

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE ECOLIMO EN EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE GALLINAS DE POSTURA (ISA BROWN),
EN EL CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA**

WENDY BALTAZAR FLORES

La Paz – Bolivia

2024

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE ECOLIMO EN EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE GALLINAS DE POSTURA (ISA BROWN),
EN EL CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA**

Tesis de Grado Presentado como Requisito

Parcial para Optar el título de

Ingeniero Agrónomo

WENDY BALTAZAR FLORES

ASESOR:

Ing. Luis Humberto Ortuño Rojas

Ing. Wilson Saúl Segura Ramírez

TRIBUNAL EXAMINADOR:

M.Sc. Rubén Tallacagua Terrazas

M.Sc. Patricia Ada Fernández Osinaga

Ing. Ariel Marcelo Aliaga Coronado

APROBADO

Presidente tribunal examinador

La Paz – Bolivia

2024

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis lo dedico con todo mi cariño y amor a toda mi familia que incondicionalmente me apoyaron durante el proceso, principalmente a mis padres, personas maravillosas por los que soy muy bendecida por Dios, a mi padre Bernardino Baltazar Guarachi y a mi madre Lucia Flores Flores, que han sido mi motivación para culminar mis estudios superiores.

A mis hermanos: Cesar Franz Baltazar, Ruddy Baltazar, Oscar Baltazar, Grover Baltazar y Varinia Baltazar, por su apoyo, cariño y por estar en los momentos más importantes de mi vida.

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a ellos, que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo lo hemos logrado.

AGRADECIMIENTO

Al concluir una etapa importante de mi vida, quiero extender un profundo agradecimiento, a quienes hicieron posible este sueño. Esta mención en especial para DICS, por su amor y bondad que me permite sonreír ante todos mis logros que son el resultado de su ayuda.

Gracias a mis padres por creer y confiar en mi en todo momento, por enseñarme principios y valores que sin duda fueron las mejores herramientas para alcanzar mis metas, gracias por tanto amor, entrega y dedicación.

Mi gratitud, también a esta casa de estudios Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica, por ser parte fundamental para mi formación profesional.

Quiero expresar también mis agradecimientos a mi asesor de tesis Ingeniero Wilson Saúl Segura Ramírez por ser guía y apoyo constante en la realización de este trabajo de investigación, del cual obtuve aprendizajes significativos que serán de mucha ayuda en el ámbito laboral.

Del mismo modo quiero agradecer a mi asesor de tesis Ingeniero Luis Humberto Ortuño Rojas por su colaboración, paciencia y orientación brindada en el desarrollo de la investigación que sin duda enriqueció el trabajo realizado.

Mi gratitud, también al tribunal examinador: M.Sc. Ing. Rubén Tallacagua Ferrazas, M.Sc. Ing. Patricia Ada Fernández Osinaga y al Ing. Ariel Marcelo Aliaga Coronado, por su paciencia y colaboración en este trabajo de investigación.

Un agradecimiento personal a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) por brindar su apoyo para la realización de este trabajo de investigación.

De forma muy especial mi gratitud a todos mis amigos y compañeros a quienes estimo y aprecio mucho, que sin esperar nada a cambio me brindaron su apoyo.



Muchas gracias a todos de corazón.

CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE DE TABLAS.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE ANEXOS.....	VI
RESUMEN.....	VIII
SUMMARY.....	IX

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Antecedentes	2
1.2	Planteamiento del problema.....	2
1.3	Justificación.....	3
2	OBJETIVOS	4
2.1	Objetivo general	4
2.2	Objetivos específicos	4
3	HIPÓTESIS	4
4	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
4.1	Importancia de la avicultura	5
4.2	Situación actual de la avicultura en Bolivia	5
4.3	Producción actual de aves de postura en Bolivia.....	6
4.4	Origen y domesticación de las aves de postura.....	7
4.5	Clasificación zoológica de las aves.....	8
4.6	Características de las líneas productivas.....	8
4.6.1	Línea Isa Brown.....	9
4.6.2	Características de la línea Isa Brown	9
4.7	Etapas de producción de las aves ponedoras.....	10
4.8	Fisiología de las aves.....	11
4.8.1	Aparato digestivo	11
4.8.2	Aparato reproductor.....	13
4.9	Características de la estructura y composición del huevo.....	16
4.10	Valor nutricional del huevo	18
4.11	Calidad del huevo	19

4.11.1	Parámetros de calidad externa del huevo	19
4.11.2	Calidad de la cáscara del huevo.....	20
4.11.3	Parámetros de la calidad interna del huevo.....	20
4.12	Nutrición de las aves de postura	21
4.12.1	Proteínas y aminoácidos	22
4.12.2	Energía	22
4.12.3	Vitaminas.....	23
4.12.4	Minerales	23
4.12.5	Agua	23
4.12.6	Requerimiento nutricional en la etapa productiva	24
4.13	Alimentación de las aves en la etapa de postura	26
4.14	Ecolimo o Limonita.....	27
4.15	Composición química del mineral	27
4.16	Funciones de la Limonita	28
5	LOCALIZACIÓN.....	29
5.1	Localización geográfica.....	29
6	MATERIALES Y METODOLOGÍA	30
6.1	Materiales.....	30
6.1.1	Material semoviente.....	30
6.1.2	Material de alimentación.....	30
6.1.3	Material sanitario	30
6.1.4	Materiales de galpón	30
6.1.5	Material de gabinete	30
6.2	Metodología	31
6.2.1	Limpieza y desinfección del galpón	31

6.2.2	Pesaje de las aves.....	32
6.2.3	Aplicación de ecolimo o limonita en los tratamientos.....	32
6.2.4	Alimentación	33
6.2.5	Suministro de agua.....	33
6.2.6	Recolección de huevos.....	34
6.2.7	Iluminación	34
6.2.8	Medición de huevos.....	35
6.3	Diseño experimental	36
6.3.1	Factor de estudio.....	36
6.3.2	Croquis Experimental	37
6.3.3	Variables de respuesta	37
7	RESULTADOS Y DISCUSIONES	43
7.1	Porcentaje de postura (%).....	43
7.2	Consumo efectivo de alimento (kg).....	44
7.3	Conversión Alimenticia (kg/kg).....	46
7.4	Resultados de los parámetros externos del huevo	48
7.4.1	Peso del huevo (g).....	48
7.4.2	Altura del huevo (cm).....	50
7.4.3	Diámetro del huevo (cm)	52
7.5	Resultados de los parámetros internos del huevo	54
7.5.1	Unidades Haugh	54
7.5.2	Índice de la yema (%)	56
7.5.3	Pigmentación de la yema	58
7.5.4	Espesor de la cáscara (mm).....	60
7.5.5	Análisis bromatológico de la calidad nutricional del huevo	61

7.6	Análisis económico	62
7.6.1	Egresos	62
7.6.2	Ingresos.....	64
7.6.3	Beneficio/costo	64
8	CONCLUSIONES.....	65
9	RECOMENDACIONES.....	66
10	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Producción de huevos de aves de postura por departamento según los años 2015-2022.	7
Tabla 2.	Clasificación taxonómica de la gallina.....	8
Tabla 3.	Principales estándares de producción de la línea Isa Brown.	9
Tabla 4	Composición nutricional del huevo.....	18
Tabla 5.	Clasificación de los huevos según su peso.....	19
Tabla 6.	Parámetros químicos para una buena calidad del agua.	24
Tabla 7.	Requerimiento nutricional para gallinas ponedoras en jaulas	25
Tabla 8.	Análisis químico de la limonita.	28
Tabla 9.	Conformación de los tratamientos.....	36
Tabla 10.	Unidades Haugh, calidad de la clara o albúmina.	40
Tabla 11.	Escala colorimétrica DSM.	41
Tabla 12.	Análisis de varianza correspondiente a la variable porcentaje de postura (%).	43
Tabla 13.	Análisis de varianza correspondiente a la variable consumo efectivo del alimento (kg).....	44
Tabla 14.	Análisis de varianza correspondiente a la variable conversión alimenticia (kg/kg).	46
Tabla 15.	Análisis de varianza correspondiente a la variable peso del huevo(g)	48

Tabla 16. Análisis de varianza correspondiente a la variable altura del huevo (cm).	50
Tabla 17. Análisis de varianza correspondiente al diámetro del huevo (cm).....	52
Tabla 18. Cuadro de análisis de varianza correspondiente a la variable Unidades Haugh.....	54
Tabla 19. Análisis de varianza correspondiente a la variable índice de la yema (%).	56
Tabla 20. Análisis de varianza correspondiente a la variable pigmentación de la yema.	58
Tabla 21. Análisis de varianza correspondiente a la variable espesor de la cáscara (mm).....	60
Tabla 22. Análisis bromatológico nutricional de la calidad interna del huevo.....	61
Tabla 23. Detalle de costos de producción.	63
Tabla 24. Ingreso bruto por tratamiento en gallinas de producción con la adición de limonita.....	64
Tabla 25. Relación de ingresos y costos en la etapa de producción.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fases del ciclo productivo de la gallina de postura comercial.	11
Figura 2. Aparato digestivo de la gallina.....	13
Figura 3. Aparato reproductor de la gallina y formación del huevo.....	15
Figura 4. Estructura del huevo.....	17
Figura 5. Características del huevo fresco.	21
Figura 6. Ubicación del área de trabajo, Centro Experimental Cota Cota – UMSA..	29
Figura 7. Limpieza y desinfección del galpón.	31
Figura 9. Limonita en la alimentación.	32
Figura 10. Alimentación de las aves.....	33
Figura 11. Suministro de agua.....	33
Figura 12. Recolección de huevos por unidad experimental.	34
Figura 13. Manejo de la iluminación.	34
Figura 14. Toma de datos de la calidad externa del huevo.	35
Figura 15. Toma de datos de la calidad interna del huevo.	35

Figura 16. Detalle del croquis experimental.	37
Figura 17. Patrones de comparación (escala de Roche).....	41
Figura 18. Comparación de medias para el porcentaje de postura (%).....	43
Figura 19. Comparación de medias para la variable consumo efectivo del alimento (kg).	45
Figura 20. Comparación de medias para la Conversión alimenticia (kg/kg)	47
Figura 21. Comparación de medias para el peso del huevo (g)	48
Figura 22. Comparación de medias para la altura del huevo (cm)	50
Figura 23. Comparación de medias para el diámetro del huevo (cm)	52
Figura 24. Comparación de medias para la variable Unidades Haugh.....	54
Figura 25. Comparación de medias para la variable índice de la yema (%).....	57
Figura 26. Comparación de medias en la pigmentación de la yema.	58
Figura 27. Comparación de medias para el espesor de la cáscara (mm).	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Planillas de registro de parámetros externos e internos del (T0)	79
Anexo 2. Planillas de registro de los parámetros externos e internos del huevo, T1 (1,5% de limonita)	80
Anexo 3. Planillas de registro de los parámetros externos e internos del huevo, T2 (3% de limonita)	81
Anexo 4. Pruebas Duncan para la variable porcentaje de postura (%).	82
Anexo 5. Pruebas Duncan para la variable consumo efectivo del alimento en el periodo de investigación (kg).....	82
Anexo 6. Prueba Duncan para la variable conversión alimenticia (kg/kg).	82
Anexo 7. Prueba de Duncan para la variable peso del huevo (g).....	82
Anexo 8. Prueba de Duncan para la variable altura de huevo (cm).	83
Anexo 9. Prueba Duncan para la variable diámetro del huevo (cm).....	83
Anexo 10. Prueba de Duncan para la variable Unidades Haugh.....	83
Anexo 11. Prueba Duncan para la variable índice de la yema (%).....	83

Anexo 12. Prueba Duncan para la variable pigmentación de la yema.	84
Anexo 13. Prueba Duncan para la variable espesor de la cáscara (mm).	84
Anexo 14. Actividades realizadas durante la investigación	85
Anexo 15. Registro del peso de las aves por tratamiento y repetición semanal (se muestra un ejemplar del T0 (0% de limonita)	92
Anexo 16. Registro de datos para la determinación de conversión alimenticia por repetición y tratamiento, (se muestra parte de los datos registrados del T1R4).....	93
Anexo 17. Registro de datos de los parámetros externos del huevo T0 (0 % de limonita): peso, altura, diámetro	94
Anexo 18. Planilla de registro de la calidad interna del huevo (se muestra parte de los datos registrados de la variable diámetro de la clara, correspondiente al T1)	95
Anexo 19. Planilla de registro de la calidad interna del huevo (se muestra parte de los datos registrados de la variable altura de la clara correspondiente al T0)	96
Anexo 20. Planilla de registro de la calidad interna del huevo (se muestra parte de los datos registrados de la variable altura de la yema datos correspondientes al T2).....	97
Anexo 21. Planilla de registro de la calidad interna del huevo (se muestra parte de los datos registrados de la variable diametro de la yema datos correspondientes al T1).....	98
Anexo 22. Registro de datos para la determinación del espesor de cáscara de huevo por repetición y tratamiento (se muestra parte de los datos registrados correspondiente al T1).....	99
Anexo 23. Planilla de registro de la calidad interna del huevo (se muestra parte de los datos registrados de la variable pigmentación de la yema correspondiente al T2)	100
Anexo 24. Análisis bromatológico de la calidad interna del huevo (T0 = 0 % de limonita).....	101
Anexo 25. Análisis bromatológico de la calidad interna del huevo (T1=1,5 % de limonita).....	102
Anexo 26. Análisis bromatológico de la calidad interna del huevo (T2= 3% de la limonita).....	103

RESUMEN

Ante las necesidades de buscar nuevas alternativas con la nutrición de gallinas de postura que aporten a una actividad metabólica provechosa de las aves para un buen rendimiento productivo y de esta manera aportar a la seguridad alimentaria, el presente trabajo de investigación se desarrolló en el módulo de aves de postura del Centro Experimental Cota Cota de la Facultad de Agronomía-UMSA. El objetivo fue evaluar el efecto de la adición de diferentes niveles de ecolimo en el comportamiento productivo de gallinas de postura Isa Brown. Se empleó un diseño experimental completamente al azar (DCA) utilizando 120 gallinas distribuidas en jaulas de piso, cada tratamiento compone de 40 aves, los tratamientos fueron T0 (0 % de limonita), T1 (1,5% de limonita) y T2 (3% de limonita). Los datos fueron sometidos al ANVA y para la comparación de medias se realizó la prueba Duncan (error α 5%). Los resultados de estudio de la conversión alimenticia, el más eficiente fue del T1 con 2,32 kg/kg, seguido del T2 y T0 con 2,48 kg/kg. Para el porcentaje de postura el T1 con el 86,04% el mayor valor, seguido del T0 con 83,73 % y T2 con 82,86%. Para el consumo efectivo del alimento en el periodo de investigación el T2 con 83,89 kg, el T1 con 83,50 kg y el T0 con 83,06 kg. Respecto a los parámetros externos del huevo: peso del huevo, el T1 con 54,38 g con el mayor valor, seguido del T2 con 53,05 g y T0 con 51,97 g. Para la variable altura del huevo el T1 con 5,50 cm, T2 con 5,43 cm y T0 con 5,29 cm. Para la variable diámetro del huevo el T2 con 4,27 cm, seguido del T1 con 4,25 cm y T0 con 4,21 cm de diámetro. Para el caso de los parámetros internos del huevo: Unidades Haugh, se obtuvo valores de T1 con 79,5, T2 con 77,75 y T0 con 76,25. Para el caso del índice de la yema se presentó valores similares entre tratamientos T2 con 41,15%, T0 con 40,85% y T1 con 40,5%. Para la pigmentación de la yema el T0, T1 y T2 con el mismo valor, escala de 9. Para el espesor de la cáscara del huevo el T2 obtuvo 0,21 mm, el T1 con 0,2 mm y el T0 con 0,2 mm. En los costos de producción el tratamiento con mayor beneficio fue el T0 de 1.28 Bs, con una mínima diferencia seguido del T1 con 1.27 Bs y el T2 con la menor ganancia de 1.18 Bs.

Palabras clave: Aves de postura, ecolimo, parámetros, índices.

SUMMARY

Given the need to look for new alternatives with the nutrition of laying hens that contribute to a beneficial metabolic activity of the birds for good productive performance and in this way contribute to food security, the present research work was developed in the module of laying birds from the Cota Cota Experimental Center of the Faculty of Agronomy-UMSA. The objective was to evaluate the effect of adding different levels of ecolime on the productive behavior of Isa Brown laying hens. A completely randomized experimental design (DCA) was used using 120 hens distributed in floor cages, each treatment consisted of 40 birds, the treatments were T0 (0% limonite), T1 (1.5% limonite) and T2 (3% limonite). The data were subjected to ANVA and the Duncan test was performed to compare means (α error 5%). The results of the feed conversion study, the most efficient was T1 with 2.32 kg/kg, followed by T2 and T0 with 2.48 kg/kg. For the posture percentage, T1 with 86.04% had the highest value, followed by T0 with 83.73% and T2 with 82.86%. For the effective consumption of the food in the research period, T2 with 83.89 kg, T1 with 83.50 kg and T0 with 83.06 kg. Regarding the external parameters of the egg: egg weight, T1 with 54.38 g with the highest value, followed by T2 with 53.05 g and T0 with 51.97 g. For the variable egg height, T1 is 5.50 cm, T2 is 5.43 cm and T0 is 5.29 cm. For the variable egg diameter, T2 with 4.27 cm, followed by T1 with 4.25 cm and T0 with 4.21 cm in diameter. In the case of the internal parameters of the egg: Haugh Units, values of T1 were obtained with 79.5, T2 with 77.75 and T0 with 76.25. In the case of the yolk index, similar values were presented between treatments T2 with 41.15%, T0 with 40.85% and T1 with 40.5%. For the pigmentation of the yolk, T0, T1 and T2 with the same value, scale of 9. For the thickness of the egg shell, T2 obtained 0.21 mm, T1 with 0.2 mm and T0 with 0.2 mm. In production costs, the treatment with the greatest benefit was T0 of 1.28 Bs, with a minimal difference followed by T1 with 1.27 Bs and T2 with the lowest gain of 1.18 Bs.

Keywords: Laying birds, ecolimus, parameters, indices.

1 INTRODUCCIÓN

La avicultura es una actividad que se ha venido desarrollando con mucha intensidad ya que en diferentes aspectos contribuye a la nutrición y alimentación. Actualmente la explotación pecuaria busca obtener beneficios altos y mayor producción utilizando diferentes alimentos para lograr su propósito sin alterar los productos finales para brindar a los consumidores alimentos de alto valor nutritivo y alcanzar una producción eficiente. En el empleo de los distintos tipos de alimentos depende principalmente del sistema de producción, infraestructura, precio de los insumos, ciclo productivo, razas, clima, estado sanitario y fisiológico (Mamani, 2016).

De acuerdo a la Asociación Nacional de Avicultores (ANA), la producción de huevos en el país boliviano asciende a los 2.230 millones, de los cuales, la ciudad de Santa Cruz produce el 54% del total. En 2020 el consumo per cápita de huevos en Bolivia fue de 190 unidades, cinco más que en 2019. En tanto, la demanda de carne de pollo fue de 44 kilogramos (kg), pese a las repercusiones en la avicultura de la pandemia del COVID-19, según una evaluación del sector productivo avícola del país (Correos del Sur, 2022).

Es importante resaltar que el huevo es uno de los alimentos que posee mejor relación nutrientes/precio, ya que es el alimento con la mayor densidad de nutrientes de los que habitualmente se consume. También tiene la propiedad de reducir el riesgo de aparición de enfermedades cardiovasculares, así como la progresión de enfermedades degenerativas como la diabetes, cataratas, entre otras (Méndez, 2017). En este contexto el huevo se ha convertido un alimento muy necesario a nivel mundial, incrementándose su consumo en la pandemia a causa del COVID -19. Sin embargo, la elaboración de raciones para aves en los últimos años estuvo basada en el concepto de proteína cruda, con la finalidad de obtener alimentos con valor proteico, olvidando que también existe otros insumos que fortalecen y mejoran la calidad del huevo, la Limonita es un insumo que es utilizado en la dieta de animales que ayudan a aprovechar mejor los nutrientes y en este sentido mejorar los índices productivos.

1.1 Antecedentes

Según Ravindran (2013), los minerales son necesarios para la formación del sistema óseo, para la salud en general. Los macrominerales son elementos necesarios en la dieta en concentraciones de más de 100 mg/kg. El calcio y el fósforo son necesarios para la buena calidad de la cáscara del huevo. En general, del 60 al 80 por ciento del fósforo total presente en los ingredientes de origen vegetal está en forma de fósforo fitato.

Las aves de corral requieren cantidades relativamente grandes de determinados minerales como el calcio, el fósforo y el sodio. Las aves de corral necesitan un nivel de calcio inusualmente alto durante el período de producción de huevos para la formación de cáscaras de huevo fuertes. Los suplementos de calcio habitualmente utilizados en la alimentación de las aves de corral son la piedra caliza, las conchas marinas trituradas o la harina de conchas marinas. Se puede incluir piedra caliza en polvo a un nivel no superior al tres por ciento, ya que unos niveles más altos reducirían el consumo de alimentos (FAO, 2013).

La limonita o ecolimo se ha utilizado en otras investigaciones con animales mayores y menores con el fin de promover el crecimiento, mejorar la calidad del producto (carne, leche) y prevenir los malos olores de estiércol. En la estación Experimental de Choquenaira, se realizó una investigación con el uso de la limonita para la producción de leche de vacas Holstein, trabajo realizado por (Alvarado,2023). Así mismo el ecolimo se empleó en la dieta alimenticia de cerdos desarrollados en la Estación Experimental Ganadera de Kumamoto, Japón, para mejorar el crecimiento de los cerdos y la ganancia de peso, trabajo realizado por (Kiva, Ogata y Murakami, 2020).

1.2 Planteamiento del problema

Las investigaciones sobre nutrición de aves de corral se han centrado, en cuestiones relacionadas con la identificación de obstáculos para la digestión y el uso eficaz de los nutrientes, así como en los métodos para mejorar la utilización de los alimentos.

Los nutricionistas avícolas cada vez más unifican sus conocimientos, con especialistas de otras ciencias biológicas. Existe, por tanto, un margen considerable para mejorar la capacidad de conversión de alimentos en productos de origen animal. La ineficiencia de la conversión deriva en gran medida de la presencia de componentes no deseados y nutrientes indigeribles en los alimentos (Ravindran, 2013).

Los problemas que se generan en la explotación de gallinas de postura, es el desconocimiento nutricional por parte de pequeños productores y además que no existe el interés por parte de los grandes productores en mejorar las características de calidad de los huevos que es una parte esencial para satisfacer al consumidor ya que la mejora de esto permitirá obtener mayores beneficios a la explotación. Debido a lo cual se realizó este trabajo de investigación, para mejorar y buscar nuevas alternativas que ayuden a los parámetros productivos de la calidad del huevo.

