

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EFECTO DE TRES NIVELES DE METIONINA SOBRE LOS
PARAMETROS PRODUCTIVOS DE GALLINAS LINEA ISA BROWN
(*Gallus gallus domesticus*) EN LA FASE FINAL DE POSTURA, EN
EL CENTRO EXPERIMENTAL DE KALLUTACA**

Por:

Eva Quisbert Sonco

EL ALTO – BOLIVIA

Noviembre, 2025

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFECTO DE TRES NIVELES DE METIONINA SOBRE LOS PARÁMETROS
PRODUCTIVOS DE GALLINAS LÍNEA ISA BROWN (*Gallus gallus domesticus*) EN LA
FASE FINAL DE POSTURA, EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE KALLUTACA**

*Tesis de Grado presentado
como requisito para optar el Título de
Ingeniera Agrónoma*

Eva Quisbert Sonco

Asesores:

Lic. Ing. Cesar Humberto Quispe Paxipati



Tribunal Revisor:

Lic. Ing. Lic. Med. Vet. Hipolito Ramiro Nina Siñani

Lic. Met.Vet. Alfredo Luis Coria Conde

M. Sc. Lic. Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador

DEDICATORIA:

A Dios: Por haberme otorgado la vida, la salud, por guiarme en mi carrera profesional y realizar por su guía este trabajo.

A mi padre: Ricardo Quisbert Calamani quien fue mi apoyo en todos los momentos difíciles y por estar presente siempre a mi lado y durante el desarrollo de la presente investigación.

A mi madre: Arminda Sonco Apaza por inculcarme mucha responsabilidad, el respeto y por estar siempre a mi lado en todo momento más durante el desarrollo de la presente investigación.

AGRADECIMIENTOS

Ante todo, quiero dar gracias a Dios por haberme regalado la vida y lograr alcanzar mis sueños.

A mis padres, Ricardo y Arminda por darme la oportunidad de realizarme como profesional brindándome su apoyo incondicional, cariño y enseñarme que con esfuerzo uno puede alcanzar sus objetivos, a mi hermana: Gabriela por entregarme todo su cariño y confianza y a mi hermosa familia por enseñarme que la vida es mejor con esfuerzo y dedicación.

Mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Pública De El Alto, por acogerme en sus ambientes, asimismo al plantel docente de la Carrera de Ingeniería Agronómica por brindarme sus enseñanzas y orientación, que me han permitido mi formación profesional.

Al Lic. Ing. Cesar Humberto Quispe Paxipati tutor del presente trabajo de investigación quien, con su amplia experiencia profesional, con su invaluable e incondicional apoyo y transmitiéndome sus conocimientos, contribuyeron a la culminación de la presente investigación.

A los docentes tribunales de tesis Lic. Ing. Lic. Med. Vet. Hipolito Ramiro Nina Siñani, Lic. Met.Vet. Alfredo Luis Coria Conde, M. Sc. Lic. Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez por el apoyo y la revisión del presente trabajo de tesis.

CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS	I
ÍNDICE DE CUADROS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE ANEXOS	VIII
ABREVIATURAS	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI

ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Hipótesis	4
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Origen de las gallinas	5
2.1.1. Evolución de la gallina.....	5
2.1.2. Domesticación de las gallinas	5
2.2. Clasificación taxonómica.....	6
2.3. Línea Isa Brown	6
2.4. Producción de aves de postura.....	7
2.5. Características de una ponedora	7

2.6.	Anatomía de las aves de postura.....	7
2.7.	Aparato reproductor de las aves de postura.....	10
2.7.1.	Ovario	10
2.7.2.	Oviducto.....	10
2.7.3.	Infundíbulo	10
2.7.4.	Magnum	11
2.7.5.	Itsmo	11
2.7.6.	Útero	11
2.7.7.	Vagina.....	11
2.8.	Propiedades del huevo	11
2.8.1.	Características del huevo de la gallina	11
2.8.2.	Valor nutritivo del huevo.....	12
2.8.3.	Fisiología de la formación del huevo	12
2.8.4.	Fases de Postura	13
2.8.5.	Composición de huevo.....	14
2.8.6.	Estructura del huevo	14
2.8.7.	Calidad externa del huevo.....	15
2.8.8.	Peso y tamaño	15
2.8.9.	Manejo en sistema de piso.....	16
2.10.11.	Calidad del Agua.....	16
2.10.12.	Bioseguridad.....	17
2.10.13.	Temperatura	17
2.10.14.	La luz.....	19
2.10.15.	Humedad	19
2.10.16.	Ventilación	19
2.10.17.	Densidad de población	20

2.10.18. Alimentación Durante la Fase de Producción	21
2.10.19. Requerimientos nutricionales.....	21
2.10.19.1. Proteína	21
2.10.19.2. Energía	22
2.10.19.3. Vitaminas	22
2.10.19.4. Aminoácidos	22
2.10.19.5. Metionina	22
2.9. Manejo de equipos básicos del galpón	23
2.9.1. Bebederos.....	23
2.9.1.1. Bebederos de Nipple.....	23
2.9.1.2. Bebederos de tipo campana.....	24
2.9.2. Comederos	24
2.9.3. Cama	25
2.10. Sanidad y vacunas.....	26
2.10.1. Parásitos internos y externos	26
2.10.1.1. Parásitos internos.....	26
2.10.1.2. Control de parásitos internos.....	27
2.10.1.3. Protozoos	27
2.10.1.4. Parásitos externos.....	28
2.10.1.5. Infecciones Bacterianas.....	28
3. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. Localización	29
3.1.1. Ubicación Geográfica	29
3.2. Materiales	29
3.2.1. Material biológico	29
3.2.2. Material de alimentación	29

3.2.3.	Material de campo.....	30
3.2.4.	Material de gabinete.....	30
3.3.	Metodología.....	30
3.3.1.	Desarrollo del ensayo.....	31
3.3.1.1.	Características del galpón utilizado	31
3.3.1.2.	Desinfección.....	31
3.3.1.3.	Armado del sistema automatizado	31
3.3.1.4.	Distribución de las gallinas en los tratamientos	31
3.3.1.5.	Alimentación.....	32
3.3.1.6.	Suministro de agua	32
3.3.1.7.	Recolección de huevos	32
3.3.1.8.	Illuminación	32
3.3.2.	Diseño Experimental	33
3.3.2.1.	Factor en estudio.....	33
3.3.3.	Variables de respuesta.....	34
3.3.3.1.	Porcentaje de postura	34
3.3.3.2.	Peso del huevo (g)	34
3.3.3.3.	Largo del huevo (mm)	34
3.3.3.4.	Diámetro del huevo (mm)	34
3.3.3.5.	Grosor de la cascara del huevo (mm).....	34
3.3.4.	Análisis económico	35
3.3.4.1.	Ingreso Bruto.....	35
3.3.4.2.	Beneficio/Costo	35
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1.	Variables de Estudio	36
4.1.1.	Variación de la temperatura	36

4.1.2.	Variación de la humedad relativa	37
4.2.	Variables de Respuesta.....	38
4.2.1.	Por centaje de postura	38
4.2.2.	Peso del huevo (g)	39
4.2.3.	Largo del huevo (mm)	40
4.2.4.	Diámetro del huevo (mm).....	42
4.2.5.	Grosor de la cascara del huevo (mm)	43
4.2.6.	Análisis económico	44
4.2.6.1.	Relación de B/C	44
5.	CONCLUSIONES.....	46
6.	RECOMENDACIONES.....	47
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	48
8.	ANEXOS	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de Gallus gallus domesticus.....	6
Cuadro 2. Características Productivas de la línea Isa Brown	7
Cuadro 3.Valor nutricional del huevo.....	12
Cuadro 4. Formación del huevo	13
Cuadro 5.Categorías por tamaño y peso del huevo.....	15
Cuadro 6. Parámetros de calidad del agua para consumo en avicultura	16
Cuadro 7. Temperatura ambiental y estrés por calor en aves de postura.....	18
Cuadro 8. . Número de gallinas en postura por tratamiento, con diferentes niveles.....	33
Cuadro 9. Análisis de varianza para porcentaje de postura.....	38
Cuadro 10. Porcentaje de postura en promedio	39
Cuadro 11. Análisis de varianza para peso del huevo	39
Cuadro 12. Peso del huevo en promedio	40
Cuadro 13. Análisis de varianza para largo del huevo	41
Cuadro 14. Largo del huevo en promedio	41
Cuadro 15. Análisis de varianza para diámetro del huevo	42
Cuadro 16. Prueba de medias Duncan al 1%, para diámetro del huevo.....	42
Cuadro 17. Análisis para grosor de la cascara del huevo de varianza.....	43
Cuadro 18. Prueba de medias Duncan al 1%, para grosor de la cascara.....	44
Cuadro 19. Relación de beneficio costo	45
Cuadro 20. Detalle de Ingresos y egresos.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Anatomía de las aves de postura	8
Figura 2. Ciclo de producción de las gallinas de postura.....	14
Figura 3. Localización de la investigación	29
Figura 4. Temperaturas (°C) registradas dentro del galpón	36
Figura 5. Humedad relativa (%) registradas dentro del galpón	37

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Croquis del experimento.....	53
Anexo 2. Limpieza y desinfección del galpón	54
Anexo 3. Encalado del piso y cama.....	55
Anexo 4. Distribución de las gallinas en los tratamientos	55
Anexo 5. Pesaje de metionina para la incorporación al alimento.....	56
Anexo 6. Distribución de metionina para cada alimento	56
Anexo 7. Alimentación por tratamiento.....	57
Anexo 8. Recolección de los huevos por tratamiento	57
Anexo 9. Pesado de los huevos por tratamiento	58
Anexo 10. Medición de diámetro del huevo con el calibrador digital.....	58
Anexo 11. Medición de la altura del huevo con el calibrador digital.....	59
Anexo 12. Medición del grosor de la cascara del huevo con el calibrador digital.....	59

ABREVIATURAS

Å	Ángstrom
cm	Centímetro
CPU	Central Processing Unit
EGO	Examen general de orina
GPS	Global Positioning System
Hb	Hemoglobina
Ht	Hematocrito
km	Kilómetro
msnm	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetro
UPS	Uninterrupted Power System
µm	Micrómetro
Σ	Sumatoria
Zn	Zinc

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Centro Experimental de Kallutaca de la Universidad Pública de El Alto en la provincia de Los Andes del departamento de La Paz. Geográficamente ubicado a 16°31'27" de Latitud Sur y 68°18'26" de Longitud Oeste del departamento de La Paz y se encuentra a una altitud aproximada de 4090 m.s.n.m. Cuyo objetivo de estudio es evaluar el efecto de tres niveles de metionina sobre los parámetros productivos de gallinas línea Isa Brown (*Gallus gallus domesticus*) en fase final de postura, en el centro experimental de Kallutaca. El diseño que se utilizó fue Bloques Completamente al Azar con tres niveles de metionina, los cuales fueron T1(0 g) 115 g de alimento, T2(0,120 g) 115 g de alimento, T3(0,220 g) 115 g de alimento, y T4(0,320 g) de metionina 115 g de alimento, con cuatro tratamientos y tres repeticiones, realizándose complementariamente pruebas de comparación de DUNCAN. Cada repetición tuvo 6 aves en un espacio de 1,30 m x 2,10 m cuya área total de la investigación fue 74 m². El comportamiento con tres niveles de metionina y con el mayor resultado del porcentaje de postura fue el tratamiento T4 con 87,5%, lo que indica que con (0,320 g de metionina) aplicada en este tratamiento tuvo un efecto positivo, en cuanto al peso del huevo, el mayor resultado lo tuvo el tratamiento de T4 alcanzando 69.9 g, en cuanto para el largo del huevo el tratamiento 4 (0,320 g de metionina) alcanzó la mayor largo (58,65 mm), en cuanto al diámetro del huevo los tratamientos T4 (0,320 g) y T3 (0,220 g) mejoraron el diámetro de los huevos a 45,36 mm y 45,28 mm, en cuanto al grosor de cascara alcanzando el valor más alto con 0,320 g de metionina fue el (T4 = 0,43 mm). El análisis de beneficio/costo muestra, que el tratamiento T4 con un valor de 1,12 Bs el cual nos indica que por cada 1 Bs invertido la ganancia es 0,12 Bs por lo que podemos asegurar que es rentable.

ABSTRACT

This research was carried out at the Kallutaca Experimental Center of the Public University of El Alto in the province of Los Andes, department of La Paz. Geographically located at 16°31'27" South Latitude and 68°18'26" West Longitude of the department of La Paz and is at an approximate altitude of 4090 m.a.s.l. The objective of this study is to evaluate the effect of three levels of methionine on the productive parameters of Isa Brown line chickens (*Gallus gallus domesticus*) in the final laying phase, at the Kallutaca experimental center. The design used was Completely Randomized Blocks with three levels of methionine, which were T1 (0 g) 115 g of feed, T2 (0.120 g) 115 g of feed, T3 (0.220 g) 115 g of feed, and T4 (0.320 g) of methionine 115 g of feed, with four treatments and three replicates, complementarily carrying out DUNCAN comparison tests. Each replicate had 6 birds in a space of 1.30 m x 2.10 m whose total area of the investigation was 74 m². The behavior with three levels of methionine and with the highest result of the percentage of laying was the treatment T4 with 87.5%, which indicates that with (0.320 g of methionine) applied in this treatment had a positive effect, in terms of egg weight, the highest result was the treatment T4 reaching 69.9 g, as for the length of the egg treatment 4 (0.320 g of methionine) reached the greatest length (58.65 mm), as for the diameter of the egg treatments T4 (0.320 g) and T3 (0.220 g) improved the diameter of the eggs to 45.36 mm and 45.28 mm, as for the shell thickness reaching the highest value with 0.320 g of methionine was (T4 = 0.43 mm). The benefit/cost analysis shows that treatment T4 with a value of 1.12 Bs indicates that for every 1 Bs invested the profit is 0.12 Bs, so we can assure that it is profitable.

1. INTRODUCCIÓN

La industria avícola ha evolucionado de manera acelerada en el mundo y en Bolivia, en cuanto a la nutrición, tecnología en el procesamiento de los alimentos balanceados que cumplan los requerimientos necesarios para las dietas de las aves en la etapa de cría, recría, preposta y postura para la producción de huevo que se formulan para proveer energía y elementos esenciales para mantener un adecuado nivel de salud y bienestar avícola (Flores, 2021).

