y prominentes	12
3. Caracterización de una buena ponedora según los huesos púbicos	13
4. Función de oviducto en las aves ponedoras	16
5. Clasificación de huevos por categoría y peso	20
6. Índices morfológicos del huevo	21
7. Geolocalización de la unidad productiva	25

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Formato para el registro de la información	62

RESUMEN

En el país persisten muchos sistemas alternativos de producción avícola que desarrollan su proceso de producción utilizando líneas especializadas en condiciones no descritas por sus guías de manejo y que en términos generales han sido muy poco estudiados. La presente investigación tuvo como objetivo, evaluar el comportamiento de variables productivas y características del huevo en gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown de la granja Nimboja, Masatepe – Masaya. La población en estudio comprendió a 3000 aves entre la semana 43 y 53 de postura, determinándose las variables: consumo de alimento diario (COALDA), Peso vivo, índice de conversión (IC), eficiencia alimentaria (EA), producción gallina día relativo (PGDR), huevos totales producidos (HVTP), huevos vendibles (HV), % de huevos fisurados (HF), peso del huevo (PH), diámetro longitudinal y transversal, índice morfológico del huevo (IF), índice de puesta (IP), mortalidad (IM), viabilidad de la parvada (IVP), además de las relaciones del peso vivo con el número de huevos, peso del huevo e índice de puesta. En relación a los valores teóricos de las guías de manejo, de manera individual, el COALDA, Peso vivo, IC y el IM, resultaron con pocas diferencias respecto a dichos valores, en tanto que variables como PGDR, HVTP, IF, IP e IVP, tuvieron un comportamiento por encima de dichos estándares, no así las variables de EA y PH, que presentaron valores inferiores. Los valores de HF resultaron muy bajos, favoreciendo los mayores valores de HV. El análisis de correlación entre el PV y las variables PH, HVPT e IP, mostró una relación que concuerda con la fisiología productiva establecida para estas líneas.

Palabras claves: Línea, postura, calidad, indicadores productivos, productividad

ABSTRACT

In the country, there are many alternative poultry production systems that develop their production process using specialized lines in conditions not described by their management guides and that, in general terms, have been little studied. The objective of this research was to evaluate the behavior of productive variables and characteristics of the egg in laying hens to the Lohmann Brown line, in the Nimboja farm, Masatepe - Masaya. The study population comprised 3000 birds between weeks 43 and 53 of laying, determining the variables: daily feed intake (COALDA), live weight, feed conversion ratio (IC), feed efficiency (EA), hen production relative day (PGDR), total eggs produced (HVTP), salable eggs (HV), % cracked eggs (HF), egg weight (PH), longitudinal and transverse diameter, egg morphological index (IF), laying index (IP), mortality (IM), flock viability (IVP), in addition to the relationships of live weight with the number of eggs, egg weight, and laying rate. In relation to the theoretical values of the management guides, daily food consumption (COALDA), live weight, conversion rate (CI), and mortality rate (MI), resulted in few differences with respect to these values. However, variables such as PGDR, HVTP, IF, IP, and IVP, showed behavior above these standards, and the variables feed efficiency (EA) and egg weight (PH), presented lower values. The values of cracked eggs (HF) were very low, favoring a greater number of salable eggs (HV). The correlation analysis between the PV and the variables PH, HVPT, and IP, showed a relationship that agrees with the productive physiology established for these lines.

Keywords: Line, Posture, quality, productive indicators, productivity

I. INTRODUCCIÓN

La producción avícola juega un papel fundamental en el desenvolvimiento de la economía nacional, ya que esta aporta un 2.5 por ciento del Producto Interno Bruto del país, generando 17 mil empleos directos e indirectos, en las granjas de 165 productores de huevos, que en 2019 según registros del Banco nacional (BCN, 2019), aportaron al mercado interno unas 52 129 700 docenas de huevos, que representaron 1 404.2 millones de córdobas y reflejando un consumo por encima de los 140 huevos por habitante.

Según la Asociación Nacional de Avicultores y Productores de Alimentos (ANAPA, 2019) los problemas fundamentales que enfrenta la avicultura nacional, están referidos a los costos de los insumos, principalmente los relacionados a la formulación de alimentos, que todavía hace que los costos de producción sigan siendo mayores que en la mayoría de los países del área centroamericana, a lo que hay que sumar la entrada ilegal de cantidades importantes de huevos provenientes de honduras a precios por debajo de los márgenes de competencia de los productores nacionales.

En el país, predominan los grandes emporios avícolas industriales, en los cuales las evaluaciones de producción y eficiencia productiva se realizan sobre el seguimiento de los parámetros productivos propuestos por las casas genéticas. Falcón (2010), señala que para obtener dichos parámetros los avicultores deben ceñirse a las guías de manejo que son elaboradas por especialistas de las casas matrices que le sugieren las técnicas, el sistema de crianza y de producción para satisfacer las necesidades fisiológicas, condiciones óptimas y rendimientos económicos de las diferentes líneas. Y por lo tanto cualquier diferencia respecto a las recomendaciones de manejo alimenticio, sanitario y tipo de infraestructura no permitirá que las aves expresen todo su potencial.

El estudio del comportamiento y eficiencia de estas líneas en los sistemas industrializados, no representa mayor complejidad, puesto que únicamente basta con contrastar los valores alcanzados con los señalados en las guías y así calificar los niveles de cumplimiento y eficiencia productiva lograda, considerando algunos elementos de ajuste según la ubicación agroclimática de las granjas.

La evaluación de eficiencia productiva será más compleja en los sistemas alternativos de producción de pequeños avicultores, ya que la simple apreciación, podría darnos como

resultados indicadores por debajo de los potenciales esperados en las guías de cada línea genética. Por otro lado, en la mayoría de los países con sistemas alternativos de producción, muy poco interés se ha prestado a la evaluación del comportamiento productivo de estas aves especializadas, sin tener en cuenta lo relevante que significa poderlas evaluar en entornos donde las condiciones de infraestructura y manejo no son los óptimos recomendados por las casas genéticas para la expresión de su potencial.

En tal sentido con el presente estudio pretendemos aportar información relevante sobre el comportamiento de estas aves de alta especialización en las condiciones típicas de los pequeños avicultores del país, en condiciones de manejo por debajo de los estándares especializados en los que estas líneas expresan todo su potencial, y así dejar una referencia de los niveles de producción que pueden alcanzar en tales condiciones.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Determinar el comportamiento de variables productivas y características del huevo en gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown en sistema alternativos de producción. Granja Avícola Nimboja, municipio de Masatepe, Departamento de Masaya.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar los valores de consumo de alimento diario (COALDA), Peso vivo, índice de conversión (IC), y eficiencia alimentaria.
- Calcular los valores de producción de: gallina-día relativo. (PGDR), huevos totales producidos (HVT), huevos vendibles (HV) y % de huevos fisurados.
- Calcular los valores de los componentes de calidad del huevo (peso, diámetro longitudinal y transversal del huevo) e índice morfológico del huevo (MFH).
- Calcular los índices de: puesta (IP), mortalidad (IM), viabilidad de la parvada (IVP),
- Determinar las relaciones entre el peso vivo y las variables productivas: número de huevos, peso del huevo, e índice de puesta.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Importancia de la avicultura a nivel mundial

A nivel mundial los sistemas de producción avícola juegan un papel preponderante para la economía y seguridad alimentaria de sus países, lo cual ha hecho que en muchas partes del mundo este se mantenga creciendo y sufriendo grandes transformaciones a nivel industrial.

Según la FAO. (2005), el crecimiento de la producción avícola se ha visto impulsado por el uso de novedosos métodos de reproducción que han permitido orientar las líneas de aves a fines específicos, alcanzando mayores niveles de productividad, que han sido posible mediante el desarrollo y uso de tecnologías de alto performance en la nutrición, faenado y procesamiento. A todo lo cual hay que agregar el control de la comercialización siguiendo una integración vertical, que ha impulsado grandes logros en inocuidad, eficiencia productiva y rendimiento económico, fundamentalmente en las empresas de gran escala.

En la última década, la producción mundial de huevos ha aumentado en un 24%, fundamentalmente en la región asiática, en la cual se ha cuadruplicado, según muestran las estadísticas de la FAO (2019). Siendo la producción mundial actual superior a los 76.7 millones de toneladas, con China a la cabeza que acapara un 42%, seguida de la UE, los EE. UU. Y la India, que sumados generan casi el 60% de los huevos del mundo, mientras que los siguientes 6 productores más grandes (México, Brasil, Rusia, Japón, Indonesia y Turquía) ocupan el 16% del mercado, que en total representaría más de 3/4 partes de la producción mundial de huevos.

En 2019, la avicultura latinoamericana registró un crecimiento importante en la producción de huevo comercial, rondando la marca de los 500 millones de gallinas en producción, lo cual significó incrementos por el orden del 5.17% respecto al año anterior.

Según la Asociación latinoamericana de Avicultura (ALA, 2020] en términos de producción por país, los mayores productores de huevo en Latinoamérica son: México con 165 millones de ponedoras en producción, Brasil, 118.5 millones, Colombia 47 millones, Argentina, 44.84 millones y Perú.

3.2 Principales sistemas de explotación avícola y sus características

Según Gómez (2015) los sistemas de explotación avícola se clasifican de acuerdo con el nivel de capital invertido, es decir, cantidad de terreno, infraestructura y tecnología utilizada en la explotación de las aves.

3.2.1 Sistema extensivo o tradicional (pastoreo)

“El sistema extensivo o de pastoreo permite la utilización de razas criollas o cruzadas. Este tipo de razas son menos especializadas en la producción, pero pueden otorgar ventajas respecto al ambiente donde estén gracias a su adaptación” (Cuéllar, 2021, párr. 17).

3.2.2 Sistema semi-intensivo (El corral)

“En este sistema las aves están restringidas a cierta extensión de terreno, encerradas con mayas. Los comederos y bebederos se localizan en el corral y durante la noche duermen dentro de la casa” (Rojas, 1987, p. 6).

3.2.3 Sistema intensivo (confinamiento)

De acuerdo con Cisneros (1987) el aprovechamiento al máximo del espacio disponible, dado por una mayor densidad de animales por metro cuadrado es el objetivo principal de este sistema, lo que se reflejará en un manejo más eficiente y por ende en una mayor producción. En resumen, diremos que: abrigo, protección y cuidado significan una alta producción del gallinero con bajas pérdidas por depredadores y enfermedades. El sistema intensivo comprende: piso y jaula.

3.3 Sistemas alternativos para la producción de huevos

De acuerdo a Bonilla (2019) menciona que los sistemas alternativos de producción son:

Free-Range / Piso

Los aviarios tienen nidos y las aves reciben una alimentación balanceada con base a sus requerimientos nutricionales, condiciones ambientales e iluminación controlada. La idea es utilizar un sistema de confinamiento, pero que permita al ave moverse libremente por la caseta y expresar una etología natural. (párr. 8)

Campero / Libre

Son sistemas en el que las aves poseen galeras de piso abiertas para tener acceso a un área de pastoreo. Para cada ave, debe ser ofrecido 0.5 m² de pasto (depende del tipo de densidad del pasto). (párr. 9)

Orgánico / Ecológico

Es un sistema similar a la gallina campera libre que únicamente puede ser alimentada con insumos producidos sin ningún agroquímico, fertilizantes químicos o semillas transgénicas. Es el único sistema que limita el uso de medicamentos como antibióticos y promotores de crecimiento en la dieta. Adicionalmente, se restablece que la producción del huevo debe ser amigable con el medio ambiente, y debe causar el menor daño al suelo. (párr. 10)

3.4. Empresas productoras de líneas comerciales de aves

Los datos sobre el origen y constitución de las cepas comerciales según la FAO (2006), son inexistentes, ya que las empresas transnacionales mantienen en secreto la información acerca de los procesos genéticos de su formación. Sin embargo, parece que la mayoría derivan de la White Leghorn, Plymouth Rock, New Hampshire y White Cornish. Las líneas comerciales están controladas por un pequeño núcleo de empresas transnacionales con sede en los países del noroeste de Europa y los Estados Unidos de América, las cuales en los últimos años han continuado consolidándose.

Las compañías de mejoramiento han obtenido una serie de líneas, cada una con un conjunto de características deseables, como la capacidad ponedora o una elevada tasa de crecimiento. Estas líneas se cruzan entre sí, y posteriormente con otras líneas, para dar lugar a ejemplares híbridos que ponen huevos o a pollos de engorde que llegan a las mesas de los consumidores. Las empresas protegen celosamente su ganado de cría de línea pura.

3.5. Selección de líneas comerciales para la producción de carne y huevos

Según la FAO (2013), en los últimos 50 años, los grandes avances en la producción individual de carne y huevos de las aves de corral de parvada comerciales, son debidos principalmente a la selección genéticas de líneas básicas de reproducción, las cuales son realizadas por las grandes empresas mundiales de cría de aves de corral.

La mejora en el rendimiento es el resultado de la aplicación de la selección genética cuantitativa, haciendo un uso limitado de las tecnologías moleculares. Esto ha sido causa de las altas tasas de reproducción, los breves intervalos de generación, la reducida variación ambiental, el gran tamaño de la población que disminuye los efectos perjudiciales de la endogamia, el uso de varias líneas paternas y maternas seleccionadas.

El origen de las ponedoras y pollos de engorde de los países en desarrollo, son obtenidos de líneas parentales importadas, siendo éstas procedentes de empresas multinacionales de producción a gran escala, sin embargo, hay algunas pequeñas unidades de cría que suministran a los mercados regionales.

3.5.1. Ponedoras

El número, tamaño y calidad (tanto externa como interna) de los huevos, la capacidad de supervivencia de la ponedora, el ritmo sostenido de producción y la eficiencia en cuanto a la utilización de los piensos en las explotaciones comerciales, sigue mejorando gracias a la selección de estas características, así como de otras relacionadas que se realizan en la actualidad.

En el presente la producción promedio anual es muy superior a los 300 huevos por gallina, y sigue aumentando en más de un huevo/gallina/año, mientras que el pienso anual requerido para producir 300 huevos está experimentando una disminución de aproximadamente 200 g/gallina, generando un ahorro de más de un millón de toneladas de pienso al año, ya que hay alrededor de seis mil millones de gallinas ponedoras en todo el mundo

Los programas de cría de gallinas ponedoras se centran en la robustez y la resistencia a las enfermedades, generando mejoras significativas en la capacidad de adaptación a distintos entornos y el bienestar de los animales. Es de interés considerable la atención al tamaño y color uniforme de los huevos y a la ausencia de defectos de la cáscara y el interior, así mismo se concentran hoy en día en la selección asistida por marcadores moleculares (genómica). Este método constituye un medio para identificar y seleccionar positiva o negativamente los genes responsables de las características de producción, en particular los que son difíciles de medir, así como los que influyen en la resistencia a las enfermedades.