1.3 Justificación

La crianza de gallinas de postura se ha convertido en una actividad importante dentro del sector pecuario, a pesar de su manejo y dieta adecuados, todavía sigue siendo una necesidad mejorar tanto su manejo como también su alimentación para de esta manera optimizar la producción de huevos y carne. Las gallinas ponedoras por su forma de alimentación y digestión producen emisión de amonio y malos olores en sus heces, lo que trae consigo un ambiente con carga de amonio, que ocasiona irritación en las mucosas de las vías respiratorias (Buxsade, 2008, citado por Balseca, 2015).

El huevo de gallina constituye uno de los alimentos más completos para el ser humano. La avicultura es un recurso muy importante para la alimentación de la gente en nuestro país, sólo que actualmente y en el futuro las exigencias serán mayores (Salazar, 2013).

La presente investigación con respecto a la adición del Ecolimo en la dieta en gallinas de postura de la línea Isa Brown, permitirá satisfacer los requerimientos en cuanto a calidad del huevo por parte del consumidor, y mejorar los índices productivos que contribuirá a mejorar la producción y características del huevo, con

lo mencionado se pretende buscar una alternativa origen natural en la alimentación y este sirva como base para el desarrollo de pequeños productores de la región.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la adición de diferentes niveles de ecolimo en el comportamiento productivo de gallinas de la línea Isa Brown, en el Centro Experimental Cota Cota.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar el efecto de tres niveles de ecolimo en el rendimiento productivo y parámetros externos e internos del huevo de gallinas de postura Isa Brown.
- ✓ Determinar el nivel óptimo de ecolimo en los índices de producción y parámetros externos e internos del huevo.
- ✓ Realizar el análisis económico del efecto de los niveles de ecolimo en la ración.

3 HIPÓTESIS

Ha: La adición de los tres niveles de ecolimo en la dieta alimentaria, presentan diferencias significativas en los índices productivos y parámetros externos e internos del huevo en gallinas de postura de la línea Isa Brown.

Ho: La adición de los tres niveles de ecolimo en la dieta alimentaria, no presentan diferencias significativas en los índices productivos y parámetros externos e internos del huevo en gallinas de postura de la línea Isa Brown.

4 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1 Importancia de la avicultura

La avicultura es una de la actividad pecuaria enfocada en la crianza y explotación comercial de las aves, incluyendo gallinas, pavos, codornices, patos y otras especies que pueden dar alimentos. Las que generan más importancia en el mercado son las gallinas, los pollos y sus derivados, la crianza de ambas aves forma parte de las actividades de tipo agropecuarias más importantes en el mundo (Suarez, 2022).

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, en las últimas décadas, la producción de carne y huevos procedentes de la producción comercial de pollos de engorde y gallinas ponedoras ha aumentado enormemente debido en gran medida a la selección genética efectuada en las parvadas de reproductoras en las empresas de reproducción avícola, así como a la rápida transferencia de esas ganancias a la progenie cruzada comercial. Con el incremento de la tasa de urbanización, se está experimentando un crecimiento cada vez mayor del porcentaje de contribución de las razas comerciales al consumo mundial de carne y huevos de aves (FAO, 2023).

En todas las regiones, la producción de aves de corral se está intensificando, concentrando geográficamente e integrando verticalmente de manera acelerada, y se está vinculada cada vez más a las cadenas de suministro mundiales. La producción avícola abarca desde pequeños sistemas familiares, que contribuyen a los medios de vida y abastecen a los mercados locales o especializados, hasta grandes empresas industrializadas. Estas últimas se incorporan generalmente en las cadenas de valor integradas, mientras que los primeros, que a menudo se caracterizan por su limitada producción (FAO, 2023).

4.2 Situación actual de la avicultura en Bolivia

En Bolivia la crisis del COVID-19 trajo consecuencias en la avicultura, convirtiéndose en un factor que afectó a la producción avícola, especialmente al rubro de pollos

parrilleros, actividad que es caracterizada por su alta rentabilidad y aceptación en el mercado (Quevedo, 2021). Durante la pandemia el consumo percapita de huevo por persona fue de 170 huevos al año, al cierre del año 2022 el consumo fue de 192 unidades y en la actualidad se ha incrementado el consumo percapita a 203 huevos por persona (INE, 2023).

Según el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria, el brote de influenza aviar se confirmó a partir del 27 de enero de 2023 por lo cual el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria, activó un plan de contingencia para contener la enfermedad y evitar la diseminación del virus. El último brote registrado fue el 30 de marzo y en menos de dos meses se logró contener la enfermedad. A consecuencia de la influenza aviar hubo disminución de la producción y oferta de huevo a nivel nacional tras la muerte de más de medio millón de aves ponedoras (SENASAG, 2023).

4.3 Producción actual de aves de postura en Bolivia.

La producción a nivel nacional es de 2.700 millones de huevos al año. Santa Cruz produce 1.500 millones de huevos al año, cifra que representa el 52% de la producción del país. Hay 520 granjas avícolas registradas a la producción de huevo. Santa Cruz cuenta con 169 granjas dedicadas a la producción de huevos. Las líneas genéticas más utilizadas son Isa Brown, Hy Line y Lohmann que producen huevos marrones (Flores, 2023).

Un aspecto que hay que destacar es que las empresas de este rubro están empezando a trasladar sus galpones convencionales de producción a sistemas automatizados y de ambiente controlado, que mejoran los parámetros productivos y por ende la eficiencia productiva, menciona (ADA, 2020).

Por otro lado, es importante acotar que, el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2023) muestra lo siguiente:

Tabla 1. Producción de huevos de aves de postura por departamento según los años 2015-2022.

Año	Chuquisaca	La Paz	Cochabamba	Tarija	Santa Cruz
2015	30.070	109.201	2.243.098	113.421	2.721.576
2016	32.933	125.146	2.571.778	126.942	3.067.571
2017	33.762	135.047	2.765.925	139.507	3.223.303
2018	32.369	125.879	2.564.927	126.478	3.082.228
2019	32.457	129.423	2.627.359	130.511	3.139.025
2020	32.672	130.443	2.709.155	132.187	3.333.496
2021	32.671	128.054	2.615.741	130.027	3.108.122
2022	29.321	117.063	2.431.274	118.628	2.991.576

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística, 2023).

4.4 Origen y domesticación de las aves de postura

Rivera (2017), señala que algunos consideran que las razas actuales de gallinas provienen de cuatro especies salvajes, que son: Gallus gallus (Bankiva), especie asiática salvaje; Gallus lafayette o de stanley, originario de Ceilán; Gallus somerati, originario de la India y Gallus varius de Java.

Se admite sin discusión que la domesticación de la gallina, propiamente dicha, tuvo su origen en la India, cuna de la gallina silvestre. Esta técnica de domesticación de la gallina se fue extendiendo hacia el oeste, así hay datos de que los antiguos persas y asirios ya conocían la domesticación de la gallina. Aceptando que la gallina fue domesticada por los indios, la historia, con abundante documentación, admite que los egipcios primitivos domesticaron las aves acuáticas y no conocieron la gallina hasta época muy avanzada; la avicultura debe mucho más a los antiguos egipcios, ya que fueron los que descubrieron la incubación artificial y la aplicaban con un criterio industrial (Rivera,2017).

De acuerdo con Campo (2009), señala que la industria para la producción de huevo marrón se utilizó el cruce entre estirpes de distintas razas. Desde 1980 se han ido consolidando diferentes cruces de huevo marrón utilizando como línea paterna la

raza New Hampshire y como línea materna una población sintética que aporta el gen plateado y el blanco dominante, o la Rhode Island Roja cruzada con la Rhode Island Blanca.

4.5 Clasificación zoológica de las aves

Tabla 2. Clasificación taxonómica de la gallina.

Reino	Animal
Tipo	Vertebrados
Filo	Cordados
Clase	Aves
Subclase	Carenadas
Orden	Galliformes
Familia	Phasianidae
Genero	<i>Gallus</i>
Especie	<i>Gallus</i>
Subespecie	<i>Domesticus</i>

Fuente: (INTA, 2020).

4.6 Características de las líneas productivas

Actualmente la industria avícola no utiliza razas puras, sino líneas especializadas obtenidas a través del mejoramiento genético. Algunas razas se utilizan para la obtención de líneas comerciales de alto rendimiento. Muchos años de investigación genética han permitido el desarrollo de ponedoras con excelentes caracteres productivos, como viabilidad, producción y calidad del huevo. Este elevado valor genético sólo puede manifestarse cuando se suministra a las aves un buen manejo, el cual incluye, aunque no exclusivamente, una buena calidad del pienso, un alojamiento correcto, un manejo adecuado y constante atención al comportamiento y bienestar de las aves (Rugama, 2017).

4.6.1 Línea Isa Brown

Es una casta francesa que es una cruce entre el Rojo de Rhode Island entre la línea madre y los pollos blancos de Rhode Island entre las líneas padres. Esta línea se caracteriza por una alta producción de huevos de aproximadamente 300 huevos por gallina en su primer año de postura. Es una línea de aves semi pesadas, con excelente producción de huevo de buen tamaño y muy buena resistencia de cascaron, aproximadamente en edad productiva media se puede llegar a observar cierta variación en la coloración de las cascaras, siendo estas no muy uniformes (Ubeda, 2017).

4.6.2 Características de la línea Isa Brown

La Isa Brown es conocida internacionalmente por su excepcional índice de conversión, que la sitúa como una de las ponedoras de huevos marrones más eficientes, probadas y rentables del mundo. La Isa Brown es una ponedora fiable y versátil con un excelente índice de conversión que se adapta bien a diferentes climas y sistemas de alojamiento. Además, un tamaño de huevo óptimo, cáscaras resistentes y gran persistencia de puesta hacen que Isa Brown sea perfectamente adecuada para ciclos de puesta más largos (Colaves, 2020).

Tabla 3. Principales estándares de producción de la línea Isa Brown.

Periodo de puesta	18-100	semanas
Viabilidad	93	%
Edad al 50 % de producción	145	días
Pico de puesta	96.5	%
Peso promedio de huevo	63	g
Número de huevos por gallina alojada	470	
Masa de huevo por gallina alojada	29.6	kg
Consumo medio diario de pienso	112	g/día
Índice de conversión	2.15	kg/kg
Peso corporal	1975	g
Resistencia de la cáscara	4100	g/cm ²
Color de la cáscara	14.0	lab
Unidades Haugh	81	

Fuente: (ISA, 2023).

4.7 Etapas de producción de las aves ponedoras

✓ Preinicio

En esta fase las aves desarrollan el aparato digestivo, la flora intestinal y fortalecen el sistema inmune; lo que ocasiona altos requerimientos de proteína (Vargas *et al.*,2018).

✓ Inicio

Orozco (2012), esta fase inicia desde la semana 3 hasta la semana 10, el aparato digestivo del ave está bien desarrollado, siendo capaz de aprovechar los nutrientes presentes en las materias primas habituales.

✓ Desarrollo

Velásquez (2008), generalmente abarca de la semana 9 a la semana 17 o 18, en esta etapa se controla su desarrollo para mejorar el peso y la uniformidad de las gallinas. Todas las pollitas deben tener un mínimo de 80% de uniformidad de características fisiológicas en el lote.

✓ Pre-postura

En esta etapa termina el desarrollo de los órganos más importantes para la producción de huevos como el ovario, oviducto, hígado y el hueso medular, el cual será la reserva de calcio para la formación de la cáscara del huevo durante toda la etapa de producción. En esta etapa se recomiendan concentrados altos en calcio y fósforo (Vargas *et al.*,2018).

✓ Postura

Se extiende desde la semana 20 hasta la semana 80, aproximadamente. La producción de huevos dura alrededor de 57 - 60 semanas. Sin embargo, por razones de rentabilidad, la ponedora en este período puede ser desechada por disminución de la producción (Pedroza,2005).

Figura 1. Fases del ciclo productivo de la gallina de postura comercial.



Fuente: (Vargas *et al.*, 2018).

4.8 Fisiología de las aves

4.8.1 Aparato digestivo

✓ Pico

Romero (2023), menciona que el pico es el inicio del sistema digestivo de las aves, el cual es fundamental para tomar el alimento. Además, la forma del mismo se especializa según el tipo del alimento que consume el ave. En general, esta estructura tiene una base ósea que recubre de un tejido muy duro que protege el pico del ave.

✓ Esófago

Al tragar la gallina el alimento pasa a la faringe, la que se continúa por un tubo conocido como esófago el cual conduce el alimento por contracciones a una bolsa más grande que es el buche (INTA, 2008).

✓ Buche

Medina (2011), refiere que el buche es un ensanchamiento estructural diversificado según las especies que cumplen distintas funciones, pero fundamentalmente dos: almacenamiento de alimento para el remojo, humectación y maceración de los alimentos y regulación de la repleción gástrica. Además, colabora al reblandecimiento e inhibición del alimento junto a la saliva y secreción esofágica,

gracias a la secreción de moco. La reacción del contenido del buche es siempre ácida. En cuanto a la duración promedio del tiempo que tiene el alimento en el buche es de dos horas.

✓ **Estómago glandular (Proventrículo)**

El estómago glandular cumple la función enzimática, que atribuye a que este sea considerado el estómago verdadero, se encarga de segregar jugos gástricos que están conformados por agua ácido clorhídrico y pepsina que actúan sobre el alimento degradando los nutrientes en componentes sencillos (Luna, 2016).

✓ **Estómago muscular (Molleja)**

Con la ayuda de pequeñas piedrecillas que ingieren las gallinas, trituran el alimento y lo mezclan bien con las secreciones gástricas. La molleja ha sustituido en parte a los dientes en las aves y así reducen el peso de la cabeza logrando una mejor estabilidad para el vuelo (García *et al.*, 2009).

✓ **Intestino delgado**

A nivel del intestino delgado la masa de alimento continúa el proceso digestivo mediante la acción de las enzimas proveniente de los jugos gástricos, las enzimas producidas en las paredes del intestino y las enzimas producidas por el páncreas (jugo pancreático) además de la bilis o hiel producida en el hígado (INTA, 2008).

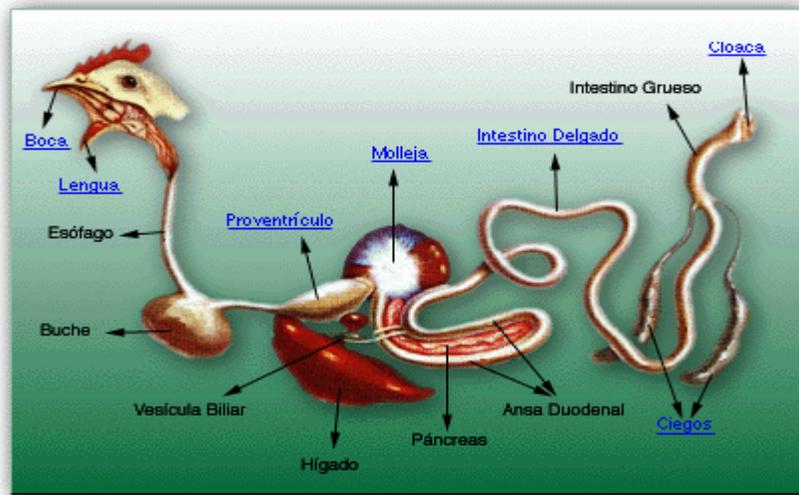
✓ **Intestino grueso**

Sarmiento (2014), refiere que el intestino grueso, que se subdivide también en tres porciones, las cuales son: Ciego: Las aves domésticas, como son las gallinas, poseen dos ciegos, que son dos tubos con extremidades ciegas, que se originan en la unión del intestino delgado y el recto y se extienden oralmente hacia el hígado.

✓ **Ciego**

En esta parte, es donde se realiza la absorción de agua y las proteínas de los alimentos que allí llegan. Encontramos que tiene un pH de 7,38. Siendo las dos últimas porciones del intestino grueso el segmento final (Sarmiento, 2014).

Figura 2. Aparato digestivo de la gallina.



Fuente: (García *et al.*, 2009).

4.8.2 Aparato reproductor

A partir de las 20 semanas la gallina alcanza la madurez sexual y comienza a poner huevos. Éste se va formando gradualmente a lo largo de entre 24 y 26 horas. En el proceso todos los componentes necesarios se van sintetizando o transportando hasta el lugar adecuado y se disponen en el orden, cantidad y orientación adecuada para que el huevo producido sea viable. Cualquier alteración del proceso repercute en la calidad del huevo (Instituto de Estudios del Huevo, 2023).

El aparato reproductor de las gallinas hembras está formado por ovario y oviducto, el ovario izquierdo es el único en funcionamiento.

4.8.2.1 Ovario

El ovario izquierdo está situado en la cavidad abdominal izquierda y se encuentra sujeto por el ligamento mesoovárico. Anatómicamente, el ovario se caracteriza por tener una forma de racimo, debido a la presencia de numerosos folículos, contiene más de 4000 óvulos microscópicos. De éstos sólo un número reducido se desarrollará y formará la yema (Martin, 2019).

4.8.2.2 Oviducto

El oviducto se presenta como un tubo de unos 60 a 70 cm de largo y con cinco secciones: infundíbulo, magno, istmo, útero o glándula cascarógena y cloaca (Instituto de Estudios del Huevo, 2009).

✓ El infundíbulo

Peralta (2017), refiere que tiene una forma de embudo, presenta repliegues en su mucosa interna y es el encargado de captar la yema del huevo, comienza a secretarse una porción del albumen. En esta zona se produce el almacenamiento de espermatozoides y la fertilización, si es una reproductora. Las contracciones de sus músculos hacen avanzar la yema hacia el magnum.

✓ El magno

Morfin (2007), expresa que es la parte más larga. Su pared es muy elástica, y presenta grandes pliegues. Presenta gran cantidad de glándulas secretoras y en él tiene lugar la formación del albumen denso del futuro huevo y su parcial hidratación.

✓ Istmo

HyLine (2017), menciona que esta región del oviducto es donde las membranas de la cáscara (interior y exterior) se añaden al huevo en desarrollo. En el istmo, las estructuras especializadas llamadas cuerpos mamilares son secretadas en las membranas de la cáscara. Estas estructuras son importantes en la calcificación de la cáscara.

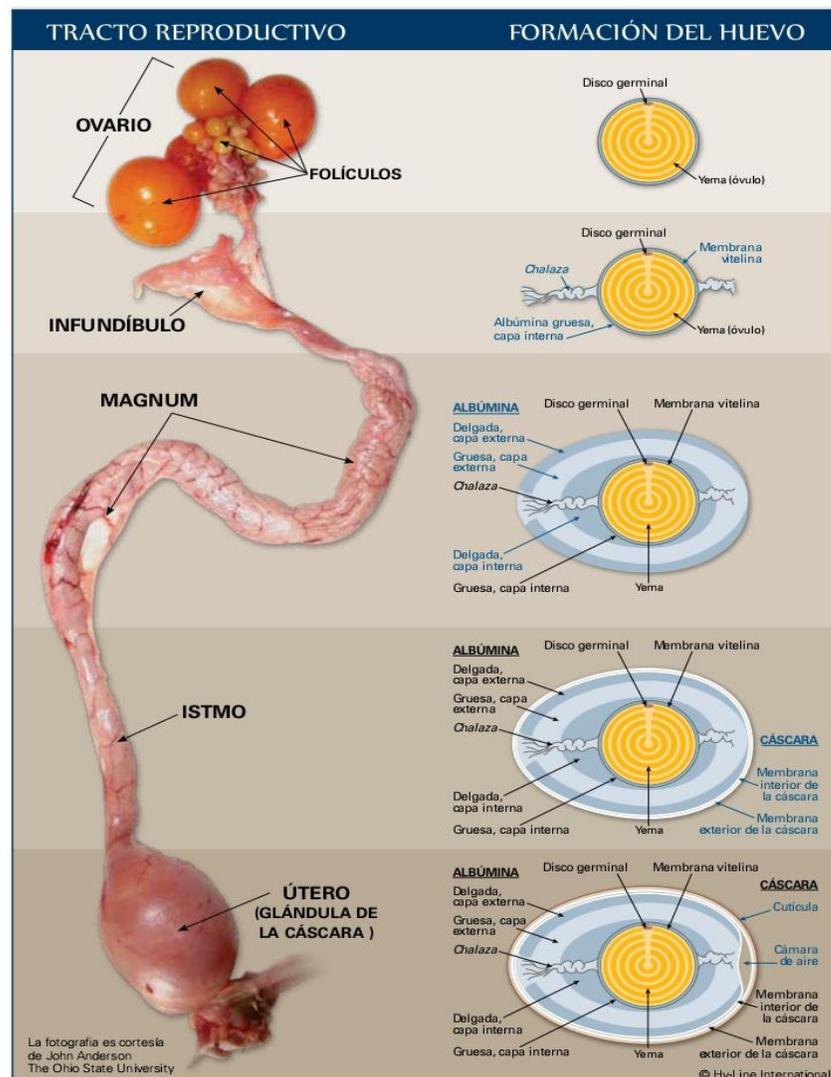
✓ En el útero o glándula cascarógena

González y Barbeito (2014), agrega que es denominado también glándula cascarógena, el útero aviar es un lugar donde finaliza el depósito de las sales de calcio de la cáscara. Su aspecto externo se asemeja a una bolsa y su tamaño aproximado es de 11 cm de longitud en la gallina.

✓ Vagina y Cloaca

Ricaurte (2006), manifiesta que es una parte estrecha y muscular, separada del anterior por la conjunción úterovaginal, sirve para que allí el huevo “rote” para salir por el polo agudo en la cloaca, y aquí se produce también la deposición de la última membrana que envolverá a la cáscara: constituida básicamente por lizosima, que sirve de importante barrera frente a la penetración bacteriana.

Figura 3. Aparato reproductor de la gallina y formación del huevo.



Fuente: (Hy-Line, 2017).

4.9 Características de la estructura y composición del huevo

La estructura del huevo está diseñada por la naturaleza para dar protección y mantener al embrión del que surgiría el pollito después de la eclosión. Su contenido es de enorme valor nutritivo, capaz por sí mismo de dar origen a un nuevo ser vivo. Por esta razón, el huevo se encuentra protegido de la contaminación exterior por la barrera física que le proporcionan su cáscara y membranas y por la barrera química que le proporcionan los componentes antibacterianos presentes en su contenido (Instituto de Estudios del Huevo, 2009).

✓ Cáscara

Barroeta (2009), la cáscara se sitúa sobre las membranas testáceas (interna y externa) y está cubierta por la cutícula orgánica. Tiene un grosor aproximado de 0.35 mm, siendo el 90 % carbonato cálcico, presentando entre 7000 y 15000 poros que permiten el intercambio gaseoso con el exterior.