La variedad Isa Brown es la productora de huevo marrón más balanceada que existe en el mundo. Produce 260 huevos marrón intenso durante un lapso de 74 semanas y alcanza alrededor del 95% de su máxima producción. Estas características combinadas con un apetito moderado, la mejor calidad del huevo y viabilidad excelente dan el equilibrio perfecto que se traduce en ganancias (HY-LINE, 2011).

De una producción a nivel nacional de 4.565 millones de huevos al día, Santa Cruz lidera con un volumen generado de 2.7 millones de unidades equivalente a un 55% estimando alrededor de 600 productores dedicados a esta actividad, 40% en Cochabamba y el resto en otros Departamentos. "En Bolivia, el huevo se comercializa en un 100% como producto fresco y la población prefiere la variedad marrón, proveniente de gallinas de las líneas genéticas Isa Brown (ADA, 2003).

La metionina es uno de los aminoácidos esenciales e importantes ya que contiene azufre y otros compuestos esenciales dentro de la producción de huevos y desarrollo de las gallinas, se encuentra deficiente en la soya por ello es necesario cubrir este requerimiento por medios sintéticos como la metionina, el cual proviene de la AHM o hidroxianálogo de metionina, ligeramente diferenciadas por el compuesto hidroxilo, de igual manera ambas proporcionan cantidades equivalentes de metionina suplementaria convirtiéndose en metionina en las aves para su posterior aprovechamiento como componente proteico (Mamani, 2016).

Conforme la edad de la gallina avanza, tienen la capacidad de producir huevos más grandes, pero con mayor incidencia de problemas en la fragilidad del cascarón reflejado en un delicado manejo durante la producción y en el procesamiento del huevo, así como en la pérdida rápida de frescura, además de una alta producción de huevos fálfaros y fisuras en el cascarón, causando pérdidas económicas a los productores. Esto debido a que la

absorción de calcio en el intestino hacia las vías sanguíneas y la movilización del calcio de reserva depositado en los huesos medulares, se reduce con la edad. Para mitigar esto, los productores acostumbran suplementar calcio en la dieta de las gallinas con el afán de mejorar el grosor y conformación del cascarón (Alvarez, 2020).

1.1. Antecedentes

Mamani, (2016) realizó su estudio en el departamento de La Paz, en el centro experimental de Cota Cota, esta investigación consistía en el suministro de alimento balanceado convencional implementando metionina en gallinas de postura. El mismo autor menciona que la metionina influye en el peso del huevo, el largo del huevo, el diámetro del huevo y el grosor de la cáscara del huevo. Este efecto es más evidente en el sistema de producción semi intensivo, donde se aplicó metionina. Los registros indican que, con el uso de metionina, la producción es mayor.

1.2. Planteamiento del problema

El principal problema en las aves de postura línea Isa Brown que se presenta en la actualidad es la reducción en el número de huevos por gallina por día, huevos de baja calidad (con cáscaras frágiles, tamaños pequeños, o mal formados), lo que incrementa el porcentaje de huevos que se quiebran durante el manipuleo, generando mayores pérdidas para los productores o disminución de la tasa de puesta a edades tempranas, estos factores presentan un impacto económico negativo significativo.

Sin embargo, uno de los problemas recurrentes en los sistemas de producción es la variación en los parámetros de calidad del huevo, particularmente en el tamaño, diámetro y grosor de la cáscara, factores que determinan tanto la aceptación comercial como la rentabilidad del sistema. La deficiencia en aminoácidos esenciales, especialmente la metionina, puede afectar negativamente la síntesis proteica y, en consecuencia, la formación de la albúmina y la cáscara, provocando huevos de menor calidad, mayor susceptibilidad a roturas y pérdidas económicas significativas. Aunque se reconoce la importancia de la suplementación con metionina en dietas balanceadas, persiste la necesidad de determinar niveles óptimos de inclusión que mejoren los parámetros productivos y de calidad del huevo sin generar gastos innecesarios en la alimentación. Por lo tanto, surge la interrogante de cuál es el nivel adecuado de metionina que permite

optimizar la calidad interna y externa del huevo en gallinas Isa Brown bajo condiciones de producción intensiva.

1.3. Justificación

El presente trabajo de investigación, realiza una evaluación del efecto de tres niveles de metionina en la fase final de postura en gallinas de la línea Isa Brown, con el fin de generar información del nivel adecuado de metionina en la producción de huevos y así disminuir las pérdidas en esta fase, los productores no solo obtendrían mayores ganancias, sino que también podrían ofrecer huevos a un mejor precio, mejorando sus ingresos e incentivando el consumo. De este modo, se contribuiría a reforzar la seguridad alimentaria, considerando que el consumo de huevos en el país se situó en 206 huevos por persona al año, todavía bajo en comparación con países vecinos como Argentina con 322, Brasil 241, Chile 232 y Perú 232 (El-Deber, 2024).

Además, es importante destacar que muchos productores avícolas enfrentan limitaciones en el conocimiento técnico sobre los requerimientos nutricionales específicos de las aves, especialmente en aminoácidos esenciales como la metionina, lo que conlleva a desequilibrios nutricionales y menores índices productivos. Asimismo, este tipo de estudios brinda herramientas técnicas a los pequeños y medianos productores, quienes representan una parte significativa de la producción de huevos en el país, favoreciendo así la sostenibilidad económica y alimentaria del rubro.

La identificación y análisis de estas problemáticas resulta fundamental para implementar estrategias de mejora, nutricional y de manejo que permitan optimizar el rendimiento de esta línea Isa Brown.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de tres niveles de metionina sobre los parámetros productivos de gallinas línea Isa Brown (*Gallus gallus domesticus*) en fase final de postura, en el centro experimental de Kallutaca.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje de postura de gallinas línea Isa Brown en la fase final de postura a efecto de tres niveles de metionina.
- Determinar el peso del huevo de gallinas línea Isa Brown en la fase final de postura a efecto de tres niveles de metionina.
- Determinar la biometría del huevo (largo y diámetro) de gallinas línea Isa Brown en la fase final de postura a efecto de tres niveles de metionina.
- Determinar el grosor de la cascara de huevo de gallinas línea Isa Brown en la fase final de postura a efecto de tres niveles de metionina.
- Determinar la relación beneficio/costo en base a los tratamientos propuestos en la fase final.

1.5. Hipótesis

- **Ho:** No existe efecto de tres niveles de metionina sobre los parámetros productivos de gallinas línea Isa Brown (*Gallus gallus domesticus*) en fase final de postura, en el centro experimental de Kallutaca.
- **Ha:** Existe efecto de tres niveles de metionina sobre los parámetros productivos de gallinas línea Isa Brown (*Gallus gallus domesticus*) en fase final de postura, en el centro experimental de Kallutaca.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen de las gallinas

El origen de las gallinas se remonta a las etapas más antiguas de la historia evolutiva. Estas aves, pertenecientes a la familia Phasianidae, al igual que todas las aves modernas, tienen su ascendencia en aves prehistóricas que coexistieron durante la era de los dinosaurios. Las aves descienden de un grupo de dinosaurios terópodos, en particular del linaje de los maniraptoreos, carnívoros bípedos que incluían especies emblemáticas como el Velociraptor y el Tyrannosaurus rex. No obstante, las gallinas no provienen directamente del Tyrannosaurus rex ni de ningún dinosaurio específico, sino que comparten un ancestro común que habitó en ese período y cuyo origen exacto aún no se ha identificado (Thomann, 2023).

2.1.1. Evolución de la gallina

La evolución de la gallina (*Gallus gallus domesticus*) está profundamente ligada a la historia de su domesticación y cría selectiva, lo que ha dado lugar a una notable diversidad de razas y variedades adaptadas a distintos propósitos, como la producción de huevos, la ornamentación y la exhibición. Las gallinas han desempeñado un papel importante en la cultura, la alimentación y la economía de múltiples civilizaciones en todo el mundo. Sus orígenes e interacción con los seres humanos han sido determinantes en su desarrollo, dando lugar a las gallinas que conocemos hoy (Calatayud, 2015).

2.1.2. Domesticación de las gallinas

Las primeras evidencias de la domesticación de aves que se asemejan a las gallinas tienen sus orígenes en la antigua China, aproximadamente hace 8,000 años. Se considera que la domesticación temprana de aves en esta región, como el faisán verde o gallo asiático (*Gallus gallus*), es un antecesor de las gallinas modernas (*Gallus gallus domesticus*). Estas aves primigenias compartían algunas características con las gallinas domésticas actuales, aunque diferían en tamaño y otras características morfológicas. Con el tiempo, la cría selectiva permitió la expansión y el desarrollo de rasgos específicos que eventualmente dieron lugar a lo que hoy conocemos como las diversas razas de gallinas (ISA, 2020).

2.2. Clasificación taxonómica

Clasificación taxonómica de la gallina Isa Brown es la siguiente (Sánchez, 2003):

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de *Gallus gallus domesticus*

Reino	Animal
Tipo	Vertebrados
Clase	Ovíparo
Orden	Galliformes
Familia	Fasianidae (phasianidas)
Género	<i>Gallus</i>
Especie	<i>Gallus gallus</i>

Fuente: Sánchez (2003)

2.3. Línea Isa Brown

La Isa Brown es una raza comercial de gallina ponedora híbrida, ampliamente reconocida por su elevada capacidad de producción de huevos. Varios estudios han comparado su desempeño con otras razas, así como su adaptación a distintos sistemas de crianza. En general, las gallinas Isa Brown superan a razas autóctonas como Mos y New Hampshire en producción de huevos y parámetros de calidad (Rakonjac, 2021).

Sin embargo, las gallinas Isa Brown con acceso a pasturas son capaces de mantener niveles de producción de huevos comparables a los estándares establecidos para la raza, a la vez que presentan cambios en las características de los huevos relacionados con la edad (WingChing-Jones *et al.*, 2023).

Las gallinas ponedoras Isa Brown son más utilizadas en sistemas en piso, ya que poseen un temperamento calmado y tiene una buena viabilidad. Es importante que las gallinas tengan el mejor medio ambiente de piso posible para lograr el potencial de rendimiento de la variedad (HY LINE, 2011).

El (Cuadro 2) presenta las características productivas de la línea Isa Brown, una línea comercial altamente reconocida por su eficiencia en la postura de huevos.

Cuadro 2. Características Productivas de la línea Isa Brown

Periodo de puesta	18-90 semanas	
Viabilidad	90.9	%
Edad al 50% de producción	144	días
Pico de puesta	95	%
Peso medio de huevo	62.9	g
Numero de huevos por gallina alojada	399	
Masa de huevo por gallina alojada	25.1	kg
Consumo medio diario de pienso	116	g/día
Índice de conversión	2.33	kg/kg
Peso corporal	1975	g
Resistencia de la cascara	4000	g
Color de la cascara	32	
Unidades Haugh	82	

Fuente: ISA (2020)

2.4. Producción de aves de postura

La avicultura ha sido uno de los pilares sobre los que se ha basado el progreso de numerosas sociedades modernas, esta actividad genera importante beneficio económico (ADA, 2003).

2.5. Características de una ponedora

Las gallinas ponedoras tienen cloaca grande, húmeda, dilatada y decolorada; una cresta y barbillones grandes, lisos, cerosos, calientes y de color rojo vivo; con una separación de huesos pélvicos de tres dedos entre sí, o dos a tres dedos entre los huesos públicos y la quilla; un abdomen grande, lleno y blando; patas achataadas, y una piel fina y flexible sobre todo el cuerpo (Villapando, 2012).

2.6. Anatomía de las aves de postura

Según Escobar (1996) describe de la siguiente manera la anatomía de un ave de postura:

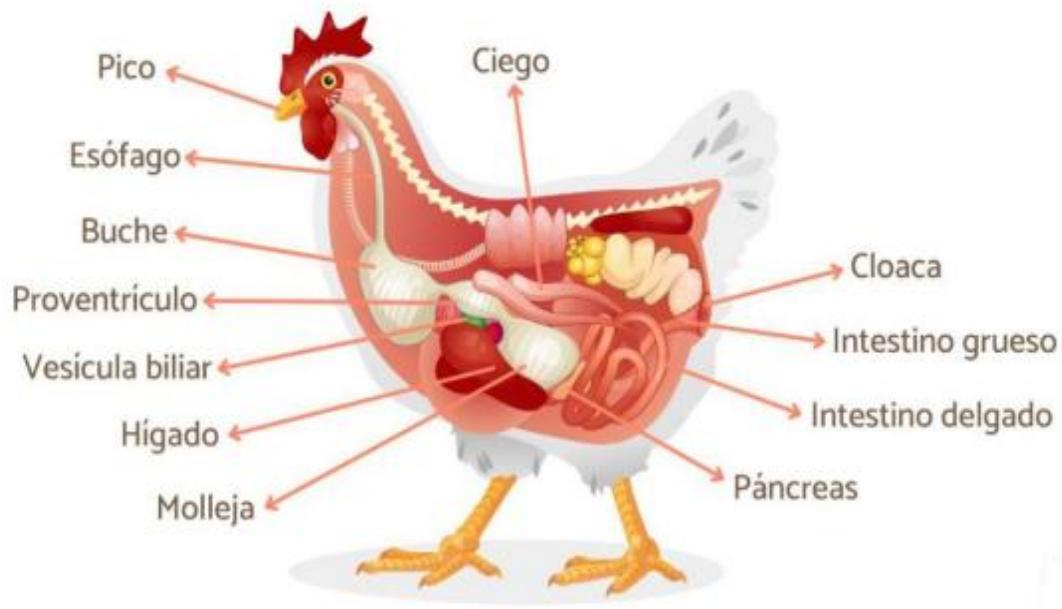


Figura 1. Anatomía de las aves de postura (Sánchez, 2003)

✓ **Pico (Boca)**

Carece de dientes y labios siendo reemplazados por una mandíbula cornea en cada maxilar que forma el pico. En la boca existen escasas glándulas salivales que secretan saliva, la lubricación para el paso del alimento por el esófago se realiza por secreción de mucus.

✓ **Lengua**

Es de forma de cabeza de flecha, su función es de aprehensión, selección y deglución del alimento.