3.5.2. Métodos genéticos para mejorar el rendimiento en condiciones no ideales

El buen rendimiento de las aves de corral en los países en desarrollo está relacionado con los factores no genéticos, se pueden destacar el manejo inadecuado de las temperaturas, plan nutricional deficiente, riesgo en el aumento de enfermedades, e inapropiadas condiciones de las instalaciones.

Lo que constituye el material genérico se ve afectado por estos factores, además de los esfuerzos para mejorar el entorno físico, como posibles métodos genéticos que pueden adoptarse figuran la selección de genotipos comerciales a fin de mejorar la tolerancia a las condiciones dominantes, realizar cruces entre genotipos comerciales y autóctonos, selección para mejorar el rendimiento en genotipos autóctonos, e introgresión de genes de genotipos comerciales mediante programas de retro cruzamiento o programas de intercambio de gallos. (FAO, 2013).

3.5.3. Selección de genotipos comerciales

La selección del material genético de la gran mayoría de los pollos de engorde y ponedoras comerciales de los países en desarrollo según la FAO (2013), fue seleccionada para la producción bajo condiciones de gestión ideales en climas templado, se ha hecho nulo o escaso hincapié en la tolerancia a las altas temperaturas o en las condiciones de alimentación y gestión no ideales.

Probablemente el principal factor que limita el rendimiento de los pollos de engorde y ponedoras comerciales en las unidades de producción de gran escala de los países tropicales en desarrollo son las altas temperaturas.

Existen otros factores que pueden abordarse con un costo moderado, mediante el establecimiento de estrategias de gestión adecuadas, el costo de las instalaciones y la dificultad de disponibilidad de un suministro de electricidad seguro y fiable hace que la refrigeración de los alojamientos resulte problemática.

Siendo un método relativamente simple para mejorar la tolerancia al calor en las parvadas comerciales sin tener que desarrollar líneas de selección completa por separado es la incorporación de genes individuales responsables de la densidad del plumaje en las líneas parentales de las parvadas que se utilizarán en las regiones con altas temperaturas.

Una densidad de plumaje escasa facilita la pérdida de calor corporal, entre los genes que se han demostrado eficaces para conferir tolerancia al calor figuran: cuello desnudo (Na), sin plumas (Sc) y rizado (F).

Hoy en día, las líneas comerciales que expresan algunos de estos genes se encuentran disponibles en algunos países, independientemente de la selección para la tolerancia al calor, los genotipos comerciales de pollos de engorde y ponedoras requieren una buena gestión y alimentación para poder expresar su potencial genético para la producción de carne o huevos.

No pueden tener un buen rendimiento en aquellos sistemas de las zonas rurales en los que las aves se alimentan parcialmente de desechos, para ello se han adoptado diversos métodos para incorporar los genes asociados con una producción superior de carne y huevos en las cepas comerciales a poblaciones destinadas a entornos menos idóneos.

Estos entornos van desde los sistemas de producción rurales basados en la alimentación parcial con desechos, donde prácticamente los únicos insumos son las sobras del hogar, hasta las unidades comerciales de pequeña y mediana escala, donde las aves se crían en confinamiento y se alimentan con dietas compuestas, pero están expuestas a elevadas temperaturas ambientales.

3.6. Las gallinas Lohmann Brown

Según lo señalado en la guía de manejo 2019 para la línea de ponedoras Lohmann Brown classic, de la empresa Lohmann Tierzucht, con sede en Alemania desde 1932, estas son gallinas ponedoras de huevo marrón, con buen porcentaje de postura, huevos grandes y de fácil cría. Esta raza puede alcanzar hasta 18 meses con una buena productividad de huevos. En la formación de esta línea se señalan las gallinas Leghorn blanca, Dekalb Warren rojo, Rhode Island Red y plymouth white rock.



Figura 1. Gallina Lohman Brown

Fuente: (FAO,2013)

Características

Como línea comercial de postura, presenta características que la destacan dentro de otras líneas, atribuyéndosele un liderazgo en la producción de huevos rojos o marrones en distintos países, destacándose por virtudes y características que se pueden concretar en las siguientes:

- Alta producción de huevos de gran tamaño y con excelente cáscara y pigmentación
- Comportamiento dócil y tranquilo
- Se adaptan rápidamente a cualquier tipo de crianza
- Son gallinas que se adaptan a distintos tipos de clima
- Tienen una buena resistencia a enfermedades aviares comunes
- Alcanza el pico de producción entre el 93 y 95% a las 30 semanas de vida
- Una conversión de 2.0 a 2.1 kg de alimento por kg de huevo
- Tiene una producción de 320 a 325 huevos anuales
- El huevo va de 64 a 72 gramos de peso
- La cascara tiene una excelente pigmentación marrón y dureza (> 40 Newton)
- El peso de la gallina al final del ciclo productivo va de 2.2 a 2.4 kilos

- El rango de supervivencia en el periodo de crianza es del 97 al 98% y en el periodo de producción es del 92 al 94%

Comportamiento

Es una gallina muy completa y fácil de criar, ya que posee un comportamiento dócil y tranquilo, por lo que muchas veces es utilizada como mascota.

Pueden ser utilizadas como aves de doble propósito, no obstante, esto puede disminuir la cantidad de huevos que producirá durante un año. Si bien el desarrollo de esta raza no es tan rápido como otras gallinas híbridas, su manejo es sencillo y se adapta a cualquier tipo de crianza y de clima con facilidad.

Variedades de Lohmann Brown

La empresa Lohmann Tierzucht, ha desarrollado cuatro tipos, que se clasifican como líneas Lohmann Brown, pero que tienen pequeñas diferencias en cuanto a producción, tamaño del ave o del huevo, calidad, etc.

Lohmann Brown Classic

De las cuatro líneas es la más comúnmente utilizada a nivel mundial, que destaca por producir huevos de tamaño grande a mediano. Según la guía de manejo, esta línea produce hasta 320 huevos al año y hasta 405 huevos en 16 meses.

Lohmann Brown Lite

Esta variedad produce más huevos que la línea classic pero ligeramente más pequeños. Según la empresa, la línea Lite puede poner hasta 325 huevos marrones al año y 410 huevos en 16 meses.

Lohmann Brown Extra

Esta produce menor cantidad de huevos que las dos anteriores, pero de mayor tamaño, ya que se clasificaban como de tamaño grande y extra grande. Actualmente ya no se encuentra en comercialización.

Lohmann Brown Plus

Es una nueva línea de gallinas marrones de la empresa Lohmann Tierzucht enfocada a la crianza orgánica.

3.7. Valoración Morfológica de la gallina productora de huevo

Con el objetivo de seleccionar gallinas aptas para la producción de huevos, Hernández (2001) define ciertas características morfológicas de interés que deben de presentar estas aves, tales como:

3.7.1. Conformación de la cabeza

La cabeza debe de estar bien proporcionada a las dimensiones generales del cuerpo, poseer los ojos grandes, prominentes, vivaces y privados de cualquier deformación y decoloración del iris.

Con respecto a la cresta y barba deben de estar bien desarrolladas, tomando en cuenta que su desarrollo está condicionado a la acción del estrógeno, hormona segregada por el tejido molecular del ovario, la cresta también debe de ser suave al tacto y de color rojo brillante.



Figura 2. Identificación de la buena gallina ponedora según la conformación de la cresta y barba bien desarrollada, ojos grandes y prominentes

Fuente: Propia

3.7.2. Conformación del Abdomen

Debe de ser elástico y amplio, la amplitud y la capacidad del abdomen, se valora calculando la distancia que hay entre los dos huesos púbicos y la punta terminal del esternón.

Esta valoración se realiza palpando con la mano el abdomen de la gallina, en las buenas ponedoras tales distancias deben corresponder por lo menos, a tres dedos entre los huesos púbicos y cuatro dedos entre los huesos púbicos y la punta terminal del esternón.

Este término de valoración está muy lejos de ser infalible, en efecto, no siempre un abdomen largo y capaz es índice de una buena ponedora, la amplitud del abdomen puede depender de causas absolutamente independientes del desarrollo y actividad del ovario.

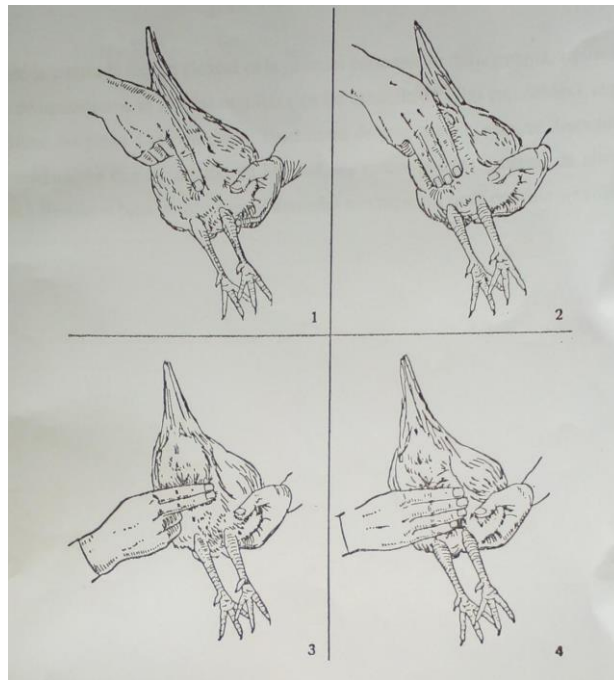


Figura 3. Caracterización de una buena ponedora según los huesos púbicos

Fuente: (Hernández 2001)

1. Mala ponedora con distancia estrecha entre los huesos púbicos
2. Buena ponedora con amplitud entre los huesos púbicos
3. Mala ponedora poca distancia entre los huesos púbicos y la extremidad posterior del esternón
4. Buena ponedora con buena amplitud entre los huesos púbicos y extremidad posterior del esternón

3.7.3. Conformación de la cloaca

En una buena ponedora la abertura cloacal es amplia y de forma oval, la mucosa se caracteriza por ser húmeda y ligeramente despigmentada, la despigmentación, como es

natural, no constituye un término de juicio seguro, debido a que está ligada al momento durante el cual se produce la observación, es decir si en este momento, la gallina se halla en periodo de puesta, el grado de despigmentación de la mucosa puede constituir un término de juicio bastante válido, en el caso contrario no es de ninguna utilidad.

Durante la puesta la región cloacal es la primera parte que se despigmenta, siguiendo en orden de importancia el iris, las orejillas (en las razas de orejillas coloreadas), el pico y por último las patas.

Las ponedoras, cuyo ritmo de puesta es intenso, se despigmentan más rápido que las criadas en libertad, las cuales pueden disfrutar alimentos verdes y frescos, o bien las que son alimentadas con raciones ricas en maíz amarillo.

3.8. Fisiología de la formación y puesta del huevo

El oviducto de las aves de corral proporciona el entorno biológico para la formación de huevos y la fertilización del ovocito ovulado. Según, Mishra, B., Sah, N. and Wasti, S, (2019), las gallinas nacen con un par de ovarios y un oviducto, sin embargo, el desarrollo del ovario derecho y del oviducto cesa y retrocede gradualmente. El ovario izquierdo y el oviducto siguen siendo funcionales y contribuyen a la formación del óvulo. El oviducto es una estructura tubular larga que consta de cinco segmentos funcionales e histomorfológicamente distintos.

El infundíbulo (lugar de fertilización), el magnum (producción de componentes de la clara de huevo), el istmo (formación de las membranas de la cáscara del huevo), la glándula de la cáscara o útero (formación de cáscara de huevo calcificada) y la vagina (oviposición o puesta de huevos). Después de la ovulación, el óvulo atraviesa toda la longitud del oviducto, donde los componentes del óvulo se secretan y depositan en las respectivas partes del oviducto. La yema entra en el oviducto y, en aproximadamente 24 a 28 h, se forma un huevo completo. Mientras que el huevo atraviesa el oviducto, cada segmento del oviducto produce un componente del huevo o tiene una función vital no secretoria.

Además de las condiciones ambientales, nutricionales y patológicas, las funciones oviductales también gobiernan la producción y calidad del huevo. La formación del óvulo dentro del oviducto es muy compleja y está bajo control genético y hormonal. Hay varios genes y vías biológicas involucradas en la formación del huevo, interacción que

desencadena cambios histomorfológicos y bioquímicos en los segmentos del oviducto para la formación de huevos.

3.8.1. Histomorfología y funciones del oviducto

Mishra, B., Sah, N. and Wasti, S, 2019, refieren que el infundíbulo en las gallinas encierra todo el ovario y tiene dos distinciones: el infundíbulo membranoso y el muscular. El infundíbulo membranoso cubre el grupo ovárico, mientras que el infundíbulo muscular está revestido por células ciliadas y actúa como un pasaje para la yema dentro del oviducto. El huevo permanece por un período muy breve (15-30 min) en el infundíbulo y luego desciende en el magnum donde se deposita la albúmina a su alrededor.

El infundíbulo, por lo tanto, también es el lugar de cualquier posible fertilización del óvulo. El magnum es el segmento más grande del oviducto y produce las proteínas de la clara de huevo que rodean la yema. Las células epiteliales glandulares de la magnum sintetizan las diferentes proteínas de la clara de huevo, las almacenan y segregan sólo durante 2-3 h cuando el huevo está presente en él, mientras que las células epiteliales ciliadas ayudan en el transporte de los huevos.

La clara de huevo es rica en proteína y es la principal fuente de nutrientes para el embrión durante el desarrollo. También contiene algunas proteínas antimicrobianas que protegen al embrión de microbios patógenos. La albúmina constituye más del 60% del huevo total, por lo que determina el peso del huevo y el peso de la cría. Más tarde, el huevo se mueve hacia abajo en el istmo, el segmento puente entre la glándula magnum y la cáscara, donde permanece de 1 a 2 h. En el istmo, las membranas externa e interna de la cáscara del huevo se forman alrededor de la albúmina del huevo.

Las membranas de la cáscara de huevo son redes fibrosas que sostienen la clara de huevo de gelatina en el centro y también proporcionan el sitio para el inicio de la mineralización de la cáscara de huevo. Después de ser envuelto por las membranas de la cascara, el huevo se mueve en la glándula de la cáscara y permanece allí durante casi 18 a 22 h, durante las cuales los cristales de calcita se depositan sobre la membrana de la cascara para formar la cáscara del huevo. La cáscara de huevo está compuesta por un 95% de calcio y, por tanto, es la principal fuente de calcio para el embrión en crecimiento.