✓ Cutícula

Instituto de Estudios del Huevo (2023), capa proteica de queratina que cierra los poros, aunque permite el intercambio gaseoso (salida de CO₂ y de vapor de agua y entrada de O₂).

✓ Cámara de aire

Espacio que se forma por contracción del albumen tras la puesta, es una bolsa de aire que se agranda cuando el huevo envejece debido a la evaporación a través de los poros del cascaron (INCAP, 2015).

✓ Clara o albumen

La clara del huevo es una viscosa y transparente de consistencia firme que sirve de envoltura para la yema y está compuesto casi exclusivamente de proteínas,

principalmente de ovoalbúmina y agua en un 88 a 89 %. La viscosidad de la clara disminuye al envejecer del huevo (INCAP, 2015).

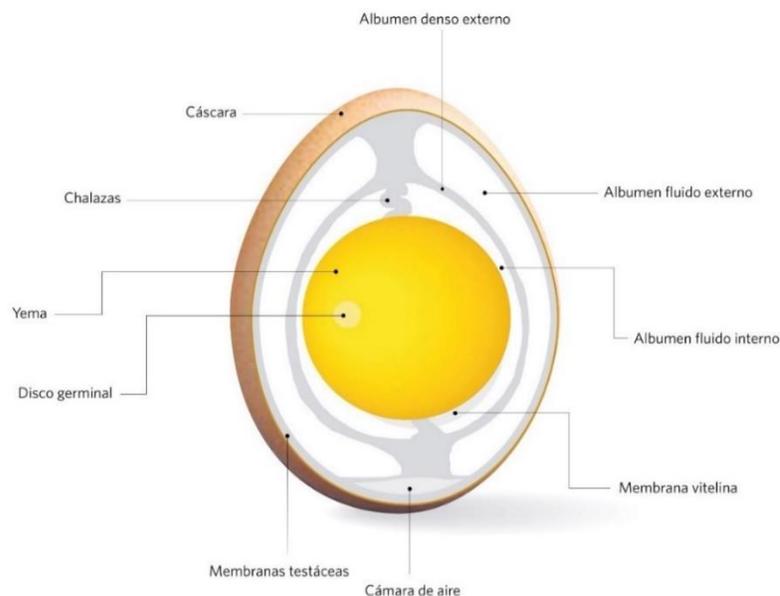
✓ **Membranas testáceas (interna y externa)**

Hay dos membranas alrededor del huevo: la exterior que se ata firmemente a la cáscara (de hecho, la cáscara se deposita en ella) y la interior que cubre la albúmina. Esta membrana interior es la segunda línea de defensa contra las bacterias y está compuesta de pequeñas capas de fibras de proteínas (Gómez y Valero, 2006).

✓ **Yema (óvulo)**

Supone de un 30 a un 33% del peso del huevo y está constituida por múltiples capas de vitelo blanco y amarillo, un disco germinal, una membrana vitelina y latebra. Contiene las células germinales, donde se produce la fecundación y desarrollo embrionario. Este es posible gracias a la gran riqueza de nutrientes de la yema (Zucami, 2020).

Figura 4. Estructura del huevo.



Fuente: (Instituto de estudios del huevo, 2009).

4.10 Valor nutricional del huevo

Se trata de un alimento con un valor nutritivo elevado, que aporta a su vez proteínas de alto valor biológico, lípidos, así como el colesterol, ácidos grasos saturados y especialmente ácidos grasos monoinsaturados, vitaminas, entre las cuales destacan las vitaminas A y D y del grupo B, y minerales como el fósforo, el yodo y el selenio. Por otro lado, el huevo también tiene otros componentes de interés con funciones variables en el organismo, como luteína y zeaxantina y colina (FAROS, 2022).

Tabla 4 Composición nutricional del huevo.

Nutriente	Por 100 g de porción comestible	Por unidad 64 g
Energía (Kcal)	150	84
Proteínas (g)	12,5	7
Lípidos totales (g)	11,1	6,3
Hidratos de carbono (g)	Tr	Tr
Fibra (g)	0	0
Agua (g)	76,4	43
Calcio (mg)	57	32,1
Hierro (mg)	1,9	1,1
Yodo (µg)	53	29,8
Magnesio (mg)	12	6,8
Zinc (mg)	1,3	0,7
Sodio (mg)	140	78,8
Potasio (mg)	130	73,2
Fósforo (mg)	200	113
Selenio (µg)	11	6,2
Tiamina (mg)	0,09	0,05
Riboflavina (mg)	0,47	0,26
Vitamina B6 (mg)	0,12	0,07
Folatos (µg)	50	28,2
Vitamina B12 (µg)	2,5	1,4
Vitamina C (mg)	0	0
Vitamina A: Eq. Retinol (µg)	190	10,7
Vitamina D (µg)	1,75	0,99
Vitamina E (mg)	1,11	0,6

Fuente: (Fundación Española de la Nutrición, 2013).

Por otro lado, López (2017), destaca que el huevo contiene proteínas de elevada calidad y muy biodisponibles, un perfil de ácidos grasos muy favorable desde el punto de vista cardiovascular, y aporta vitaminas y minerales implicados en el metabolismo energético y proteico, en la defensa ante el estrés oxidativo e inflamación, en el metabolismo celular, y en el crecimiento y reparación de tejidos.

El contenido de nutrientes se da por 100 g de porción comestible de los alimentos. Se debe señalar que los alimentos varían en su contenido de nutrientes, según la variedad particular del alimento y las condiciones en las que se produce, procesa, comercializa, almacena y prepara (FAO, s.f.).

4.11 Calidad del huevo

Existen distintos parámetros que determinan la calidad del huevo, entre ellos factores externos y factores internos. Características que son valuados en el mercado para su comercialización como se menciona a continuación:

4.11.1 Parámetros de calidad externa del huevo

4.11.1.1 Peso del huevo

El principal componente del huevo que determina su tamaño o peso es el tamaño de la yema cuando es liberada por el ovario, lo cual está muy influido por el peso de la gallina. Por tanto, el peso de la gallina a la madurez es el principal factor que determina el tamaño del huevo; por lo cual se debe esperar que las estirpes y las gallinas con más peso produzcan huevos mayores (Garcia *et al.*, 2009).

Tabla 5. Clasificación de los huevos según su peso.

Categorías	Peso en gramos
Jumbo	> 78,0
AAA	67,0 -77,9
AA	60,0 - 66,9
A	53,0-59,9
B	46-52,9
C	< 46,0

Fuente: (ICONTEC, 2012).

4.11.2 Calidad de la cáscara del huevo

La calidad de la cáscara depende de muchos factores que incluyen la edad, la genética y la nutrición, así como factores ambientales (tipos de jaulas, programas de iluminación) En particular, la calidad de la cáscara de huevo se deteriora con la edad de las gallinas. La calidad de la cáscara de huevo es un factor muy importante para la seguridad alimentaria del huevo. Mantener la producción de huevos y, en particular, la calidad de la cáscara de huevo a través de ciclos extendidos de producción (hasta 100 semanas) es un desafío muy importante de la industria que se puede conseguir mediante la selección genética de gallinas. Sin embargo, una nutrición adecuada de la gallina durante el período de puesta es un elemento clave para mantener la salud general de la gallina y así alcanzar su potencial genético (Rodríguez, 2019).

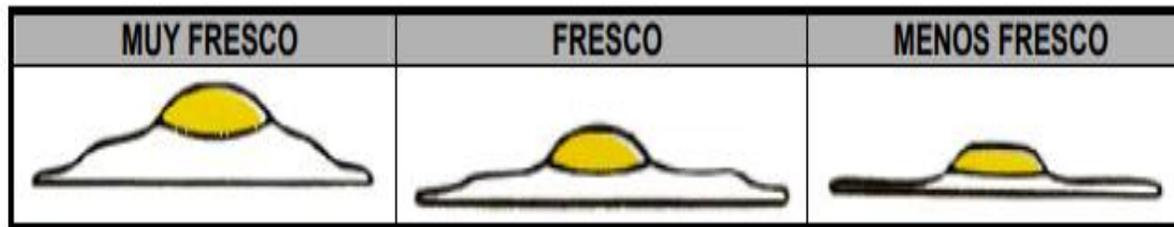
4.11.3 Parámetros de la calidad interna del huevo

La calidad interna del huevo es un factor importante a tener en cuenta, ya que está estrechamente relacionada con la aceptación del producto en el mercado (ponedoras) y la viabilidad y calidad del pollito en reproductoras (Orpi, 2019).

4.11.3.1 Calidad del albumen

La altura de la albúmina y los valores de las Unidades Haugh (tomando en cuenta por las diferencias en el peso del huevo) se miden rutinariamente. La altura de la albúmina se mide en la porción media de la albúmina gruesa (entre el borde de la misma y la membrana de la yema), utilizando un dispositivo de sensor electrónico. La calidad de la albúmina es muy importante en los mercados donde el consumo de huevo crudo es habitual. Las Unidades Haugh también se utilizan como un indicador reconocido mundialmente de la frescura del huevo. Los huevos con albúminas altas y mayores Unidades Haugh pueden almacenarse por más tiempo manteniendo su apariencia fresca para el consumidor (Hy-Line, 2017).

Figura 5. Características del huevo fresco.



Fuente: (Periago, s.f.).

4.11.3.2 Calidad de la yema

El color de la yema es una característica importante en la calidad del huevo tanto para los consumidores como para los clientes comerciales. Una yema en buenas condiciones presenta un color uniforme que va entre amarillo brillante a naranja, y está fija en el centro del huevo por las chalazas que no son excesivamente grandes. El color de la yema está completamente determinado por los tipos y las cantidades de pigmento, ya sean naturales o sintéticos, presentes en el alimento y en la capacidad del ave para absorber y asimilar estos pigmentos (Avicultura, 2018).

4.12 Nutrición de las aves de postura

El alimento que se le administra a las gallinas debe cubrir sus necesidades en energía y nutrientes. La gallina come para cubrir sus necesidades energéticas, que fundamentalmente son para mantenimiento (65%) y para la producción de huevos (30%). Las necesidades en energía de las aves se suelen expresar en energía metabolizable aparente (EMA), ya que las heces y la orina se excretan de forma conjunta. La cantidad de alimento que consume una gallina varía según la concentración energética del pienso, la temperatura ambiental y la actividad física. Una alta concentración calórica del alimento o un aumento de la temperatura ambiental disminuirán el nivel de ingestión del pienso, mientras que una baja temperatura, un emplume deficiente de las aves o un aumento de la actividad física supondrán un incremento del consumo (Barroeta *et al.*, 2020).

Para un rendimiento máximo y una buena salud, las aves de corral necesitan un suministro constante de energía, proteínas, aminoácidos esenciales, minerales, vitaminas y, lo más importante, agua. Los avances recientes en materia de nutrición de aves de corral se han centrado en tres ámbitos principales: lograr una mayor comprensión del metabolismo de los nutrientes y de las necesidades de nutrientes, determinar la disponibilidad de nutrientes en los ingredientes de los alimentos y formular dietas de bajo costo que conjuguen necesidades y suministro de nutrientes. Las dietas de las aves de corral se formulan a partir de una mezcla de ingredientes, entre ellos granos de cereales, subproductos de cereales, grasas, fuentes de proteínas vegetales, suplementos vitamínicos y de minerales, aminoácidos cristalinos y aditivos para alimentos (FAO, 2023).

4.12.1 Proteínas y aminoácidos

Las proteínas se componen de más de 23 aminoácidos y gallinas requieren ciertos niveles de cada aminoácido. Las proteínas son esenciales para el crecimiento adecuado de las gallinas y para producción de huevo. Si la dieta tiene muy pocas proteínas, la gallina puede haber retraso en el crecimiento y puede no ser capaces de poner huevos. A cinco meses de edad, las gallinas serán entonces alimentadas una dieta de gallina ponedoras de cerca del 16% proteína. Este mayor nivel de proteína le ayudará a desarrollar buenos huevos (Usroasterie, 2023).

Las necesidades de proteína, es decir, de aminoácidos se determinan principalmente por la producción y composición de los huevos, aunque también es importante la energía contenida en la ración a medida, que aumenta la tasa energética de la ración, se eleva la necesidad del aminoácido esencial metionina, la proteína de los huevos es de muy alto valor biológico (Gonzalez, 2017).

4.12.2 Energía

Uno de los principios claves en alimentación aviar es que las aves comen para satisfacer sus necesidades energéticas. Las ponedoras se adaptan bien a amplios rangos de concentración energética del alimento, excepto quizás en aves blancas al inicio de puesta, condiciones de verano y naves abiertas. Cuando las necesidades

pueden ser superiores al consumo. Por ello, la concentración energética óptima del pienso es condiciones de pienso entre límites razonables (2580 y 2830 Kcal EMAn/kg) viene marcada por la edad del ave, el coste relativo de los alimentos y el objetivo deseado en cuanto a tamaño del alimento e índices de conversión (FEDNA, 2018).

4.12.3 Vitaminas

Las vitaminas son compuestos orgánicos, presentes en mínimas cantidades en los alimentos. No son sintetizadas por los animales en niveles suficientes, por lo que su presencia en raciones es necesaria a fin de permitir el desarrollo de funciones biológicas de mantenimiento, crecimiento, producción y reproducción, si fuera el caso. Se encuentran en insumos como el maíz (porción germinal, donde se concentra la mayoría de lípidos) y la soya. En ocasiones está presente bajo la forma de provitamina (caroteno, colesterol, tocoferol, etc.), transformándose en vitamina en el tubo digestivo o en los tejidos, luego de ser absorbida por el animal. Son almacenadas en el organismo en cantidades apreciables (Rivera & Llanque, 2014).

4.12.4 Minerales

En cuanto a los minerales, se dividen también en dos grupos: macrominerales y microminerales. Ambos grupos desempeñan importantes funciones en las aves y son esenciales para el crecimiento y la reproducción. Además, muchos son constituyentes del sistema óseo y del huevo. En general, una carencia de minerales en la dieta puede resultar en signos de deficiencia tales como una reducida ingesta de alimento, una baja tasa de crecimiento, problemas de patas, desarrollo anormal de las plumas, disminución de la producción, problemas reproductivos y un aumento en la tasa de mortalidad (Blair, 2018 como se citó en Montana, 2020).

4.12.5 Agua

Otro aspecto que juega vital importancia en la producción es la calidad del agua ya que tiene un fuerte impacto sobre la salud de las aves. El agua representa el 60% del peso corporal en aves y 65% del peso en huevo, el agua es considerada como el

más importante y vital de todos los nutrientes, ya que interviene en todos y cada uno de los procesos fisiológicos del ave (Oliveros, 2012).

Mala calidad y/o suministro inadecuado de agua resultaran en menores resultados productivos, incluso si las aves consumen el mejor alimento posible. Esto hace sentido al recordar que el 90% del huevo corresponde a agua, por lo que problemas con la calidad y/o acceso al agua afectarán la producción, calidad y peso del huevo (H&N International GmbH, 2022).

Tabla 6. Parámetros químicos para una buena calidad del agua.

Parámetro	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	>2,5
Manganeso 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 Brown, 2010).

4.12.6 Requerimiento nutricional en la etapa productiva

Los piensos contienen ingredientes naturales en la cantidad y combinación adecuada para aportar la energía y nutrientes necesarios a cada gallina según su peso, edad y fase fisiológica. Se seleccionan ingredientes fácilmente digestibles, con adecuadas características nutricionales, que no tengan factores antinutricionales ni elementos tóxicos y que sean apetecibles (Barroeta, Verge y Ciria, 2020).

Tabla 7. Requerimiento nutricional para gallinas ponedoras en jaulas

		Pre-pico (16 a 25 sem)	Inicio (26 a 50 sem)	Final puesta (>50 sem)
EMAn	Kcal/kg	2.670	2.730	2.700
Grasa añadida	%	> 3,2	> 3,0	> 1,5
Acido linoleico	%	1,35	1,35	>1,20
Fibra bruta, min-máx.	%	> 4,0-5,3	3,6-5,6	3,5-5,8
Proteína bruta, min.	%	17	16,6	15,8
Aminoácidos digestibles				
Lisina dig.	%	> 0,75	0,73	0,65
Metionina dig.	%	0,38	0,37	0,33
Metionina+cisteina dig.	%	0,66	0,64	0,57
Treonina dig.	%	0,53	0,51	0,46
Triptófano dig.	%	0,16	0,15	0,14
Isoleucina dig.	%	0,60	0,58	0,52
Valina dig.	%	0,67	0,65	0,58
Arginina dig.	%	0,78	0,76	0,68
Aminoácidos totales				
Lisina total	%	0,86	0,84	0,75
Metionina total	%	0,43	0,42	0,38
Treonina total	%	0,60	0,59	0,53
triptófano total	%	0,18	0,18	0,16
Isoleucina total	%	0,69	0,67	0,60
Valina total	%	0,77	0,75	0,67
Arginina total	%	0,89	0,87	0,78
Calcio, min. - máx.	%	3,50 - 3,85	3,85 - 4,0	3,90 - 4,20
Fosforo total	%	0,60	0,56	0,51
Fosforo disp., min. -máx.	%	0,38 - 0,40	0,36 - 0,39	0,32 - 0,37
Fosforo dig. Min. -máx.	%	0,33 - 0,37	0,31 - 0,33	0,29 - 0,32
Sodio	%	0,17	0,16	0,15
Potasio, min. -máx.	%	0,50 - 1,00	0,50 - 1,00	0,50 - 0,90
Cloro, min. -máx.	%	0,15 - 0,29	0,15 - 0,31	0,14 - 0,28
Colina total	mg/kg	1.260	1.250	1.200
Colina añadida	mg/kg	225	250	180
Xantofilas amarillas	mg/kg	> 4< 8	> 6< 9	> 6 < 9
Xantofilas rojas	mg/kg	> 2,5	2,5-3,0	2,5-3,0
Sal añadida, min	%	0,28	0,26	0,24

Fuente: (FEDNA, 2018).

Una de los principios claves en alimentación es que las aves comen para satisfacer sus necesidades energéticas. Las ponedoras se adaptan bien a amplios rangos de concentración energética del alimento. Por ello, la concentración energética óptima del pienso entre límites razonables (2580 a 2830 kcal EMAn/kg), viene marcada por la edad del ave, el coste de los ingredientes y el objetivo deseado en cuanto al tamaño del huevo e índices de conversión (FEDNA, 2018).

4.13 Alimentación de las aves en la etapa de postura

a) Pre-puesta

El hueso medular se desarrolla en los huesos largos antes de la primera ovulación. El calcio total contenido en este hueso medular es de alrededor de 1,5 – 2 g. Se requiere un pienso de pre-puesta con un mayor nivel de calcio para establecer esta reserva ósea. Tiene que usarse desde aproximadamente las 16 semanas. Sus características son similares al Puesta 1, pero con un nivel diferente de calcio, de 2-2,2% (Isa Brown, 2010).

b) Puesta 1

Se caracteriza por la producción de huevo hasta alcanzar el pico de producción, que es el máximo porcentaje de producción que puede tener el ave: 85.95%. Se incrementa el tamaño de los huevos, durante esta fase se presentan los más altos requerimiento de aminoácidos y de proteínas (Gonzales, 2022).

c) Puesta 2

En esta etapa se ha alcanzado más del 97% del peso vivo final del ave, por lo cual las necesidades de crecimiento son mínimas y ya el consumo es mayor, así la concentración energética de la ración puede reducirse a alrededor de 2.700 kcal EMAn/kg de pienso (García *et al.*, 2009).

d) Puesta 3

Teniendo en cuenta la persistencia de la puesta, la variabilidad individual y el peso del huevo, el requerimiento de aminoácidos no disminuye a lo largo del periodo de puesta. En un contexto económico, puede valer la pena reducir los márgenes de seguridad ligeramente. Sin embargo, los mejores resultados en términos de productividad e índice de conversión alimentaria se consiguen cuando uno mantiene los niveles de consumo de aminoácidos (Isa Brown, 2010).

4.14 Ecolimo o Limonita

La limonita es una mezcla mineral de óxidos hidratados de hierro de fórmula $\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ y está constituida, principalmente, por la fase goetita [$\alpha\text{-FeO}(\text{OH})$]. La limonita como mineral, por su contenido, variable, de moléculas de agua, se presenta como una fase amorfa o coloidal, caracterizada porque nunca cristaliza, pero puede tener una estructura fibrosa o microcristalina. Investigaciones previas han mostrado que, a temperaturas comprendidas entre 370 °C a 600 °C, la transformación térmica de la fase goetita se desarrolla hacia la hematites y, además, se produce un cambio cromático notable del color amarillo hacia el rojo (Romero *et al.*, 2013).

Este mineral es una atractiva alternativa como catalizador por su alto contenido en hierro porque no es costoso y es un recurso abundante (Souza *et al.*, 2007, como se citó en Torrez y Sierra, 2012).

4.15 Composición química del mineral

Un buen ejemplo de un mineral naturalmente hidroxilado, es el compuesto denominado limonita, procedente de Taraco. Dicho mineral, de variedad terrosa, perteneciente a la familia de los óxidos férricos hidratados cuya fórmula química es $\text{FeO}[\text{OH}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$. El contenido de 2 moléculas de agua en este mineral proviene por adsorción o capilaridad a través de los poros o grietas de los granos; esto, debido a la exposición del mineral a un lugar húmedo o con mucha humectación, como clima lluvioso, cercanía de un río y presencia de neblina (Palacios *et al.*, 2012).

Tabla 8. Análisis químico de la limonita.

Nombre del ingrediente	Tasa de contenido
MgO	0,0355
Al ₂ O ₃	0,9280
SiO ₂	7,5830
P ₂ O ₅	0,8913
SO ₃	5,6900
K ₂ O	0,2899
CaO	1,7330
TiO ₂	0,3541
MnO	0,1037
Fe ₂ O ₃	82,3142
CuO	0,0193
ZnO	0,0249
SrO	0,0256
ZrO ₂	0,0075
	100,000

Fuente: (JICA,2020).

4.16 Funciones de la Limonita

Según estudios realizados en la Universidad de Kumamoto (2020), este compuesto actúa contra las bacterias grampositivas, bacterias gramnegativas y hongos. La actividad antibacteriana es MIC contra cualquiera de las bacterias grampositivas, bacterias gramnegativas y hongos.