✓ **Esófago**

El esófago o gaznate es el conducto muscular o tuvo a través del cual el alimento pasa en su camino desde la base de la boca (faringe), hasta el proventrículo.

✓ **Buche**

Es un ensanchamiento estructural diversificado según las especies que cumplen distintas funciones, pero fundamentalmente dos: almacenamiento de alimento para el remojo, humectación y maceración de los alimentos y regulación de la repleción gástrica. Además, colabora al reblandecimiento e inhibición del alimento junto a la saliva y secreción esofágica, gracias a la secreción de moco.

✓ **Proventrículo (estómago glandular)**

El ensanchamiento del esófago, justo poco antes de su unión con la molleja, es conocido como proventrículo algunas veces llamado estómago glandular o estómago verdadero. Es aquí donde se produce el jugo gástrico. Las células glandulares secretan pepsina, una enzima que ayuda a la digestión de proteínas y ácido clorhídrico. El alimento pasa tan rápidamente por el ventrículo que hay poca digestión en él; pero las secreciones pasan a la molleja, donde la acción enzimática tiene lugar.

✓ **Molleja (estómago)**

De forma oval con dos aberturas, una comunica con el proventrículo y la otra hacia el duodeno. Su principal función es moler y aplastar los alimentos gruesos. Debido a que la pared de la molleja está provista de músculos muy desarrollados, es que se le llama estómago muscular.

✓ **Intestino delgado**

En las aves, al igual que el resto de los animales se divide en: duodeno, yeyuno e íleon. En el duodeno desemboca el páncreas, vaciando su jugo pancreático al intestino y también el hígado con la bilis. Donde termina la última porción del intestino delgado, el íleon y comienza el colon (Intestino grueso), desembocan los ciegos.

✓ **Ciegos**

El ave a diferencia de otras especies, posee dos ciegos desembocando en la última porción del intestino delgado. En aves domésticas tienen escasa funcionalidad debido a la poca fibra que poseen las raciones y su tamaño pequeño.

✓ **Cloaca**

Es un órgano común a los tractos urinario, digestivo y reproductivo, la orina y las heces se eliminen juntas.

2.7. Aparato reproductor de las aves de postura

El aparato reproductor se encuentra reducido a tal grado que las hembras presentan solo un ovario y un oviducto izquierdo, el derecho involuciona; es la mayor inversión en una ponedora, cuando nace hay alrededor de 3500 folículos, de los cuales van a ovular solo 350 (Sanchez, 2003).

2.7.1. Ovario

El ovario está ubicado a la altura de la espalda de la gallina, a nivel de las vértebras lumbo – sacras, está formado por un racimo de yemas, las gallinas en toda su vida útil producen aproximadamente 4000 óvulos, que están protegidas cada una por una membrana, el tamaño de esta aumenta, en la época de mayor producción o pico de producción (Duran, 2006).

2.7.2. Oviducto

El oviducto es un órgano en forma de tubo, en el cual se deposita la yema madura y se transforma en huevo, está colocado a lo largo de la columna vertebral y consta de cinco partes. El paso del óvulo del huevo por el oviducto dura aproximadamente entre 24 a 48 horas, dependiendo de la fisiología del ave (Escobar, 1996).

2.7.3. Infundíbulo

El infundíbulo mide aproximadamente 8 centímetros, en él se deposita la yema, antes de comenzar su recorrido, donde recibe el esperma del gallo, el que ha de fecundar el embrión, y que, es en esta primera porción, donde se forma el 45% de la clara (formación rica en mucina), y el huevo permanece aquí aproximadamente en un periodo de 3 horas (Villapando, 2012).

2.7.4. Magnum

Tiene alrededor de 37 centímetros de largo, aquí la yema comienza a ser cubierta y protegida por una sustancia llamada albumina, y el huevo obtiene más de la mitad de la clara, antes de pasar al Itsmo (Duran, 2006).

2.7.5. Itsmo

Duran (2006), explica que en esta sección del aparato reproductor del ave, se completa la formación de la clara y la membrana de la cascara, formando una telilla envolvente.

2.7.6. Útero

En el útero se completa la formación de la clara y se recubre la membrana del huevo, observándose la formación de la cutícula protectora o cascara, y la pigmentación característica del huevo, en algunos casos de color marrón y en otros blancos (Rafael, 2024).

El huevo permanece por mucho más tiempo, aproximadamente 20 horas (Antezana, 2011).

2.7.7. Vagina

Al llegar el huevo a esta porción del tracto genital, el huevo está listo para que se produzca la postura, pasando rápidamente por la vagina, y dirigiéndose a la pared externa del oviducto, con ello se cierra la cloaca, esto explica que el huevo salga de la vagina limpio, este es el final del proceso de formación del huevo, que demora aproximadamente 24 horas (Duran, 2006).

2.8. Propiedades del huevo

2.8.1. Características del huevo de la gallina

El huevo en promedio pesa 58 g y tienen un volumen de 53 cm³ del total, 39 g corresponden a agua (67%), 7 g a proteínas (12%), 6.2 g a lípidos (10.7%), 0.3 g a hidratos de carbono (0.5%), 2 g a calcio (3.4%), y el resto a minerales, oligoelementos y otros. La totalidad de los lípidos que contiene el huevo se encuentran en la yema (3.3 g), y clara (3.5 g), prácticamente todos los minerales y calcio están presentes en la cascara del huevo de gallina (Martín, 2019).

2.8.2. Valor nutritivo del huevo

Los huevos son una fuente barata y rica de proteína y vitaminas (aunque carecen de la vitamina C) y de minerales esenciales, y en sus preparaciones son digestivos (Contreras, 2007).

El (Cuadro 3) presenta el valor nutricional del huevo de gallinas Isa Brown

Cuadro 3.Valor nutritivo del huevo

Valor nutritivo por cada 100 g	
Energía 150 kcal 650 kj	
Carbohidratos	0.0 g
Grasas	10.6 g
Proteínas	12.6 g
Agua	75 g
Vitamina A	140 ug (16%)
Tiamina (vit. B2)	0.66 mg (51%)
Rivoflavina (vit. B2)	0.5 mg (51%)
Ácido pantoténico (B5)	1.4 mg (28%)
Ácido fólico (vit. B9)	44 ug (11%)
Calcio	50 mg (5%)
Hierro	1.2 mg (10%)
Magnesio	10 mg (3%)
Fosforo	172 mg (25%)
Potasio	126 mg (3%)
Zinc	1.0 mg (10%)
Colina	225 mg
Colesterol	424 mg

Fuente: Contreras (2007)

2.8.3. Fisiología de la formación del huevo

El huevo tiene una formación gradual durante un periodo de 25 horas. En dicho proceso muchos órganos y sistemas ayudan en la transformación de la materia prima ingerida por la gallina, en sustancias que pasan a formar parte del huevo (Chile, 2011).

El Cuadro 4 presenta el proceso de la formación del huevo con tiempo de permanencia del huevo.

Cuadro 4. Formación del huevo

Selección del oviducto	Proceso	Tiempo de permanencia del huevo
<i>Embudo (Infundíbulo)</i>	Recoge el ovulo procedente del ovario. En presencia del esperma, aquí se produce la fertilización (los huevos comerciales no son fértiles).	15 minutos
<i>Magno</i>	Se agrega el albumen que se deposita alrededor de la yema .	3 horas
<i>Itsmo</i>	Se forma la membrana interior y exterior de la cascara, también se agregan agua y sales minerales.	1 hora
<i>Glándula cloquiliar (útero)</i>	Inicialmente se forma la albumina. Después se deposita el material de la cascara (principalmente carbonato cálcico) también puede depositarse los pigmentos característicos de la cascara marrón.	21 horas
<i>Vagina/cloaca</i>	El huevo pasa a través de esta sección antes de la puesta. No se conoce otra función en la formación del huevo.	Menos de 1 minuto

Fuente: Chile (2011)

2.8.4. Fases de Postura

En Bolivia la fase productiva comprende de la siguiente manera (Mamani, 2016):

- ✓ 1 a 18 semanas, fase de cría y recria.
- ✓ 18 a 20 semanas, fase de pre postura (todas las aves homogenizan la postura).
- ✓ 20 a 30 semanas, fase de postura pico en esta fase se produce el mayor porcentaje de postura.
- ✓ 30 a 50 semanas, fase de postura uno que implica que las gallinas son jóvenes con todo su potencial productivo, en esta fase se reduce proteína y energía en la alimentación.

- ✓ 50 a 72 semanas, fase de postura dos en esta fase se adiciona calcio en el alimento, debido a que las gallinas ya no generan calcio a través de los huesos medulares.

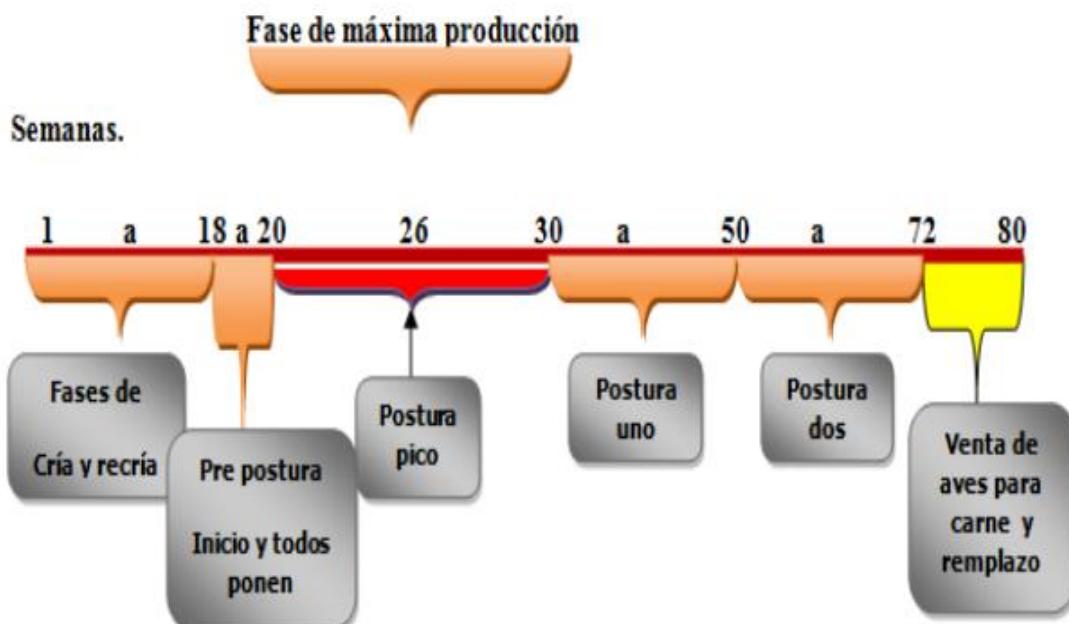


Figura 2. Ciclo de producción de las gallinas de postura (Altenaza, 2011)

2.8.5. Composición de huevo

El huevo de una gallina de postura con tamaño y peso estándar, pesa aproximadamente 58 g, y su dimensión es de 5.7 cm de longitud por 4.2 cm de amplitud (ancho). La mayor parte de los huevos de las gallinas de postura están constituidos por 58% de clara, 32% de yema y 10% de cascara, los huevos más grandes contiene relativamente más clara, y varia en las demás especies de aves (Monje, 1997).

2.8.6. Estructura del huevo

Según Instituto de estudios del huevo (Instituto 2009), se detalla de la siguiente manera la estructura del huevo:

a) Cascara

Está constituida, en su mayor parte, por una matriz cárnea con un entramado orgánico, en el que el calcio es el elemento más abundante y de mayor importancia. También se encuentran en su composición otros minerales como sodio, magnesio, zinc, manganeso, hierro, cobre, aluminio y boro, en menores concentraciones.

b) La clara

En la clara se distinguen dos partes según su densidad: el albumen denso y el fluido. El albumen denso rodea a la yema y es la principal fuente de riboflavina y de proteína del huevo. El albumen fluido es el más próximo a la cáscara.

c) Yema

La yema es la parte central y anaranjada del huevo. Está rodeada de la membrana vitelina, que da la forma a la yema y permite que esta se mantenga separada de la clara o albumen. Su contenido en agua es de aproximadamente el 50%.

2.8.7. Calidad externa del huevo

La calidad externa es características observadas simple vista, y pueden medirse objetivamente como peso, tamaño y forma (Calatayud, 2015).

2.8.8. Peso y tamaño

Duran (2006), indica que los huevos blancos y marrones únicamente se distinguen por el color de su cascara. Los huevos de aves de postura, pueden ser de varios tamaños, siendo muy pequeños en gallinas jóvenes y grandes en gallinas grandes. La diferencia radica principalmente por el tamaño del huevo, ya que al ser más grande, la cascara es más frágil y propensa a romperse (Cuadro 5)

Cuadro 5.Categorías por tamaño y peso del huevo

Categoría en razón de tamaño y peso	Peso mínimo por docena (g)
Jumbo	Mayor a 77.11
Extra grande	70.88 – 70.87
Grande	63.80 – 70.87
Mediano	56.71 – 63.79
Pequeño	42.62 – 56.70
Peewee (estra pequeño)	42.53 – 49.61
Muy pequeño	35.44 – 42.52

Fuente: Antezana (2011)

2.8.9. Manejo en sistema de piso

Las gallinas Isa Brown pueden ser criadas exitosamente en sistemas en piso debido a su viabilidad y a su buen comportamiento al anidar cuando han sido socializadas apropiadamente. Es importante proveer para las aves el mejor ambiente posible en el piso para poder alcanzar el potencial de rendimiento de la línea Isa Brown (Mamani, 2016).

2.10.11. Calidad del Agua

El agua es el nutriente más importante. Las gallinas deben tener agua de buena calidad disponible todo el tiempo. El consumo de agua y alimento están relacionados directamente cuando las gallinas beben menos, consumen menos alimento y la producción disminuye rápidamente. Como regla general, las gallinas sanas consumen 1.5 a 2.0 veces más agua que alimento. Esta proporción aumenta en un medio ambiente con temperaturas altas (HY-LINE, 2011).

En el (Cuadro 6) la calidad del agua es crucial para la producción avícola, afectando tanto la salud como el rendimiento de las aves. Los estudios en Argentina han demostrado que las fuentes de agua para granjas avícolas a menudo tienen problemas químicos y microbiológicos. el 95% de las granjas tenían niveles de pH inadecuados y todas las muestras excedían los límites de contaminación bacteriana (Schroeder *et al.*, 2024).