La organización de la cáscara del huevo evita el paso de microbios externos al interior del huevo mientras permite el movimiento del aire dentro del huevo para que el embrión

incipiente respire. Finalmente, después de la mineralización completa de la cáscara del huevo, el huevo se retiene momentáneamente en la vagina. La pigmentación de los huevos, en algunas aves, se completa en la vagina y, finalmente, se deposita el huevo.

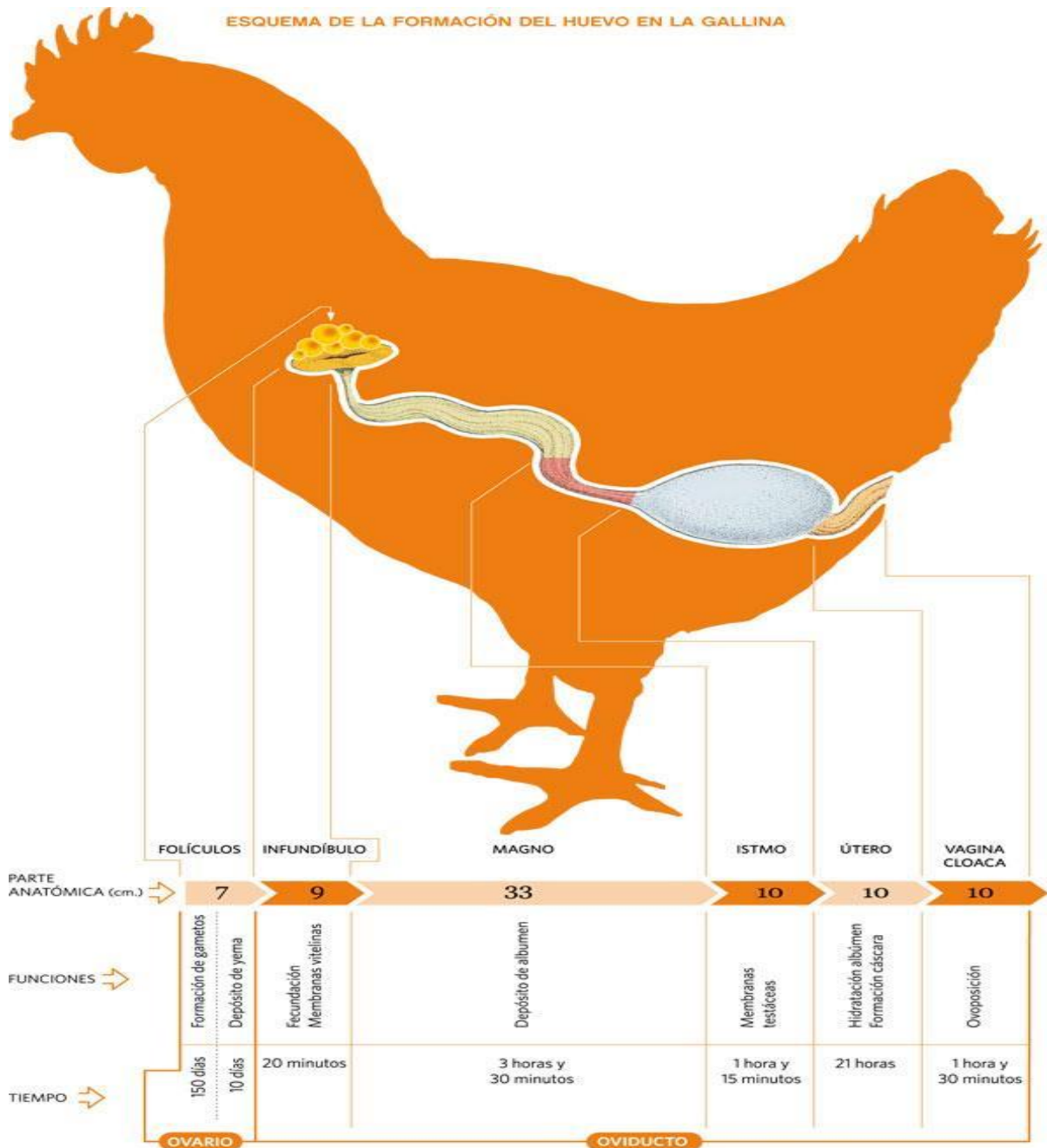


Figura 4. Funciones del oviducto en las aves ponedoras.
Fuente: (Peralta, M.F. 2017)

3.8.2. Regulación genética de la formación de huevos

La formación de huevos está regulada a través de la expresión de genes / proteínas y vías biológicas en los segmentos del oviducto. Los genes que codifican proteínas expresados en el oviducto, regulan el movimiento del huevo, la deposición de los constituyentes del huevo y aseguran la formación de huevos de calidad. La regulación genética de la formación de huevos en el oviducto puede analizarse en función de la génesis de cada componente del mismo, de acuerdo a Mishra, B., Sah, N. and Wasti, S. (2019).

3.8.3. Regulación genética de la formación de albúmina

La albúmina, también conocida como clara de huevo, es la porción de gelatina rica en proteínas de un huevo fresco. Es un compuesto de casi 148 proteínas diferentes que son vitales para la supervivencia y el crecimiento del embrión de pollo. Las proteínas fundamentales incluyen ovoalbúmina (OVAL), conalbúmina (TF), ovomucoide (OVM), ovomucina (MUC) y lisozima (LYZ), entre otros. La OVAL es una proteína estructural que constituye aproximadamente el 54% de la proteína total de clara de huevo. La ovoalbúmina X, un homólogo de la proteína OVAL, tiene propiedades antimicrobianas. TF también tiene alguna acción antimicrobiana.

La OVM es un inhibidor de la tripsina y un agente antimicrobiano. La MUC es una mucoproteína que tiene actividad antibacteriana y antiviral. La LYZ tiene algunos efectos antibióticos muy conocidos. La mayoría de estas proteínas fundamentales de la albúmina se sintetizan en las células de la glándula tubular del magnum. Los aminoácidos necesarios para la génesis de estas proteínas se transportan desde la circulación a través de la membrana epitelial hasta las células de la glándula mediante genes transportadores especiales; los portadores de solutos (SLC).

3.8.4. Regulación genética de la formación de la membrana de la cáscara de huevo

Las membranas de la cáscara de huevo son redes fibrosas dispuestas en capas externas e internas interconectadas con fibras que forman una malla fibrosa altamente reticulada. Esta malla proporciona los sitios de nucleación para el inicio de la mineralización de la cáscara de huevo. La interrupción en la formación y organización de estas fibras reticuladas puede afectar negativamente la resistencia de la cáscara del huevo. La expresión de varios genes y proteínas, cuando el huevo está en el istmo, es fundamental

para la formación de la membrana de la cáscara del huevo (MCH). Los colágenos son los componentes fibrosos fundamentales de la MCH.

La expresión de ácido ribonucleico mitocondrial (ARNm) de colágeno X (COL10A1) es mayor en el istmo de gallinas ponedoras. Las proteínas del colágeno X son homotrímeros de las cadenas α -1 secretadas por las células de la glándula tubular del istmo que proporcionan la integridad estructural a la ESM. Además de los colágenos, la formación de MCH depende de otras proteínas como fibrilina-1, proteína de membrana de cáscara de huevo rica en cisteína (CREMP), lisil oxidasas, quiescina Q6 sulfhidril oxidasa 1 (QSOX1) y tiorredoxina. La fibrilina-1 es una glicoproteína microfibrilar cuyo ARNm está sobreexpresado solo en el istmo.

La fibrilina-1 le da la naturaleza elástica a la MCH. La mayor parte de la cisteína en la MCH proviene de CREMP que se expresan más en el istmo. El CREMP también tiene algún efecto antibacteriano en el huevo. Las lisil oxidasas, por otro lado, son enzimas que se encuentran en la MCH que median en la formación de enlaces cruzados entre el colágeno y las proteínas fibrilares de la MCH. La proteína QSOX1 también media en la génesis de la MCH y regula la integridad de la MCH. La enzima tiorredoxina cataliza la formación de enlaces cruzados disulfuro entre proteínas fibrilares.

3.8.5. Regulación genética de la biomineralización de la cáscara de huevo

La cáscara de huevo de gallina, la capa calcificada más externa, es muy crítica para la seguridad de los huevos. Se ha explorado ampliamente el papel de varios genes y proteínas en la síntesis y mineralización de la cáscara del huevo. La mineralización de la cáscara de huevo se activa con la formación de nódulos de calcita en la membrana de la cascara del huevo (MCH) externa y continúa con la deposición y elongación de los cristales de carbonato de calcio.

El proceso de mineralización ocurre en un medio ácido en el líquido uterino de la matriz extracelular. Las proteínas de la matriz como las ovocleidinas, las ovocalicinas y la osteopontina tienen funciones bien establecidas en la organización de los cristales de calcita durante la calcificación de la cáscara de huevo. Otras proteínas localizadas del epitelio uterino, como calbindina, calcitonina, otopetrina y ATPasas, también tienen funciones cruciales en la regulación iónica a través del epitelio uterino para la mineralización del óvulo.

Para la formación de la cáscara del huevo, se requiere una gran cantidad de calcio que se suministra en parte a través de fuentes dietéticas y principalmente a través de los iones de calcio movilizados de los huesos medulares. Las proteínas transportadoras de iones, otopetrina-2 y ATPasa 2C2, ayudan activamente en la transferencia de los iones Ca^{2+} desde la circulación sanguínea hacia las células epiteliales uterinas. El calcio también se importa en el epitelio uterino de forma pasiva a través de los canales de iones de calcio. La ATPasa transportadora de calcio (ATP2C2) y el polipéptido β relacionado con la calcitonina (CALCB) desencadenan la liberación intracelular de iones Ca^{2+} de los depósitos de reserva de calcio, como el aparato de Golgi y el retículo endoplásmico.

3.9. Factores que afectan la puesta de las aves y calidad del huevo

Los factores que afectan la puesta de las aves están ligados desde la edad en que las gallinas ponen los primeros huevos (madurez sexual), puede controlarse con programas de luz y alimentación. El buen manejo de la recria será determinante para que el ave se desempeñe favorablemente durante la postura. La producción de pollas de mala calidad puede no manifestarse en aumentos de la tasa de mortalidad en el periodo de recria o en el de puesta, pero los resultados productivos serán menores, traduciéndose en menor cantidad y calidad de huevos. Las pollas deben llegar a la madurez sexual en condiciones físicas y fisiológicas apropiadas para lograr alta eficiencia productiva, si no disponen de una condición corporal óptima (peso aproximado 1200 gr), utilizarán sus reservas corporales afectando la postura (Sevilla, 2015).

Los factores que intervienen en la calidad del huevo son:

La genética, la edad, la muda, la nutrición, el ambiente y el estado sanitario del animal desempeñan un papel vital en la calidad del huevo. También el periodo después de la puesta, donde el tiempo y las condiciones de almacenamiento acaban de determinar la calidad interna.

La calidad también se ve afectada por los estadios de almacenaje, durante el almacenamiento pueden reducirse las pérdidas disminuyendo la temperatura a valores entre 0 y 10°C y con humedad relativa del 85-90%, esto en el sitio donde se almacena (Sevilla, 2015).

3.10. Principales indicadores de la calidad del huevo

Según Periago (s.f.), los indicadores de calidad y medición de huevos son los siguientes.

El peso

De acuerdo al Reglamento 1511/96 se establecen cuatro categorías para la comercialización de los huevos de categoría A, en función del peso que presenten:



Figura 5. Clasificación de huevos por categoría y pesos
Fuente: (Periago s.f.)

Índice morfológico

Los huevos de gallina doméstica exhiben una forma elíptica típica. Su forma es de especial interés para facilitar el envasado y transporte de los huevos. Los huevos muy largos están especialmente expuestos a daños mecánicos, mientras que los huevos esferoidales y muy gruesos ofrecen dificultad para ser introducidos en los envases preformados.

La forma del huevo se expresa calculando el índice morfológico:

Índices morfológicos = (anchura/longitud) x 100

Los huevos de gallina miden por término medio 4.2 cm de ancho y 5.7 cm de longitud por lo que le corresponde un índice morfológico de 74.



Figura 6. Índices morfológicos del huevo.

Fuente: (Periago s.f.)

3.11. Factores que afectan el rendimiento productivo de las ponedoras

Según Gallinas Ponedoras (2020), existen muchos factores que pueden afectar la producción de huevo de las gallinas ponedoras, como la nutrición, la luz del día y las enfermedades. Estos factores pueden determinar la cantidad y la calidad del huevo producido. Por lo tanto, es importante que el ciclo este muy bien administrado para garantizar la máxima producción y rentabilidad. Los factores generales que afectan la producción de huevos en aves son:

Alimentación y agua

Las gallinas ponedoras requieren acceso a una dieta completa y equilibrada que incluya energía, proteína y calcio. Es por esto que se recomienda preguntar por un alimento balanceado para gallinas ponedoras que aseguren la correcta nutrición de nuestras aves. Las aves en plena producción necesitan 16% de proteína, otros nutrientes como el sodio, calcio y vitamina D también son componentes claves para el crecimiento del pollo y el desarrollo del huevo.

Edad de la gallina

La producción de nuestras gallinas generalmente comienza en la semana 20 o 21. La producción continua por poco más de un año. El tamaño del huevo tiende a aumentar desde el comienzo de la puesta hasta el final del ciclo de producción del huevo. La producción de huevos puede alcanzar un pico del 90% en las primeras 8 semanas, y puede disminuir al 65% después de 12 meses de producción.

Iluminación diaria

La luz del día estimula el ciclo productivo de las gallinas ponedoras, aumenta la producción cuando se expone a más luz. Las gallinas suelen producir más huevos en los meses de primavera y verano debido a la mayor exposición a la luz solar durante todo el día. Los agricultores comerciales pueden sustituir la luz del sol con luz artificial durante los meses de invierno para aumentar la producción de huevos. Los aspectos a considerar cuando se usa iluminación artificial son los tipos de bombillos (potencia y temporizador).

Las enfermedades en los pollos puede ser un factor devastador no solo para la producción del huevo, sino también para la salud de todo el gallinero. Algunas de las enfermedades más comunes que afectan las gallinas ponedoras son la viruela, la coccidiosis y el coriza infeccioso.