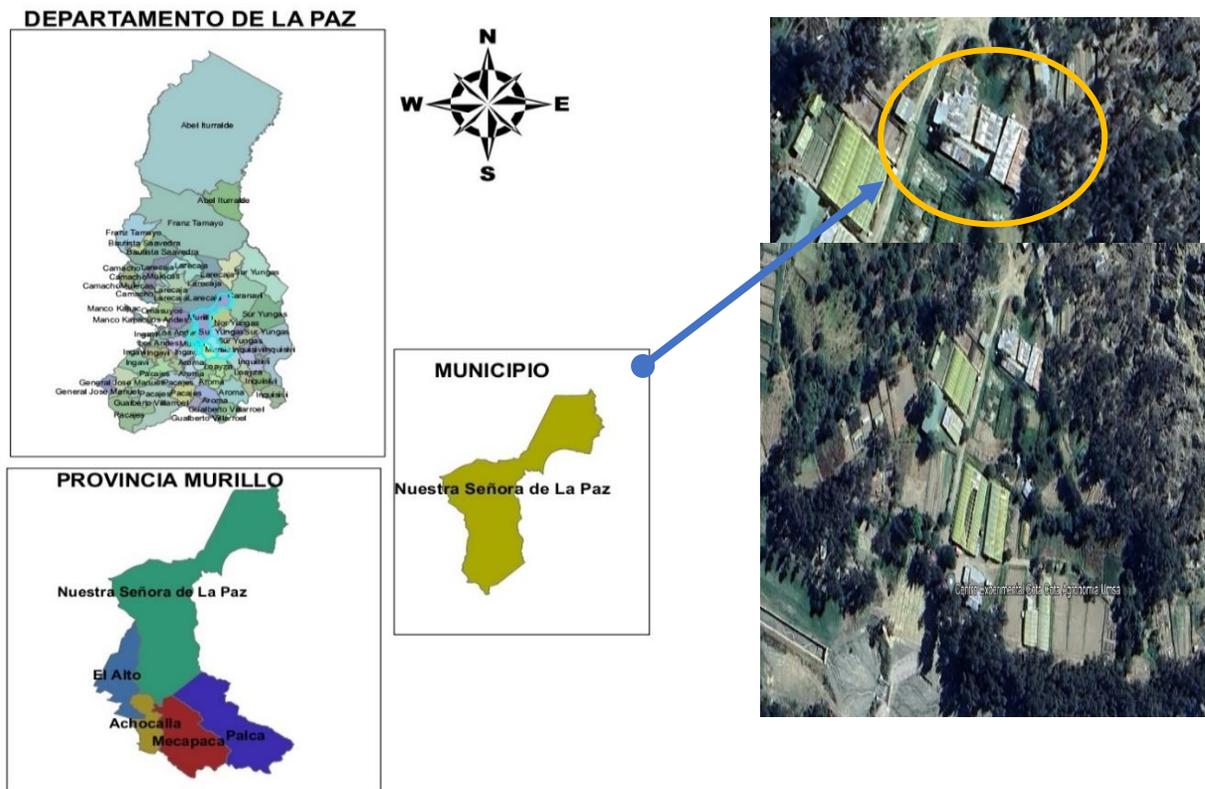
La limonita es un adsorbente de sulfuro de hidrógeno, suelo activo para la agricultura, alimento para el ganado y salud para las mascotas. Se utiliza como producto auxiliar desodorante y suelo. Además, desde la antigüedad los pastores utilizaron para parar la diarrea de las vacas (Universidad de Kumamoto, 2020).

5 LOCALIZACIÓN

5.1 Localización geográfica

El presente trabajo se realizó en el Centro Experimental Cota Cota, ubicado en el sur de la ciudad de La Paz, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, se encuentra ubicada a 15 km al sud oeste de la ciudad, con una altura de 3480 m.s.n.m., geográficamente se encuentra a 16°32'12" de latitud Sur y a 68°03'49" de longitud Oeste.

Figura 6. Ubicación del área de trabajo, Centro Experimental Cota Cota – UMSA.



Fuente: Elaboración propia (ArcMap y Google Earth Pro, 2023).

6 MATERIALES Y METODOLOGÍA

6.1 Materiales

6.1.1 Material semoviente

Para la presente investigación, se utilizó un total de 120 aves de postura de la línea Isa Brown provenientes del Departamento de Santa Cruz.

6.1.2 Material de alimentación

- ✓ Alimento balanceado
- ✓ Mineral Ecolimo o limonita

6.1.3 Material sanitario

- ✓ Cal viva
- ✓ Flameador de gas
- ✓ Escoba y recogedor de basura

6.1.4 Materiales de galpón

- ✓ Jaulas para los tratamientos
- ✓ Balanza analítica
- ✓ Comederos de tipo tolva de 15 kg
- ✓ Bebederos de tipo campana de 1 ½ litro de capacidad
- ✓ Nidales de plástico
- ✓ Termómetro
- ✓ Vernier digital a escala milimétrica
- ✓ Abanico de Roche
- ✓ Maples de huevo
- ✓ Cascarilla de arroz para cubrir el piso (cama)

6.1.5 Material de gabinete

- ✓ Computadora
- ✓ Planillas de registro
- ✓ Calculadora
- ✓ Regla

- ✓ Cámara fotográfica

6.2 Metodología

En el trabajo de investigación se evaluaron tres tratamientos con diferentes niveles de ecolimo o limonita en la dieta alimenticia de las gallinas de postura Isa Brown, T0 (0% de limonita), T1 (1,5 % de limonita) y T2 (3% de limonita). La investigación se realizó en la primera etapa de producción (postura pico), desde la semana 20 a 31 de edad, haciendo un total de 77 días de investigación.

Se trabajó en un diseño experimental completamente al azar (DCA), con un total de 120 aves, distribuidas entre los 3 tratamientos y 4 repeticiones, se seleccionaron las aves en cada unidad experimental de manera aleatoria.

A continuación, se detalla las principales actividades que se desarrollaron durante el trabajo de investigación.

6.2.1 Limpieza y desinfección del galpón

Una de las actividades imprescindibles para dar inicio a la investigación es el vacío sanitario que consiste en la limpieza y desinfección de toda el área experimental, para tal motivo se lavó el piso con una solución de hipoclorito de sodio y detergente, el flameo en cada unidad experimental, dejando el galpón vacío por 3 días y finalmente realizar el encalado de pisos, paredes.

Figura 7. Limpieza y desinfección del galpón.



6.2.2 Pesaje de las aves

Previo al inicio de la investigación se realizó el pesaje a las gallinas de cada unidad experimental, este procedimiento se realizó cada 7 días hasta la finalización de la investigación para determinar la ganancia de peso y ganancia media diaria.

Figura 8. Pesaje de las aves.



6.2.3 Aplicación de ecolimo o limonita en los tratamientos

Se suministró alimento balanceado de acuerdo a la etapa y tablas de rendimiento de la línea Isa Brown, además se adicionó los niveles de limonita para cada tratamiento las cuales fueron T0 (balanceado + 0% Limonita), T1 (balanceado + 1,5% limonita), T2 (balanceado + 3% limonita) en una ración diaria junto con el suministro de agua.

Figura 9. Limonita en la alimentación.



6.2.4 Alimentación

La alimentación de las aves fue suministrada de acuerdo a la tabla establecida por Isa Brown según las semanas de edad, considerando el peso de las aves. La cantidad de alimento para cada ave fue de 114 g/día en etapa de postura las cuales fueron divididas en dos porciones, una cantidad del 40% por la mañana (8:00am) y el 60% por la tarde (16:00 pm).

Figura 10. Alimentación de las aves.



6.2.5 Suministro de agua

Es muy importante el suministro de agua para que no afecte el normal desarrollo de las aves, por ser un elemento primordial dentro de la dieta y que su ausencia puede desarrollar un desbalance en el crecimiento y aprovechamiento de los nutrientes que ocasionaría datos no confiables en las evaluaciones, en este sentido se suministró el agua tres a cuatro veces al día, en promedio 360 ml/ave/día según su requerimiento de acuerdo a un parámetro que es la temperatura ambiente.

Figura 11. Suministro de agua.



6.2.6 Recolección de huevos

Para el presente trabajo la recolección de huevos se realizó dos veces al día en cada unidad experimental. La primera recolección de huevos fue por la mañana después de proporcionar su alimento, posteriormente la segunda recolección fue por la tarde después de terminar de alimentar a las aves. El motivo de recolectar los huevos después de suministrar su alimento es para no estresarlas al momento de sacar los huevos de sus nidales.

Figura 12. Recolección de huevos por unidad experimental.



6.2.7 Iluminación

Algo muy importante para que las gallinas logren poner los huevos de forma constante, es las horas luz, en tal 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 luz que requieren las aves en la etapa productiva para poder realizar actividad metabólica.

Figura 13. Manejo de la iluminación.



6.2.8 Medición de huevos

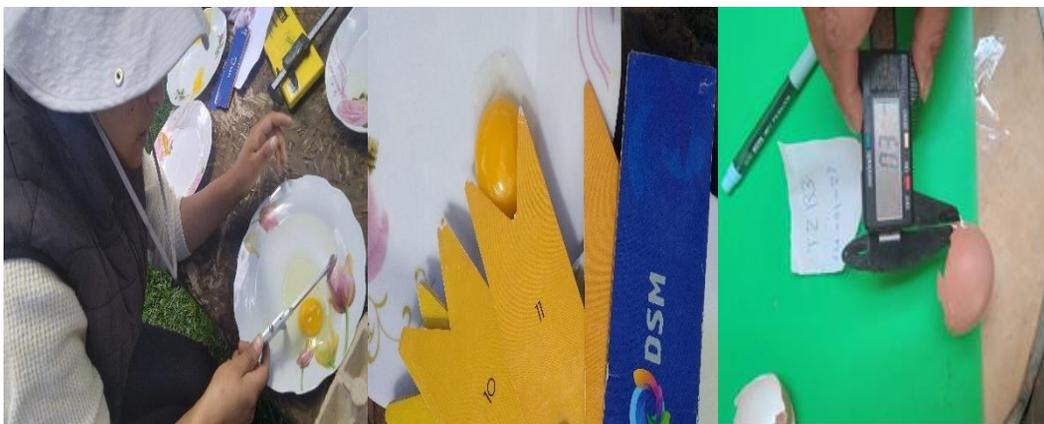
La toma de datos de los parámetros en el huevo se realizó en dos etapas: la primera etapa de medición de los huevos de acuerdo a su clasificación por tratamientos, se consideró parámetros externos como el peso, altura y diámetro del huevo. Se utilizó una balanza electrónica para determinar el peso y se requirió de un vernier electrónico a escala milimétrica para medir la altura y diámetro del huevo.

Figura 14. Toma de datos de la calidad externa del huevo.



En la segunda etapa se evaluaron parámetros internos del huevo como: Altura de la clara, diámetro de la clara, altura de la yema, diámetro de la yema, pigmentación y espesor de la cascara del huevo. Para la medición de estas variables se utilizó un vernier de precisión y un abanico de roche.

Figura 15. Toma de datos de la calidad interna del huevo.



6.3 Diseño experimental

Para el trabajo de investigación se utilizó el modelo de Diseño completamente al azar (DCA) (Melo, Lopez, & Melo, 2020), con un factor de estudio en niveles de Limonita, con 3 tratamientos, 4 repeticiones y 10 aves por unidad experimental.

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = Observación Cualquiera

μ = Media General

α_i = Efecto del i – ésimo adición de Ecolimo

ϵ_{ij} = Error Experimental

6.3.1 Factor de estudio

Los tratamientos que se evaluaron son los siguientes:

T0 = 0% de Ecolimo

T1 = 1,5% de Ecolimo

T2 = 3 % de Ecolimo

Tabla 9. Conformación de los tratamientos.

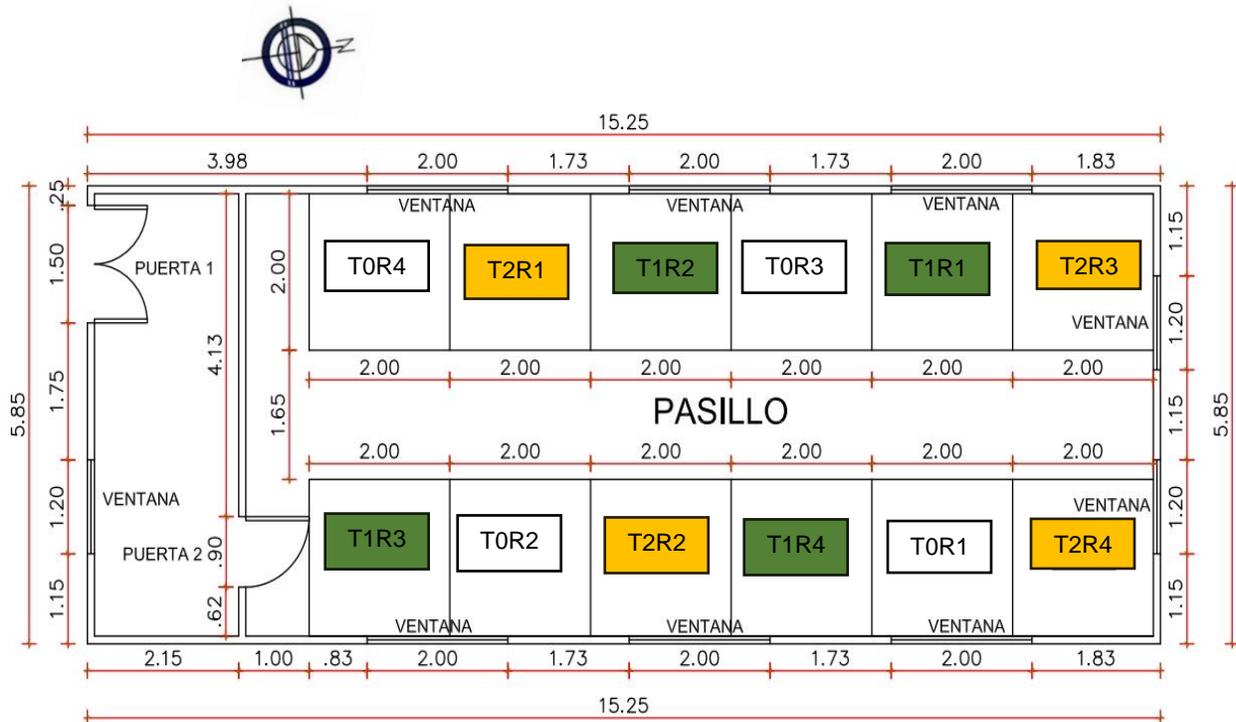
Factor de estudio	Niveles	Tratamiento
Mineral Ecolimo o Limonita	0% de Ecolimo	T0
	1,5% de Ecolimo	T1
	3% de Ecolimo	T2

Fuente: Elaboración propia.

6.3.2 Croquis Experimental

El trabajo de investigación se realizó bajo el siguiente croquis ubicado en el módulo de aves de postura dentro del galpón, se aprecia la distribución de las jaulas con los respectivos tratamientos.

Figura 16. Detalle del croquis experimental.



Fuente: Elaboración propia (Autocad).

6.3.3 Variables de respuesta

6.3.3.1 Porcentaje de postura (%)

Según Ciro y Itza (2020), menciona que la producción de huevo o postura (%) representa la proporción de gallinas que se encuentran en producción por cada 100, es importante para comparar con el estándar y saber la relación de aves que se encuentran en postura contra aquellas que están en “descanso” o fuera de postura.

$$\text{Porcentaje de postuta} = \frac{\text{Total de huevos}}{\text{Existencia de aves actual}} * 100$$

6.3.3.2 Consumo efectivo del alimento (kg)

El consumo de alimento semanal se obtiene restando el alimento sobrante del alimento suministrado, bajo la siguiente relación (Villca, Castañón y Coyo, 2023).

$$CEA = \text{Alimento ofrecido} - \text{Alimento sobrante o rechazado}$$

Es la cantidad de materia seca consumida descontando del total de alimento ofrecido, todo el alimento desperdiciado y el alimento rechazado. Este parámetro es muy útil cuando se quieren obtener pruebas de palatabilidad y digestibilidad (Ticona, 2008).

6.3.3.3 Conversión alimenticia (Kg/kg)

Lijerón (2015), la conversión alimenticia, es igual al cociente del total alimento consumido, dividido entre el peso total de huevos.

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Total de alimento consumido (kg)}}{\text{Peso total de huevos (kg)}}$$

Ciro y Itza (2020), mencionan que la conversión de alimento debe ser lo menor posible para obtener el mayor rendimiento del producto.

6.3.3.4 Parámetros externos del huevo

6.3.3.4.1 Peso del huevo (g)

Es un parámetro muy importante, ya que según el peso se puede identificar posibles problemas que estén afectando la calidad del huevo, especialmente el tamaño y el plantel de aves (insuficiencia de calcio, calidad del alimento, enfermedades, etc.),

para este propósito se pesan al azar 10% de los huevos día por medio (Castañón, 2010, como se citó en Riveros, 2012).

La relación matemática es:

$$\text{Peso del huevo} = \frac{\text{kg de huevos}}{\text{Nº de huevos pesados}}$$

6.3.3.4.2 Altura del huevo (cm)

Para medir el largo del huevo (eje mayor), se realizará la toma de medidas externas con la ayuda de un Vernier. Procedimiento que se realiza todos los días de los datos recolectados y los datos son expresados en cm (Vásquez, 2015).

6.3.3.4.3 Diámetro del huevo (cm)

Para medir el diámetro del huevo (eje menor), se mide con la ayuda de un vernier. Para su determinación es un procedimiento que se realiza todos los días. Los resultados se expresan en cm (Vásquez, 2015).

6.3.3.5 Parámetros internos del huevo

6.3.3.5.1 Índice de la yema (%)

Periago (s.f.), es un parámetro que informa sobre la forma ideal de la yema y su relación con la frescura y calidad del huevo. El índice de la yema se calcula de acuerdo a la siguiente formula:

$$\text{Índice de la yema} = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (cm)}} * 100$$

El índice ideal es de 0,40 a 0,42, índices mayores son indeseables (Aleu *et al.*,2018).

6.3.3.5.2 Unidades Haugh

Aleu *et al.* (2018), las Unidades de Haugh (UH) permiten determinar la calidad de la capa de la albúmina del huevo, en base a que la altura de la clara densa es un

indicador de la proporción de la misma respecto al contenido total del huevo, y por tanto de su consistencia (Índice de Albúmina).

$$\text{Unidades Haugh} = 100 \log (h - 1,7 p^{0,37} + 7,6)$$

Donde:

UH= Unidades Haugh

h=Altura de la clara densa (mm)

p=Peso del huevo en gramos (g)

En la tabla 10, se muestra la calidad de la albúmina según el número de Unidades Haugh.

Tabla 10. Unidades Haugh, calidad de la clara o albúmina.

Unidades Haugh	Descripción
100 – 90	Excelente
80	Muy bueno
70	Aceptable
65	Marginal
60	Rechazo del consumidor
55	Pobre
50	Inaceptable

Fuente: (Aleu *et al.*, 2018)

6.3.3.5.3 Pigmentación de la yema

Según Fuentes (2016), El color de la yema se mide por comparación con cartas de colores, la más popular es la “escala Roche”.

Maguregui (2020), el color de la yema del huevo viene determinado por el tipo y el perfil de carotenoides presentes en el pienso que se suministra a las gallinas y su absorción a nivel intestinal. Los carotenoides constituyen un grupo de pigmentos amarillos, rojos y naranjas de carácter liposoluble. Se pueden dividir en dos grandes grupos: carotenos y xantofilas.

Figura 17. Patrones de comparación (escala de Roche).



Fuente: (Cisneros, 2018).

Tabla 11. Escala colorimétrica DSM.

Escala	Color
15	Naranja -Rojizo
11	Naranja
9	Amarillo
< 7	Amarillo-pálido

Fuente: (Gonzabay, 2021).

6.3.3.5.4 Espesor de cáscara (mm)

Es una medida que está directamente relacionada con la resistencia de la cáscara, se mide con un micrómetro determinando el espesor a partir de un fragmento de la cáscara (NUTEC, 2021).

Este carácter determina la resistencia del huevo a la rotura. Durante el almacenamiento la cáscara se seca ya que la sustancia viscosa de los poros se evapora y como consecuencia los canalículos que atraviesan la cáscara se agrandan (Periago, s.f.).

6.3.3.5.5 Bromatología de la calidad interna del huevo

El análisis bromatológico se realizó en el “Instituto de Servicios de Laboratorio de Diagnostico e Investigación en Salud” (SELADIS), laboratorio de bromatología.

Las muestras se evaluaron por tratamiento, cada 100 gramos de porción de huevo fresco crudo bajo distintos métodos de ensayo realizados por el Instituto; para la proteína por el método de Kjendhal, para el calcio por el método de volumetría y para el hierro por el método de EAA (espectro de absorción atómica).

Para ello es importante acotar que López y Barrera (2018), indican que el huevo es particularmente rico en aminoácidos esenciales, ácidos grasos y algunas vitaminas y minerales. Gran cantidad de los nutrientes contenidos en el huevo están de una forma que los hace fácilmente disponibles, es decir, utilizables para el cuerpo humano.

La diversidad de sustancias químicas integradas en la composición de los alimentos resulta un factor de fundamental importancia para las distintas fases en los procesos de fabricación, comercialización y consumo de los mismos (Bello, 2000).

6.3.3.6 Beneficio/Costo

La relación del costo beneficio también definida como índice neto de rentabilidad, que representa el resultado de dividir el valor actual de los ingresos totales netos o beneficios netos (VAI) y el valor actual de los costos de inversión o costos totales (VAC) de un proyecto (Jácome y Carvache, 2017).

$$\mathbf{Beneficio/Costo} = \frac{VAI}{VAC}$$

Arévalo, Pastrano y Armijos (2016), para su interpretación del resultado indican lo siguiente:

B/C > 1 es aceptable o rentable

B/C =1 no tiene beneficio de lucro ni pérdida

B/C < 1 no es rentable por lo cual el proyecto es rechazado.