Cuadro 6. Parámetros de calidad del agua para consumo en avicultura

PARÁMETRO	AVICULTURA	
	BUENA CALIDAD	NO USAR
pH	5 – 8,5	<4 y >9
Amonio mg/l	<2,0	>10
Nitritos mg/l	<0,1	>1,0
Nitratos mg/l	<100	>200
Cloro mg/l	<250	>2000
Sodio mg/l	<800	>1500
Sulfatos mg/l	<150	>250
Hierro mg/l	<0,5	>2,0
Manganese mg/l	<1,0	>2,0
Dureza	<20	>25
"materia orgánica oxidable" mg/l	<50	>200
S2H	No detectable	No detectable
Coliformes ufc/ml	<100	>100
Ufcs totales ufc/ml	<100.000	>100.000

Fuente: ISA (2020).

El consumo de agua depende de la temperatura ambiente y de la humedad del aire. Por encima de los 20°C, el consumo se incrementa para permitir al ave mantener su temperatura corporal (ISA, 2020).

2.10.12. Bioseguridad

La bioseguridad en las granjas avícolas conlleva un conjunto de prácticas y estrategias fundamentales para prevenir la introducción y propagación de agentes patógenos. Estas medidas son clave para reducir el impacto negativo en la producción avícola. Numerosas enfermedades infecciosas están estrechamente vinculadas al nivel de bioseguridad implementado en la granja, siendo su prevención y control altamente dependientes de estas acciones (Cuéllar, 2020).

El mismo autor menciona, que la bioseguridad abarca desde el diseño y la ubicación de la infraestructura física donde se instala la granja avícola, hasta las acciones implementadas por el personal que trabaja en ella y por personas externas. Además de estas medidas estructurales y operativas, existen protocolos específicos orientados al manejo de las aves y al cumplimiento de sus distintos requerimientos, los cuales son igualmente fundamentales para garantizar un entorno sanitario adecuado. Entre las principales enfermedades asociadas se encuentran el cólera aviar, la enfermedad de Newcastle, la enfermedad de Marek, la salmonelosis, la coccidiosis, la micoplasmosis, la colibacilosis y la influenza aviar, entre otras.

2.10.13. Temperatura

La temperatura ideal, para una óptima conversión alimenticia durante el periodo de postura, oscila entre los 22 a 24°C. Si se regula la temperatura a través del sistema de ventilación, es importante dejar ingresar solo la cantidad suficiente de aire fresco (Mendoza, 2000).

Las aves poseen la capacidad de mantener su temperatura corporal dentro de un rango estrecho, gracias a mecanismos fisiológicos de termorregulación. Sin embargo, cuando la temperatura ambiente se eleva por encima de lo óptimo, puede desencadenarse estrés por calor, una condición que provoca alteraciones fisiológicas potencialmente irreversibles, comprometiendo la supervivencia, el bienestar y el rendimiento productivo de las aves (Díaz, 2023).

El mismo autor menciona, que las temperaturas elevadas dentro de los galpones avícolas generan efectos adversos no solo en la producción, tamaño y calidad del huevo, sino también sobre la fisiología general de las aves, incrementando significativamente las tasas de mortalidad. Como respuesta fisiológica al calor, las aves incrementan su frecuencia de jadeo hasta diez veces cuando la temperatura ambiente supera los límites de la zona. El estrés térmico comienza a manifestarse cuando la temperatura ambiente supera los 26,7 °C, y se intensifica de forma crítica por encima de los 29,4 °C.

En el (Cuadro 7) descripción de la temperatura ambiental y estrés por calor en aves de postura.

Cuadro 7. Temperatura ambiental y estrés por calor en aves de postura

Rango de temperatura (°C)	Descripción
13–24	Zona térmica neutral. Las aves no necesitan alterar su metabolismo para mantener la temperatura corporal.
18–24	Rango ideal de temperatura.
24–29	Pequeña reducción en consumo de alimento. Si el consumo de nutrientes es adecuado, la eficiencia de producción es buena. Tamaño y calidad del huevo pueden reducirse al acercarse al tope de este rango.
29–32	El consumo de alimento se reduce aún más. Menores ganancias de peso. Deterioro del tamaño y calidad del huevo. Se recomienda iniciar enfriamiento antes de llegar a este rango.
32–35	El consumo de alimento sigue reduciéndose. Peligro de postración por calor, especialmente en aves pesadas o en pico de producción. Se deben llevar a cabo procedimientos de enfriamiento.
32–35	La postración por calor es probable. Se pueden necesitar medidas de emergencia. La producción de huevos y el consumo de agua se reducen severamente.
más de 38	Medidas de emergencia para enfriar las aves. La supervivencia es la prioridad.

Fuente: Díaz (2023).

2.10.14. La luz

La iluminación tiene un efecto muy importante sobre el desarrollo del aparato reproductor. El programa de luz que aplicamos (fotoperiodo e intensidad lumínica) permite regular el estímulo y controlar la madurez sexual de los reproductores, tiene una gran influencia sobre el rendimiento productivo de los mismos (Navarro, 2000).

La iluminación juega un papel crucial en la maduración de los órganos sexuales, proceso esencial para el inicio de la postura. A lo largo de la recria, etapa que abarca desde el nacimiento hasta las 17 semanas de vida, si las aves alcanzan los pesos corporales adecuados según las expectativas de la línea genética y se logra una buena uniformidad del lote, se procede a la estimulación lumínica en el momento oportuno. Sin embargo, si el lote es desuniforme, con aves de menor tamaño, aplicar la estimulación con luz de forma anticipada puede afectar negativamente su desarrollo y rendimiento productivo (Fernandez y Zacañino, 2023).

Los mismos autores afirman, que durante la etapa de postura, la iluminación debe sumar luz natural + luz artificial, que debe mantenerse constante entre 16 y 17 horas diarias a lo largo del año. Es recomendable considerar la adición de una hora extra de iluminación en la madrugada, práctica conocida como 'supercena', especialmente en gallinas de mayor edad. Esta estrategia permite un consumo adicional de alimento en horas tempranas, lo que puede contribuir a mejorar la calidad de la cáscara del huevo que se está formando para el día posterior.

2.10.15. Humedad

La humedad del ambiente debe mantenerse las tres primeras semanas en 60%, y bajar luego a 50%. Un exceso de humedad puede resultar perjudicial (enfermedades) (Mamani, 2016).

2.10.16. Ventilación

La aireación y la buena ventilación, reducen la humedad ambiental del gallinero, impidiendo la concentración de amoniaco, que ocasiona el enanismo en pollos parrilleros, y la retardación en la puesta. Reduce la acumulación de polvo en el galpón, y disminuye el estrés en las aves (Buxade, 2000).

Una ventilación adecuada en los gallineros es fundamental para mantener una buena calidad del aire y preservar la salud y el bienestar de las gallinas. La acumulación de amoníaco en concentraciones elevadas, producto de la descomposición de las excretas, puede tener efectos perjudiciales en el desarrollo de las gallinas, provocando irritación ocular, afecciones respiratorias y lesiones en las almohadillas plantares, lo que compromete tanto su confort como su rendimiento productivo (Cohuo *et al.*, 2017).

Una ventilación adecuada es esencial para mantener condiciones óptimas en los sistemas de producción avícola. Los sistemas de ventilación controlada cumplen un papel fundamental en la regulación de la temperatura y la humedad relativa, así como en la dilución de gases nocivos y organismos patógenos presentes en el ambiente. De esta manera, contribuyen a preservar la salud de las gallinas, mejorar su bienestar y optimizar la producción dentro de las instalaciones (Vilela *et al.*, 2020).

La ventilación debe ser una herramienta muy importante en el manejo para proveer un microambiente óptimo para cada ave. La ventilación controlada puede ser muy beneficiosa para diluir los organismos patogénicos. Para garantizar el bienestar y el desempeño productivo de las aves, se recomienda mantener la temperatura ambiental entre 21 y 27 °C, y una humedad relativa en el rango de 40 a 60 %. Estos parámetros son fundamentales para una adecuada termorregulación, así como para prevenir condiciones de estrés térmico o desarrollo de microorganismos indeseables (ISA, 2020).

2.10.17. Densidad de población

Aviland (2005), recomienda que la densidad optima por metro cuadrado depende de las condiciones de manejo y de las posibilidades de controlar el ambiente. Como regla general se puede recomendar 6 a 8 aves/m².

El galpón o galera es la instalación destinada al alojamiento de las gallinas durante la etapa de postura. Diversos estudios sobre sistemas de alojamiento para gallinas ponedoras han demostrado que el clima es un factor determinante en la definición de la densidad óptima de población. En condiciones de clima frío, se recomienda una densidad de 7 aves por metro cuadrado, en climas cálidos 5 aves por metro cuadrado, con el fin de minimizar el riesgo de estrés térmico y favorecer el bienestar animal. Este es el espacio requerido para las aves se aplican a partir de las 18 semanas de edad, cuando las aves ingresan a la fase productiva (Rosario *et al.*, 2018).

2.10.18. Alimentación Durante la Fase de Producción

Los programas de alimentación deben adaptarse para que coincidan con la ingesta de nutrientes con las demandas de rendimiento y el control del tamaño del huevo (Patiño et al., 2021).

Las aves deben tener acceso continuo al alimento para asegurar un consumo adecuado de nutrientes durante toda la fase de postura. La implementación de un programa de alimentación por fases es fundamental para ajustar el suministro de nutrientes en función del rendimiento productivo y del tamaño deseado del huevo. Las dietas deben ser formuladas considerando el consumo real de alimento y el nivel de producción esperado, a fin de evitar deficiencias o excesos que afecten la eficiencia productiva.

El mismo autor menciona, que una práctica recomendada consiste en reducir el nivel de alimento en los comederos al mediodía, con el objetivo de fomentar el consumo de partículas más pequeñas, que contienen nutrientes esenciales y suelen ser rechazadas si hay exceso de partículas gruesas. El consumo de alimento en las aves está influenciado por diversos factores, incluyendo el peso corporal (o edad), la tasa de postura, el peso del huevo, la temperatura ambiental, la textura del alimento y el contenido energético de la dieta. En este contexto, los aceites vegetales, ricos en ácido linoleico, han demostrado ser efectivos para incrementar el tamaño del huevo. El uso de una mezcla de aceites vegetales también puede ser una alternativa viable para alcanzar este objetivo.

2.10.19. Requerimientos nutricionales

2.10.19.1. Proteína

Es necesario que el nivel de proteína de la ración sea suficiente para asegurar que se satisfagan los requerimientos de todos los aminoácidos esenciales y no esenciales. Es preferible usar fuentes de proteína de alta calidad siempre que estén disponibles especialmente cuando el pollo sufra estrés por calor. La proteína de mala calidad o desbalanceada puede crear estrés metabólico, pues existe un costo de energía asociado con esta excreción y, además, se puede producir cama húmeda (Rafael, 2024).

2.10.19.2. Energía

Escobar (1996), afirma que la energía es el componente que se encuentra en un mayor valor dentro de una ración balanceada y que las fuentes más comunes de energía se hallan en los carbohidratos y grasas, los alimentos altamente energéticos son los más costos y constituyen un factor muy importante para el crecimiento de las aves en general

2.10.19.3. Vitaminas

Cuando existe deficiencia de vitaminas, las aves no se desarrollan, no caminan bien y tiene las plumas erizadas. Pueden padecer afecciones pectorales y presentar exudaciones en la nariz y en los ojos, los dedos se curvan hacia adentro provocando un caminar dificultoso, estos problemas pueden evitarse añadiendo al pienso vitaminas compradas en el comercio, o proporcionando a las aves plantas verdes. También es importante mencionar que la carencia de vitaminas, puede llegar a producir problemas de conducta en las aves (Murillo, 2008).

2.10.19.4. Aminoácidos

Los aminoácidos son moléculas nitrogenadas simples con cadenas hidrocarbonadas de bajo peso molecular. Todos los aminoácidos, a excepción de la glicina, tienen dos formas estructurales o estereoisomeros: L y D. En las proteínas animales todos los aminoácidos presentes pertenecen a la serie L. Sin embargo, en ciertos casos el animal dispone de la capacidad enzimática precisa para aprovechar la forma D, previa transformación a la forma L.²⁷ Lisina, metionina, treonina y triptófano son los aminoácidos actualmente disponibles a precios competitivos para la fabricación de pienso (FEDNA, 2015).

2.10.19.5. Metionina

La metionina, ayuda a aumentar el tamaño y el peso del huevo. Todos los aminoácidos sobre todo esenciales, tienen funciones específicas sobre el crecimiento y producción de las aves, por ejemplo la lisina tiene mucho que ver con el buen crecimiento de las plumas (Mamani, 2016).

Los componentes estructurales básicos de las proteínas son 22 aminoácidos y muchos de ellos pueden sintetizarse en el cuerpo del ave utilizando los metabolitos de proteínas que

se encuentran en los cereales y vegetales. Estos últimos se denominan aminoácidos no esenciales, pero hay otros que deben ser suministrados en la ración de las aves, para que cumplan sus funciones fisiológicas, y se conocen como aminoácidos esenciales (Mamani, 2016).

2.9. Manejo de equipos básicos del galpón

A continuación, se describen los equipos de crianza más importantes en la actividad avícola.

2.9.1. Bebederos

Es fundamental que el tipo de bebederos utilizado durante la etapa de crianza sea el mismo que se empleará en la fase de producción, a fin de evitar cambios que puedan afectar el comportamiento de las aves. Se recomienda el uso de bebederos tipo nipple, preferiblemente aquellos que permiten activación a 360°, especialmente en lotes con tratamiento de pico, ya que facilitan el acceso al agua y favorecen el bienestar animal (Hy, 2023).

2.9.1.1. Bebederos de Nipple

Los sistemas de bebederos tipo nipple son preferidos por su diseño cerrado, lo que reduce el riesgo de contaminación y mejora la sanidad en el sistema de suministro de agua. Durante los primeros días de crianza (de 0 a 3 días), así como en los primeros 7 días tras el traslado a las instalaciones de producción, es importante ajustar la presión del agua para formar una gota colgante visible en los nipples. Esta gota facilita que los pollitos identifiquen la fuente de agua. Si después de los primeros 7 días aún se observa una gota colgante, puede ser señal de que la presión del agua es demasiado baja y debe ajustarse según la edad del lote (Hy, 2023).