Gallinas que se comen los huevos

La producción de huevos puede reducirse cuando los huevos son picados y comidos por las gallinas. Recolectar huevos muchas veces al día le ayudará a mantener huevos frescos. Si deja demasiados huevos en un NIDO podrían romperse y ensuciar los otros huevos.

A veces, los huevos se rompen accidentalmente y las gallinas se los come, eso no los convierte en comedores de huevos, pero si (las gallinas) rompen los huevos a propósito y se los comen, son comedores de huevos.

Vacunación y control de enfermedades

Las enfermedades en los pollos puede ser un factor devastador no solo para la producción del huevo, sino también para la salud de todo el gallinero, pueden causar una alta mortalidad en las aves, lo que puede reducir la producción de huevos. Directamente, algunas enfermedades y parásitos pueden reducir la capacidad del pollo para producir huevos. La vacunación es una forma de prevenir enfermedades en las aves de corral. Las vacunas se administran al pollo mediante inyección, ingesta de agua, gotas para los ojos y pulverización.

Algunas de las enfermedades más comunes que afectan las gallinas ponedoras son la viruela, la coccidiosis y el coriza infeccioso. Mantener siempre limpio el gallinero y sus alrededores elimina alrededor de un 90% de todas las enfermedades.

Raza

Algunas razas de gallinas naturalmente tienen más capacidad para producir más huevos que otras. Sin embargo, en la producción de huevos de aves de corral, el manejo adecuado y las prácticas de alimentación son más importantes para determinar la producción de huevos.

3.12. Principales indicadores productivos y de calidad del huevo

Itza, M. y Ciro, A. (2020), señalan que los parámetros de una producción se calculan con base a los datos del comportamiento productivo, ejemplo, la cantidad de huevo, peso corporal, huevos producidos por ave, porcentaje de producción, porcentaje de mortalidad, conversión alimenticia, entre otros, para el caso de las gallinas, se calculan desde uno o varios lotes de gallinas de la misma estirpe o línea genética. La información obtenida refleja el desarrollo del potencial genético del ave con relación a su línea, edad y sexo.

Cuando nos referimos a la etapa de crecimiento y levante, los parámetros productivos hacen principalmente referencia al desarrollo corporal de la pollita.

Entre los parámetros de importancia se encuentran:

- Aves inicio a aves que finalizan día (n)
- Mortalidad (día y acumulada) (%)
- Peso corporal (g)
- Longitud del pico (mm)
- Longitud del tarso (mm)
- Consumo alimento (g/a/d)
- Conversión de alimento (kg/kg)
- Uniformidad de la parvada (%)

Dichos parámetros son comparados con los objetivos de crianza de la línea genética y nos indican si los objetivos reales, es decir, aquellos calculados con base a los datos de la granja, se encuentran sobre, o por debajo del estándar.

Los parámetros de mayor uso en las granjas de postura son:

- Aves inicio y aves final día (n)
- Mortalidad (día y acumulada) (%)
- Peso del cuerpo (g)

- Postura (%)
- Promedio de peso del huevo (PH)
- Consumo alimento (g/a/d)
- Conversión de alimento (kg/kg)
- Masa de huevo (g)
- Mermas (%)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación geográfica del estudio

El estudio se desarrolló en la comarca Nimboja (Termino náhuatl que significa camino hacia el agua), municipio de Masatepe, departamento de Masaya, con coordenadas 11° 55' latitud Norte y 86° 9' longitud Oeste. Teniendo al municipio de Nindirí en su límite norte, El Rosario al sur, Nandasmo, Niquinohomo y la Laguna de Masaya al este, y al oeste los municipios de La Concepción, San Marcos y Jinotepe. (INETER, 2019). Con una extensión territorial de 59 km² y altitud de 435 msnm.



Figura 7. Geolocalización de la Unidad Productiva.

Fuente: Captura de la Granja Avícola Nimboja con Google Earth 2021

4.2 Condiciones agroecológicas

En el municipio de Masatepe según INETER, 2018, predomina un clima seco bien marcado con precipitaciones promedio de 1450 mm anuales, alcanzando sus mayores niveles entre los meses de septiembre y octubre, la humedad relativa de la zona es de 70% a 80%, temperaturas variantes durante el año de 20 C° a 31 C°, que en pocas ocasiones pueden descender de 18 C° o subir más de 33 C°.

La temporada de lluvia es caliente, opresiva y nublada y la temporada seca es muy caliente, bochornosa, ventosa y parcialmente nublada.

4.3 Tipo y duración del estudio

Se desarrolló un estudio investigativo – analítico, que consistió en la determinación de diferentes variables cuantitativas de orden productivo que permitieron derivar valores e índices de desempeño que definirán el comportamiento o performance de la línea de aves explotada en condiciones de explotación tradicional y la eficiencia del sistema de producción desarrollado en la granja.

La investigación abarcó un periodo de dos meses y medio, comprendiendo las semanas 43 a 53 de postura, durante los cuales se determinaron todas las mediciones y observaciones pertinentes al estudio, siendo una base para su análisis y determinación de indicadores e índices.

4.4 Características generales de la granja donde se realizó el estudio

4.4.1. Área total y distribución de la infraestructura

La granja Avícola Nimboja con una extensión de 2 manzanas, está ubicada en la comunidad del mismo nombre, a 1.5 Km de la carretera que lleva al municipio de Masatepe, dedicada desde hace nueve años a la explotación de gallinas ponedoras.

Cuadro 1. Estructura de la Granja Avícola Nimboja

Estructura	Nº	Características	Dimensiones
Galeras de producción.	9	Concreto, perlines, zinc, malla ciclón.	(55m x 9m)
Caseta de selección de huevos.	1	Concreto, perlines, zinc, malla ciclón.	
Bodega de huevos.	1	Concreto, perlines, zinc, malla ciclón.	3m x 5m
Bodegas para concentrados	1	Construcción de concreto solido	3m x 5m
Facilidades sanitarias	1	Construcción de concreto y zinc.	2mx2m

Fuente: Propia

4.4.2. Equipos y accesorios necesarios para el manejo y producción de las aves

Lo principales equipos y accesorio utilizados en la granja se pueden desglosar en función de su tipo, características y cantidad por aves, siendo estos por su relevancia y garantía de las facilidades de manejo de las aves los siguientes:

Cuadro 2. Equipos para las aves en explotación

Equipos	Tipo	Cantidad por galera
Nidos o cajas de puesta	Madera	22-24
Comederos	Tolva metálica	64
Tanque para agua	Plástico	1
Bebederos	Campana, plástico	40

Fuente: Propia

4.4.3. Tipos de líneas

La granja actualmente cuenta con 3 líneas de ponedoras las cuales se encuentran con un rango de edades entre 1, y 2 años, siendo dichas líneas:

- Dekalb White
- Isa Brown
- Lohmann Brown

De las cuales alrededor del 55% de la población total de gallinas en producción son de la línea Dekalb White, seguidas por la línea Lohmann Brown.

4.5 Plan de manejo general de las aves explotadas en la granja

4.5.1. Principales actividades cotidianas para el manejo de las aves en postura

Cuadro 3. Actividades de manejo

N°	Actividad	Frecuencias
1	Desinfección de Galera	En la salida de cada lote
2	Lavado y desinfección de comedero y bebedero	En la salida de cada lote
3	Limpieza de malla pabellones	1 vez por semana
4	Limpieza de tuberías	Una vez por semana
5	Remoción de cama	Dos veces por semana
6	Fumigación de cama	Una vez por semana
7	Embrozado	Cada ocho días
8	Suministro de Calcio	Cada ocho días
9	Recolección de huevo	Diario, en dos tiempos
10	Lavado de bebedero	Diario
11	Recolección de plumas	Cada quince días
12	Suministro de Alimento	Diario, una vez al día
13	Control de temperatura	Cada tres horas cuando son recibidas las pollitas

Fuente: Propia

4.5.2. Plan sanitario aplicado en la granja

Cuadro 4. Plan Sanitario

Nº	Actividad	Día	Vía de administración
1	Vacuna Marek	1	Subcutánea
2	Aplicación de desparasitante y vitamina	En las primeras dos semanas de vida, posteriormente cada dos semanas a las aves en postura	Oral
3	Vacunación 1er dosis de Newcastle lasota (Tipo b1 activa) + bronquitis + 1er Gumboro.	7	Ocular
4	1er Despique	7-10	
4	Vacunación 1er dosis de Newcastle lasota (Tipo b1 activa) + 2da Gumboro + viruela.	21	Ocular
5	Vacuna Micoplasma	35	Ocular
6	Vacunación 3era dosis de Newcastle lasota (Tipo b1 activa) + bronquitis + Newcastle oleosa.	45	Ocular e intramuscular
7	Vacunación 1era dosis de coriza infecciosa+ 2da viruela + 1era colera aviar	60	Intramuscular
8	2do Despique	79	
9	Vacunación 4ta dosis de Newcastle lasota (Tipo b1 activa) + bronquitis + Newcastle oleosa	90	Intramuscular
10	Vacunación 2da dosis de coriza infecciosa + 2da colera aviar	95	Intramuscular
11	Síndrome de caída de postura	126	Intramuscular
12	Vacunación, 5ta dosis de Newcastle lasota	139	Ocular

Fuente: Propia

Selección de aves que han terminado su producción: Se realiza una vez a la semana la selección de ave que terminan su ciclo productivo para que no siga consumiendo la misma

cantidad que las demás en producción, el cual esta gallina es saca y llevada a otro establecimiento.

El cierre de la a guja en las aves de postura nos indica que ya esta ave no se encuentra en producción actualmente, esto presenta síntomas como:

- Gallinas que se ubican solo arriba de las perchas
- Decoloración de la cresta y casposa
- Pierde el color y el brillo de su plumaje
- Gallina que solo pasa consumiendo

Pero a cambio estas aves se pueden identificar de tal manera:

- Se saca la gallina de la galera en la que se encuentra
- Se cuelgan de las patas
- Se ubican nuestro segundo y tercer dedo de la mano en la parte baja del ano
- Se sienten dos puntos bastante grandes y al mismo tiempo muy pronunciados
- Cuando se siente esto nos indica que el ave a terminado su ciclo productivo

Control de piojo o ácaros: A este control solo se pone en práctica cuando el huevo del ave baja de clasificación como por ejemplo que si en esa respectiva galera se producía más huevo grande y baja a huevo pequeño los trabajadores van a seleccionar unas 10 gallinas aproximadamente al lazar y empiezan a revisar su plumaje que si presentan piojos pequeños de color blanco o rosados. Hasta este momento se aplica cipermetrina con una bombada de mochila a cada galera.

4.6 Selección de las galeras, parvada y línea genética para el estudio

La idea del estudio se desarrolló sobre la base de la anuencia de los propietarios de la unidad de producción avícola, de autorizar la entrada, manipulación y registro de datos de sus parvadas. A lo que hay que agregar el beneplácito de los productores de suministrar cualquier información requerida para precisar los análisis y resultados del estudio.

Básicamente la granja cuenta con dos galeras con aves en producción, las cuales serían incluidas sin mediar ningún tipo de criterio, al ser estas las únicas con las que cuenta este sistema de producción avícola a pequeña escala. Y en ellas se tomarían para el estudio, un porcentaje de la población que componga la parvada correspondiente a la línea genética de aves, que, en el momento del inicio del mismo, se estén explotando bajo las

condiciones permisibles y convencionales, que soporta el nivel económico de estos pequeños productores avícolas.

4.7 Frecuencia de visitas para el registro de la información

Según lo autorizado por los propietarios de la granja el estudio podía tener una duración efectiva de dos meses y medio, por lo tanto se registró la información pertinente en el periodo comprendido entre las semanas 43 a 53, durante las cuales se realizaron dos visitas semanales que al finalizar el estudio sumaron un acumulado de 20 visitas totales, en las que se tomaron las medidas pertinentes a todas las variables a tener en cuenta, y cuya información fue complementada con la información colateral que se derivaron de los registros propios de la granja.

4.8 Registro de la información in situ de las parvadas

Durante cada una de las dos visitas semanales que se realizaron (inicio y final de semana) se registró en un formato elaborado para tal fin los elementos relacionados con:

4.8.1 Cantidad de aves con las que se inició en cada galera (Inicio de postura)

Para el registro de esta información, fue necesario recurrir a los cuadernos de anotación de la granja en los cuales se llevaba toda la información referida a la parvada y los acontecimientos relativos al desenvolvimiento de la misma o en su defecto se consultaba con el responsable del manejo de las aves y así conocer dicha cifra.

4.8.2 Número de aves con las que inicia cada semana

Cada semana durante duró el estudio, se registró la cantidad de gallinas con las que se inicia en cada galera. Este valor resultó de restarle a las aves que finalizan cada semana anterior, las aves muertas en dicha semana.

4.8.3 Peso de las aves por semana

En este caso se tomaron las recomendaciones realizadas por Quintana (2017), quien señala que se debe tomar el peso medio semanal por ave (PMSA) y por lo tanto se puede pesar del 5% al 10% del total de aves de las parvadas, cuando el número de aves es inferior a 10000. En nuestro caso por tanto tomamos el peso medio semanal del 5% de las aves alojadas por galera.

4.8.4 Número de aves muertas en la semana

Este registro de manera muy sencilla y puntual consistió en reflejar en el formato el número de aves muertas durante cada semana de estudio, debiendo consultar los registros de la granja o bien un cotejo verbal con el encargado del manejo de las parvadas.

4.8.5 Cantidad de alimento suministrado en kg/día

Como en la granja comúnmente este control se realiza de manera simple por la cantidad de quintales suministrados durante los diferentes días de la semana, únicamente fue necesario transformar los quintales a libras y libras a kg, para encontrar la cantidad de kg/día, al dividir dicha cantidad, entre el número de días de la semana.

$$\text{Kg/pienso/día} = \frac{\text{QQ de alimento} \times 100}{2.2}$$

4.8.6 Número de huevos producidos en la semana

Este cotejo se realizó revisando los registros de producción de la granja, cuantificando la cantidad de cajillas de huevo obtenidos durante los días de cada semana y multiplicando dicha cantidad por las 30 unidades con las que cuenta cada uno de estos depósitos y así conocer la cantidad total de huevos producidos por semana.

$$\text{Nº huevo/semana} = \text{Nº de Cajillas} \times 30$$

4.8.7 Número de huevos fisurados (con quebraduras por semana)

Aunque este registro es poco probable que sea de interés en esta granja, fue necesario coordinar esfuerzos con los encargados de recolección de huevos, para que nos contabilizaran diariamente este valor y así poder conocer el número real de huevos fisurados.