7 RESULTADOS Y DISCUSIONES

7.1 Porcentaje de postura (%)

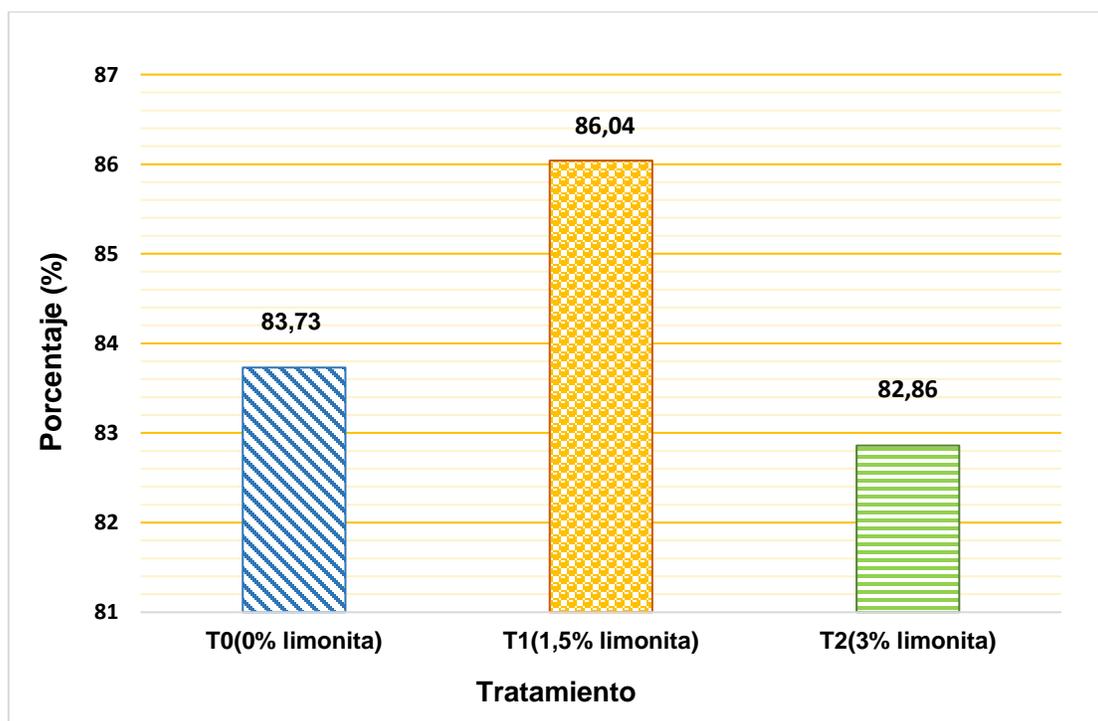
Tabla 12. Análisis de varianza correspondiente a la variable porcentaje de postura (%).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
TRAT	21,58	2	11	1	0,274 NS
Error	64,74	9	7		
Total	86,32	11			

C.V. coeficiente de variación = 3,18 %; FV = fuentes de variación; GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrados medios; Fc = F calculado; p-valor = probabilidad; NS= no significativo ($p > 0,05$).

Según la tabla 12, los resultados del análisis de varianza para la variable porcentaje de postura, con un nivel de confianza de 5% y una probabilidad de ($P = 0,274$), indica que estadísticamente no existe diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo, el coeficiente de variación es de 3,18 %, valor inferior al 30 %, por lo tanto, los resultados obtenidos en campo son verídicos.

Figura 18. Comparación de medias para el porcentaje de postura (%)



La figura 18, nos muestra el porcentaje de postura por tratamiento, donde el T1 (1,5 % limonita) con el 86,04 % obtuvo el mayor porcentaje, seguido del T0 (0% limonita) con el 83,73% de postura y finalmente el T2 (3% de limonita) obtuvo el 82,86 % de postura.

Los datos obtenidos para esta variable indican que el T1 tiene el porcentaje de postura más alto con relación al T0 y T2 según la gráfica. Es importante mencionar que los resultados de esta investigación alcanzaron al promedio establecido por Isa Brown en porcentaje de postura. Sin embargo, en base al análisis de varianza no existe diferencias significativas entre los tratamientos.

Para ello es importante acotar que en la tabla de producción 1 de Isa Brown, de la guía de “Manejo de la Producción”, presenta datos promedios de porcentajes de postura por semanas de edad, donde las gallinas de la línea Isa Brown en un periodo de producción 20 a 30 semanas de edad obtienen el 86,7 % de postura en promedio (ISA, s.f).

Al respecto autores como Mamani (2016), en su investigación realizada en la Estación Experimental de Cota Cota, al evaluar tres niveles de “DL-Metionia” en gallinas de postura, obtuvo resultados en porcentaje de postura con el mayor promedio T2 (0,120 g) con 78 %, T0 (0 g de DL-metionina) con 72,83%, T4 (0,320 g) con 71,17% y T3 (0,200 g) con 70,5 % de postura.

7.2 Consumo efectivo de alimento (kg)

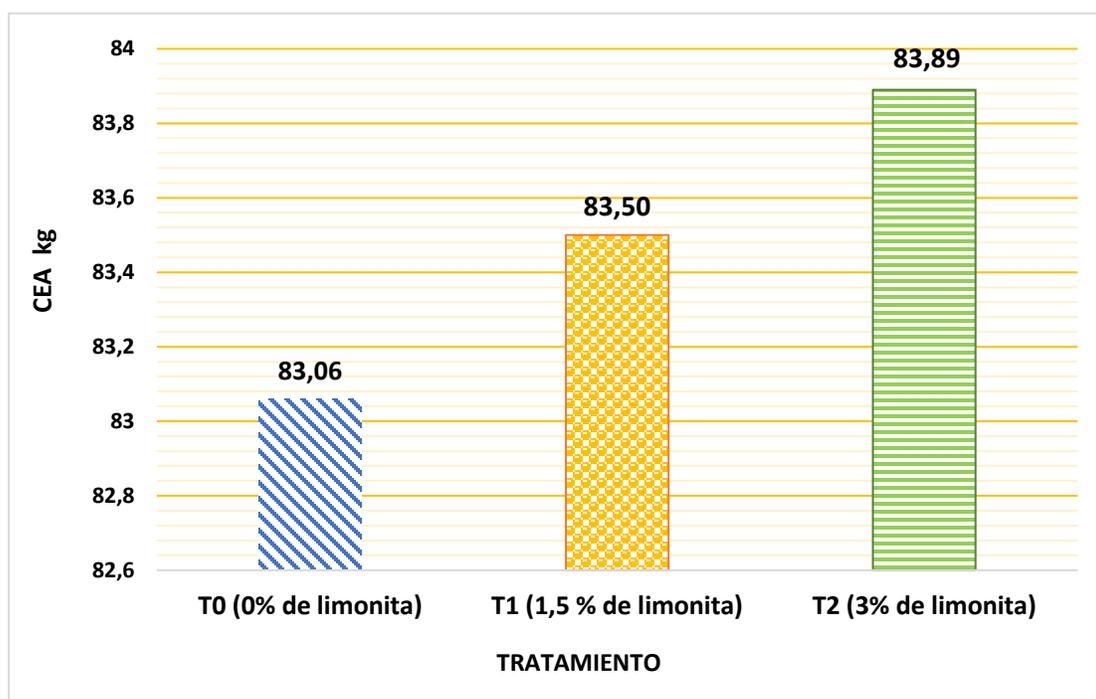
Tabla 13. Análisis de varianza correspondiente a la variable consumo efectivo del alimento (kg).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
TRAT	1,39	2	1	0,199	0,8231 NS
Error	31,46	9	3		
Total	32,85	11			

C.V. coeficiente de variación = 2,24 %; FV = fuentes de variación; GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrados medios; Fc = F calculado; p-valor = probabilidad; NS = no significativo (p>0,05).

Según la tabla 13, los resultados del análisis de varianza para la variable conversión alimenticia, con un nivel de confianza del 5% y una probabilidad de ($P=0,8231$), indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo, el coeficiente de variación es de 2,24 %, valor inferior al 30% lo que demuestra que los datos obtenidos en campo son confiables.

Figura 19. Comparación de medias para la variable consumo efectivo del alimento (kg).



La figura 19, muestra que el tratamiento que registra mayor consumo de alimento por parte de las aves en todo el periodo de investigación es el T2 (3% limonita) con 83,89 kg, seguido del T1 (1,5 % limonita) con 83,50 kg y del T0 (0% limonita) con 83,06 kg en consumo efectivo del alimento.

Se puede observar que el T2 registra el mayor consumo de alimento, observándose menor cantidad de alimento rechazado, seguido del T1 que expresa mínima diferencia respecto al T2, presenta menor cantidad de alimento rechazado; en el caso del T0 registra menor consumo de alimento y mayor cantidad de alimento

rechazado, observándose así baja palatabilidad. En base al análisis de varianza no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Saavedra (2014), en su investigación del efecto de niveles de harina de sangre en sustitución de proteína vegetal en la producción de huevos en el Centro Experimental Cota Cota, obtuvo los siguientes resultados en consumo efectivo del alimento por día: T4 (9% de harina de sangre) con 103.64 g/día, T3 (6% de harina de sangre) con 105.19 g/día, el T2 (3% de harina de sangre) con 106.38 g/día y T1 (0% de harina de sangre) con 107.69 g/día.

7.3 Conversión Alimenticia (kg/kg)

Tabla 14. Análisis de varianza correspondiente a la variable conversión alimenticia (kg/kg).

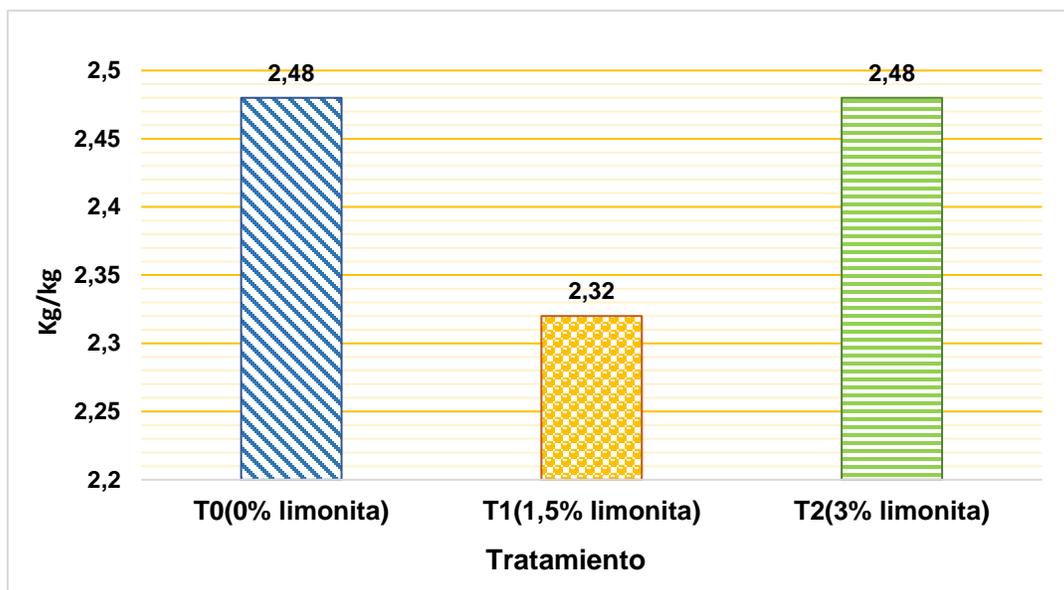
F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
TRAT	0,07	2	0,04	4	0,0739 NS
Error	0,09	9	0,01		
Total	0,16	11			

C.V. coeficiente de variación = 4.12%; FV = fuentes de variación; GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrados medios; Fc = F calculado; p-valor =probabilidad; NS= no significativo ($p>0,05$).

Según la tabla 14, los resultados del análisis de varianza para la variable conversión alimenticia, con un nivel de confianza del 5% y una probabilidad de ($P=0,0739$), indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo, el coeficiente de variación es de 4,12 %, valor inferior al 30% lo que demuestra que los datos obtenidos en campo son confiables.

Es importante acotar que los valores registrados en esta investigación están muy próximos a los rangos aceptados para la producción de huevos (Quino, 2013), considera que el índice de conversión alimenticia normal está comprendido entre los siguientes 1,8 y 2,4 kg/docena de huevo.

Figura 20. Comparación de medias para la Conversión alimenticia (kg/kg)



En la figura 20, muestra que para producir 1 kg de huevo cada tratamiento necesita de: T0 (0 % limonita) 2,48 kg de alimento, T1 (1,5 % limonita) requirió 2,33 kg de alimento y T2 (3% limonita) necesitó 2,48 kg de alimento.

El T0 (testigo) y el T2 (3 % de Limonita) ambos tratamientos obtuvieron el mismo resultado con respecto al T1 (1,5% de limonita) obtuvo el menor valor en conversión alimenticia siendo el tratamiento con buena asimilación del alimento para transformación en producto por parte de las aves, sin embargo, según el análisis de varianza no existe diferencias significativas entre los tratamientos.

Por otra parte, Mamani (2016), obtuvo un resultado conveniente de 2,33 kg/kg correspondiente al T2 con 0,120 g de DL- Metionina convirtiéndose en la más apropiada para la buena producción de huevos en gallinas de postura, lo que indica menor gasto de alimento para producir 1 kg de huevo.

Así mismo, Quispe (2015), realizó una investigación con la adición de phasa en la alimentación de gallinas de postura, entre la semana 21 a 32 de edad, donde alcanzó en promedio una conversión alimenticia en los tratamientos de T1 (0% de phasa) con 2.33 kg/kg, T2 (15% de phasa) con 2.23 kg/kg, T3 (30% de phasa) con 2.19 kg/kg, T4 (45% de phasa) con 2.15 kg/kg respectivamente.

7.4 Resultados de los parámetros externos del huevo

7.4.1 Peso del huevo (g)

Tabla 15. Análisis de varianza correspondiente a la variable peso del huevo(g)

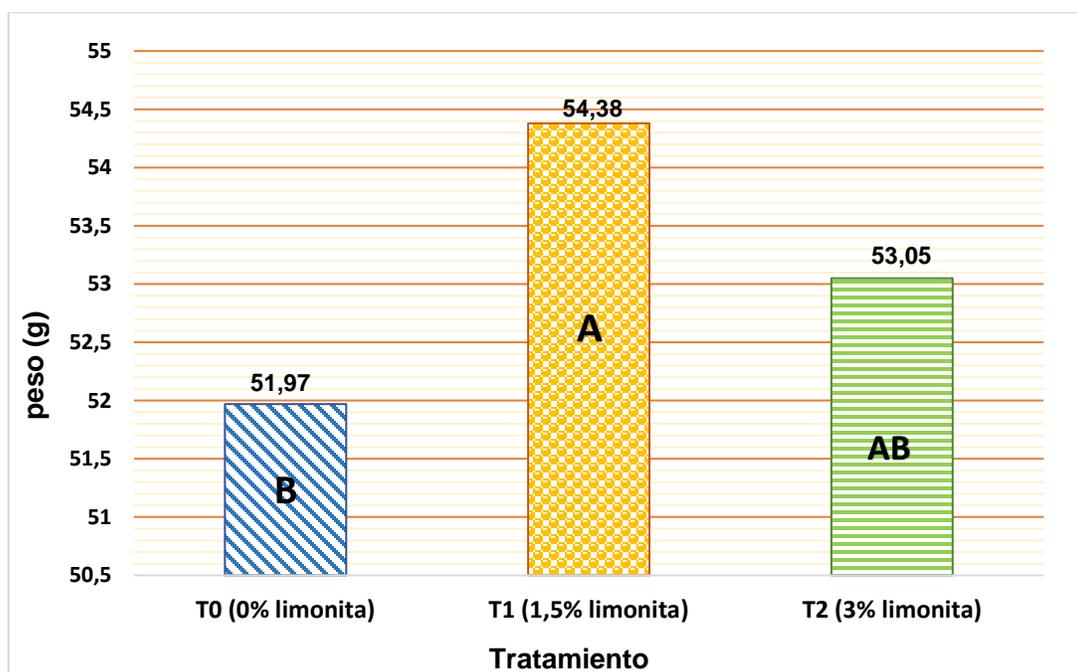
F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
TRAT	11,71	2	5,9	7	0,0155 *
Error	7,68	9	0,9		
Total	19,39	11			

C.V. coeficiente de variación = 1,74 %; FV = fuentes de variación; GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrados medios; Fc = F calculado; p-valor =probabilidad; (*) = significativo ($p < 0,05$).

En la tabla 15, se muestra el análisis de varianza para la variable peso promedio del huevo, donde el nivel de confianza es del 5% y la probabilidad es ($P=0,0155$), indicando que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Así mismo el coeficiente de variación registrada para dicha variable, es de 1,74% valor inferior al 30 %, lo que demuestra que los tratamientos fueron evaluados correctamente, por lo tanto, son confiables.

Figura 21. Comparación de medias para el peso del huevo (g)



Según la prueba Duncan del anexo 7, determina dos grupos diferentes, el primero grupo (A) con el T1 y T2 que registraron los mayores resultados en la variable peso del huevo, ambos tratamientos presentan una mínima diferencia; así mismo el grupo (B) con T0 y T2 expresan mínima diferencia los dos tratamientos. Sin embargo, comparando entre el T1 grupo (A) con 54,38 g y T0 grupo (B) con 51,97 g se observa que existe una diferencia estadística significativo en la variable peso del huevo (g) entre los tratamientos.

En figura 21, comparación de medias, muestra el peso promedio del huevo por tratamiento, en el cual el T1 (1,5 % limonita) obtuvo el mayor valor de 54,38 g, seguido del T2 (3% limonita) que alcanzó un peso promedio de 53,05 g y finalmente el T0 (0% de limonita) con 51,97 g con el menor promedio.

La diferencia en peso entre los diferentes tratamientos indica el efecto de la limonita, el T1 y T2 tiene una diferencia de 1.33 g, también existe una diferencia más significativa entre el T1 y T0 con 2,41 g. El uso de Limonita en la producción de gallinas de postura, según lo observado en la presente investigación mejora la digestibilidad, el consumo de alimento, producción de huevos, peso del huevo y características internas del huevo. De acuerdo con a la figura 21 se reporta influencia de la limonita en el peso promedio de los huevos.

Según Isa Brown (2009-2010) indica uno de los factores que influyen en el peso del huevo es el peso vivo de las aves a la primera ovoposición. Donde un registro de 1,500 a 1,700 kg de peso vivo de las aves, los huevos obtendrán un peso promedio de 53,25 g en un periodo de 18 a 28 semanas de edad de las aves. Por otro lado, los principales factores que influyen en el peso del huevo son: aspectos genéticos, peso vivo a la madurez sexual, el consumo de pienso y aspectos nutricionales.

Al respecto autores como Guzmán (2020), realizó una investigación con el mineral de zeolita para la alimentación en gallinas, donde logró obtener un peso promedio del huevo de T0 (testigo) con 56,98 g, T1 (1,5%de zeolita) 57,78 g, T2 (2,5% de zeolita) 59,64 g y T3 (3,5% de zeolita) 59,67 g respectivamente.

7.4.2 Altura del huevo (cm)

Tabla 16. Análisis de varianza correspondiente a la variable altura del huevo (cm).

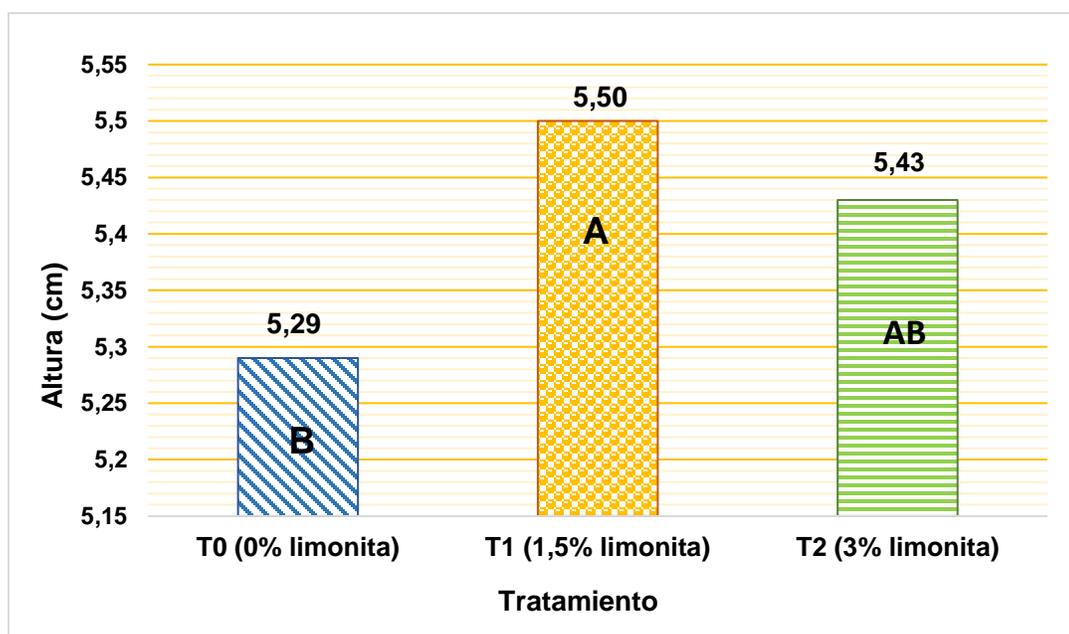
F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
TRAT	0,091	2	0,045	4	0,0491*
Error	0,095	9	0,011		
Total	0,186	11			

C.V. coeficiente de variación = 1,90%; FV = fuentes de variación; GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrados medios; Fc = F calculado; p-valor = probabilidad; (*) = significativo ($p < 0,05$).

En la tabla 16, se muestra el análisis de varianza para la variable altura del huevo, donde el nivel de confianza es del 5% y la probabilidad es ($P=0,0491$), indicando que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Así mismo el coeficiente de variación registrada para dicha variable, es de 1,90 % valor inferior al 30 %, lo que demuestra que los datos de campo fueron evaluados correctamente, por lo tanto, son confiables.

Figura 22. Comparación de medias para la altura del huevo (cm)



De acuerdo al anexo 8, en la prueba Duncan se determina dos grupos diferentes, el primero grupo (A) con el T1 y T2 que registraron los mayores resultados en la variable altura del huevo (cm), ambos tratamientos presentan diferencias mínimas entre sí; así mismo el grupo (B) con el T0 y T2 existe diferencias mínimas entre tratamientos. Sin embargo, se puede observar que el T1 grupo (A) con 5,50 cm y T0 grupo (B) con 5,29 cm se observa que existen diferencias estadísticas significativos en la variable altura del huevo (cm) entre ambos tratamientos.

En la figura 22, comparación de medias muestra la altura del huevo por tratamiento, donde el T1 (1,5 % limonita) obtuvo el mayor valor de 5,5 cm, seguido del T2 (3% limonita) que alcanzó una altura promedio de 5,43 cm y finalmente el T0 (0% de limonita) con 5,29 cm en promedio. Según los resultados obtenidos la limonita actúa como retenedor de nutrientes, lo que indica que el menor porcentaje ayuda positivamente en el tamaño del huevo (altura).

Es importante acotar que, Shiroma (2019), realizó un muestreo de 248 huevos, con el objetivo de evaluar la calidad de los huevos donde evaluó parámetros externos, obteniendo un resultado promedio de altura de huevo 5,65 cm y un ancho de 4,38 cm. Por otra parte, (Llusco,2015), evaluó tres niveles de calcita en producción de calidad del huevo de la línea Isa Brown en la fase final, T3 (12 % de calcita), T2 (9% de calcita), T1 (6% de calcita) y T0 (testigo), donde obtuvo resultados de 5.71 cm, 5.70 cm, 5.69 y 5.39 cm respectivamente.

El tamaño del huevo, depende de la ingestión de nutrimentos en las aves, de modo que cualquier factor que influya en el consumo del alimento influirá en el tamaño del huevo y en producción de masa de huevo (Morfin, 2007).