El mismo autor menciona uso de platos recolectores debajo de los nipples es recomendable durante la crianza y en climas cálidos, ya que ayudan a mantener el área seca y evitan el desperdicio. Los bebederos de nipple con activación a 360° permiten un acceso más fácil al agua y son especialmente útiles en aves, así como en combinación con bebederos suplementarios. Para ponedoras adultas, cada nipple debe suministrar al menos 60 ml de agua por minuto, aunque este valor puede variar de acuerdo con las especificaciones del fabricante del sistema.

2.9.1.2. Bebederos de tipo campana

En aves menores de dos semanas de edad, se recomienda el uso de bebederos plásticos, con una proporción de 2 bebederos por cada 100 aves. Para aves adultas, pueden emplearse bebederos tipo campana, utilizando aproximadamente 6 unidades de 3 litros por cada 100 aves, o alternativamente, bebederos tipo Gaspar conectados a un sistema circulante. Es fundamental evitar derrames de agua dentro de las galeras, ya que estos no solo deterioran las condiciones del ambiente, sino que también favorecen la proliferación de parásitos intestinales como los coccidios, comprometiendo seriamente la salud del lote (Quispe, 2012).

2.9.2. Comederos

Durante la primera semana de vida, la alimentación de los pollitos BB puede realizarse utilizando cajas de cartón de aproximadamente 2,5 cm de alto, elaboradas a partir de los mismos cartones de empaque. También es posible emplear bandejas prefabricadas, distribuidas a razón de una por cada 100 pollitos. A medida que las aves crecen, es necesario realizar un cambio progresivo hacia sistemas de alimentación más adecuados. Se recomienda el uso de comederos tipo tolva, con una proporción de uno por cada 25 gallinas, o comederos lineales tipo Gaspar, con una relación de uno por cada 60 aves, garantizando un espacio lineal mínimo de 2 cm por ave. Es importante destacar que el uso de comederos tipo canoa permite duplicar el área de acceso al alimento concentrado (Quispe, 2012).

El mismo autor afirma el cambio hacia los comederos definitivos debe realizarse de forma gradual para evitar el estrés en las aves. Inicialmente, se puede sustituir solo el plato del comedero, y posteriormente incorporar el comedero lineal o tolva. Además, la altura del borde del comedero debe ajustarse a la altura del dorso del ave, asegurando una postura cómoda durante la alimentación.

En el siguiente (Cuadro 8) se detallan los accesorios necesarios y la cantidad recomendada por número de aves en cada etapa de producción.

Cuadro 8. Requerimiento de accesorio por número de aves en el sistema de piso

Accesorio	Tipo	Etapa		
		Cría	Recria	Producción
Comedero	Charola	1 por 100 aves		
	Tolva		1 por 50 aves	1 por 25 aves
	Lineal de Gaspar		1 por 100 aves	1 por 60 aves
Bebedero	Campana	2 por 100 aves	3 por 100 aves	4 por 100 aves
	Circulante de Gaspar		1 por 200 aves	1 por 150 aves
Campana criadora	De diámetro 1 m	1 por 500 aves		

Fuente: Quispe (2012).

2.9.3. Cama

La cama se utiliza en los galpones avícolas para diluir el estiércol, absorbe la humedad, promueve el bienestar de las aves y les permite expresar comportamientos naturales como los baños de polvo, la búsqueda de alimento y el rascado. Existen diversos materiales que pueden utilizarse como sustrato para cama, pero el material ideal debe ser altamente absorbente, no apelmazarse, ser no tóxico, resistente al crecimiento de moho, biodegradable y con alto contenido de carbono. Utilice al menos 2 pulgadas de cama en los galpones de postura. El manejo adecuado de la cama depende principalmente del control de la humedad. Cuando el contenido de humedad supera el 30 %, puede generarse una acumulación excesiva de amoníaco en el ambiente, lo que afecta la salud respiratoria de las aves y favorece el desarrollo de microorganismos patógenos (Hy-Line, 2016).

Tipos de cama comunes:

- Arena o grava con granulometría de hasta 8 mm
- Viruta de madera
- Trigo, espelta, paja de centeno

- Corteza de árbol
- Pedazos de madera
- Cascarilla de arroz

El mismo autor señala que la selección del material de cama debe considerar un equilibrio entre el bienestar animal, el costo y la sanidad del huevo. Cada tipo de sustrato presenta ventajas y desventajas según sus propiedades físicas, higiénicas y económicas. Es fundamental que las aves tengan contacto con la cama desde las primeras etapas de crecimiento. La exposición temprana a la cama, especialmente durante las dos primeras semanas de vida, contribuye a reducir la incidencia de comportamientos indeseados como el picoteo, promoviendo un ambiente más saludable y menos estresante para el lote.

2.10. Sanidad y vacunas

Existen enfermedades aviares que, por su alta prevalencia o dificultad de erradicación, requieren la implementación de programas de vacunación rutinarios. En términos generales, todos los lotes de gallinas ponedoras deben vacunarse contra la enfermedad de Marek, enfermedad de Newcastle, Bronquitis Infecciosa, enfermedad infecciosa de la Bursa, encefalomielitis aviar y viruela aviar. No obstante, el diseño del programa de vacunación debe ajustarse a las condiciones específicas de cada unidad productiva, considerando factores como el riesgo de exposición a patógenos, la presencia de inmunidad maternal, el tipo de vacunas disponibles y las rutas de administración más adecuadas. Por estas razones, no es posible establecer un único protocolo de vacunación aplicable universalmente (Hy-Line, 2019).

2.10.1. Parásitos internos y externos

2.10.1.1. Parásitos internos

Los parásitos internos representan un problema significativo en los lotes de aves criadas al aire libre, ya que pueden dañar el tracto intestinal y reducir la capacidad de absorción de nutrientes. Entre los signos clínicos asociados a las infestaciones parasitarias se encuentran: debilitamiento de la cáscara del huevo, alteraciones en el color, tamaño y consistencia de la yema, así como un aumento de peso insuficiente, lo cual puede provocar irregularidades o retrasos en el crecimiento. Las aves afectadas suelen presentar un estado

decaído, crestas pálidas, en algunos casos, conductas anómalas como el picoteo de la cloaca (canibalismo), provocado por el esfuerzo durante la defecación. En infestaciones severas, los parásitos pueden causar la muerte (Hy-Line, 2023).

El mismo autor señala, que entre los parásitos internos más comunes en aves de corral se encuentran diversos tipos. Entre los gusanos redondos más relevantes se destaca *Ascaridia galli*, causante de ascaridiosis, que habita en el intestino delgado y puede alcanzar grandes tamaños. También se encuentra *Capillaria spp.*, conocidos como gusanos capilares, que afectan principalmente el tracto digestivo y el tracto respiratorio. Otro parásito frecuente es *Heterakis gallinarum*, un gusano cecal que puede actuar como vector del protozoo. *Histomonas meleagrididis*, causante de la histomoniasis. Por último, los cestodos o tenias también pueden estar presentes en aves criadas al aire libre, especialmente cuando tienen acceso a hospedadores intermediarios como lombrices.

2.10.1.2. Control de parásitos internos

La detección de infestaciones por helmintos en aves se realiza mediante el examen microscópico de las heces, buscando la presencia de huevos de parásitos. Para un control eficaz, se recomienda implementar evaluaciones rutinarias que incluyan necropsias en aves sacrificadas, así como análisis coproparasitológicos para determinar el recuento de huevos presentes. Estas acciones permiten identificar el nivel de infestación y tomar decisiones oportunas. El objetivo principal del control es interrumpir el ciclo de vida del parásito. Para ello, se recurre al uso estratégico de antiparasitarios, los cuales pueden ser administrados a través del agua de bebida o incorporados en el alimento. Es fundamental iniciar el tratamiento durante la fase de crianza y mantener un programa de control durante el período de postura, con el fin de proteger la salud intestinal de las aves y evitar pérdidas productivas (Hy, 2023).

2.10.1.3. Protozoos

La coccidiosis es una enfermedad intestinal causada por protozoos del género *Eimeria*, que puede provocar desde lesiones subclínicas hasta la muerte en infestaciones severas. En casos leves, puede reducir el consumo de alimento y causar daños intestinales crónicos, afectando el crecimiento y el rendimiento productivo de las gallinas. El control se basa en el uso de ionóforos o anticoccidiales químicos en programas rotativos, así como en la aplicación de vacunas vivas, preferidas por su capacidad de estimular una inmunidad más

duradera. Estas vacunas se administran generalmente en la incubadora o al momento del alojamiento. El manejo sanitario también es clave: la limpieza, desinfección y el control de vectores como moscas y escarabajos ayudan a reducir la presión de infección, aunque los ovocitos pueden persistir en el ambiente debido a su alta resistencia (Hy, 2023).

2.10.1.4. Parásitos externos

Entre los ectoparásitos más comunes en gallinas ponedoras se encuentran los ácaros rojos (*Dermanyssus gallinae*), los ácaros rojos se alimentan de sangre durante la noche y se refugian durante el día en zonas oscuras del galpón. Su reproducción es rápida en climas cálidos y, aunque la infestación sea leve, puede provocar irritación, disminución del consumo de alimento y baja en la producción y los ácaros del norte (*Ornithonyssus sylviarum*), los ácaros del norte viven en el ave durante toda su vida, alimentándose de sangre y células cutáneas, especialmente en las plumas cercanas a la cloaca. En infestaciones severas afectan la salud y productividad, pudiendo encontrarse incluso en huevos, cintas recolectoras y personal de granja (Hy, 2023).

2.10.1.5. Infecciones Bacterianas

Brachyspira pilosicoli es una espiroqueta intestinal que afecta a diversas especies, incluidas las aves, provocando inflamación en el intestino grueso, particularmente tifilitis. Su presencia se asocia con diarrea espumosa de color amarillento, disminución en la producción de huevos y huevos con cáscara sucia. Otras bacterias de importancia sanitaria en gallinas son *Mycoplasma gallisepticum* y *Mycoplasma synoviae*, que afectan principalmente el sistema respiratorio, y la *Escherichia coli*, agente causal de colibacilosis, una infección oportunista que puede generar alta morbilidad y mortalidad en condiciones de manejo deficiente (Hy-Line, 2023).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

3.1.1. Ubicación Geográfica

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental de Kallutaca, de la Universidad Pública de El Alto, ubicada en la provincia Los Andes, municipio de Laja, del departamento de La Paz, a una altitud de 4090 m.s.n.m, a 16°31'27" latitud Sur y 68° 18' 26" longitud Oeste del Meridiano de Greenwich (Google-Earth, 2025).



Figura 3. Localización de la investigación (Google-Earth, 2025)

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

Se emplearon 72 Gallinas Isa Brown en fase final de postura.

3.2.2. Material de alimentación

- Alimento balanceado convencional.
- Metionina.
- Agua.

3.2.3. Material de campo

Aserrín grueso para cubrir el piso (5cm) de altura.

- Comederos tipo tolva.
- Bebederos tipo cilindro.
- Cal viva.
- Cámara fotográfica.
- Tablero de apuntes.
- Maples.
- Termómetro.
- Mochila aspersor para desinfectar.
- Balanza de precisión.
- Calibrador digital.

3.2.4. Material de gabinete

- Cámara fotográfica.
- Cuaderno de campo.
- Hojas bond.
- Calculadora.
- Bolígrafos.
- Lápices.
- Gomas.

3.3. Metodología

En el presente estudio se evaluaron tres niveles de metionina las cuales fueron de 2.04g. (en 115 g de alimento), 3.52g. (en 115 g de alimento), 5.12g. (en 115 g de alimento), en la dieta diaria de gallinas ponedoras Isa Brown. La evaluación se realizó en la fase final de postura del ciclo productivo.

3.3.1. Desarrollo del ensayo

3.3.1.1. Características del galpón utilizado

El galpón que se utilizó tiene una superficie de 15 x 5 metros, con cubierta media agua, el cual cuenta con un tanque de agua de 200 litros de almacenamiento.

3.3.1.2. Desinfección

Al inicio de la presente investigación se llevó a cabo un proceso de limpieza y desinfección del galpón, seguido de un flameado minucioso, prestando especial atención a las esquinas y rincones de difícil acceso. Una vez higienizadas las paredes, jaulas, puertas, comederos, bebederos y demás implementos, se procedió a la fumigación del galpón utilizando una solución al 1% de hipoclorito de sodio, preparada mediante la dilución de 10 ml de hipoclorito por cada litro de agua.

Posteriormente, todos los utensilios, como comederos, bebederos y baldes, fueron lavados cuidadosamente con agua, detergente y lavandina, con el objetivo de asegurar una desinfección completa.

Finalmente, se realizó el encalado del piso como medida de bioseguridad, para área destinada a la cama de viruta de madera, aplicando cal viva en una proporción de 1 kg por cada 4 m².

3.3.1.3. Armado del sistema automatizado

Se inició con la instalación de un interruptor térmico, un temporizador mecánico y focos. El temporizador fue programado para encender automáticamente la iluminación a las 18:00 y apagarla a las 22:00 horas, con el objetivo de completar las 16 horas de luz diarias en el galpón.

3.3.1.4. Distribución de las gallinas en los tratamientos

Las aves fueron distribuidas en las unidades experimentales. Para ello se llevó a cabo un proceso de selección, asignando 6 aves por unidad experimental, un total de 72 aves para toda la evaluación. Cada unidad experimental contó con los respectivos implementos necesarios, como comedero bebedero y nidal.

3.3.1.5. Alimentación

La alimentación de las gallinas fue suministrada de acuerdo a la tabla establecida por Isa Brown La cantidad de alimento suministrado fue determinada en función de la edad y el peso de las aves. Durante la etapa de postura, se proporcionó a cada gallina un total de 115 gramos de alimento por día, divididos en dos raciones diarias, una cantidad del 40% por la mañana (8:00am) y el 60% por la tarde (16:00 pm).

3.3.1.6. Suministro de agua

El suministro de agua es un elemento primordial dentro de la dieta, por esta razón se realizó de forma continua, con bebedero de campana automática. Se prestó especial atención a mantener el agua siempre fresca y limpia, asegurando su disponibilidad constante para garantizar un consumo óptimo por parte de las gallinas.