4.8.8 Peso de los huevos (kg) durante la última visita de cada semana

Este valor se registró durante la última visita de cada semana y se calculó dividiendo el peso de los kg de huevos producidos en ese día, entre el número de huevos sometidos a pesaje.

4.8.9 Medición del largo y grosor en la parte media del huevo durante la última visita de cada semana

Durante la última visita de cada semana, se realizaron las mediciones de largo y ancho de los huevos disponibles de las gallinas en estudio, para lo cual se utilizó un micrómetro o pie de rey que permitió determinar el ancho y largo de estos.

4.9 Variables a medir en las parvadas en estudio

4.9.1 Consumo de alimento ave día (cadi)

Para esta variable se tomó como base el registro de la cantidad de alimento en quintales, suministrado por semana en cada galera de postura, transformando dicho valor a libras y luego a kilogramos para proceder a calcular el promedio de consumo diario por semana. La cantidad de alimento en kilogramos se dividió entre el número de aves presentes por día, teniendo en cuenta el descuento numérico por aves muertas y así obtener un valor preciso de la cantidad de consumo/ave/día. En dicho cálculo se tuvo en cuenta la fórmula planteada por Itza y Ciro (2016), que se expresa como:

$$\text{Consumo (g/a/d)} = \frac{\text{Total de alimento ofrecido (kg) / 1000}}{\text{Existencia de aves}}$$

4.9.2 Índice de conversión (IC)

Una vez calculadas las variables relativas a la cantidad de alimento consumido y cantidad de huevos puestos por semana y promedios días, se procedió a calcular el índice de conversión, relacionando los valores de ambas variables y así obtener el valor de eficiencia del uso de alimento, expresado en niveles de producción de huevos. Ambos datos se derivaron de los procedimientos establecidos para la obtención de los valores utilizados para el cálculo de las dos variables anteriores y se utilizó la fórmula propuesta por Quintana (2017).

$$\text{I.C} = \frac{\text{Kg de alimento consumido por parvada (ponedoras)}}{\text{Kg de huevo producido por parvada}}$$

4.9.3 Eficiencia alimentaria (EAL)

La determinación de la eficiencia alimentaria, se realizó teniendo en cuenta los valores de alimento consumido por parvada, los valores obtenidos de los kilogramos de huevos producidos y la relación entre ambas cifras que denominamos en la fórmula anterior como índice de conversión. Posteriormente dividiremos mil kilogramos entre dicho índice y así

obtener la relación de los kilogramos de huevos producidos por tonelada de alimento suministrado.

$$EAL = \frac{1000}{I.C}$$

4.9.4 Porcentaje de mortalidad (pm)

La determinación de este índice, se realizó para cada semana de puesta y la acumulada en postura (de la semana 18 a la 90), siendo necesario para tal efecto los valores concernientes a los números de aves muertas y el número de aves al iniciar la postura y por cada semana de puesta. Itza y Ciro (2016), proponen para este cálculo las siguientes formulas.

$$\text{Mortalidad semanal (\%)} = \frac{\text{Aves muertas durante la semana} \times 100}{\text{Existencia al iniciar la semana}}$$

$$\text{Mortalidad acumulada (\%)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de aves muertas desde semana 18} \times 100}{\text{Aves totales al iniciar postura}}$$

4.9.5 Índice de viabilidad de la parvada (V)

Para calcular esta variable, será necesario conocer el número de gallinas que llegaron vivas al finalizar nuestro estudio y el número aves con las que inicio la parvada al romper postura. En esta determinación se utilizará la fórmula planteada por Quintana (2017).

$$V = \frac{A \times 100}{N}$$

Donde:

V = Índice de viabilidad de la parvada

A = Existencia actual de animales

N = Número de animales iniciales en semana 18 (Inicio de postura)

4.9.6 Producción ave/ día relativo (PAD)

Para desarrollar este cálculo fue necesario conocer el número de huevos que se obtuvieron en la postura de un día, y el número de gallinas en existencia en ese día, que debió corresponder con una de las dos visitas semanales que se realizó a la granja. Utilizando la fórmula indicada por Quintana (2017), el cálculo es:

$$\text{PAD} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de huevos productivos/día}}{\text{N}^\circ \text{ de gallinas en ese día}}$$

4.9.7 Índice de puesta (IP)

Para el cálculo de este índice fue necesario conocer el número de huevos producidos en cada semana, la población de gallinas que los pusieron y la cantidad de días transcurridos. Permitiéndonos conocer el estado productivo de las parvadas durante cada semana y el total de semanas en postura consideradas en el estudio; teniendo como base la cantidad de huevos por día y por gallina que se produzcan. La fórmula para dicho calculo utilizada fue la propuesta por Caravaca, et al (2003) que se refiere como.

$$\text{I. Puesta (\%)} = \frac{\text{Q} \times 100}{\text{N} \times \text{K}}$$

Donde:

Q = Número de huevos en el periodo

N = Número de gallinas

K = Número de días

Como ya señalamos, este índice se calculó para cada semana de postura y por el total de semanas que dure el estudio, logrando de esta manera tener una mejor valoración de los niveles de producción de cada parvada en la granja.

4.9.8 Índice morfológico del huevo

Una vez determinadas estas dimensiones, se procedió a obtener el índice morfológico, utilizando la fórmula propuesta por Quintana (1999), que se expresa de la siguiente manera:

$$\text{IMF} = (\text{Ancho del huevo} / \text{Largo}) * 100$$

4.10 Análisis estadístico de los datos

Toda la información de campo de interés referida a los aspectos productivos, poblacionales y de morfología del huevo fueron montados en una hoja de Excel, en donde se registraron en el orden de secuencia de las diferentes mediciones, según conveniencia para la facilidad de su análisis. Dicho análisis se desarrolló utilizando el Software Minitab® ver 18. 2017, permitiendo determinar las diferentes valoraciones estadísticas descriptivas y de análisis correlacional.

Los elementos a registrar en la base de datos fueron:

4.11 Procesamiento estadístico de la información

a. Análisis del comportamiento de las variables planteadas

Se determinó el comportamiento de las diferentes variables, por parvada, día y semana, siendo comparados en relación a los estadísticos de tendencia central, media, desviación estándar y coeficiente de variación, así como la distribución máxima y mínima de dichas variables.

b. Determinación de los índices productivos y morfológicos del huevo

Estas variables se procesaron a partir de los datos recolectados en la hoja de Excel en donde se crearon las fórmulas que permitieron obtener cada uno de estos indicadores de la eficiencia en la producción y calidad del huevo. En la creación de cada fórmula se utilizaron cada una de las planteadas en el acápite variables a medir en las parvadas en estudio.

c. Análisis de correlación entre las variables

Para la determinación de la correlación entre las variables, peso del huevo, peso del cuerpo, raza, intensidad de puesta y edad de las gallinas se utilizó el procedimiento propuesto por PEARSON, el cual señala que la correlación entre variables debe ser determinada dividiendo la covarianza de las variables comparadas, entre las desviaciones estándares de dichas variables, expresadas en la fórmula:

$$r_{xy} = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\sum(x - \mu_x)(y - \mu_y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

Dónde:

σ_{xy} = Covarianza de (X, Y)

σ_x = Desviación estándar de la variable X

σ_y = Desviación estándar de la variable Y

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Consumo de alimento diario

El consumo de alimento diario (COALDA), en las once semanas que duró el estudio (Cuadro 1), fluctuó entre 113.6 g y 115.1 g, presentándose diferencias por debajo del consumo establecido en las guías de manejo específico por semana para la crianza en piso de la empresa Solla.S.A (2017), entre las semanas 43 y 49 de postura con valores de 0.087g a 1.2g, y valores mínimos superiores entre las semanas 51 y 53 con 0.1 g/día.

Si todo lo anterior lo evaluamos en términos absolutos, considerando las once semanas de evaluación, la diferencia total entre el consumo real alcanzado por las aves y lo planteado en la guía de manejo sería mínimo de 13.3 g/ave (8841.7g - 8855g). Si estos valores encontrados los comparamos con los señalados en la guía de manejo de la empresa Lohmann Tierzucht (2019), estarían dentro del rango de 110 g a 120 g especificados para la crianza en jaulas.

Valores de consumo muy similares a nuestro estudio y en el mismo periodo, para gallinas Lohman Brown criadas en galeras de ambiente natural, fueron reportados por Tutkun et al. (2018) con valores de 118.6g a 113.4g y Singh et al. (2019) de 114.5g a 109 g, mientras que Usturoi et al. (2014) reporto mayores valores de 122.9g a 129.8g.

Cuadro 5. Valores de consumo de alimento por ave en g/día

Semana	Consumo g/ave/día Real	Consumo Teórico Guía	Diferencias Real vs Teórico	
			Condición de la diferencia	Gramos
43	113.6	115	-	1.4
44	114.8	115	-	0.2
45	114.8	115	-	0.2
46	114.9	115	-	0.1
47	114.9	115	-	0.1
48	114.9	115	-	0.1
49	114.9	115	-	0.1
50	115.0	115	=	0.0
51	115.1	115	+	0.1
52	115.1	115	+	0.1
53	115.1	115	+	0.1

Valores teóricos tomados de la guía de producción para aves Lohmann Brown alojadas en pisos de la empresa SOLLA, S.A. (2017).

Según el análisis de regresión existe una relación positiva entre la semana de puesta y el consumo, expresado en la ecuación:

$$\text{Consumo} = 111 + 0.0891 \text{ Semana}$$

Indicándonos que por cada semana de postura el consumo de alimento se incrementa en 0.0891 g, que según el análisis de varianza de la regresión resulta significativo. El coeficiente de determinación ajustado (R^2 , adj) alcanzó un valor de 43.3% que sería el porcentaje que el paso de las semanas logra explicar de las variaciones en el consumo. Por lo que un 56.7% de los cambios en la ingesta de alimento serán debidos a otros factores (variables no consideradas).

Según Gleaves (como se citó en Quishpe Sandoval, 2016), el consumo de alimento está regido por mecanismos que influyen en su control, tales como la regulación de la azúcar sanguínea, la magnitud de glucosa que llega al hígado posterior al consumo del pienso, la temperatura ambiental, equilibrio de aminoácidos en la dieta, así como la distensión y motilidad de los intestinos.

5.2 Peso vivo

El peso vivo alcanzo valores entre 1.9kg y 1.8kg, siguiendo una secuencia irregular que dista del comportamiento normal de ligeros incrementos por cada semana de puesta y presentando diferencias respecto a los valores teóricos tanto de la empresa SOLLA, S.A. (2017), para la crianza en piso, como con los de la empresa Lohmann Tierzucht (2019), para la crianza en jaulas en un rango de -0.053kg y -0.171kg correspondientes a las semanas 43 y 50 respectivamente.

Cuadro 6. Valores de peso vivo promedio por semana (n=100)

Semana	Peso vivo Calculado Kg	Peso vivo Teórico Guía kg	Diferencias Real vs Teórico	
			Condición de la diferencia	Numérica
43	1.9	1.953	-	0.053
44	1.8	1.955	-	0.155
45	1.8	1.958	-	0.158
46	1.8	1.960	-	0.160
47	1.8	1.963	-	0.163
48	1.8	1.965	-	0.165
49	1.8	1.968	-	0.168
50	1.8	1.971	-	0.171
51	1.9	1.973	-	0.073
52	1.9	1.975	-	0.075
53	1.9	1.978	-	0.078

Valores teóricos idénticos tomados de las guías de producción para aves Lohmann Brown alojadas en pisos de la empresa SOLLA, S.A. (2017), y de la empresa Lohmann Tierzucht (2019), para el sistema de crianza en jaulas.

Usturoi et al. (2014), para el mismo periodo reporto valores aproximados entre 1.862kg a 1.889kg, en tanto que Singh et al. (2019), encontró valores superiores de entre 1.945kg y 1.950kg.

El Análisis de regresión mostró una relación positiva entre el peso vivo y la semana de postura, reflejándose en la ecuación:

$$P_{\text{vivo}} = 1.53 + 0.00636 \text{ semana}$$

La ecuación anterior expresa que por cada semana de postura durante el periodo estudiado el peso vivo se incrementa en 0.00636kg, lo cual según el análisis de varianza de la regresión no es significativo. El coeficiente de determinación ajustado (R^2 , adj), alcanzó un valor de apenas 8.3%, que es la proporción que el paso de las semanas logra explicar de los incrementos que se producen en el peso vivo.

5.3 Índice de conversión

El índice de conversión (IC), alcanzó valores promedios semanales que fluctuaron entre 1.99 y 2.39 correspondientes a las semanas 43 y 51 respectivamente, encontrándose cuatro valores inferiores, uno igual y seis que superan a los señalados en las tablas de las guías de manejo de la empresa Solla S.A. Siendo las mayores diferencias reflejadas en las semanas 51 y 52 de 0.32 y 0.21 respectivamente.

Cuadro 7. Promedios semanales del índice de conversión

Semana	Índice de conversión Calculado	Índice de conversión Teórico Guía	Diferencias Real vs Teórico	
			Condición de la diferencia	Numérica
43	1.99	2.01	-	0.02
44	2.01	2.00	+	0.01
45	2.03	2.03	=	0.00
46	2.06	2.02	+	0.04
47	2.03	2.05	-	0.02
48	2.02	2.05	-	0.03
49	2.07	2.04	+	0.03
50	2.03	2.07	-	0.04
51	2.39	2.07	+	0.32
52	2.31	2.10	+	0.21
53	2.27	2.10	+	0.17

Valores teóricos tomados de la guía de producción para aves Lohmann Brown alojadas en pisos de la empresa SOLLA, S.A. (2017).

El comportamiento de las diferencias sería similares si las contrastáramos con los valores señalados en la guía de manejo de la empresa Lohmann Tierzucht (2019), en la que se fijan valores generales de conversión entre 2.0 y 2.1, para el sistema de crianza en jaulas. Tutkun et al. (2018), reporto conversiones para el mismo periodo estudiado de 2.37 a 2.33 y Singh et al. (2019) de 2.08 a 1.38, el primero con valores superiores a los de nuestras aves con excepción de la semana 51 y el segundo con su mayor cifra reportada por encima de los valores obtenidos entre las semanas 43 y 50 de nuestro estudio.

En el Cuadro 4, pueden observarse los resultados de la condición de la diferencia, en los cuales los valores negativos nos indicaran menor consumo de kg de alimento por Kg de huevos producidos y un efecto contrario correspondería a los valores positivos, de manera que nuestras aves estarían consumiendo relativamente mayor kg de alimentos por cada kg de huevos producidos.