Es importante señalar que los resultados alcanzados para la variable mencionada están relacionados directamente con el peso del huevo, es decir, que los huevos con mayor peso son los de mayor tamaño. En la figura 21 claramente hace referencia que el T1 obtuvo el mayor promedio en cuanto al peso del huevo, por lo tanto, cabe señalar que la concentración de 1,5 % de limonita en la dieta alimenticia para las gallinas ponedoras es muy productivo.

7.4.3 Diámetro del huevo (cm)

Tabla 17. Análisis de varianza correspondiente al diámetro del huevo (cm)

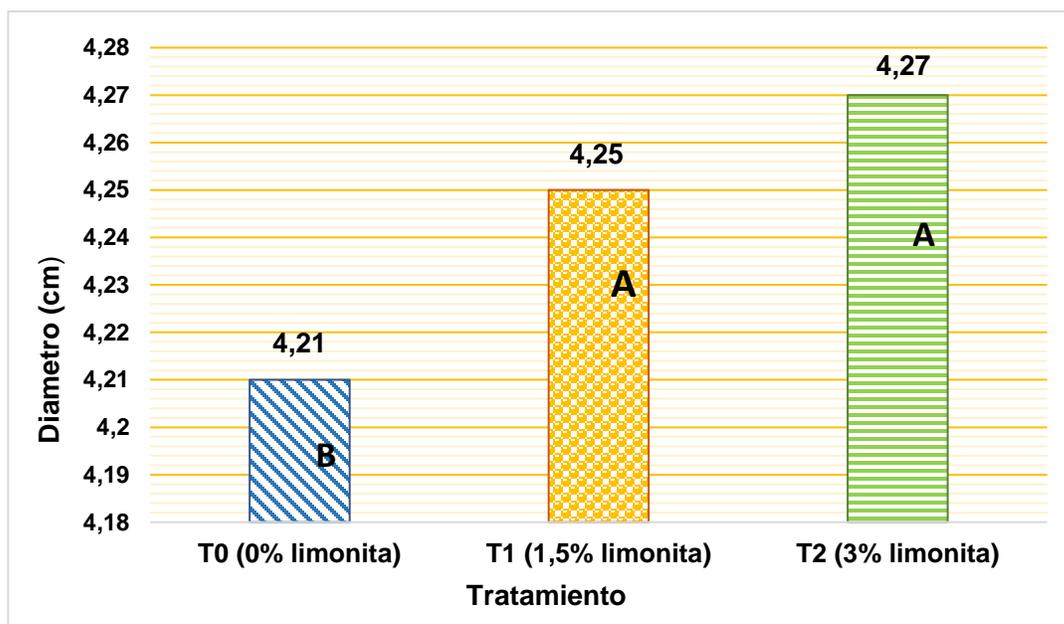
F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
TRAT	0,009	2	0,0047	13	0,0025**
Error	0,003	9	0,0004		
Total	0,013	11			

C.V. coeficiente de variación =0,46 %; FV = fuentes de variación; GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrados medios; Fc = F calculado; p-valor =probabilidad; (**)= altamente significativo ($p < 0,05$).

En la tabla 17, se muestra el análisis de varianza para la variable diámetro del huevo, donde el nivel de confianza es del 5% y la probabilidad es ($P=0,0025$), indicando que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

Así mismo el coeficiente de variación registrada para dicha variable, es de 0,46 % valor inferior al 30 %, lo que demuestra que los tratamientos fueron evaluados correctamente, por lo tanto, son confiables.

Figura 23. Comparación de medias para el diámetro del huevo (cm)



Según la prueba Duncan del anexo 9 se identifican dos grupos diferentes (A) y (B), se observa que existe diferencias estadísticas altamente significativas para el diámetro del huevo (cm) de las aves, al ser comparadas los tratamientos se puede observar que el T2 y T1 pertenecientes al grupo (A) con los mayores diámetros respectivamente, entre ambos tratamientos no presentan diferencias considerables. Sin embargo, el T0 grupo (B) con respecto al T2 y T1 grupo (A) presentan diferencias entre los tratamientos.

Según la figura 23 en la comparación de medias, la limonita hizo efecto en el diámetro del huevo, donde T2 (3% limonita) obtuvo el mayor valor de 4,27 (cm), seguido del T1 (1,5% limonita) que alcanzó un diámetro promedio de 4,25 (cm) y finalmente el T0 (0% de limonita) con 4,21 (cm) en promedio. En base a los resultados obtenidos, según el análisis anva existen diferencias altamente significativas.

Es importante a cotar que Lijerón (2015), en su evaluación de cuatro niveles de phasa y dos niveles de densidades en aves de postura, obtuvo resultados en el diámetro promedio del huevo T2 y T6 (1%) con 4,24 cm; T1 y T5 (0%) con 4,26 cm; T4y T8 (3%) con 4,26 cm; T3 y T7 (2%) con 4,24 cm.

Por otro lado, Llusco (2015), evaluó tres niveles de calcita en producción de calidad del huevo de la línea Isa Brown en la fase final, T3 (12 % de calcita), T2 (9% de calcita), T1 (6% de calcita) y T0 (testigo), donde obtuvo resultados de 4.42 cm,4.44 cm,4.28 cm y 4.21 cm respectivamente.

El diámetro del huevo también está relacionado con el peso del huevo, los huevos con mayor peso, son los que tienen mayor diámetro longitudinal (altura) y transversal. La adición de limonita o ecolimo en la dieta de las aves tuvo efecto para la variable diámetro del huevo, esto es debe a la buena asimilación de nutrientes de las aves. Según (Pérez, 2013) indica que un buen manejo nutricional de las aves es clave a lo largo del periodo de puesta mediante la comprobación sistemática de la calidad externa e interna del huevo. El manejo de la nutrición y alimentación son factores que contribuyen a la mejora de dichos parámetros.

7.5 Resultados de los parámetros internos del huevo

7.5.1 Unidades Haugh

Tabla 18. Cuadro de análisis de varianza correspondiente a la variable Unidades Haugh.

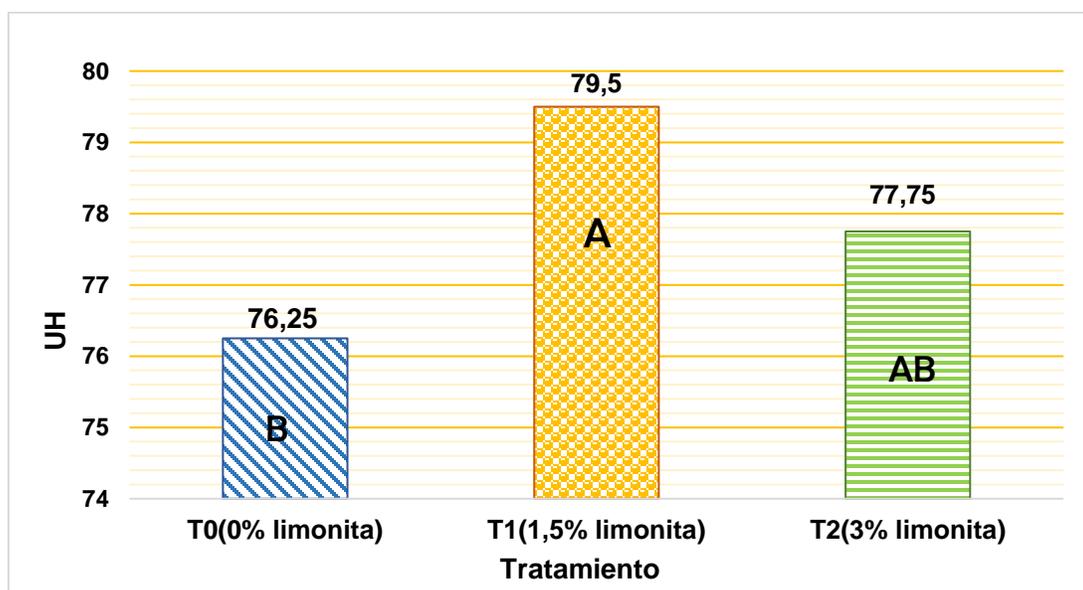
F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
TRAT	21,17	2	11	8	0,012 *
Error	12,5	9	1		
Total	33,67	11			

C.V. coeficiente de variación = 1,51 %; FV = fuentes de variación; GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrados medios; Fc = F calculado; p-valor =probabilidad; (*) = significativo ($p < 0,05$)

En la tabla 18, se muestran los resultados del análisis físico interno para la variable Unidades Haugh donde el nivel de confianza es del 5% y la probabilidad es ($P=0,012$), indicando que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Así mismo el coeficiente de variación registrada para dicha variable, es de 1,51 % valor inferior al 30 %, lo que demuestra que los datos obtenidos en campo fueron evaluados correctamente, por lo tanto, son confiables.

Figura 24. Comparación de medias para la variable Unidades Haugh.



De acuerdo a la prueba Duncan del anexo 10 determina dos grupos diferentes, el primero grupo (A) con el T1 y T2 que registraron los mayores resultados en la variable Unidades Haugh, ambos tratamientos no presentan diferencias considerables; así mismo el grupo (B) con el T0 y T2 también no presentan diferencias considerables. Sin embargo, se puede observar que entre el T1 grupo (A) con 79,5 y T0 grupo (B) con 76,25 expone que si existen diferencias significativas en la variable Unidades Haugh.

Referente a la figura 24, muestra los resultados de la comparación de medias, donde el T1 (1,5% limonita) reporta el mayor valor de 79,5, seguido del T2 (1,5 % limonita) que alcanzó un promedio de 77,75 y finalmente el T0 (0% de limonita) con 76,25 en promedio. Según los resultados expuestos en el análisis anva, mencionamos que existen diferencias significativas entre los tratamientos para la variable Unidades Haugh.

Es importante acotar que Martin (2019), indica que los valores de 50 Unidades Haugh representan una calidad del huevo inaceptable para el consumidor, a partir de 70 es aceptable y valores entre 90 y 100 representan una calidad del excelente. Sin embargo, (Periago, s.f.), menciona también que se conocen otros factores que pueden dar valores de altura de clara densa bajos, aun tratándose de huevos frescos. Estas diferencias se pueden deber a la raza, la alimentación o la edad de las gallinas.

Por su parte, Fuentes (2017) menciona que la escala que utiliza las Unidades Haugh es la del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) que es: valores >79 (extra), 78-55 (frescos), 54 -31 (baja calidad) y <30 (desechables). Sin embargo, la escala varía entre 20 y 110, aunque los valores más frecuentes están entre 45 a 95. Los factores que afectan después de la puesta al albumen es la temperatura y humedad ambiente, por la pérdida de vapor de agua del huevo.

En base a la prueba de medias la limonita si causa efecto en las Unidades Haugh. Los resultados obtenidos para esta variable representan la frescura y calidad del huevo, es decir, mientras más alto sea el valor, más fresca es el huevo. El T1 con 1,5

% de limonita es el que presenta mayor Unidades Haugh en la clara a diferencia del T2 y T0, por lo tanto, es de mayor calidad.

Las Unidades Haugh se emplea como indicador de la frescura del huevo. La calidad del albumen se relaciona con su fluidez y se puede valorar a través de la altura de su densa capa externa. La riqueza en aminoácidos esenciales de la proteína de la clara y el equilibrio hacen que sea considerada de referencia para valorar la calidad del huevo (Instituto de Estudios del Huevo, 2009).

7.5.2 Índice de la yema (%)

Tabla 19. Análisis de varianza correspondiente a la variable índice de la yema (%).

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
TRAT	0,85	2	0,42	1	0,284 NS
Error	2,62	9	0,29		
Total	3,47	11			

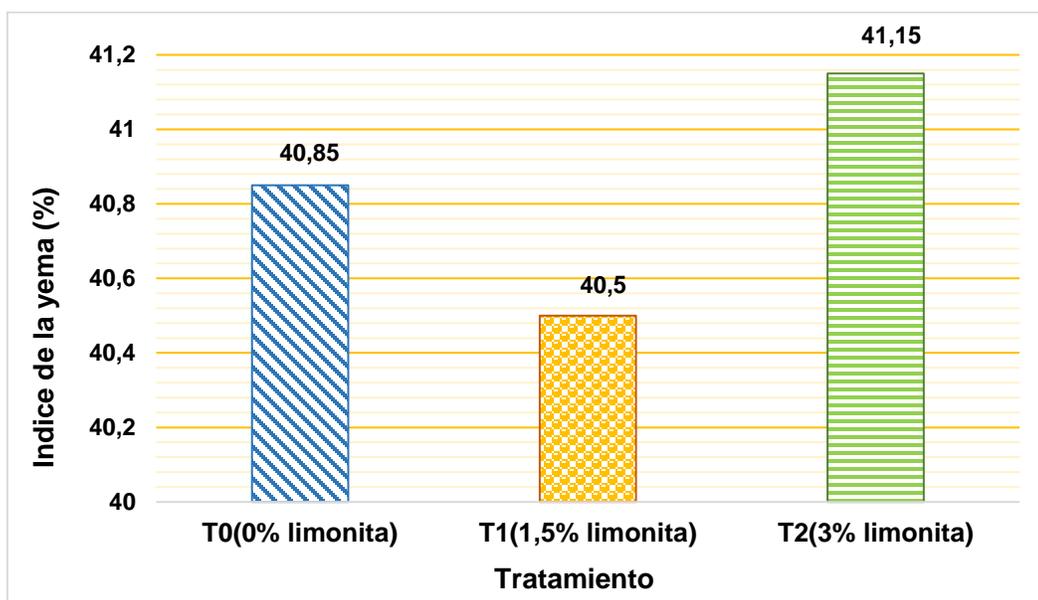
C.V. coeficiente de variación = 1,32 %; FV = fuentes de variación; GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrados medios; Fc = F calculado; p-valor = probabilidad; NS = no significativo ($p > 0,05$).

En la tabla 19, se muestran los resultados del análisis físico interno para la variable índice de la yema del huevo, donde el nivel de confianza es del 5% y la probabilidad es ($P=0,284$), indicando que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Sin embargo, el coeficiente de variación registrada para dicha variable, es de 1,32 % valor muy inferior al 30 %, lo que demuestra que los datos obtenidos en campo fueron evaluados correctamente, por lo tanto, son confiables.

Algunos factores que inciden en la calidad de la yema de huevo son: alimentación, nutrición estado sanitario de las gallinas, almacenamiento de los huevos (Mallo *et al.*, 2017). Por su parte (García *et al.*, 2017) cita que el índice de forma de la yema relaciona la altura con el diámetro de la misma y es considerado un importante factor de calidad. Índice superior a 65 significa calidad excelente, de 65 a 35 buena calidad y menos de 35 mala calidad.

Figura 25. Comparación de medias para la variable índice de la yema (%).



Referente a la figura 25, muestra los resultados de la comparación de medias del índice de la yema de huevo por tratamiento, donde el T2 (3% limonita) reporta de 41,15 % con el mayor valor, seguido del T0 (0 % limonita) que registro un índice de 40,85 % y finalmente el T1 (1,5 % de limonita) que obtuvo 40,5 % en promedio.

El índice de la yema es una de las características que determinan la forma, frescura y calidad de la yema del huevo, cuanto mayor sea el valor, mayor frescura. En la figura 25, se puede observar que el T2 alcanzó el mayor valor, el T0 y T1 consecutivamente, se presume que estas diferencias son debido a distintos factores como la temperatura, alimentación y al efecto de la adición de la limonita en la ración para la referida variable. Sin embargo, es importante mencionar que no existe significancia entre los tratamientos.

Según Martín (2019), menciona que el índice normal de la yema aproximadamente es de 0,40 – 0,42. Cuando se supera la cifra significa que la yema ha descendido debido a que la membrana vitelina ha adquirido mayor elasticidad y ha perdido más agua o humedad. Así mismo (Periago, s.f.) indica que el índice de yema refleja la forma ideal, su relación con la frescura y calidad del huevo.

7.5.3 Pigmentación de la yema

Tabla 20. Análisis de varianza correspondiente a la variable pigmentación de la yema.

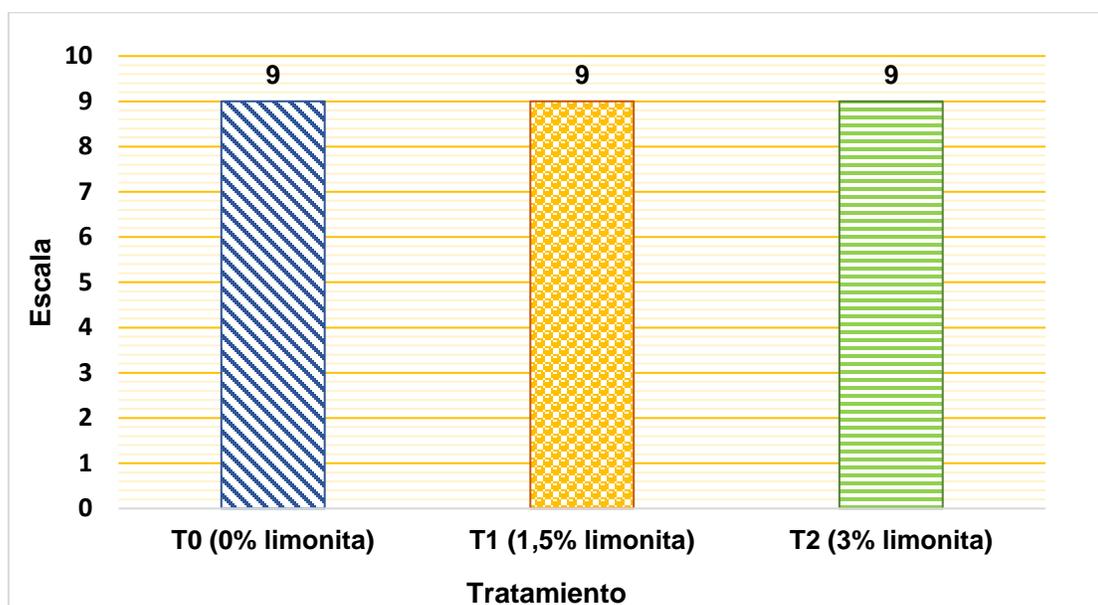
F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
TRAT	0,17	2	0,08	1	0,405 NS
Error	0,75	9	0,08		
Total	0,92	11			

C.V. coeficiente de variación = 3,24 %; FV = fuentes de variación; GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrados medios; Fc = F calculado; p-valor = probabilidad; NS = no significativo ($p > 0,05$).

En la tabla 20, indica los resultados del análisis físico interno para la variable pigmentación de la yema, donde el nivel de confianza es del 5% y la probabilidad es ($P=0,405$), indicando que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos.

Así mismo el coeficiente de variación registrada para dicha variable, es de 3,24 % valor inferior al 30 %, lo que demuestra que los datos obtenidos en campo fueron evaluados correctamente, por lo tanto, son confiables.

Figura 26. Comparación de medias en la pigmentación de la yema.



En referente a la figura 26, muestra los resultados de la pigmentación de la yema de huevo por tratamiento, donde el T0 (0% de limonita), T2 (3% de limonita) y T1(1,5 % de limonita) reportan un valor promedio de 9, se puede observar que no existe diferencias significativas entre los tratamientos.

Según los resultados obtenidos en la comparación de medias, del efecto de la inclusión de ecolimo o limonita en la dieta alimenticia para la variable pigmentación de la yema, donde notoriamente se puede evidenciar que no presenta diferencia entre los tratamientos T0, T2 y T1. La adición de limonita en ambos porcentajes no tiene efecto en la pigmentación de la yema de huevo.

Según, Cisneros (2018), el color de la yema está completamente determinado por los tipos y las cantidades de carotenoides presentes en la alimentación de la gallina y la capacidad del animal de absorber y asimilar estos pigmentos.

Por otro lado, Periago (s.f.), indica que los carotenos y vitamina A que aparecen en algunos piensos en gran cantidad y dan una yema pálida, mientras que las xantofilas dan yemas muy subidas de color. Las yemas pálidas por llevar gran cantidad de carotenos y vitamina A son de importancia bromatológica son más nutritivas que las de color subido.

El valor medio para la escala de Roche es de 9, que es un valor normal, sin embargo, muchos consumidores buscan intensidades cercanas o superiores a 10. Este tipo de valoración de la pigmentación no hace referencia a un valor de calidad nutricional ya que los carotenoides (precursores de la vitamina A) contribuyen poco a la coloración del huevo (García *et al.*, 2017).

En la producción de huevos de consumo, la pigmentación de la yema es de gran importancia, ya que el consumidor la relaciona con la calidad del huevo (Tamayo, 2017).

7.5.4 Espesor de la cáscara (mm)

Tabla 21. Análisis de varianza correspondiente a la variable espesor de la cáscara (mm).

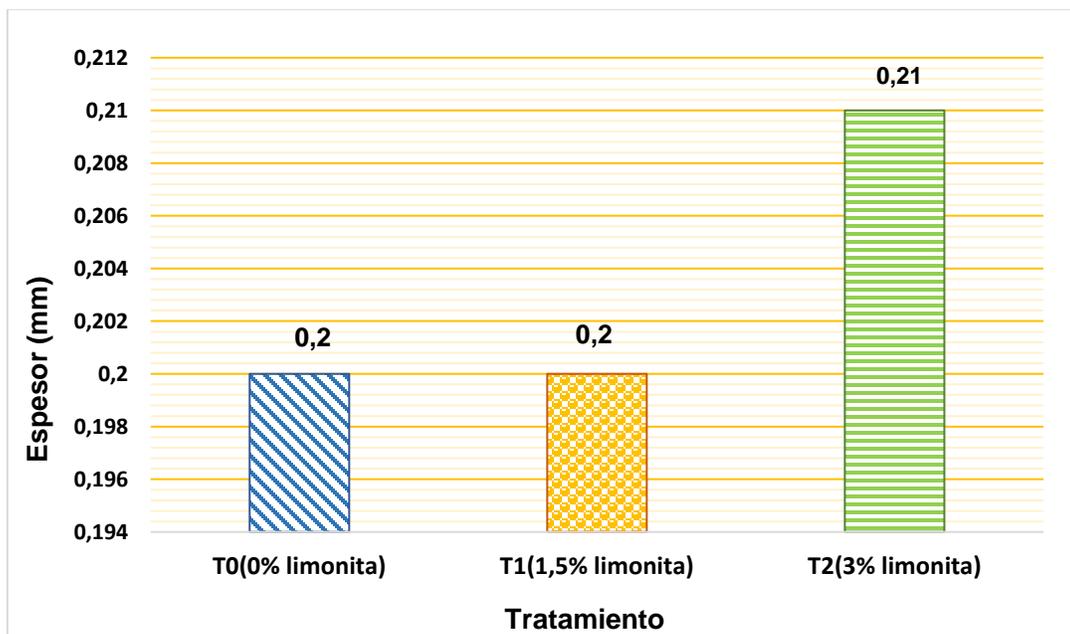
F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
TRAT	0,0002	2	0,0001	1	0,5118 NS
Error	0,0014	9	0,0001		
Total	0,0016	11			

C.V. coeficiente de variación = 6,07 %; FV = fuentes de variación; GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrados medios; Fc = F calculado; p-valor =probabilidad; NS= no significativo ($p>0,05$)

En la tabla 21, se muestran los resultados análisis físico interno para el espesor de la cascara del huevo, donde el nivel de confianza es del 5% y la probabilidad es ($P=0,5118$), indicando que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Sin embargo, el coeficiente de variación registrada para dicha variable, es de 6,07 % valor muy inferior al 30 %, lo que demuestra que los datos obtenidos en campo fueron evaluados correctamente, por lo tanto, son confiables.