3.3.1.7. Recolección de huevos

Para el presente trabajo de investigación, la recolección de huevos se realizó dos veces al día en cada unidad experimental. La primera recolección se llevó a cabo por la mañana, después de suministrar el alimento, y la segunda en horas de la tarde, al concluir la última alimentación. Esta programación tuvo como finalidad evitar el estrés en las gallinas al momento de retirar los huevos de los nidales, asegurando así su bienestar de las gallinas.

3.3.1.8. Iluminación

Un factor fundamental para asegurar una postura constante en las gallinas es el control adecuado de las horas luz. En ese sentido, se realizó el control de las horas luz durante el día con luz natural y durante la noche con luz artificial para completar las 16 horas en la etapa productiva. Este control lumínico favorece el mantenimiento de la actividad metabólica necesaria para una producción óptima de huevos.

3.3.2. Diseño Experimental

En el trabajo de investigación se utilizó el diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y tres repeticiones, 6 gallinas por tratamiento un total de 72 gallinas.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Una observación cualquiera de la variable de respuesta.

μ = Media general.

α_i = Efecto del tratamiento i – esimo del factor niveles de metionina

ε_{ij} = Error experimental.

3.3.2.1. Factor en estudio

Los tratamientos en estudio son los diferentes niveles de metionina aplicados en la fase final de postura en gallinas Isa Brown.

Se incorporó Metionina a la dieta de las gallinas de postura de la línea Isa Brown en tres niveles: 0.120g. 0.220g. y 0.320g. Correspondientes a los tratamientos dos, tres y cuatro, respectivamente cuadro 8

Cuadro 8. . Número de gallinas en postura por tratamiento, con diferentes niveles de metionina

Tratamientos	Alimentacion	Nº de gallinas
T1	Alimento balanceado (testigo)	18
T2	Alimento balanceado (0.120 g/ave metionina)	18
T3	Alimento balanceado (0.220 g/ave metionina)	18
T4	Alimento balanceado (0.320 g/ave metionina)	18
	Total de gallinas	72

3.3.3. Variables de respuesta

3.3.3.1. Porcentaje de postura

La recolección de huevos producidos por cada unidad experimental se realizó de manera diaria, para su posterior estudio individual y registro. El porcentaje de postura representa la proporción de gallinas que se encuentran en producción activa. Este indicador es fundamental para determinar la relación entre aves en postura y aquellas fuera de postura (Calatayud, 2015).

$$\% \text{ Postura} = \frac{\text{Total de huevos}}{\text{Nº de gallinas total}} \times 100$$

3.3.3.2. Peso del huevo (g)

Para la determinación de esta variable se procedió al pesaje semanal de cada huevo, por tratamiento con la ayuda de una balanza de precisión, para su posterior registro.

3.3.3.3. Largo del huevo (mm)

La medición del largo de los huevos, se realizó la toma de las medidas externas con la ayuda de un calibrador vernier digital. Procedimiento que se realizó cada semana y los datos fueron registrados en mm.

3.3.3.4. Diámetro del huevo (mm)

Para medir el diámetro del huevo (eje menor), se midió con la ayuda de un vernier. Con el mismo calibrador vernier digital se determinó el diámetro de los huevos recolectados de cada semana por unidad experimental, donde los datos fueron expresados en mm.

3.3.3.5. Grosor de la cascara del huevo (mm)

Se evaluó el grosor de cáscara medida en micras, utilizando un calibrador digital. Para determinar el grosor se realizó la medición semanalmente con la ayuda de un calibrador digital tres huevos por cada unidad experimental, estos fueron escogidos al azar.

3.3.4. Análisis económico

3.3.4.1. Ingreso Bruto

El ingreso bruto representa la suma total de beneficios obtenidos por la venta del producto, antes de aplicar cualquier tipo de deducción (MacNeil, 2024).

$$I.B. = R * P$$

Dónde:

I.B. = Ingreso bruto

R = Rendimiento

P = Precio del producto

3.3.4.2. Beneficio/Costo

Para el análisis de producción, se realizó el cálculo de la relación beneficio costo (B/C) por tratamiento, considerando los beneficios totales de producción y los costos parciales de producción.

$$BC = \frac{IB}{CP}$$

Donde:

B/C = Relación beneficio costo

IB = Ingresos bruto

CP = Costos de producción

- La relación $B/C > 1$ indica que los ingresos económicos son mayores a los gastos de producción, por lo tanto, la crianza de gallinas en postura es rentable.
- La relación $B/C = 1$ Los ingresos económicos son iguales a los gastos de producción, el cual nos es rentable solo cubre los gastos de producción, el productor no gana ni pierde.
- La relación $B/C < 1$ No existe beneficios económicos, el productor pierde.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Variables de Estudio

4.1.1. Variación de la temperatura

La Figura 4 muestra las temperaturas máximas, promedio y mínima, fueron registradas durante los 90 días entre el 01 de abril al 30 de junio 2025.

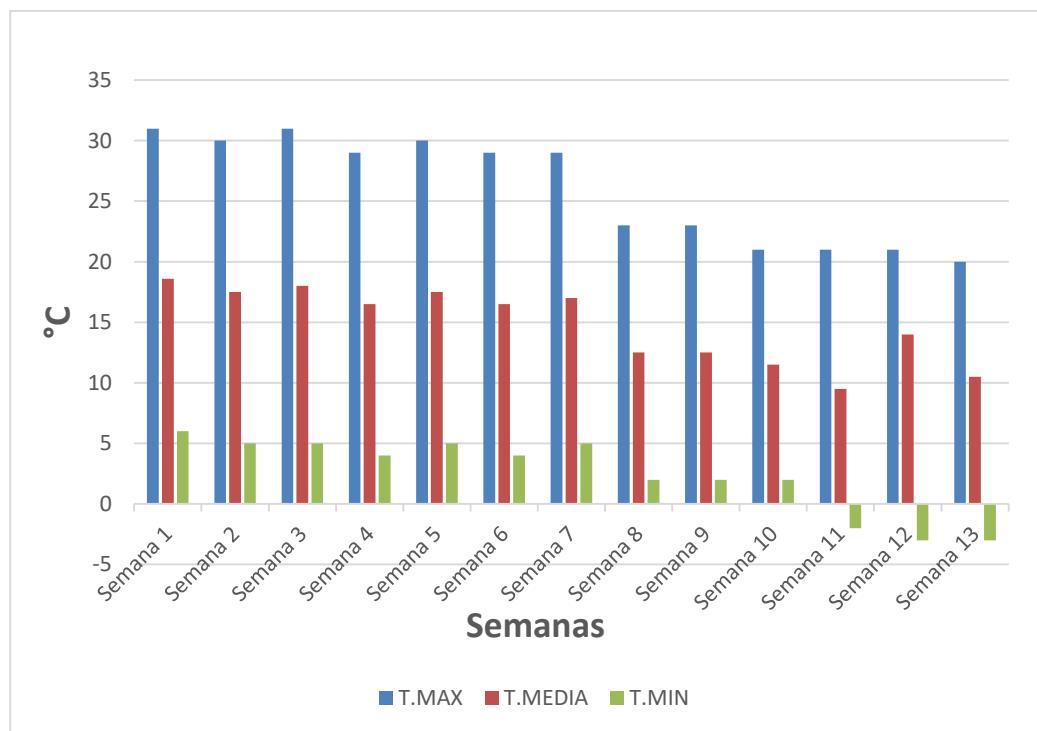


Figura 4. Temperaturas (°C) registradas dentro del galpón

Durante el periodo de evaluación, la temperatura presentó variaciones, con valores máximos que oscilaron entre 25 y 30 °C. La temperatura promedio se mantuvo en un rango de 18 a 19 °C, evidenciando condiciones constantes, mientras que la temperatura mínima oscilaba entre 5 y 6 °C, con registros más bajos. Estos valores se encuentran dentro del rango aceptable para gallinas ponedoras de la línea Isa Brown, lo cual favorece tanto la persistencia de la postura como el confort térmico de las aves.

Rosario *et al.*, (2018), afirma que la zona de confort higrotérmico para gallinas de postura se encuentra entre 18 y 22 °C, se puede realizar la crianza en cualquier región incluso en

el clima frio, pero procurando siempre que disponga una temperatura promedio 18 a 19 °C. con una humedad relativa de 60 a 70 °C.

4.1.2. Variación de la humedad relativa

La Figura 5 muestra la variación de la humedad relativa ambiental durante el periodo de 90 días de investigación.

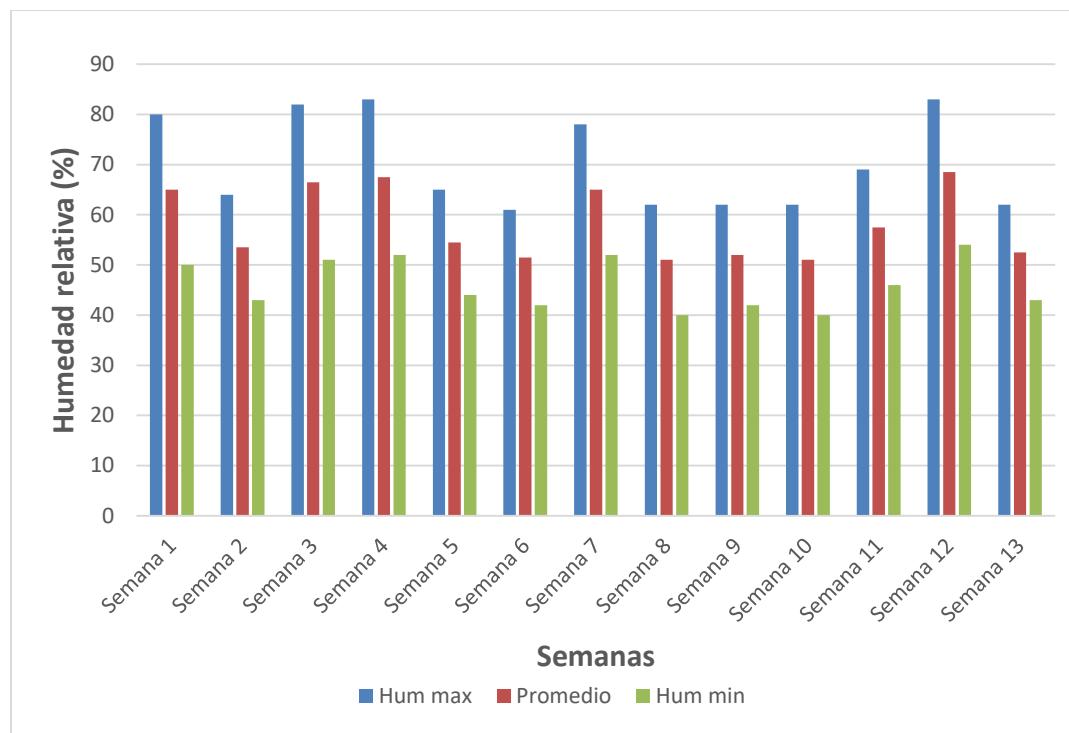


Figura 5. Humedad relativa (%) registradas dentro del galpón

Durante el periodo de estudio, la humedad relativa máxima presentó un rango de 68 a 80 %. La humedad promedio osciló entre 56 y 62 %, evidenciando un nivel constante y adecuado, mientras que la humedad mínima osciló entre 44 y 50 %. Estos niveles de humedad son adecuados para el manejo de gallinas en postura, ya que evitan tanto la sequedad excesiva como la saturación ambiental que podría presentar problemas sanitarios o reducir el confort de las aves.

Kim *et al.*, (2024), investigaron los efectos de distintos niveles de humedad relativa (25%, 50% y 75%) combinados con una temperatura de 30 °C sobre el rendimiento de postura, la calidad del huevo y los indicadores de estrés en gallinas ponedoras Hy-Line Brown de 68 semanas. Los autores afirman que ninguno de los tratamientos de humedad relativa afectó

significativamente la producción diaria de huevos, el peso del huevo ni la masa total de huevo. Sin embargo, el consumo de alimento fue menor en el grupo 25% que en el grupo 75%.

4.2. Variables de Respuesta

4.2.1. Porcentaje de postura

El análisis de varianza indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas en el porcentaje de postura a efecto de los tratamientos ($p=0,0035$). El porcentaje promedio de postura fue del 84.25%, el CV. de 13% lo que indica que los datos colectados y analizados son confiables (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de varianza para porcentaje de postura

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	1657,67	3	552,56	4,61	<0,0035**
Error	43179,36	360	119,94		
Total	44837,02	363			
CV (%) 13					
\bar{x} 84,25					

(**) Diferencia altamente significativa ($p<0,01$)

El Cuadro 10 muestra la prueba de medias de Duncan al 1% muestra que el tratamiento T4, con 0,320 g de metionina, alcanzó el mayor porcentaje de postura (87,5%) y se ubicó en el primer grupo, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. En contraste, T1 (0 g de metionina, 84,2%), T2 (0,120 g, 83,78%) y T3 (0,220 g, 81,52%) conforman en el segundo grupo, sin diferencias significativas entre sí. Esto indica que la suplementación con 0,320 g de metionina mejora de forma significativa el rendimiento productivo de las gallinas Isa Brown, optimizando la postura y acercando al rango ideal para esta línea genética.

Cuadro 10. Porcentaje de postura en promedio

Tratamiento	Porcentaje de postura	Duncan ($\alpha = 1\%$)
T4 (0.320 g/ave metionina)	87,5	A
T1 (testigo)	84,2	B
T2 (0.120 g/ave metionina)	83,78	B
T3 (0.220 g/ave metionina)	81,52	B

El incremento en el nivel de metionina hasta 0,320 g/ave mostró un efecto positivo en la producción de huevos, alcanzando el mayor porcentaje de postura. Esto sugiere que la suplementación con metionina en esa dosis mejora la eficiencia productiva de las aves, posiblemente por un mejor balance de aminoácidos esenciales que favorece la síntesis proteica y el desempeño reproductivo. En cambio, los niveles inferiores no lograron superar al testigo, lo que indica que dosis menores no son suficientes para expresar el máximo potencial de postura de las aves.