El análisis de regresión reveló una relación positiva entre las semanas de edad y el índice de conversión reflejado en la fórmula:

$$\text{Ind.Conv} = 0.513 + 0.0333 \text{ Semana}$$

Cuya interpretación nos revela que hay un incremento de 0.0333 en el índice de conversión por cada semana que transcurre y que tal variación según el análisis de varianza de la regresión es significativa, logrando explicar el paso de las semanas en base

al valor del coeficiente de determinación ajustado (R^2 , adj), un importante 56.6% de las variaciones en el índice de conversión. De manera que un 43.4% de los cambios en los índices de conversión serían debidos a otros factores no considerados.

5.4 Eficiencia Alimentaria

La eficiencia alimentaria (Cuadro 5), alcanzó valores que fluctuaron entre 502.51 a 418.14 correspondientes a la semana 43 y 51 respectivamente, predominando los valores inferiores en relación a los teóricos, con diferencias negativas más marcadas de la semana 51 a la 53, con una única coincidencia total en la semana 45, y mayores conversiones que lo reflejado en la guía de la empresa Solla.S.A (2017), en cuatro de las once semanas de estudio.

Cuadro 8. Comportamiento por semana de la eficiencia alimentaria

Semana	Eficiencia alimentaria calculada	Eficiencia alimentaria Teórico Guía	Diferencias Real vs Teórico	
			Condición de la diferencia	Numérica
43	502.51	497.51	+	5.00
44	497.51	500.00	-	2.49
45	492.61	492.61	=	0.00
46	485.44	495.05	-	9.61
47	492.61	487.80	+	4.81
48	495.05	487.80	+	7.25
49	483.09	490.20	-	7.11
50	492.61	483.09	+	9.52
51	418.14	483.09	-	64.68
52	432.90	476.19	-	43.29
53	440.53	476.19	-	35.66

Valores teóricos tomados de la guía de producción para aves Lohmann Brown alojadas en pisos de la empresa SOLLA, S.A. (2017).

Si estos valores de eficiencia encontrados los comparamos con los señalados en la guía de manejo de la empresa Lohmann Tierzucht (2019), siete estarían dentro del el rango de 500 a 476.19 especificados para la crianza en jaulas. Tutkun et al. (2018), reportó menores valores de 421.9 a 429.18 y Singh et al. (2019), de 480.76 a 724.6, siendo este último valor reportado una excelente eficiencia por encima de nuestros valores y de los registros de las guías de manejo.

Si comparamos los promedios generales de eficiencia durante el periodo de estudio, nuestras aves con un valor medio de 475.73, estarían en desventaja frente a un 488.14 calculado para los valores teóricos de la guía de la empresa Solla. S.A (2017).

El análisis de regresión refleja una relación inversa entre la eficiencia alimentaria y el paso de las semanas de puesta, expresada en la ecuación:

$$\text{Efc.Alm} = 819 - 7.15 \text{ Semana}$$

Dicha expresión denota que por cada semana de postura la eficiencia alimentaria decrece en 7.15, lo cual según el análisis de varianza de la regresión es significativo. Y por otro lado en base al coeficiente de determinación ajustado (R^2 , adj), el paso de las semanas logra explicar un 58.7% de las variaciones encontradas en el nivel de eficiencia alimentaria. Por lo que solamente un 41.3% de los cambios en los valores de eficiencia, serían debidos a otros factores no considerados.

5.5 Valores de producción

Los valores de producción de huevo diario por ave presentaron fluctuaciones entre 0.930 y 0.830, los cuales de la semana 43 a la 50 fueron mayores tanto respecto a los valores teóricos de la guía de la empresa SOLLA, S.A. (2017), y de los 0.910 a 0.866 huevos ave día, establecidos para el sistema en jaulas por la empresa Lohmann Tierzucht (2019).

Valores inferiores de 0.7316 a 0.6796 huevos/ave/día, fueron reportados por Usturoi et al. (2014), en tanto que Tutkun et al. (2018) se aproximó a nuestros valores reportando un rango de 0.96 a 0.85 huevos/ave/día y Singh et al. (2019), encontró posturas de 0.884 a 0.764 huevos/ave/día, cuyo máximo valor se aproxima a los menores valores obtenidos por nuestras aves.

A través del análisis de regresión se encontró una relación inversa entre la producción diaria de huevos por ave y la semana de puesta que se expresó en la ecuación:

$$\text{N}^\circ \text{ huevos/ave/día} = 1.46 - 0.0115 \text{ Semana}$$

Tal expresión refleja que con el paso de las semanas la producción de huevos por ave/día se reduce en 0.0115, que según el análisis de varianza de la regresión es significativo. Logrando explicar el paso de las semanas, en base al valor del coeficiente de determinación ajustado (R^2 , adj), un importante 51.1% de las variaciones que se producen en el número de huevos/ave/día.

Cuadro 9. Comportamiento de la variable producción de huevo/ave/día

Semana	Producción/ huevo/ave/día calculada	Producción/ huevo/ave/día Teórico Guía	Diferencias Real vs Teórico	
			Condición de la diferencia	Numérica
43	0.930	0.908	+	0.022
44	0.939	0.904	+	0.035
45	0.939	0.898	+	0.041
46	0.940	0.893	+	0.047
47	0.940	0.888	+	0.052
48	0.940	0.883	+	0.057
49	0.940	0.877	+	0.063
50	0.941	0.872	+	0.069
51	0.830	0.867	-	0.037
52	0.830	0.861	-	0.031
53	0.830	0.856	-	0.026

Valores teóricos tomados de la guía de producción para aves Lohmann Brown alojadas en pisos de la empresa SOLLA, S.A. (2017).

5.6 Huevos totales producidos

El mayor valor de producción alcanzado fue de 19530 huevos, el cual se mantuvo de manera sostenida durante ocho de las once semanas analizadas, decreciendo a 17220 unidades durante las últimas tres semanas de estudio.

Usturoi et al. (2014), reporto valores entre 5121.09 huevos a 4756.87 huevos por cada 1000 aves entre las semanas 43 y 53 de postura, los cuales estarían por debajo de los valores obtenidos por nuestras aves que alcanzaron producciones entre 6510 y 5816 huevos por cada 1000 gallinas en el mismo periodo de puesta, que también superarían los 6200 y 5800 huevos que se obtendrían de los valores teóricos para el mismo periodo de la empresa SOLLA, S.A. (2017), y los 6400 a 6100 huevos para los sistemas en jaulas de la empresa Lohmann Tierzucht (2019).

El análisis regresión reflejó una relación negativa entre la cantidad de huevos puestos y la semana de edad, expresada en la ecuación:

$$\text{Tot.Hv.sem} = 30996 - 252 \text{ Semana}$$

Cuadro 10. Número de huevos por semana, totales, agrietados y vendibles

Semana De Postura	N° aves semana	Total Huevos Semana	N°/Hvos Fisurados semana	% Hvos Fisurados semana	N°/Hvos Vendibles Semana	% Hvos vendibles semana
43	3000	19530	91	0.47	19439	99.53
44	2969	19530	53	0.27	19477	99.73
45	2969	19530	56	0.29	19474	99.71
46	2968	19530	46	0.24	19484	99.76
47	2968	19530	32	0.16	19498	99.84
48	2967	19530	74	0.38	19456	99.62
49	2967	19530	46	0.24	19484	99.76
50	2964	19530	35	0.18	19495	99.82
51	2962	17220	74	0.43	17146	99.57
52	2962	17220	32	0.19	17188	99.81
53	2961	17220	18	0.10	17202	99.90

Según el análisis de varianza de la regresión, tal relación inversa es significativa, expresando que por cada semana de postura el número de huevos puestos desciende en 252 unidades. Siendo notorio como el coeficiente de determinación ajustado (R^2 , adj), alcanza un valor de 55.6%, con lo cual la mayor parte de las fluctuaciones en el total de huevos puestos serían atribuidos al paso de las semanas en postura y un inferior 44.4% atribuido a otras causas no consideradas en el análisis.

5.7 Huevos fisurados

En relación a los huevos fisurados (HVF), (cuadro 5), se encontraron valores que fluctuaron entre 0.10% y 0.47%, correspondientes a las semanas 43 y 53 de postura respectivamente. Coincidiendo nuestro menor valor con el reportado para el mismo periodo por Tutkun et al. (2018), quien señaló un rango entre 0.10% a 0.85%, en tanto que mayores valores de huevos quebrados fueron reportados por Ahammed et al (2014) con porcentajes que estuvieron entre 1.3% y 1.7 %, señalando este último autor la importancia de las características de la cáscara en grosor y resistencia sobre el porcentaje de huevos rotos, lo cuales se descartan y provocan pérdidas económicas en las granjas.

Al respecto Martínez (2020) señala como factores influyentes en la calidad y resistencia de la cáscara, la genética, metabolismo mineral, sanidad y temperatura. Agregando Mazzuco & Bertechini, (2014) factores como calidad e inocuidad de la dieta, el entorno del alojamiento, la edad; y después de la oviposición, la manipulación del huevo durante la recolección, clasificación, empaque y transporte.

Si tenemos en cuenta que el porcentaje de huevos rotos debe ser inferior al 5% (Quintana, 2017), un 4% equivaldría a 0.22 huevos por ave/semana para una postura de 345 huevos en el sistema de piso, señalado por la empresa SOLLA S.A (2017) hasta la semana 80 y de 0.24 huevos por ave/semana para una postura 360 huevos en el sistema en jaulas señalado para el mismo periodo por la empresa Lohmann Tierzucht (2019). Ambos valores teóricos estarían por encima de las obtenidas aves en estudio que fluctuó de 0.030 a 0.006 huevos fracturados por ave semana.

En el análisis de regresión de huevos rotos por semana, se encontró una relación negativa que se expresó en la fórmula:

$$\text{N}^{\circ} \text{ hvs. rotos} = 1.05 - 0.0163 \text{ Semana}$$

De lo que se deduce que por cada semana de postura el porcentaje de huevos rotos disminuye en 0.0163%, lo cual según el análisis de varianza de la regresión no es significativo. El coeficiente de determinación ajustado (R^2 , adj), alcanzó un valor de 12.8%, que sería únicamente el nivel de explicación que el paso de las semanas tiene, sobre las fluctuaciones en el número de huevos fisurados.

5.8 Número de huevos vendibles

La cantidad de huevos vendibles (HV), se determinó por la relación entre el número total de huevos puestos y total de huevos rotos por cien, de manera que en el caso de nuestras aves como se refleja en el cuadro 5, esta proporción fluctuó entre 99.90% y 99.53% correspondiendo a las semanas de puesta 53 y 43 respectivamente. Ahammed et al (2014), reporto valores inferiores en el mismo periodo de 98.24%, en tanto que Tutkun et al. (2018), señaló en su estudio proporciones de huevos vendibles entre 99.9% y 99.15%.

La regresión entre huevos vendibles y la semana de postura reflejo una relación positiva que se expresó en la fórmula:

$$\text{N}^{\circ} \text{ .hv. vendi} = 99.0 + 0.0163 \text{ Semana}$$

Dicha fórmula expresa que por cada semana de postura el porcentaje de huevos vendibles se incrementa en 0.0163%, pero que según el análisis de varianza de la regresión no es significativo. En tanto que el coeficiente de determinación ajustado (R^2 , adj), reflejó que el paso de las semanas de puesta explicaría un incipiente 12.8% de las variaciones encontradas en el porcentaje de huevos vendibles.

5.9 Peso del huevo

El peso del huevo por semana de puesta fluctuó entre los 61.4g y 57.9 g correspondientes a las semanas 43 y 51 respectivamente, sin tener un crecimiento gradual progresivo por semana, como sucede con los valores teóricos propuestos por la empresa SOLLA, S.A. (2017) que pueden observarse en el cuadro 6. Siendo los pesos de los huevos puestos por las aves en estudio de comportamiento irregular al avanzar la edad de puesta. Tutkun et al. (2018), en el mismo periodo encontró valores de peso del huevo entre 64.9g y 65.4g, en tanto que Singh et al. (2019), señaló pesos de huevo entre 61 y 60.8g, Ahammed et al. (2014), refirió un único valor promedio para esas edades de 62.1 g.

De manera que tanto los valores de la guía de manejo como los encontrados por los autores señalados superan a los pesos de huevos puestos por nuestras aves. Según la empresa Lohmann Tierzucht (2019), el peso del huevo a lo largo de la vida productiva de la gallina, dependerá del peso corporal o estructura esquelética que logremos con la alimentación durante el crecimiento, el estímulo del consumo durante la puesta y el nivel de metionina, grasa y ácido linoleico en la dieta.

Cuadro 11. Valores de peso del huevo por semana

Semana	Peso del huevo Calculado (g)	Valor teórico Peso del huevo (g)	Diferencias Real vs Teórico	
			Condición de la diferencia	Numérica
43	61.4	64.6	-	3.2
44	60.8	64.8	-	4.0
45	60.2	65.0	-	4.8
46	59.2	65.2	-	6.0
47	60.1	65.4	-	5.3
48	60.5	65.6	-	5.1
49	59.1	65.8	-	6.7
50	60.1	65.9	-	5.8
51	57.9	66.0	-	8.1
52	60.0	66.1	-	6.1
53	60.9	66.2	-	5.3

Valores teóricos tomados de la guía de producción para aves Lohmann Brown alojadas en pisos de la empresa SOLLA, S.A. (2017), los cuales difieren en 0.1g de los pesos establecidos para el sistema en jaulas por la empresa Lohmann Tierzucht (2019).

En el análisis de regresión del peso del huevo por semana se encontró una relación inversa lo cual se expresa en la fórmula:

$$\text{Peso/hvo} = 65.2 - 0.107 \text{ Semana}$$

Lo cual, nos expresa que por cada semana de puesta el valor del peso del huevo decrece en 0.107g, pero que sin embargo según el análisis de varianza de la regresión no es significativo. Alcanzando el valor del coeficiente de determinación ajustado (R^2 , adj), un valor que de 3.6%, que sería la única proporción de los cambios en el peso del huevo que podría ser explicando por el paso de las semanas.

Existiendo un importante 96.4% de las variaciones en los pesos de los huevos que estarían atribuidos a otras causas no consideradas en el análisis. Tales resultados de la regresión son totalmente contrarios al comportamiento normal del peso del huevo en las Lohmann Brown establecidos en las guías, puesto que si a estos valores les calculamos el valor de regresión se obtendría una relación positiva y significativa, con incrementos de 0.164g por semana de postura transcurrida. Con un nivel de explicación de 97.7% de los cambios ocurridos en el peso del huevo por el paso de las semanas.