Figura 27. Comparación de medias para el espesor de la cáscara (mm).



En figura 28, muestra el espesor de la cáscara del huevo por tratamiento, donde el T2 (3% limonita) obtuvo el mayor valor de 0,21 (mm), seguidos del T1 (1,5% limonita) que alcanzó una altura promedio de 0,2 (mm) y finalmente el T0 (0% de limonita) con 0,2 (mm) en promedio. Según los resultados obtenidos no existen diferencias significativas entre los tratamientos, se presume que algunos factores que pudieron afectar en la calidad de la cáscara es la alimentación y temperatura ambiente.

Según Ortiz y Mallo (2015), menciona que los principales factores que afectan a la calidad de la cáscara son la genética, edad de los animales, la nutrición, los factores de estrés y el sistema de producción.

El espesor de la cáscara disminuye con la edad del ave ya que el huevo se vuelve más grande, también la tasa de esta disminución se ve afectada por la dieta y la genética (Hy - Line, 2017). Sin embargo, otro de los factores que afectan a la calidad de la cáscara es la granulometría del alimento, siendo que el tamaño de las partículas del alimento influye en la digestibilidad de los nutrientes en la motilidad y tránsito intestinal (Oleivera *et al.*, 2021).

7.5.5 Análisis bromatológico de la calidad nutricional del huevo

En la siguiente tabla se expresa los resultados del análisis bromatológico de la calidad interna del huevo. Estudio realizado con el fin de observar el efecto de la limonita en la calidad nutritiva del huevo, en parámetros de gran interés nutricional como la proteína y los minerales como el calcio, hierro.

Tabla 22. Análisis bromatológico nutricional de la calidad interna del huevo.

Componente	Método de ensayo	Unidades	T0 (0% de limonita)	T1 (1,5% de limonita)	T2 (3% de limonita)
Proteína	Kjendhal	g/100g	10,99	9,54	9,86
Calcio	Volumetría	mg/100g	62,99	38,04	20,34
Hierro	EAA	mg/100g	2,70	6,33	1,76

Se realizó la evaluación de tres parámetros de la calidad nutricional interna del huevo fresco, proteína, calcio y hierro, para los tratamientos de investigación; T0 (0% de limonita), T1 (1,5 % de limonita) y T2 (3% de limonita).

Según los resultados obtenidos: para la proteína, el T0 tiene la mayor concentración con 10,99 g/100g, continuamente el T2 con 9,86 g/100g y finalmente el T1 con un valor nutricional en proteína de 9,54 g/100 g. En cuanto al análisis de calcio se observa que el T0 tiene la mayor concentración de 62,99 mg/100 g, seguido del T1 con 38,04 mg/100 g y el T2 registra 20,34 mg/100 g con un valor inferior al T0 y T1. En el caso del análisis de hierro, se observa que el T1 obtiene 6,33 mg/100 g con la mayor concentración, el T0 con 2,70 mg/100 g y por último el T2 con 1,76 mg/100 g.

En la tabla 4 se observa que la Fundación Española de la Nutrición expone los valores nutricionales del huevo, donde se muestra la composición nutricional por 100 g de porción comestible: Proteína con 12,5 g; calcio con 57 mg y hierro con 1,9 mg.

7.6 Análisis económico

Este análisis se realizó para 120 gallinas en la etapa de postura, desde la semana 20 a 31 en producción de huevo, con la adición de ecolimo o limonita en la dieta alimenticia de las aves en tres concentraciones distintas. Para esto se evaluó los egresos, ingresos y la relación beneficio/costo.

7.6.1 Egresos

7.6.1.1 Costos totales

Se realizó el detalle de los costos de producción durante la investigación de 20 a 31 semanas de edad de las aves, cálculos realizados para el total de 120 aves Isa Brown en evaluación.

Tabla 23. Detalle de costos de producción.

Nº	Detalle	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total (Bs.)
1	Alquiler de material de galpón				215,00
	Jaulas de madera	pza	12	8,33	100,00
	Nidales	pza	12	1,67	20,00
	Bebederos	pza	12	1,67	20,00
	Comederos	pza	12	1,67	20,00
	Maples	pza	250	0,14	35,00
	Turrones	pza	3	1,67	5,00
	Termómetro	pza	1	5,00	5,00
	Flameador de gas	pza	1	5,00	5,00
	Carretilla	pza	1	5,00	5,00
2	Material de acondicionamiento de galpón				239,00
	Focos	pza	3	3	9,00
	Alargador de corriente	pza	2	10	20,00
	Cascarilla de arroz	sac	14	15	210,00
3	Alquiler material de evaluación				30,00
	Vernier	pza	2	5	10,00
	Balanza	pza	1	10	10,00
	Abanico de roche	pza	1	10	10,00
4	Material de alimentación				3720,00
	Alimento balanceado	qq	24	135	3240,00
	Limonita (T1 y T2)	kg	16	30	480,00
5	Material semoviente				3600,00
	Gallinas		120	30	3600,00
6	Material veterinario				40,00
	Agua oxigenada	ml	60	0,30	18,00
	Yodo	ml	20	1	20,00
	Algodón	g	100	0,02	2,00
7	Material sanitario				110,00
	Cal viva	kg	10	5	50,00
	Escoba	pza	1	15	15,00
	Recogedor de basura	pza	1	15	15,00
	Detergente	pza	2	7	14,00
	Esponja	pza	3	2	6,00
	Lavandina	lt	1	10	10,00
8	Transporte				680,00
	Compra de alimento	glb	6	30	180,00
	Imprevistos				500,00
	Costo total de producción				8634,00

7.6.2 Ingresos

Tabla 24. Ingreso bruto por tratamiento en gallinas de producción con la adición de limonita.

Detalle	T0	T1 (1,5%)	T2 (3%)
Venta de Huevos	1676,27	1855,02	1786,46
Venta de gallinas	1800,00	1800,00	1800,00
Ingreso total (Bs)	3476,27	3655,02	3586,46

En la tabla 24, se observa que el tratamiento con mayor ingreso es el T1 (1,5% de limonita) con 3655,02 Bs en el periodo de producción (20 a 31 semanas de edad). Para determinar los ingresos se tomó en cuenta la venta de huevos por tratamiento, resultados que son influidos por el porcentaje de postura y tamaño del huevo, así mismo se considera la venta de las gallinas en etapa de producción.

7.6.3 Beneficio/costo

Tabla 25. Relación de ingresos y costos en la etapa de producción.

Tratamiento	Costo (Bs)	Ingresos (Bs)	Beneficio/ Costo
T0 (0%)	2718,00	3476,27	1,28
T1 (1,5%)	2878,06	3655,02	1,27
T2 (3%)	3038,11	3586,46	1,18

En la tabla 25 se puede evidenciar que todos los tratamientos obtuvieron ganancias en toda la etapa de producción, sin embargo, el tratamiento con mayor beneficio/costo fue el T0 (0 % de limonita), lo que significa que por cada boliviano invertido se obtiene una ganancia de 0,28 Bs, seguido del T1 (1,5 % de limonita) con 0,27 Bs y el tratamiento con menor ganancia fue el T2 (3 % de limonita) con 0.18 Bs por boliviano invertido.

8 CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en el tiempo de evaluación e investigación del efecto de la adición de diferentes niveles de Ecolimo en el comportamiento productivo de gallinas (Isa Brown), en el Centro Experimental Cota Cota y de acuerdo a los objetivos planteados se concluye lo siguiente:

- En la variable porcentaje de postura no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, el T1 (1,5 % de limonita) obtuvo el 86,04 %, T0 (0 % de limonita) con 83,73 % y T2 (3% de limonita) con 82,86%.
- En cuanto a la variable consumo efectivo del alimento no existe diferencias significativas entre los tratamientos, el T2 (3% de limonita) registró 83,89 kg, T1 (1,5% de limonita) con 83,50 kg y T0 (0% de limonita) con 83,06 kg.
- Para el índice de conversión alimenticia, no presentó diferencias estadísticas entre tratamientos, donde el T1 (1,5 % de limonita) registró 2,32 kg/kg, T2 (3% de limonita) con 2,48 kg/kg y el T0 (0% de limonita) con 2,48 kg/kg.
- La adición de limonita en la dieta de las aves hizo efecto en los parámetros externos del huevo, obteniendo el mejor resultado en peso del huevo con diferencia significativa T1 (1,5 % limonita) con un valor de 54,38 g, seguido del T2 (3% de limonita) con 53,05 g y T0 (0% de limonita) con 51,97 g.
- Así mismo para la altura del huevo presentó diferencias significativas donde el T1 (1,5 % limonita) obtuvo el mayor valor con 5,50 cm, T2 (3% de limonita) con 5,43 cm y el T0 (0% de limonita) con 5,29 cm.
- Para el diámetro del huevo, presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos, donde el T2 (3% limonita) obtuvo 4,27 cm con el mayor valor, el T1(1,5 % de limonita) con 4,25 cm y el T0 (0% de limonita) con 4,21 cm.
- Para el caso de los parámetros internos del huevo se concluye lo siguiente: Unidades Haugh presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, registrando con el mayor valor T1 (1,5% de limonita) con 79,5, seguido del T2 (3% de limonita) con 77,75 y el T0 (0% de limonita) con 76,25.

- Para el caso de los índices de la yema no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, el T2 (3% de limonita) obtuvo 41,15, el T0 (0% de limonita) con 40,85 y el T1 (1,5 de limonita) con 40,5.
- Para la pigmentación de la yema no presentó diferencias significativas, el T1 (1,5 % de limonita), T2 (3% de limonita) y el T0 (0% de limonita) alcanzaron el mismo valor 9 en la pigmentación de la yema.
- Para el espesor de la cáscara no hubo diferencias significativas entre tratamientos, el T2 (3% de limonita) presentó 0,21 mm, el T0 (0% de limonita) con 0,2 mm y el T1(1,5% de limonita) con 2 mm.
- Según el estudio del análisis bromatológico el T0 (0% de limonita) y T2 (3% de limonita) son los que registraron niveles más elevados en proteína y para el caso de calcio el T0 (0% de limonita) y T1 (1,5% de limonita) alcanzaron los niveles más altos en calcio y respecto al hierro el T1 (1,5 % de limonita) es el tratamiento con la mayor concentración.
- En base al análisis económico desarrollado, el tratamiento que presentó mayor ganancia fue el T0 (0 % de limonita) con 1.28 Bs, seguido del T1 (1,5% de limonita) con 1.27 Bs y T2 (3 % de limonita) con la menor ganancia de 1.18 Bs; esto significa que por cada boliviano invertido se obtiene una ganancia de 0.28 Bs, 0.27 Bs y 0.18 Bs en los tratamientos.

9 RECOMENDACIONES

Según los datos obtenidos en el presente trabajo de investigación se recomienda los siguientes:

- Profundizar la investigación con la inclusión de ecolimo o limonita en la ración alimenticia para gallinas de postura.
- Realizar estudios complementarios para la evaluación de índices y parámetros productivos en la etapa de postura I y postura II.
- Utilizar una dosis menor al 3% de limonita en la etapa de postura pico en gallinas Isa Brown, recomendable al 1,5 % de ecolimo para parámetros externos del huevo y unidades Haugh parámetro interno del huevo.

- Realizar investigación en otros pisos altitudinales, para examinar el rendimiento productivo de las aves, empleando la limonita en la alimentación.
- Realizar un estudio de laboratorio de la gallinaza para determinar el efecto de la limonita en la reducción de amoniaco (NH_3).
- Efectuar investigaciones con aves de engorde, para observar el comportamiento productivo en la variable ganancia de peso.

10 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- ADA. (2020). Memoria Institucional. Adascz. Obtenido de [adascz.com.bo: https://www.adascz.com.bo/publicaciones/memorias](https://www.adascz.com.bo/publicaciones/memorias)
- Aleu, G. *et al.* (2018). Guía para el aseguramiento de la calidad en industrias de alimentos de origen animal, Argentina, Editorial Báez.
- Alvarado, F. (2023). Efecto de tres niveles del aditivo Ecolimo (Limonita) en la producción y calidad de la leche de vacas Holstein (*Bos taurus*), en la Estación Experimental de Choquenaira, Facultad de Agronomía. Tesis de grado, Bolivia.
- Arévalo, k., Pastrano, E. y Armijos, V. (2016). Relación beneficio – costo por tratamiento en la producción orgánica de las hortalizas (Cilantro, Lechuga, Cebolla Roja, Cebolla de Rama) en el cantón Santo Domingo de Los Colorados. *Revista Publicando*,3(7). pp. 503-528.
- Avicultura, (2018). Calidad del huevo. Obtenido de <https://bmeditores.mx/avicultura/la-ciencia-de-la-calidad-del-huevo-i/#la-ciencia-de-la-calidad-del-huevo-parte-i>
- Barroeta, A. (2009). Formación del huevo. Lecciones sobre el huevo. Instituto de Estudio del Huevo. Madrid.
- Barroeta, A., Verge, G., & Ciria, N. (2020). Alimentación de las gallinas ponedoras. *Servicio de Nutrición y Bienestar SNI BA*.pp. 3-5.
- Bello, J. (2000), Ciencia Bromatología. Principios generales de los alimentos, Madrid, España, Díaz de Santos.
- Campo, J. (2009). *Evolucion de la genetica avicola*. Madrid: Secciones Avícolas.
- Ciro, A., & Itza, M. (24 de Julio de 2020). Parámetros productivos importancia en producción avícola. Obtenido de <https://bmeditores.mx/avicultura/parametros-productivos-importancia-en-produccion-avicola>

- Cisneros, F. (2018). Directrices de DSM pigmentación de yema de huevo. https://www.dsm.com/anh/es_ES/feedtalks/flock-health-influences-carotenoid-yolk.html
- Colaves. (2020). Mayores beneficios económicos con las ponedoras Isa Brown. *Colaves*. Obtenido de <https://colaves.com/project/gallinas-isa-brown/>
- Correos del Sur. (2022, julio 6). Producción de huevos es de 2.232 millones por año. Obtenido de https://correodelsur.com/capitales/20220607_bolivia-produccion-de-huevo-es-de-2-232-millones-por-ano.html
- Estrada, M. (s.f.). *Anatomía y Fisiología Aviar*. Obtenido de https://www.academia.edu/33327975/anatomia_y_fisiologia_aviar_documento
- FAO. (2013). Suplementos y aditivos de los alimentos. Revisión de desarrollo avícola. Obtenido de <https://www.fao.org/3/al704s/al704s.pdf>
- FAO. (2023). Producción y productos avícolas. Obtenido de <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/es/>
- FAO. (s.f.). Obtenido de Food and Agriculture Organization: <https://www.fao.org/3/W0073S/w0073s1x.htm>
- FAROS. (2022). Huevo: composición nutricional, recomendaciones de ingesta y mitos. Obtenido de <https://faros.hsjdbcn.org/es/articulo/huevo-composicion-nutricional-recomendaciones-ingesta-mitos>
- FEDNA. (2018). *Necesidades Nutricionales Para Avicultura*. Madrid : Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal
- FEN. (2013). Tablas de composición de alimentos. Huevo de la gallina. Madrid.
- Flores, Y. (2023, octubre 13). El consumo de huevo por habitante en Bolivia sube a 203 unidades por año. La Razón de <https://www.la-razon.com/economia/2023/10/13/el-consumo-de-huevo-por-habitante-en-bolivia-suba-a-203-unidades-por-ano/>

- Fuentes, P. (2016). Calidad interna del huevo y su conservación. Obtenido por <https://es.scribd.com/document/334121933/calidad-del-huevo-pdf>
- Fuentes, P. (2017). Calidad interna del huevo y su conservación. Lecciones del huevo. Instituto de Estudios del Huevo, Madrid.
- Gallego, A. *et al.*, (2017). Lecciones sobre el huevo. Instituto de Estudio del Huevo. Madrid.
- García, R., Berrocal, J., Moreno. & Ferron,G.(2009). Producción ecológica de gallinas ponedoras, Servicio de divulgaciones y publicación, España.
- Gómez, J. y Valero, A. (2006). El huevo. Estructura del huevo. Recuperado de <https://www.studocu.com/es-mx/document/utel-universidad-en-linea-de-mexico/quimica/huevo/8126333>
- Gonzabay, A. (2021). Evaluación de la calidad física de los huevos de gallina criolla (*Gallus domesticus*) a diferentes días de conservación (0, 10, 20, 30) a temperatura ambiente en la parroquia Simón Bolívar Provincia de Santa Elena. Trabajo de grado. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador.
- Gonzales, K. (2022, enero 27). Alimentación de la gallina ponedora. Recuperado de <https://actualidadavipecuaria.com/alimentacion-de-la-gallina-ponedora/>
- Gonzalez, K. (2017). *Zoovet*. Obtenido de zoovetesmipasion.com: https://zoovetesmipasion.com/avicultura/gallinas-ponedoras/alimentacion-de-la-gallina-ponedora#La_Proteina_en_la_alimentacion_de_la_gallina
- González, N. y Barbeito, C. (2014). Histología de las aves. Buenos Aires, Argentina: Edulp.
- Guevara, M. (2021). Efecto de niveles crecientes de zeolita en la productividad y calidad del huevo en gallinas ponedoras. Proyecto de grado. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

- Guzmán, J. (2020). Evaluación de diferentes dosis de Zeolita como aditivo alimentario en el comportamiento productivo de gallinas ponedoras. Tesis de grado. Universidad de Holguín, Cuba.
- H&N International GmbH. (2022). Calidad de agua para aves de postura. Alemania.
- Hy-Line, (2017). La ciencia de la calidad interna del huevo. Boletín técnico, obtenido de www.hyline.com
- ICONTEC, (2012). Industria Alimentaria, huevos de gallina fresco para consumo. Bogotá.
- INCAP. (2015). Selección, preparación y conservación de alimentos. El huevo. Obtenido de <https://www.sica.int/buscar>.
- INE. (2023). *Avicultura*. Obtenido de ine.gob.bo: <https://www.ine.gob.bo/index.php/estadisticas-economicas/ganaderia-y-avicultura/avicultura-cuadros-estadisticos/>
- Instituto de Estudios del Huevo. (2009). *El gran Libro del Huevo*. Madrid: EVEREST, S.A.
- Instituto de Estudios del Huevo. (2023). Estructura del huevo. Obtenido de institutohuevo.com: https://www.institutohuevo.com/estructura_huevo/
- INTA. (2008). *Manejo eficiente de gallinas de patio*. Nicaragua.
- ISA. (2010). Guía de Manejo General de Ponedoras Comerciales.
- ISA. (2023). Estándares comerciales de la ponedora ISA Brown. Sistema de Jaulas. Intitut de Selection Animalw BV, obtenido de <https://www.isa-poultry.com/es/products-es/isa-brown-es/>
- ISA. (s. f.). Guía del producto. Alojamiento en sistemas de jaula. Tabla de producción 1. Obtenido de www.isa-poultry.com
- Jácome, I. y Carvache, O. (2017). Análisis del Costo – Beneficio una Herramienta de Gestión”, *Revista Contribuciones a la Economía*: En línea: <http://eumed.net/ce/2017/2/costo-beneficio.html>

- Jarrín, N. (2019). Calidad externa e interna del huevo criollo a diferentes tiempos de conservación, CIPCA". Proyecto. Universidad Estatal Amazónica, Ecuador.
- JICA. (2020). Composición química de la limonita. Kumamoto, Japón.
- Kiva, S., Ogata, T. y Murakami, T. (2020). Prueba de alimentación con alimentos especiales para cerdos (segundo informe) Alimentación de lechones lactantes y madre cerda limonita de Aso. Estación Experimental de Ganadería de Kumamoto. Japón.
- Lijerón, S. (2015). Efecto de cuatro niveles de phasa y dos densidades de aves de postura (Lohman Brown) en la producción de huevos. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
- Llusco, E. (2015). Evaluación de tres niveles de calcita en producción de la calidad del huevo de la Línea Isa Brown en la fase final, Provincia Murillo. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
- Lopez, A. (2017). Papel del huevo en la dieta de deportistas y personas físicamente activas.
- López, A. y Barrera, N. (2019). Aspectos nutricionales del huevo. Universidad Autónoma de Occidente. México.
- Luna, C. (2016). Aparato digestivo de las aves. Fisiología Veterinaria. Obtenido de https://www.academia.edu/36127831/Aparato_digestivo_de_las_aves_Fisiolog%C3%ADa_Veterinaria
- Magurequi, E. (2020, abril 5). El color de la yema del huevo y los pigmentos. Veterinaria digital. Obtenido de <https://www.veterinariadigital.com/articulos/el-color-de-la-yema-del-huevo-y-los-pigmentantes/>
- Mallo, J. *et al.*, (2017). Factores que afectan a la calidad del huevo. XXIII Congreso Latinoamericano de Avicultura.pp.1-25.
- Mamani, H. (2016). Evaluación del efecto de tres niveles de “dl – metionina” en la producción de aves de postura de la línea (Hy Line Brown) en fases de

postura uno y dos, en el Centro Experimental de Cota Cota. Tesis de grado, Bolivia.

Martin, N. (2019). Obtenido de Veterinaria Digital: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/fisiologia-de-la-puesta-de-la-gallina/>

Mediana, L. (2011). Sistema digestivo de la gallina. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/63874102/SISTEMA-DIGESTIVO-GALLINA-2>

Melo, O., López, L. y Melo, S. (2020). Diseños Experimentales. Métodos y aplicaciones: Coordinación de publicaciones. Universidad Nacional de Colombia.

Méndez, B. C. (2017). Estudio de pre-factibilidad para la implementación de una granja de gallinas ponedoras en la provincia de Chincha. Trabajo de investigación, para optar al título de Licenciado en Administración. Universidad de Lima. Lima. Perú.

MONTANA. (2020). *Incremento de la producción de huevos por el uso de premezclas vitamínico-minerales*. Obtenido de <https://www.corpmontana.com/noticias/sin-categorizar/incremento-de-la-produccion-de-huevos-por-el-uso-de-premezclas-vitaminico-minerales/>

Morfin, L. (2007). Manual de producción de gallinas de postura. Universidad Nacional Autónoma de México. Proyecto Papime, México.