Sánchez (2003), considera que el porcentaje promedio de postura entre las 20 a 78 semanas de edad en aves de postura de la línea Hy line variedad W – 77 es de 75%. Por tanto se asume que los datos obtenidos de T1,T2, T3 y T4 para porcentaje de postura son los más cercanos.

4.2.2. Peso del huevo (g)

El análisis de varianza muestra que existen diferencias altamente significativas ($p<0,0001$) entre los tratamientos evaluados en gallinas de postura línea Isa Brown, con un valor de F (58,82), cuyo promedio general fue 65,09 g. El coeficiente de variación (7,26%) refleja un experimento confiable y bien controlado, con baja variabilidad entre repeticiones, como se observa en el (Cuadro11).

Cuadro 11. Análisis de varianza para peso del huevo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	3937,28	3	1312,43	58,82	<0,0001 **
Error	9550,6	428	22,31		
Total	13487,89	431			
CV (%) = 7,26					
\bar{x} 65,09					

(**) Diferencia altamente significativa ($p<0,01$)

El análisis de la prueba de Duncan al 1% sobre el peso del huevo en gallinas Isa Brown muestra diferencias significativas según los tratamientos con metionina. El grupo sin metionina tuvo los huevos más livianos ($T_1 = 61,74$ g), señalando una falta de este aminoácido. Con 0,120 g (T_2), el peso subió moderadamente a 63,72 g, y con 0,220 g (T_3) aumentó a 65,01 g. El mayor peso fue con 0,320 g (T_4), alcanzando 69,9 g y clasificándose en el primer grupo. Esto demuestra que la metionina tiene un efecto positivo y acumulativo en el peso del huevo, siendo 0,320 g el nivel más aconsejable para mejorar la producción de huevos grandes y valiosos en el mercado (Cuadro 12).

Cuadro 12. Peso del huevo en promedio

Tratamiento	Media	Duncan ($\alpha = 1\%$)
T_4 (0.320 g/ave metionina)	69,9	A
T_3 (0.220 g/ave metionina)	65,01	B
T_2 (0.120 g/ave metionina)	63,72	B
T_1 (testigo)	61,74	C

En el Cuadro 12 muestra que el peso del huevo incremento mayor con el tratamiento 4 alcanzando 69.9 g. Esto se debe a que favorece el desarrollo del huevo en cuanto al peso proporcionando una cantidad adecuada de metionina.

Hy Line Brown (2019), menciona que el peso promedio del huevo es de 60.1 a 62.5 mientras que para el peso promedio del huevo (fase final de postura) es de 62.9 a 65.5 g. Por tanto, los resultados obtenidos, son datos que se ajustaron a los rangos mencionados para las fases final de postura.

4.2.3. Largo del huevo (mm)

El análisis de varianza realizado para el largo del huevo (mm) en gallinas de postura línea Isa Brown evidencia que los tratamientos evaluados tuvieron un impacto significativo ($p<0,0001$) sobre esta característica, El promedio general obtenido fue de 57,85 mm, correspondiente a huevos de buen tamaño para la comercialización. Además, el coeficiente de variación (3,56%) indica una alta confiabilidad y uniformidad en los datos, reflejando un manejo adecuado de las aves (Cuadro 13).

Cuadro 13. Análisis de varianza para largo del huevo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	105,1	3	35,03	8,25	<0,0001 **
Error	1816,56	428	4,24		
Total	1921,67	431			
CV (%) = 3,56					
\bar{x} 57,85					

(**) Diferencia altamente significativa ($p<0.01$)

Los promedios para la altura del huevo se muestran en el Cuadro 14 la prueba de Duncan al 1% indica que la suplementación con metionina tiene un efecto positivo sobre el largo del huevo en gallinas de postura línea Isa Brown. El Tratamiento 4 (0,320 g) alcanzó la mayor media (58,65 mm) y se ubicó en el primer grupo, siendo estadísticamente superior.

Cuadro 14. Largo del huevo en promedio

Tratamiento	Media	Duncan ($\alpha = 1\%$)
T4 (0.320 g/ave metionina)	58,65	A
T3 (0.220 g/ave metionina)	57,85	B
T2 (0.120 g/ave metionina)	57,51	B
T1 (testigo)	57,39	B

En contraste, los tratamientos T3 (0,220 g), T2 (0,120 g) y T1 (0 g), con promedios de 57.85, 57.51 y 57,39 mm respectivamente, se agruparon en el segundo grupo, sin diferencias significativas entre ellos. Esto demuestra que solo la dosis más alta de metionina logra un incremento real en la altura del huevo, mejorando su calidad física y comercial, mientras que niveles bajos o la ausencia de suplementación no producen cambios relevantes en esta variable.

Calatayud (2015), menciona que el largo promedio del huevo es de 55 a 56 mm por tanto se asume que los datos obtenidos se encuentran en el rango óptimo

Estos resultados coinciden al valor obtenido al T4 (58,65 mm), reflejando un efecto beneficioso del mayor nivel de metionina sobre el tamaño del huevo sin comprometer su calidad.

4.2.4. Diámetro del huevo (mm)

El análisis de varianza realizado para el diámetro del huevo en gallinas Isa Brown, muestra que los tratamientos evaluados ejercieron un efecto altamente significativo ($F = 9,92$; $p < 0,0001$), lo que indica que influyeron de manera real en la variación del diámetro promedio de los huevos (45,03 mm); además, el bajo coeficiente de variación ($CV = 2,7\%$) refleja una alta precisión experimental (Cuadro15) se deduce al siguiente análisis.

Cuadro 15. Análisis de varianza para diámetro del huevo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	43,87	3	14,62	9,92	<0,0001 **
Error	630,73	428	1,47		
Total	674,6	431			
CV (%) = 2,7					
\bar{x} 45,03					

(**) Diferencia altamente significativa ($p < 0,01$)

La prueba de Duncan al 1% muestran en el cuadro 18 los tratamientos T4 (0,320 g) y T3 (0,220 g) mejoraron el diámetro de los huevos a 45,36 mm y 45,28 mm, respectivamente, clasificándose en el primer grupo. El tratamiento T2 (0,120 g) tuvo un diámetro intermedio de 44,92 mm, en el segundo grupo, y el control T1 (0 g) fue el que menos diámetro obtuvo, con 44,56 mm en el tercer grupo. Esto muestra que aumentar metionina en la dieta mejora el diámetro del huevo, siendo 0,220 g y 0,320 g los niveles más eficaces para optimizar la calidad del huevo (Cuadro16).

Cuadro 16. Prueba de medias Duncan al 1%, para diámetro del huevo

Tratamiento	Media	Duncan ($\alpha = 1\%$)
T4 (0.320 g/ave metionina)	45,36	A
T3 (0.220 g/ave metionina)	45,28	A
T2 (0.120 g/ave metionina)	44,92	B
T1 (testigo)	44,56	B

Estos resultados confirman que el aumento progresivo de metionina en la dieta influye directamente en el tamaño del huevo, siendo los niveles de 0,220 g y 0,320 g los más

convenientes desde el punto de vista productivo y comercial, al favorecer huevos de mayor diámetro y, por ende, de mejor aceptación en el mercado, sin comprometer la uniformidad ni la calidad externa.

Según Hy-Line Brown (2019), menciona que el diámetro promedio de los huevos de esta línea genética se encuentra en un rango de 45,10 a 46,50 mm, considerado ideal para garantizar buena presentación comercial, adecuada resistencia mecánica y calidad interna del huevo. Los resultados obtenidos en el presente estudio se ubican dentro de este intervalo de lo que indica que las condiciones de manejo, nutrición y suplementación empleadas fueron apropiadas para mantener el desarrollo normal del huevo.

4.2.5. Grosor de la cascara del huevo (mm)

El análisis de varianza para el grosor de la cáscara del huevo en gallinas Isa Brown evidencia que los tratamientos aplicados tuvieron un efecto altamente significativo ($F = 236,93$; $p < 0,0001$), lo que demuestra que la suplementación evaluada influyó de manera real en esta característica. El promedio general del grosor fue de 0,37 mm, valor adecuado para garantizar buena resistencia mecánica y calidad del huevo. El coeficiente de variación ($CV = 9,04\%$), aunque algo más elevado que en otros parámetros, sigue siendo aceptable en estudios biológicos (Cuadro 17) se deduce el siguiente análisis.

Cuadro 17. Análisis para grosor de la cascara del huevo de varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,79	3	0,26	236,93	<0,0001 **
Error	0,47	428	1,10E-03		
Total	1,26	431			
CV (%) = 9,04					
$\bar{x} 0,37$					

(**) Diferencia altamente significativa ($p<0.01$)

En el Cuadro 18 el análisis de Duncan al 1% demuestra que el grosor de cáscara de los huevos en gallinas de postura Isa Brown difiere significativamente entre los tratamientos, donde cada nivel de metionina evaluado formó un grupo distinto (A, B, C, D), evidenciando un efecto directo y positivo de la suplementación.

Cuadro 18. Prueba de medias Duncan al 1%, para grosor de la cascara

Tratamiento	Medias	Duncan ($\alpha = 1\%$)
T4 (0.320 g/ave metionina)	0,43	A
T3 (0.220 g/ave metionina)	0,37	B
T2 (0.120 g/ave metionina)	0,35	C
T1 (testigo)	0,32	D

El grosor de la cascara de huevo en el tratamiento sin metionina (T1 = 0,32 mm) presentó el menor grosor, aumentando progresivamente con la inclusión de 0,120 g (T2 = 0,35 mm) y 0,220 g (T3 = 0,37 mm), alcanzando el valor más alto con 0,320 g de metionina (T4 = 0,43 mm), lo que indica que la metionina mejora significativamente la resistencia y calidad de la cáscara.

4.2.6. Análisis económico

Se realizó el análisis económico donde se evaluó los costos de producción para cada tratamiento, el parámetro utilizado fue la relación Beneficio/Costo y el cálculo se realizado fue en bolivianos (Bs).

4.2.6.1. Relación de B/C

En el Cuadro 19 el análisis beneficio/costo muestra que, T1(testigo), T2(0.120 g/ave metionina), T4(0.320 g/ave metionina) resultan rentables, existen diferencias importantes entre ellos en cuanto a eficiencia económica y calidad productiva;

Cuadro 19. Relación de beneficio costo

Ingresos	Costo Bs	T1	T2	T3	T4
Venta de Huevos	4883	1226	1296	1087	1274
Venta de Gallinaza	200	50	50	50	50
Venta de Gallinas	4320	1080	1080	1080	1080
Total, ingresos	9403	2356	2426	2217	2404
Total, egresos	7873,3	1850	2004,3	2005	2014
Beneficio/costo		1,27	1,21	1,1	1,19

El T2 (1,08 Bs) y T1 (1,05 Bs), mientras que T3 presentó un valor de (1,1 Bs), la opción más recomendable es T4 (1,12 Bs) por generar mayor retorno de la inversión, mientras que T3 (0,97 Bs) no resulta viable por no cubrir los costos de producción.

5. CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados y los resultados obtenidos en el presente estudio, nos permite sustentar las siguientes conclusiones:

- Respecto al porcentaje de postura de gallinas Isa Brown por los niveles de metionina, presento una mejor respuesta el mejor % de postura el tratamiento 4 con 0,320 g de metionina.
- Respecto al peso promedio del huevo de gallinas Isa Brown por niveles de metionina, presento una mejor respuesta con 0,320 g (T4), alcanzando 69,9 g.
- Respecto al largo del huevo de gallinas Isa Brown, por niveles de metionina, el tratamiento 4 (0,320 g) presento mejor respuesta alcanzando (58,65 mm).
- Con respecto al diámetro del huevo de gallinas Isa Brown, por niveles de metionina, presento una mejor respuesta el tratamiento, T4 (0,320 g) con 45,36 mm.
- Respecto al grosor de la cáscara de gallinas Isa Brown, por niveles de metionina, presento una mejor respuesta alcanzando el valor más alto el T4 con 0,320 g de metionina con 0,43 mm.
- Finalmente, con respecto al análisis económico de la relación beneficio/costo, el tratamiento más recomendable es T4 (0,320 g) por generar mayor retorno de la inversión.

6. RECOMENDACIONES

En base a los objetivos, resultados y conclusiones del presente trabajo, se pueden formular las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda evaluar niveles de metionina mayores a los estudiados para ver su efecto sobre la calidad de huevos, debido a que la metionina es un aminoácido esencial que participa en la síntesis proteica y en la formación de componentes estructurales del huevo, como la albúmina y la cáscara, optimizando la calidad comercial del producto final.
- Se recomienda evaluar niveles de metionina en diferentes etapas de aves de postura línea Isa Brown, ya que los requerimientos nutricionales de las aves varían con la edad y la fase productiva. Durante la postura temprana, la demanda de metionina es mayor por el rápido desarrollo de los órganos reproductivos, mientras que en fases posteriores el requerimiento puede disminuir.
- También se recomienda evaluar el efecto de diferentes niveles de suplementación con metionina en el desempeño productivo de aves de postura, considerando parámetros como la producción de huevos, calidad interna y externa del huevo, y eficiencia alimenticia.
- Se recomienda determinar la influencia de la metionina sobre los indicadores económicos de la producción de huevos, mediante el análisis de la relación beneficio/costo en distintos tratamientos.
- Se recomienda evaluar el efecto de diferentes niveles de suplementación con metionina en el desempeño productivo en otras líneas de aves de postura, considerando parámetros como la producción de huevos, calidad interna y externa del huevo, y eficiencia alimenticia.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