5.10 Medidas del huevo e índice de forma

El diámetro transversal o ancho del huevo alcanzó valores con diferencias mínimas, entre 4.1cm y 4.4cm y de la misma manera el diámetro longitudinal o largo del huevo fluctuó entre 5.1cm y 5.5cm, siendo más estables las medidas del ancho que el largo del huevo.

El índice de forma fluctuó entre 82.69 y 74.55, sin seguir una escala secuencial de disminución o aumento, presentándose el mayor valor en la semana 44 y el menor en la semana 51. Tutkun et al. (2018), para el mismo periodo estudiado, reportó valores entre 76.1 a 76.2, en tanto que Ahammed et al. (2014), señaló un único valor de 77.39, por lo que los valores de ambos autores serían intermedios entre los índices determinados en nuestro estudio. Según Navarro (2000), valores con Índice morfológico mayor de 76% se consideran huevos redondos o globosos y menores de 76%, huevos alargados.

Cuadro 12. Diámetros longitudinal, transversal e índice de forma del huevo

Semana de Postura	Diámetro transversal (cm)	Diámetro longitudinal (cm)	Índice de forma
43	4.3	5.3	79.63
44	4.3	5.4	82.69
45	4.2	5.2	80.77
46	4.0	5.2	75.47
47	4.1	5.3	80.39
48	4.4	5.1	80.00
49	4.1	5.5	77.36
50	4.1	5.3	77.36
51	4.1	5.3	74.55
52	4.1	5.5	75.93
53	4.1	5.4	75.93

En el análisis de regresión se determinó una relación inversa entre el índice de forma y la semana de puesta que se expresó a través de la fórmula:

$$\text{Ind.form} = 106 - 0.577 \text{ semana}$$

Tal expresión lineal revela que por cada semana de puesta el índice de forma decrece en 0.577, que según el análisis de varianza de la regresión es significativo. El coeficiente de determinación ajustado (R^2 , adj), reveló un valor de 47.5% que sería el porcentaje que el paso de las semanas logra explicar de las variaciones en los valores de los índices de forma.

Según, Scholtyssek (como se citó en Navarro, 2000), los huevos son normalmente de forma elíptica, la cual se cuantifica en el índice de forma o morfológico, cuyo promedio general es de 74%. Que para huevos destinados a la incubación resultaría en un valor óptimo por generar mayor porcentaje de viabilidad, agregando que su forma facilita el embalaje y traslado. Solomon (citado por Navarro, 2000), señala que las grandes fluctuaciones en la forma del huevo se logran reducir con una intensa selección genética en los parámetros, tamaño, uniformidad de forma y color del huevo, agregando que la edad con la que inician la postura afectará directamente el calibre del huevo durante todo el período de la puesta.

5.11 Índice de puesta

En el índice de puesta, alcanzó valores que fluctuaron entre 94.13 y 83.05, superando en las primeras ocho semanas a los valores teóricos para el sistema en pisos de la empresa

SOLLA, S.A. (2017) y a los de la empresa, Lohmann Tierzucht (2019), para el sistema en jaulas de la semana 44 a la 50.

Por otro lado, la primera empresa referida señala que el pic de producción en esta línea debe alcanzarse en la semana 29 con un índice de 94.4%, en tanto que la segunda lo sitúa entre las semanas 31 y 33 con un índice de 95.3%, de manera que nuestras aves hasta la semana 50 estarían próximas al máximo índice referido para esta línea en el sistema en piso, sin conocer realmente en que semana dichas aves alcanzarían su pico de producción y la magnitud del mismo.

Cuadro 13. Valores del índice de puesta entre semanas 43 y 53 de postura

Semana de Postura	Índ. puesta Emp.Solla Sist.piso	Índ. puesta Emp. Lohmann Sist.Jaulas	Nº de aves Semana	Total Huevos Semana	Índice de Puesta %
43	90.8	93,2	3000	19530	93.00
44	90.4	92,9	2969	19530	93.97
45	89.8	92,6	2969	19530	93.97
46	89.3	92,3	2968	19530	94.00
47	88.8	91,9	2968	19530	94.00
48	88.3	91,6	2967	19530	94.03
49	87.7	91,3	2967	19530	94.03
50	87.2	90,9	2964	19530	94.13
51	86.7	90,5	2962	17220	83.05
52	86.1	90.0	2962	17220	83.05
53	85.6	89.6	2961	17220	83.08

Valores teóricos tomados de la guía de producción para aves Lohmann Brown alojadas en pisos de la empresa SOLLA, S.A. (2017), y de la guía de manejo para sistema en jaulas de la empresa Lohmann Tierzucht (2019).

Quintana (2017), señala que las aves inician poniendo a las 19 o 20 semanas de edad, alcanzando el pico de producción entre las 28 y 31 semanas, declinando luego en una magnitud de 0.5% semanal y por lo cual al final de la postura este alcanzara valores de 60% a 65% aproximadamente.

Valores inferiores a los nuestros fueron reportados para el mismo periodo estudiado por Usturoi et al. (2014), quien señaló índices de 73.16% a 67.96%, y Singh et al. (2019), de 88.4% a 76.4%, en tanto que Tutkun et al. (2018), refiere mayores valores de 95.75% a 85.3%.

El análisis de regresión reflejar una relación inversa entre este índice y la semana de postura que se reflejó en la ecuación:

$$\text{Ind.Puesta} = 146 - 1.14 \text{ Semana}$$

Según esta ecuación con el paso de las semanas, el índice de puesta se reduce en 1.14%, lo cual según el análisis de varianza de la regresión es significativo, reflejándose un coeficiente de determinación ajustado (R^2 , adj), de 51.1% que expresa un importante nivel de explicación del paso de las semanas sobre los cambios observados en el índice de postura.

5.12 Porcentaje de mortalidad

Durante el estudio no se presentó una frecuencia constante de pérdidas en el stock de aves, alcanzando el mayor porcentaje en la semana 43 de postura con un 1.033%, sin existir mortalidad durante cinco semanas y con un valor más frecuente de 0.034% durante las semanas 46, 48 y 53 de puesta, alcanzando un acumulado de 1.303% durante las once semanas registradas.

Si tenemos en cuenta lo referido por Quintana (2017), quien señala que la mortalidad en la etapa de producción no debe ser mayor del 0.5% mensual, esto equivaldría a 0.125% semanal, de manera que únicamente la mortalidad durante la semana 43 superaría dicho valor, estando todos los demás valores por debajo de dicha proporción e indicaría un mayor nivel de eficiencia en el manejo de las aves. Por otro lado, si la proporción de mortalidad acumulada la dividimos entre los 2.75 meses que duro el estudio, nos daría un 0.47% de pérdidas en aves por mes, que también estaría por debajo del 0.5% permisible.

Cuadro 14. Comportamiento de las pérdidas de aves en el periodo estudiado

Semana	N° aves por semana		% Mortalidad	% Mortalidad Acumulada
	Inicio	Final		
43	3000	3000	0	0
44	3000	2969	1.033	1.033
45	2969	2969	0	1.033
46	2969	2968	0.034	1.067
47	2968	2968	0	1.067
48	2968	2967	0.034	1.101
49	2967	2967	0	1.101
50	2967	2964	0.101	1.202
51	2964	2962	0.067	1.269
52	2962	2962	0	1.269
53	2962	2961	0.034	1.303

Usturoi et al. (2014), en el mismo periodo reportó valores de mortalidad ligeramente superiores de 0.21% a 0.07% y Singh et al. (2019), señala un promedio mensual de 1.67% equivalente a 0.42% semanal, que estaría por encima de los valores de nuestro estudio,

con excepción del porcentaje de aves pérdidas durante la semana 44. Ahammed et al. (2014), encontró para el mismo periodo una proporción del 1.8% que estaría por encima del 1.303% acumulado de nuestro estudio.

5.13 Viabilidad

En relación a la viabilidad durante las once semanas estudiadas alcanzó un 98.7% (2961/3000), el cual sería similar al 98.49% encontrado por Usturoi et al. (2014), y el 98.33% encontrado por Singh et al. (2019), para el mismo periodo de semanas, y estaría por encima del rango teórico de 92% a 94%, señalado por la empresa Lohmann Tierzucht (2019), para todo el periodo de postura.

5.14 Relación del peso vivo con variables productivas

En el análisis de correlación, se encontró que el peso vivo únicamente tiene una correlación positiva baja no significativa con el peso del huevo, reflejándose correlaciones negativas altas y significativas con el número de huevos puestos y el índice depuesta. Tales resultados siguen una tendencia normal acorde con la fisiología productiva de estas aves ya que, si observamos las tablas de las guías de manejo de la empresa, SOLLA, S.A. (2017) y Lohmann Tierzucht (2019), es notorio como a medida que avanza la edad, se incrementa de manera gradual el peso vivo de las aves, junto al peso del huevo y de la misma manera el número de huevos va disminuyendo y con ello el índice de puesta o número de huevos puestos por periodo de tiempo.

Cuadro 15. Correlación entre peso vivo y variables productivas

Variables	Nº huevos	Peso huevo	Ind. puesta
Peso vivo	-0.810	0.026	-0.843
<0.05	0.003	0.940	0.001

VI. CONCLUSIONES

1. El consumo diario de alimento por ave, no tuvo grandes diferencias respecto a los valores teóricos de las guías para la crianza en piso y se mantuvieron dentro del rango señalado para la crianza en jaulas, con una tendencia a la homogeneidad con el paso de las semanas de puesta, de manera que pueden considerarse como valores típicos de consumo.
2. En términos generales el peso vivo estuvo muy aproximado a los valores estándares señalados en las guías de manejo. Sin embargo, no siguió una tendencia de incremento gradual típico del comportamiento fisiológico de estas líneas.
3. Los valores de conversión presentan muy pocas diferencias con los valores teóricos de las guías, con una ligera tendencia hacia mayor consumo de alimento por kg de huevos producidos.
3. La eficiencia alimentaria promedio de nuestras aves fue inferior al valor promedio obtenido de los valores semanales establecidos en las guías de manejo.
4. La producción de huevo/ave/día, sigue una tendencia biológica normal de decrecimiento según la semana de postura y fue ligeramente superior que los valores teóricos establecidos para la línea.
5. La producción total de huevo por semana de estas aves es mayor que los valores teóricos de las guías, tanto para el sistema en piso en galeras, como también del sistema en jaulas, con una producción alta sostenida de mucha persistencia en el periodo estudiado.
6. El manejo de la puesta y recolección del huevo es eficiente ya que existe un mínimo porcentaje de huevos rotos, con una tendencia a la reducción a mayor edad de las aves y una alta proporción de huevos vendibles que de manera contraria tiende a incrementarse con la edad.
7. Los huevos puestos por las gallinas estudiadas son medianos debido a su peso, y resultaron inferiores a los valores de las guías, además de no seguir un comportamiento de incremento gradual con el paso de las semanas, lo cual es atípico, al igual que la relación inversa mostrada en la regresión.

8. El índice de forma estuvo por encima del rango general establecido y de los valores reportados por otros autores para el mismo periodo. Siendo más estables los valores de ancho que de largo del huevo y con una mayor tendencia a la forma redondeada.
9. En términos medios el índice de puesta de estas aves, durante el periodo estudiado, supero a los valores teóricos de las guías para el sistema en piso y para el sistema en jaulas.
10. Las pérdidas en el stock de aves no siguió una frecuencia continua, alcanzando un porcentaje de mortalidad ligeramente inferior al valor concebido como aceptable y por tanto puede asumirse como óptimo para el periodo estudiado.
12. La viabilidad superó los valores teóricos considerados adecuados para el periodo de postura en el manual de manejo establecido para la línea de gallinas estudiadas en el sistema de jaulas, siendo probable que la diferencia este influenciada por el sistema de alojamiento.
13. La correlación entre el peso vivo y las variables, peso del huevo, número de huevos e índice de puesta siguieron una relación de comportamiento normal y en concordancia con la fisiología productiva establecida para estas líneas especializadas.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio de ciclo completo con esta línea para poder determinar el comportamiento preciso en sus diferentes fases (crianza y postura) que permita conocer de manera más exhaustiva todos los indicadores que determinaran su comportamiento eficiente en los sistemas alternativos de producción.
2. Montar ensayos comparativos del comportamiento de esta línea en los diferentes sistemas de crianza posible, de manera que se pueda definir de manera precisa la versatilidad de la misma, su adaptación y comportamiento productivo en las diferentes condiciones de alojamiento y manejo. Determinando de manera importante el efecto que el sistema de alojamiento pudiese tener sobre el comportamiento de las variables productivas.
3. Realizar estudios comparativos de las diferentes líneas de aves ponedoras explotadas en el país para determinar su performance en las condiciones de manejo de los sistemas alternativos de producción, discriminando las más eficientes en tales sistemas.