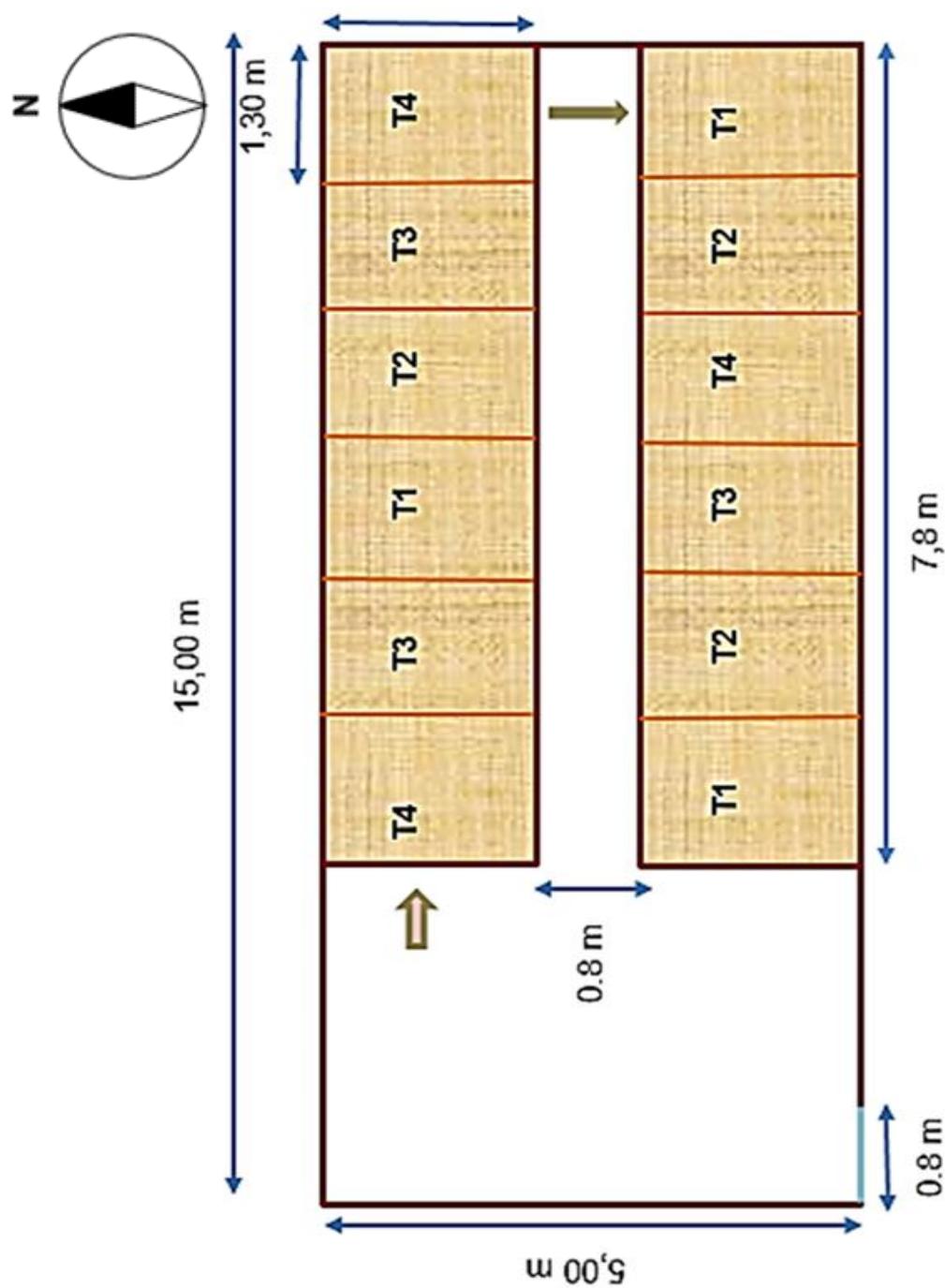
- ADA. 2003. (Asociacion de avicultura cochabamba), Produccion avicola. Disponible en <http://www.hastavuk.com.tr/en/kitapcikl>
- Alvarez, L. 2020. Evaluación de calidad de huevo comercial en gallinas dekalb post muda forzada suplementadas con cuatro niveles de calcio en forma de talco y granulado. Universidad de San Carlos de Guatemala. 47 p. Disponible en <http://www.repositorio.usac.edu.gt/13400/1/Tesis%20Lic%20Zoot.%20Luis%20Diego%20Alvarez%20Orellana.pdf>
- Antezana, F. 2011. Manual de Crianza Tecnificada de Pollos Parrilleros y Aves de Postura. Compendio de Elementos Contables, de Costos y Técnicas de Producción Pecuaria para Productores 4-12. . Place Published.
- Aviland. 2005. Manejo de Ponedoras Isa Brown 55 p.
- Buxade, C. 2000. La gallina ponedora Sistema de Explotacion y Tecnicas de Produccion. Madrid, España, 342 p.
- Calatayud, A. 2015. Evaluacion del efecto de tres niveles de dl-metionina en el comportamiento productivo de gallinas de postura de la linea hy line-brown en la Estacion Experimental de Cota Cota. Universidad Mayor de San Andres. 116 p. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/6836/T-2188.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chile, A. d. p. d. h. e. 2011. Place Published, 35.
- Cohuo, J.;Salinas, J.;Hernández, A.;Hidalgo, J. y Velasco, J. 2017. El amoníaco en las explotaciones avícolas: efectos sobre las aves y el ambiente. Tecnociencia Chihuahua. 11(2): 82–91. Consultado 10 jun. 2025. Place Published. Disponible en <https://revistascientificas.uach.mx/index.php/tecnociencia/article/view/160>
- Contreras, G. 2007. El huevo. Disponible en <http://gaceta.iztacala.unam.mx/245.pdf>
- Cuéllar, J. 2020. Bioseguridad en la granja avícola. Veterinaria Digital. . Place Published. Disponible en <https://www.veterinariadigital.com/articulos/bioseguridad-en-la-granja-avicular/>
- Díaz, G. 2023. Cómo manejar el estrés por calor en gallinas ponedoras comerciales. aviNews. 10. Consultado 10 jun. 2025. Place Published. Disponible en <https://avinews.com/como-manejar-el-estres-por-calor-en-gallinas-ponedoras-comerciales/>
- Duran, F. 2006. Manual de explotacion de aves de corral Colombia,
- El-Deber. 2024. El 60% de la producción de huevos corresponde a Santa Cruz Disponible en https://eldeber.com.bo/mundo/quienes-viajan-en-avion-privado-emiten-500-vecesmas-co2-que-un-ciudadano-medio_390601/

- Escobar, E. 1996. Manejo de Gallinas de Puesta para Micro Empresas Buenos Aires, Argentina, Disponible en 125
- FEDNA. 2015. (Fundación española para el desarrollo de la nutrición animal). Madrid España. Place Published.
- Fernandez, E. y Zacañino, G. 2023. Manejo de luz en Ponedoras. Place Published. Disponible en <https://www.vetifarma.com.ar/publicaciones/manejo-deluz-en-ponedoras-04-20-2023/>
- Flores, X. 2021. Suplementacion de lignina celulosa (*pinnus patula*) en aves para postura (*Issa brown*), en la etapa de recria de la fundacion colonia piraí Santa Cruz, Bolivia. Universidad Pública de el Alto. 107 p. Disponible en <https://repositorio.upea.bo/jspui/bitstream/123456789/551/1/SUPLEMENTACION%20DE%20LIGNINA%20CELULOSA%20%28Pinnus%20patula%29%20EN%20AVES%20P.pdf>
- Google-Earth. 2025. Estación Experimental de Kallutaca, La Paz, Bolivia. Google. en línea. Consultado 25 jun. 2025. Place Published. Disponible en <https://earth.google.com/>
- HY-LINE. 2011. Manejo comercial. Hy-Line Manejo comercial, 9 p.
- Hy-Line. 2016. Guía de Manejo. Hy-Line International. Place Published, 49.
- Hy-Line. 2019. Recomendaciones de vacunación. Boletín Técnico. 4. Consultado 25 jun.. Place Published. Disponible en <https://www.hyline.com/Upload/Resources/TU%20VACC%20SPN.pdf>
- Hy-Line. 2023. Guía de manejo Hy-Line Brown Sistemas convencionales. 112 p. en línea. Consultado 25 jun. 2025 Place Published. Disponible en <https://es.scribd.com/document/726307141/GUIA-DE-MANEJO-2023-BROWN>
- Hy, L. 2023. Hy- Line Brown Sistemas Convencionales. 80, Disponible en <https://www.hyline.com/filesimages/Hy-Line-Products/Hy-Line-Product-PDFs/Brown/BRN%20STD%20SPN.pdf>
- Instituto , H. 2009. Instituto de estudios del huevo El gran libro del huevo. EDITORIAL EVEREST S.A. A. Coruña. Madrid,
- ISA. 2020. Guía de Manejo-Sistemas de producción alternativos. Institut de Sélection Animale BV. . Place Published. Disponible en https://images.poultry.com/files/company/5554/isa_brown_product_guide_alternati
- Mamani, H. 2016. Evaluación del efecto de tres niveles de “dl – metionina” en la producción de aves de postura de la linea (*Hy Line Brown*) en fases de postura uno y dos, en el centro experimental de Cota Cota. Universidad Mayor de San Andrés. 81 p. Disponible en file:///C:/Users/HP/Downloads/T-2315%20(1)%20(3).pdf
- Martín, N. 2019. Fisiología de la puesta de la gallina. . Place Published. Disponible en <https://www.veterinariadigital.com/articulos/fisiologia-de-lapuesta-de-la-gallina/>

- Mendoza, Y. 2000. Características productivas en gallinas de postura con adición de harina de hojas de moringa. Universidad Nacional del Altiplano De Puno. 85 p. Disponible en http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/14265/Mendoza_Aguilar_Ysabel_Valeria.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Monje, R. 1997. Manual de Avicultura Facultad de Ciencias Agrícolas Pecuarias. Universidad Mayor de San Simón,
- Navarro, 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 68 p. Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2000/fvn632e/doc/fvn632e.pdf>
- Patiño, J.;Guerra, C. y Mosquera, J. 2021. Comportamiento productivo y económico de gallinas de postura Hy-Line Brown en semipastoreo con la inclusión de dos tipos de dietas. Revista Universidad Católica De Oriente. 31(46): 127-145. Consultado 10 jun. 2025. Place Published. Disponible en <https://doi.org/10.47286/01211463.322>
- Quispe, E. 2012. Brown guía de manejo aves de postura. 1 ed. La Paz, Bolivia, gaspar. Place Published, 44. Disponible en <https://es.scribd.com/document/536489201/Manual-de-Aves-Postura>
- Rafael, E. 2024. Indicadores productivos de gallinas de posturacomercial en condiciones de manejo en altura, estación experimental agropecuaria de Yauris – Uncp. Universidad Nacional del Centro Del Perú. 105 p. Disponible en https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/10688/T010_41336324_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rakonjac, S. 2021. Dosković, V.;Bogosavljević-Bošković, S.;Škrbić, Z.;Lukić, M.;Petričević, V. y Petrović, M Production performance and egg quality of laying hens as influenced by genotype and rearing system. Place Published. Disponible en <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2019-1045>
- Rosario, L.;Ramírez, R.;Caballero, M.;Chiñas, F.;Montes, J. y Silva , M. 2018. Análisis de condiciones higrotérmicas para las gallinas de postura en el estado de Oaxaca. Rev. Mex. Cienc. Agríc, Texcoco. 9(21): 4317-4327. Consultado 21 jul. 2025. Place Published. Disponible en https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200709342018000904317#12
- Sanchez, A. 2003. Gallinas Ponedoras Lima,Peru. 135 p.
- Sánchez, C. 2003. Crianza, razas y comercialización de gallinas ponedoras. Place Published, 135.
- Schroeder, M.;Yfran, M.;Bóbeda, G.;Rodríguez, S. y De-Asmundis, C. 2024. Calidad de agua para aves en granjas de Corrientes. Revista Veterinaria. 35(2): 93-99. Consultado 10 jun. 2025. Place Published. Disponible en <https://doi.org/10.30972/vet.3527869>

- Thomann, M. 2023. Origen y evolución de la gallina. Bióloga. Disponible en <https://www.expertoanimal.com/origen-y-evolucion-de-la-gallina26619.html>
- Vilela, M.;Gates, R.;Souza, C.;Martins, M.;Tinôco, I. y Teles, C. 2020. Ventilation systems in brazilian poultry: State of the art. Brazilian Journal of Biosystems Engineering. 14(2): 152–171. Consultado 10 jun. 2025. . Place Published. Disponible en <https://doi.org/10.18011/bioeng2020v14n2p152-171>
- Villapando, M. 2012. Evaluación del comportamiento productivo gallinas de postura (*Isa Brown*) en tres sistemas de produccion, en la fase de postura pico, en el municipio de Chuma-dpto. de La Paz Universidad Mayor de San Andres. 91 p. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4453/T-1717.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- WingChing-Jones;Zamora, R. y Chavarría-Zamora, S. 2023. Egg quality and productive performance of ISA Brown laying hens with grazing access. Agronomía Mesoamericana Place Published. Disponible en <https://doi.org/10.15517/am.v34i2.51511>

8. ANEXOS

Anexo 1. Croquis del experimento

Cuadro 20. Detalle de Ingresos y egresos

Detalle	T1	T2	T3	T4
EGRESOS				
Costos variables				
Alimento consumido (kg)	745,2	745,2	745,2	745,2
Costo del aminoacido Mtionina (bs)	0	13,92	18,6	25,28
Costo alimento consumido	652,05	652,05	652,05	652,05
Costos fijos				
Compra de pollonas	720	720	720	720
Sanidad	10	10	10	10
Mano de obra	2	2	2	2
Otros	5	5	5	5
TOTAL DE EGRESOS	2134,25	2148,17	2152,85	2159,53
INGRESOS				
Precio del huevo (bs)	1.1	1.1	1.1	1,2
Cantidad de huevos	1226	1296	1187	1274
Precio total de huevos (bs)	1348,6	1425,6	1305,7	1528.8
Precio de gallinas	900	900	900	900
Cantidad de gallinas	18	18	18	18
TOTAL DE INGRESOS	2248,6	2325,6	2205,7	2428,27
BENEFICIO NETO	114,35	177,43	52,85	266,27
BENEFICO COSTO (B/C)	1,05	1,08	1,1	1,12

Anexo 2. Limpieza y desinfección del galpón



Anexo 3. Encalado del piso y cama**Anexo 4. Distribución de las gallinas en los tratamientos**

Anexo 5. Pesaje de metionina para la incorporación al alimento**Anexo 6. Distribución de metionina para cada alimento**

Anexo 7. Alimentación por tratamiento**Anexo 8. Recolección de los huevos por tratamiento**

Anexo 9. Pesado de los huevos por tratamiento**Anexo 10. Medición de diámetro del huevo con el calibrador digital**

Anexo 11. Medición de la altura del huevo con el calibrador digital**Anexo 12. Medición del grosor de la cascara del huevo con el calibrador digital**