VIII. LITERATURA CITADA

- Angulo, E. (2009). Fisiología aviar. Lleida, Esp.: Editorial Universitat de Lleida. EDITORIAL EVEREST S.A. <https://www.amazon.es/Fisiología-aviar-Eduardo-Angulo-Asensio/dp/B011MLHBUM>
- Anonymous. (2014). Raza de gallina: catalana de prat origen y características generales. <http://galliniando.blogspot.com/2014/07/razas-de-gallina-catalana-de-prat.html>
- Asociación Latinoamericana de Avicultura. (2020). El “top 10” de productores de huevo de Latinoamérica. <https://www.avicolatina.com/en/2014-01-28-14-10-31/oti/avicultura-en-la-prensa-especializada/377-el-top-10-de-productores-de-huevo-de-latinoamerica>
- Asociación Nacional de Avicultores y Productores de Alimentos. (2019). Informe anual de la producción avícola nacional. Avicolatina. <https://www.avicolatina.com/layout/organigrama/asociados?start=4>
- Avicultura. (s.f). DSM reedita su guía de pigmentación de yema del huevo y el abanico colorimétrico DSM YOLKFAN. <https://avicultura.com/dsm-reedita-su-guia-de-pigmentacion-de-yema-del-huevo-y-el-abanico-colorimetrico-dsm-yolkfan/>
- Avilez Avilez, N. R., Araúz Rocha, K. S., y Acuña Cruz, D. B. (2016). Análisis de la variabilidad económica para el mejoramiento del crecimiento empresarial de la granja avícola Las Delicias del municipio de San Nicolas, durante el periodo 2015 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Archivo digital. <https://repositorio.unan.edu.ni/1978/1/17334.pdf>
- Avipecuaria. (2020). Los beneficios de las jaulas en batería para gallinas ponedoras. Actividadavipecuaria. <https://actualidadavipecuaria.com/los-beneficios-de-las-jaulas-en-bateria-para-gallinas-ponedoras/>
- Birendra, M., Sah, N. and Wasti, S. (2019). Genetic and Hormonal Regulation of Egg Formation in the Oviduct of Laying Hens. DOI: 10.5772/intechopen.85011. https://www.researchgate.net/publication/334895754_Genetic_and_Hormonal_Regulation_of_Egg_Formation_in_the_Oviduct_of_Laying_Hens
- Bonilla, C. (2019, 28 de mayo). Retos nutricionales en sistemas de producción de huevo para plato libre de jaula. Retos nutricionales en sistemas de producción de huevo para plato libre de jaula (avicultura.mx). <https://www.avicultura.mx/destacado/Retos-nutricionales-en-sistemas-de-produccion-de-huevo-para-plato-libre-de-jaula>
- Caravaca, P., Castel, J., Guzmán, J., Delgado, M., Mena., Alcalde, M. y González, P. (2003). Bases de la producción animal. España: Universidad de Sevilla. (1a. ed. 2003. 1a. Reimp. 2005). https://books.google.com.ni/books/about/Bases-de-la-producci%C3%B3n_animal.html?hl=es&idYQxTev1GqkC&redir_esc=y
- Castellanos, F. (2010). Aves de corral. México: Trillas (3er edición). https://www.elsotano.com/libro/aves-de-corral_10517790

- Cría de aves (s.f). Cría de aves.com Lohmann Brown. <https://criadeaves.com/gallinas-ponedoras/lohmann-brown/#:~:text=%20Algunas%20de%20las%20caracter%C3%ADsticas%20de%20la%20Lohmann,adaptan%20r%C3%A1pidamente%20a%20cualquier%20tipo%20de...%20More>
- Cría de aves. (s.f). Gallina Plymouth Rock. <https://criadeaves.com/gallinas-ponedoras/gallina-plymouth-rock/>
- Cuéllar Sáenz, J. A. (2021). Sistemas de producción avícola y alojamiento en gallinas ponedoras. *Veterinaria digital*. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/sistemas-de-produccion-avicola-y-alojamiento-en-gallinas-ponedoras/>
- Dekalb White. (s.f). Dekalb white. <https://www.dekalb-poultry.com/es/products-es/dekalb-whitees/#:~:text=La%20Dekalb%20White%20es%20eficiente,%20d%C3%B3cil%20y%20capaz,Dekalb%20White%20es%20ideal%20para%20esta%20evoluci%C3%B3n%20continua.>
- Editorial Trillas. (2001). Aves de corral: Área producción animal (2nd ed.). Editorial Trillas. https://etrillas.mx/libro/aves-de-corrall_723
- Estrada, M. y Restrepo, L. (2015). Caracterización de parámetros productivos para líneas genéticas de ponedoras, ubicadas en zona de trópico alto. *Revista Lasallista de Investigación*, 12 (1), 46-57. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6090299>
- Falcón, A. R. (2010). Como obtener un levante optimo en ponedoras comerciales. <http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos>.
- FAO. (2005). Folletos sobre Producción Diversificada de la FAO: Dirección de Sistemas de Apoyo a la Agricultura. https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/7/12960703543260/folleto_diversificacion3.pdf
- FAO. (2010). La Situación de los Recursos Zoogenéticos Mundiales para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/publications/card/en/c/1b5aaa26-cf58-44a9-83f7-8998d117fb70/>
- FAO. (2013). Revisión del desarrollo avícola. Roma. Italia. ISBN 978-92-5-308067-0. <https://www.fao.org/publications/card/es/c/fe3b6616-08d5-5f6f-a07a-3b93828323d0/>
- FAO. (2019). Producción y productos avícolas: Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. www.fao.org/poultry-production-products/products-and-processing/es/
- Gallina Castellana Negra. (2021). Morfología externa gallina. Gallina Castellana Negra. <https://www.tri-tro.com/anatomia-de-la-gallina/morfologia-externa-gallina/#:~:text=Las%20gallinas%20presentan%20un%20cuerpo,del%20dorso%20con%20la%20cola.>

- Gallina ponedora. (s.f). New Hampshire. <https://www.gallinaponedora.com/new-hampshire/>
- Gallina ponedora. (s.f). Orpington. <https://www.gallinaponedora.com/orpington/>
- Gallina ponedora. (s.f). Rhode Island Red. <https://www.gallinaponedora.com/rhode-island-red/>
- Gallina ponedora. (s.f). Yokohama. <https://www.gallinaponedora.com/yokohama/>
- Gallinas el extremeño. (s.f). Estándar de perfección de la raza Leghorn. <https://gallinaselextremeño.jimdofree.com/otros-enlaces/patr%C3%B3n-morfol%C3%B3gico/leghorn/>
- Gallinas Ponedoras. (2020, 03 de enero). Factores importantes que afectan la producción de huevos en gallinas ponedoras. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/factores-que-disminuyen-la-produccion-de-huevos/>
- García, R., Berrocal, J., Moreno, L. y Ferrón, G. (2009). Producción Ecológica de Gallinas Ponedoras. Edita Junta de Andalucía Consejería de Agricultura y Pesca. https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/GALLINAS%20PONEDORAS_CUBIERTA%20E%20INTERIOR.pdf
- Gómez Márquez, H. R. (2015). Sistema productivo avícola, caso de estudio: “Granjeros Guaycura A.C.”. [Tesis de Maestría, Tecnológico Nacional de México]. Archivo digital. <http://posgrado.lapaz.tecnm.mx/uploads/archivos/55f8bd9e89291.pdf>
- Guevara, A. (2013). Presentaciones gallinas ponedoras. Slideshare. <https://es.slideshare.net/alanguelvara9461/presentacion-gallinas-ponedoras>
- Hernández, A. y Ruiz, M. (2010). Tratado de Nutrición: Tomo II Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos. Madrid: Editorial Medica Panamericana. (2da edición). <https://www.casadellibro.com/libro-tratado-de-nutricion-t-ii-composicion-y-calidad-nutritiva-de-los-alimentos-2-ed-rustica/9788498353471/1769365>
- Hernández, B. (2001). Manuales para educación agropecuaria, Aves de corral, área producción animal. Editorial Trillas. https://etrillas.mx/libro/aves-de-corrall_723
- INATEC. (2008 de enero). Manejo eficiente de las gallinas de patio. <https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/1/12907183976790/cb-4.pdf>
- Industria Avícola (2019). Fuerte crecimiento de la avicultura latinoamericana en 2019. <https://www.industriaavicola.net/empresas-lideres/que-paises-de-latinoamerica-dominan-la-produccion-avicola/>
- Industria Avícola. (2013). Nicaragua: la avicultura es pilar de la seguridad alimentaria. <https://www.industriaavicola.net/mercados-y-negocios/nicaragua-la-avicultura-es-pilar-de-la-seguridad-alimentaria/>

- Instituto de Estudios del Huevo. (2007, diciembre). Manejo del huevo y los ovoproductos en la cocina. Madrid, España: 1era Edición. <http://institutohuevo.com/wp-content/uploads/2017/07/Manejo-del-huevo-y-los-ovoproductos-en-la-cocina.pdf>
- INTA (2012). Guía técnica para la producción de huevos en sistemas de gallinas ponedoras. Managua. Nicaragua. <https://inta.gob.ni/project/produccion-de-huevo-en-sistemas-de-gallinas-ponedoras/>
- INTA. (s.f). Producción de huevo en sistemas de gallinas ponedoras. Guía técnica para la producción huevos en sistemas de gallinas ponedoras. <https://inta.gob.ni/project/produccion-de-huevo-en-sistemas-de-gallinas-ponedoras/#:~:text=2.2%20Manejo%20de%20la%20gallina%20ponedora&text=Las%20actividades%20diarias%20en%20esta,la%20tercera%20por%20la%20tarde.>
- Itza, M., y Ciro, A. (2020, 24 julio). Parámetros productivos: Importancia en Producción Avícola. <https://bmeditores.mx/avicultura/parametros-productivos-importancia-en-produccion-avicola/>
- Lesur, L. (2003). Manual de avicultura, una guía paso a paso. México: Trillas. (Reimp. 2005). https://plazadellibro.com/libro/manual-de-avicultura_36656
- Lopera, P. (2017). Medición de parámetros productivos en avicultura. aviNews A. <https://avicultura.info/download/hotraco.pdf>
- Lurueña, M. (2012, 5 de octubre). 10 cosas sobre el huevo que quizá no sepas. <http://www.gominolasdepetroleo.com/2012/10/10-cosas-sobre-el-huevo-que-quiza-no.html>
- Manual de avicultura. (s.f). Manual de avicultura 2 año ciclo básico agrario, versión preliminar. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/106-MANUAL_DE_AVICULTURA.pdf
- Martínez, M, J.L. (2020). Valoración de la calidad del huevo comercial de gallinas Lohmann Brown, en la granja avícola Cecilita, Cotaló Tungurahua. Universidad de las fuerzas armadas. Ecuador. <https://repositorio.espe.edu.ec/xmlui7handle/21000/23144?locale-attribute=de>
- Mazzuco, H., & Bertechini, A. (2014). Critical points on egg production: causes, importance and incidence of eggshell breakage and defects. Ciencia e Agrotecnología, 1(38), 7-14. <https://www.researchgate.net/publication/269599771>
- Navarro, U. M. (2000). Estudio de factores de calidad de huevos en ponedoras Isa Brown y Shaver Cross sometidas a diferentes dosis de Esparteína y alcaloides totales del lupino. Universidad Austral de Chile. <https://fddocuments.co/document/estudio-de-factores-de-calidad-de-huevos-en-ponedoras-isa-html>

- Peralta, M. (2017, enero). Bases de la Reproducción aviar. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba. Argentina.
https://www.researchgate.net/publication/316976888_BASES_DE_LA_REPRODUCCION_AVIAR_1_Aparato_reproductor_11_Generalidades
- PESA-FAO. (2008). Manejo Eficiente de Gallinas de Patio, Managua, Nicaragua.
<https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-autonoma-agraria-antonio-narro/propedeutica-veterinaria/otros/manejo-eficiente-de-la-gallina-de-patio-fao/7639423/view>
- Pinterest. (s.f). Gallina Menorca negra.
[https://www.pinterest.es/pin/541628292661371823/?amp_client_id=CLIENT_ID\(&mweb_unauth_id={{default.session}}&url=https%3A%2F%2Fwww.pinterest.es%2Famp%2Fpin%2F541628292661371823%2F&open_share=t](https://www.pinterest.es/pin/541628292661371823/?amp_client_id=CLIENT_ID(&mweb_unauth_id={{default.session}}&url=https%3A%2F%2Fwww.pinterest.es%2Famp%2Fpin%2F541628292661371823%2F&open_share=t)
- Powells' Stockfeeds. (s.f). Polla marrón Isa.
<https://powellsstockfeeds.com.au/product/isa-brown-pullet/>
- Programa de reproducción animal. (s.f). Guía para el manejo de gallinas ponedoras [Ministerio de agricultura y ganadería (MAG)].
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-1262.pdf>
- Protocolos. (s.f). Practica higiene, inspección y control de huevos de consumo. [Universidad de Murcia, HICA].
<https://www.um.es/documents/4874468/10812050/protocolos-control-de-calidad-huevos.pdf/c860b16b-6c2f-481a-9d52-542a2296d005>
- Quintana, J. (2017, 28 abril). Avitecnia: Manejo De las Aves Domésticas más Comunes. Edit. Trillas. Cuarta edición. ISBN 9786071708113. 406 p.
<https://librotrillas.blogspot.com/2017/04/avitecnia-manejo-de-las-aves-domesticas.html?m=1>
- Quishpe Sandoval, G. J. (2016). Factores que afectan el consumo del alimento en pollos de engorde y postura. Zamorano. Honduras.
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/eb4e10d9-bf90-4a47-8171-14f048cdfa0e/content>
- Sañudo, C. (2014, 10 febrero). Atlas mundial de razas en Avicultura. Editorial SERVET. 244 p. Zaragoza. España. ISBN:9788494138966.
https://issuu.com/grupoasis/docs/p37200.atlasaves_issuu
- Serna, D. (2008, 23 de mayo). Anatomía del aparato reproductor femenino aviar.
<http://senaespeciesmenores.blogspot.com/2008/05/anatoma-del-aparato-reproductor.html>
- Sevilla, S. (2015, noviembre). Calidad y manejo de huevo para plato [Monografía presentada como parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
<https://1library.co/document/zw5om30z-calidad-y-manejo-de-huevo-para-plato.html>

- Singh, R., Cheng, K.M. & Silversides, F.G. (2019). Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. Department of Animal Science, Faculty of Land and Food Systems, University of British Columbia, Vancouver, V6T 1Z4, Canada; and †Agassiz Research Centre, Agassiz, British Columbia, V0M 1A0, Canada. https://www.researchgate.net/publication/23798434_production_performance_and_egg_quality_of_four_strains_of_laying_hens_kept_in_conventional_cages_and_floor_pens
- Solla, S.A. (2017). Manual de Manejo Ponedoras Para Huevo Comercial. Guía de producción para aves Lohmann Brown alojadas en piso. https://lohmann-breeders.com/media/2021/06/LB_MG_LB-Classic_ESP.pdf
- Tutkun, M., Denli, M. & Demirel, R. (2018). Productivity and Egg Quality of Two Commercial Layer Hybrids Kept in Free-Range System. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Dicle University, 21280 Diyarbakır, Turkey. <https://agrifoodscience.com/index.php/TURJAF/article/view/2070>
- Unknown. (2014, 19 de mayo). El pollo, taxonomía. <http://todosobreelpollo.blogspot.com/2014/05/el-pollo-taxonomia-reino-tipo-subtipo.html>
- Usturoi, M.G., Opreș, V & Ciocan, I. (20014). Productive Parameters Achieved by the Laying hybrid Lohmann Brown, bred on Permanent Layer. University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Iași. Rumanía. <https://jurnalalse.com/wp-content/uploads/CA2-06-08.pdf>
- Vaca, L. (2003). PRODUCCIÓN AVICOLA. San José, C.R.: Universidad Estatal a Distancia. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UNANI.005235/Details>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Formato para el registro de la información

MUNICIPIO NOMBRE GRANJA

COMARCA GALERA

SEMANA	N° AVES			PESO AVE KG	qq Alimento	N° Huevo entero	N° Huevo Fisura d	Kg Huevo día	Peso \bar{x} huevo	Largo	Ancho
	INICIO	FINAL	MUERTE								