NUTEC. (2021, marzo 16). Factores que afectan la calidad de la cascara del huevo para consumo humano. LinkedIn <https://es.linkedin.com/pulse/factores-que-afectan-la-calidad-de-c%C3%A1scara-del-huevo-para-grupo-nutec>

Oleivera, M. *et al.*, (2021, marzo 16). Factores que afectan la calidad de la cascara del huevo para consumo humano. LinkedIn. Obtenido de <https://es.linkedin.com/pulse/factores-que-afectan-la-calidad-de-c%C3%A1scara-del-huevo-para-grupo-nutec>

Oliveros, I. (2012). *Importancia del agua en la actividad avícola*. Argentina.

- Orozco, C. (2012). Efecto de tres niveles de harina de haba en la fase de postura pico en gallinas ponedoras de la línea Lohmman Brown en el Centro Experimental Cota Cota. Tesis. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
- Ortiz, A. y Mallo, J. (2015). Factores que afectan la calidad externa del huevo. Norel, SA. Madrid.
- Palacios, P. *et al.* (2012). Estudio de la deshidroxilación en el óxido férrico hidratado denominado limonita. *Sociedad Química del Perú*, volumen (78), pp.198-207.
- Pedroza, J. (2005). Manual de producción avícola. Servicio Nacional de Aprendizaje. Tuluá.
- Peralta, M. (2017). Bases de la producción aviar. Producción animal avícola. Argentina.
- Pérez, A. (2013). Influencia de factores nutricionales y de manejo sobre la productividad y la calidad del huevo en gallinas ponedoras rubias. España.
- Periago, J. (s.f.). *Higiene, inspección y control de huevo de consumo*. España: HICA.
- Quevedo, A. (2021). Impacto de la pandemia del Covid-19 sobre los sistemas de producción de pollos parrielleros en el Departamento de Chuquisaca. *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación*, 1-2. Obtenido de *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación*: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2225-87872021000100007
- Quino, J. (2013). Determinación del efecto de tres niveles de pasa (Bicarbonato de doble calcio) en la calidad del huevo en aves de línea Isa Brown fase de postura pico en la Provincia Loayza-La Paz. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
- Quispe, F. (2015). Evaluación del efecto de tres niveles de phasa en la alimentación de gallinas en la fase postura pico en la zona Kupini del Departamento de La Paz. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

- Ravindran, V. (2013). Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo. Revisión de desarrollo avícola. Nueva Zelanda.
- Ricaurte, S. (2006, abril 4). Importancia de un buen manejo de la reproducción en avicultura. Redvet, volumen (2), pp.7-8.
- Rivera, A. & Llanque, M. (2014). Importancia de las vitaminas en avicultura . Lima.
- Rivera, O. (2017, noviembre 20). Origen de las aves. ¿Cómo llego la gallina al continente americano?. Volumen (86), pp.1-2.
- Riveros, D. (2012). Evaluación del comportamiento productivo de gallinas Isa Brown en tres sistemas de producción en la fase 1 de postura, con dos niveles de calcita, en el Municipio de Chuma Dpto. de La Paz. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
- Rodriguez, A. (31 de Agosto de 2019). *Avinews.com*. Obtenido de <https://avinews.com/calidad-de-la-cascara-del-huevo/>
- Romero, N. (2023). Sistema digestivo de las aves. Obtenido de <https://www.expertoanimal.com/sistema-digestivo-de-las-aves-26432.html>
- Romero, P. *et al.*, (2013). Estudio in-situ de la transformación térmica de limonita utilizada como pigmento procedente de Perú. Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, volumen (52), pp.127-131.
- Rugama, L. H. (2017). Manual de manejo general para el levante de ponedora comercial en sistema de jaula en batería. Managua.
- Saavedra, T. (2014). Efecto de niveles de harina de sangre en sustitución de proteína vegetal en la producción de huevos de gallinas en Cota Cota La Paz. Tesis de grado, Bolivia.
- Salazar, J. A. (2013). manual de gallinas ponedoras. emprendedor en produccion y comercializacion de gallina ponedoras con alimentacion alternativa y semipastoreo, servicio nacional de aprendizaje.

- Sarmiento, J. (2014). Sistema digestivo de rumiantes y aves. Instituto Consorcio Clavijero. México.
- SENASAG. (2023). Gobierno crea fideicomiso de Bs 22 millones para reactivar al sector avícola de Cochabamba afectado por la gripe aviar. Obtenido de <https://www.senasag.gob.bo/index.php/comunicacion/noticias?start=28>
- Shiroma, P. (2019, octubre 5). Calidad del huevo expendido en los comercios tradicionales y en régimen de autoservicios. Ciencia y desarrollo, volumen (22), pp.17-21.
- Suarez, F. (3 de Febrero de 2022). *Importancia de la Avicultura*. Guatemala. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/556547146/1-Importancia-de-la-Avicultura#>
- Ticona, C. (2008). Evaluación de cuatro niveles de afrechillo de arroz en raciones para pollos parrilleros de la línea Ross en la Localidad de Caranavi. Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
- Torres, D. y Sierra, G. (2012). Crecimiento de nanotubos de carbono sobre la mineral limonita como catalizador. Ingeniería y Competitividad, vol. 14, núm. 2, 2012, pp. 139-146.
- Ubeda, L. (2017). *Manual de manejo general para el levante de ponedora en sistema de jaula en batería*. Managua.
- Universidad de Kumamoto. (2020). *Invencción de Compuesto Metalico Inorganico Antibacteriano* . Japón.
- Usroasterie. (2023). *Importancia de las proteínas en gallinas ponedoras*. Obtenido de <https://www.usroasterie.com/importancia-de-las-proteinas-en-gallinas-ponedoras.html>
- Vargas, A. et al. (2018). *Sector Productivo Avícola*. Costa Rica.

- Vasquez, F. (2015). Evaluación del efecto de tres niveles de phasa en la alimentacion de gallinas en la fase postura pico en la zona Kupini del departamento de La Paz. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andres, Bolivia.
- Velázquez, (2008). Manual manejo y alimentación de gallinas ponedoras. Asociación Coordinadora Indígena y Campesina de Agroforestería Comunitaria Centroamericana. Recuperado de www.acicafoc.org
- Villca, A., Castañón, V. y Coyo, E. (2023, diciembre 7). Costos de alimentación de aves de postura de la línea Isa Brown (*Gallus gallus domesticus*) con alimento balanceado micro paletizada, mixto gradual y tipo harina en la fase de inicio en el municipio de portachuelo, Santa Cruz. Volumen (2), pp. 67-73.
- ZUCAMI. (2020). Tips sobre la estructura, composición y propiedades del huevo. Obtenido de <https://zucami.com/wp-content/uploads/2021/07/Zucami-Tips-huevo.pdf>.

ANEXOS

Anexo 1. Planillas de registro de parámetros externos e internos del (T0)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES FACULTAD DE AGRONOMIA CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA					
EFECTO DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE ECOLIMO EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE GALLINAS DE POSTURA (ISA BROWN), EN EL CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA. Univ. WENDY BALTAZAR FLORES					

FECHA	23 / 02 / 2023	T0 (0%)	TESTIGO
-------	----------------	---------	---------

TRATAMIENTO	CANTIDAD HUEVO/DIA	HUEVOS			PRODUCCION TOTAL/DIA
		ROTOS	RAJADOS	DEFECTUOSOS	
TOR4	9	—			35
TOR3	8	—			
TOR2	9	—			
TOR1	9	—			

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DEL HUEVO				CONVERSION ALIMENTICIA (CA)						
TRATAMIENTO	Peso (g)		Altura (mm)	Diametro (mm)		TRATAMIENTO	Alimento Ofrecido	Alimento rechazado	Observación	
TOR4	55	50	54,9	54,3	42,6	42,1	TOR4	774 / ave	105	
TOR3	55	50	54,9	53	43,6	42,3	TOR3	774 / ave	3	
TOR2	55	45	55,3	52,9	43,7	41,5	TOR2	774 / ave	0	
TOR1	50	55	54,1	53,2	42,6	43,7	TOR1	774 / ave	5	
PROMEDIO										

CARACTERISTICAS DE LA CALIDAD INTERNAS DEL HUEVO							
TRATAMIENTO	NUMERO DE MUESTRA	INDICE DE LA CLARA		INDICE DE LA YEMA		Pigmentación de la yema Colorímetro de Roche	Espesor de la cascara (mm)
		Altura (cm)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Diametro (cm)		
TOR4	1	0,6	8,7	1,6	4	9	0,1
	2		10,6				
TOR3	1	0,6	8,4	1,7	4	9	0,1
	2		10			9	0,2
TOR2	1	0,6	9,				
	2						0,2
TOR1	1	0,5	9,8	1,7	3,8	8	
	2		7,6				

**Anexo 2. Planillas de registro de los parámetros externos e internos del huevo,
T1 (1,5% de limonita)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES FACULTAD DE AGRONOMIA CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA							
EFECTO DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE ECOLIMO EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE GALLINAS DE POSTURA (ISA BROWN), EN EL CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA. Univ. WENDY BALTAZAR FLORES							
FECHA	03/02/2023		T1 (%)	1,5% de limonita			
HUEVOS							
TRATAMIENTO	CANTIDAD HUEVO/DIA	ROTOS	RAJADOS	DEFECTUOSOS	PRODUCCION TOTAL/DIA		
T1R4	9	—	—		37		
T1R3	9	—	—				
T1R2	9	—	—				
T1R1	10	—	—				
CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DEL HUEVO			CONVERSION ALIMENTICIA (CA)				
TRATAMIENTO	Peso (g)	Altura (mm)	Diametro (mm)	TRATAMIENTO	Alimento Ofrecido	Alimento rechazado	Observación
T1R4	45 50	52,4 52,1	40,6 42,2	T1R4	114 /ave	52	
T1R3	50 50	52,7 54	42,4 41,9	T1R3	114 /ave	10	
T1R2	45 55	51,3 54,3	41,2 44,1	T1R2	114 /ave	0	
T1R1	50 50	51,9 53	41,9 41,9	T1R1	114 /ave	0	
PROMEDIO							
CARACTERISTICAS DE LA CALIDAD INTERNAS DEL HUEVO							
TRATAMIENTO	NUMERO DE MUESTRA	INDICE DE LA CLARA		INDICE DE LA YEMA		Pigmentación de la yema Colorímetro de Roche	Espesor de la cascara (mm)
		Altura (cm)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Diametro (cm)		
T1R4	1	0,5	8,4	3,4	3,7	8	0,2
	2		10,9				
T1R3	1	0,5	9,2	3,4	4,3	9	0,2
	2		7				
T1R2	1	0,6	9,8	3,5	4,3	9	0,2
	2		7,7				
T1R1	1	0,6	8,4	3,7	3,7	9	0,3
	2		6,7				

**Anexo 3. Planillas de registro de los parámetros externos e internos del huevo,
T2 (3% de limonita)**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES FACULTAD DE AGRONOMIA CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA					
EFECTO DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE ECOLIMO EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE GALLINAS DE POSTURA (ISA BROWN), EN EL CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA. Univ. WENDY BALTAZAR FLORES					
FECHA	13/02/2023		T2 (%)	3% de limonita	
HUEVOS					
TRATAMIENTO	CANTIDAD HUEVO/DIA	ROTOS	RAJADOS	DEFECTUOSOS	PRODUCCION TOTAL/DIA
T2R4	10	—	—		38
T2R3	9	—	—		
T2R2	10	—	—		
T2R1	9	—	—		

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DEL HUEVO				CONVERSION ALIMENTICIA (CA)			
TRATAMIENTO	Peso (g)	Altura (mm)	Diametro (mm)	TRATAMIENTO	Alimento Ofrecido	Alimento rechazado	Observación
T2R4	56 53	54,2 53,9	43,6 42,2	T2R4	114/ave	224	
T2R3	56 55	54,3 54,5	43 43	T2R3	114/ave	0	
T2R2	58 53	55,1 53,8	43,5 42,4	T2R2	114/ave	0	
T2R1	52 52	52,6 52,7	42,5 42,4	T2R1	114/ave	48	
PROMEDIO							

CARACTERISTICAS DE LA CALIDAD INTERNAS DEL HUEVO							
TRATAMIENTO	NUMERO DE MUESTRA	INDICE DE LA CLARA		INDICE DE LA YEMA		Pigmentación de la yema Colorímetro de Roche	Espesor de la cascara (mm)
		Altura (cm)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Diametro (cm)		
T2R4	1	0,5	7,7	1,6	3,8	7	0,3
	2		8,8				
T2R3	1	0,4	8,5	1,5	3,6	8	0,2
	2		9				
T2R2	1	0,5	9,5	1,6	3,7	6	0,2
	2		10,1				
T2R1	1	0,5	7,8	1,5	3,8	7	0,3
	2		8,6				

Anexo 4. Pruebas Duncan para la variable porcentaje de postura (%).

TRAT	% de postura	N	E.E.	Duncan (5%)
T1	86,04	4	1,34	A
T0	83,73	4	1,34	A
T2	82,86	4	1,34	A

Anexo 5. Pruebas Duncan para la variable consumo efectivo del alimento en el periodo de investigacion (kg).

TRAT	CEA	n	E.E.	Duncan (5%)
T2	83,89	4	0,93	A
T1	83,50	4	0,93	A
T0	83,06	4	0,93	A

Anexo 6. Prueba Duncan para la variable conversión alimenticia (kg/kg).

TRAT	CA	N	E.E.	Duncan (5%)
T2	2,48	4	0,05	A
T0	2,48	4	0,05	A
T1	2,32	4	0,05	A

Anexos 7. Prueba de Duncan para la variable peso del huevo (g).

TRAT	Peso (g)	N	E.E.	Duncan (5%)
T1	54,38	4	0,46	A
T2	53,05	4	0,46	A B
T0	51,97	4	0,46	B

Anexo 8. Prueba de Duncan para la variable altura de huevo (cm).

TRAT	Altura (cm)	N	E.E.	Duncan (5%)	
T1	5,50	4	0,05	A	
T2	5,43	4	0,05	A	B
T0	5,29	4	0,05	B	

Anexo 9. Prueba Duncan para la variable diámetro del huevo (cm).

TRAT	Diámetro (cm)	N	E.E.	Duncan (5%)	
T2	4,27	4	0,01	A	
T1	4,25	4	0,01	A	
T0	4,21	4	0,01	B	

Anexo 10. Prueba de Duncan para la variable Unidades Haugh.

TRAT	UH	N	E.E.	Duncan (5%)	
T1	79,5	4	0,59	A	
T2	77,75	4	0,59	A	B
T0	76,25	4	0,59	B	

Anexo 11. Prueba Duncan para la variable índice de la yema (%).

TRAT	Índice de yema	N	E.E.	Duncan (5%)	
T2	41,15	4	0,27	A	
T0	40,85	4	0,27	A	
T1	40,5	4	0,27	A	

Anexo 12. Prueba Duncan para la variable pigmentación de la yema.

TRAT	Medias	n	E.E.	Duncan 5%
T2	9	4	0,14	A
T1	9	4	0,14	A
T0	9	4	0,14	A

Anexo 13. Prueba Duncan para la variable espesor de la cáscara (mm).

TRAT	Medias	N	E.E.	Duncan 5%
T2	0,21	4	0,006	A
T0	0,2	4	0,006	A
T1	0,2	4	0,006	A

Anexo 14. Actividades realizadas durante la investigación



Limpieza y desinfección del galpón



Encalado del área de investigación



Preparación de la cama (cascarilla de arroz)



Distribución de las aves por tratamiento



Preparación del alimento por tratamiento



Control de peso



Control de la temperatura



Recolección y clasificación de los huevos por tratamiento



Pesaje de los huevos por tratamiento



Toma de datos de las variables de la calidad interna de huevo



Determinación de la pigmentación por tratamiento



Uso del Abanico de Roche



Vernier electrónico y metálico



Abanico de Roche



Mantenimiento del galpón de las gallinas



Limpieza de nidales



Gallinas Isa Brown en la etapa de postura pico

**Anexo 15. Registro del peso de las aves por tratamiento y repetición semanal
(se muestra un ejemplar del T0 con 0% de limonita)**

Tratamiento	Peso (g)	Promedio	Prom. por tratamiento
T0R4	1653	1787,4	1794,1
	1812		
	1897		
	1808		
	1745		
	1857		
	1740		
T0R3	2081	1829,1	
	1735		
	1773		
	1825		
	1814		
	1817		
	1759		
T0R2	1700	1771,0	
	1756		
	1956		
	1835		
	1592		
	1792		
	1766		
T0R1	1700	1789,0	
	1748		
	1800		
	1725		
	1980		
	1750		
	1820		

Anexo 16. Registro de datos para la determinación de conversión alimenticia por repetición y tratamiento, (se muestra parte de los datos registrados del T1R4)

FECHA	AO	AR	CEA
14/01/2023	920	0	920
15/01/2023	920	0	920
16/01/2023	920	10	910
17/01/2023	1140	31	1109
18/01/2023	1140	5	1135
19/01/2023	1140	126	1014
20/01/2023	1140	17	1123
21/01/2023	1140	120	1020
22/01/2023	1140	10	1130
23/01/2023	1140	60	1080
24/01/2023	1140	158	982
25/01/2023	1140	24	1116
26/01/2023	1140	159	981
27/01/2023	1140	137	1003
28/01/2023	1140	57	1083
29/01/2023	1140	20	1120
30/01/2023	1140	23	1117
31/01/2023	1140	158	982
01/02/2023	1140	52	1088
02/02/2023	1140	109	1031
03/02/2023	1140	5	1135
04/02/2023	1140	10	1130
05/02/2023	1140	75	1065
06/02/2023	1140	203	937
07/02/2023	1140	35	1105
08/02/2023	1140	10	1130
09/02/2023	1140	60	1080
10/02/2023	1140	45	1095
11/02/2023	1140	56	1084
12/02/2023	1140	70	1070
13/02/2023	1140	164	976
14/02/2023	1140	20	1120
15/02/2023	1140	23	1117

Anexo 17. Registro de datos de los parámetros externos del huevo T0 (0 % de limonita): peso, altura, diámetro

FECHA	TRATAMIENTO	PESO (g)		promedio	ALTURA (mm)		Promedio	DIAMETRO (mm)		Promedio
14/01/2023	TOR4	55	52,5	48,0	51,4	52,05	51,4	43,9	42,35	40,3
		50			52,7			40,8		
	TOR3	46	47		49,9	51,3		40,1	39,8	
		48			52,7			39,5		
	TOR2	48	48		52	52		39,8	39,8	
		48			52			39,8		
	TOR1	46	44,5		48,9	50,25		40,6	39,3	
		43			51,6			38		
15/01/2023	TOR4	49	47	45,4	53,5	52,2	50,8	39,8	39,8	39,6
		45			50,9			39,8		
	TOR3	45	42,5		50	50,05		39,9	38,75	
		40			50,1			37,6		
	TOR2	48	47,5		51,5	50,85		41	40,6	
		47			50,2			40,2		
	TOR1	48	44,5		52,1	49,9		40,1	39,35	
		41			47,7			38,6		
16/01/2023	TOR4	49	48	46,8	48	50,05	50,3	42,5	41,2	40,2
		47			52,1			39,9		
	TOR3	45	45,5		48,9	50,1		40,4	39,85	
		46			51,3			39,3		
	TOR2	49	46,5		52,5	51,05		40,9	40	
		44			49,6			39,1		
	TOR1	50	47		51,6	49,95		40,4	39,85	
		44			48,3			39,3		
17/01/2023	TOR4	45	49	46,5	50,5	53,8	51,9	39,7	40	39,6
		53			57,1			40,3		
	TOR3	40	44		48,3	49,25		37,9	39,4	
		48			50,2			40,9		
	TOR2	50	47,5		54	52,45		40,6	39,9	
		45			50,9			39,2		
	TOR1	46	45,5		51,9	51,95		39,5	39,25	
		45			52			39		

Anexo 18. Planilla de registro de la calidad interna del huevo (se muestra parte de los datos registrados de la variable diámetro de la clara, correspondiente al

T1)

FECHA			T1 R4			T1 R3
14/01/2023	11,3	8,6	9,95	7,8	7,1	7,45
15/01/2023	10	11,7	10,85	7,3	6,6	6,95
16/01/2023	7,2	10,3	8,75	5,4	6	5,7
17/01/2023	10,1	9,1	9,6	8,4	6,2	7,3
18/01/2023	10,1	8,9	9,5	8,6	6,7	7,65
19/01/2023	7,8	6,4	7,1	11	7,9	9,45
20/01/2023	8,4	6,9	7,65	9,2	6,8	8
21/01/2023	7,2	9,1	8,15	7,9	6,3	7,1
22/01/2023	9,1	7,2	8,15	8,4	6,9	7,65
23/01/2023	9,9	8,3	9,1	8,6	7,1	7,85
24/01/2023	11	8,4	9,7	8,6	6,9	7,75
25/01/2023	10	7,9	8,95	9,5	7,2	8,35
26/01/2023	7,9	8,5	8,2	7,1	7,9	7,5
27/01/2023	7,4	7,1	7,25	9,9	6,9	8,4
28/01/2023	8,9	7	7,95	8,7	7,2	7,95
29/01/2023	9,1	8,6	8,85	8,6	7	7,8
30/01/2023	7,2	8,8	8	8,3	6,9	7,6
31/01/2023	7,3	10	8,65	7,1	8,3	7,7
01/02/2023	8,4	10,9	9,65	9,2	7	8,1
02/02/2023	9	7,6	8,3	7,2	8,4	7,8
03/02/2023	10,8	7,5	9,15	9,6	7	8,3
04/02/2023	7,6	9,4	8,5	9,3	7,3	8,3
05/02/2023	9,3	7,7	8,5	9,3	7,5	8,4
06/02/2023	8,5	9,3	8,9	9,2	7,8	8,5
07/02/2023	11	8,8	9,9	9,4	9,2	9,3
08/02/2023	10,7	8,8	9,75	9,3	8,4	8,85
09/02/2023	9,2	9,7	9,45	8,7	8,1	8,4
10/02/2023	6,8	7,8	7,3	8,1	7,8	7,95
11/02/2023	9,6	8,3	8,95	9,3	7,5	8,4
12/02/2023	9,7	7,9	8,8	9,1	7,4	8,25
13/02/2023	10,3	10	10,15	9,2	9,3	9,25

Anexo 19. Planilla de registro de la calidad interna del huevo (se muestra parte de los datos registrados de la variable altura de la clara correspondiente al T0)

ALTURA DE LA CLARA (cm)

FECHA	T0 R4	T0R3	T0R2	T0R1
14/01/2023	0,4	0,5	0,5	0,8
15/01/2023	0,5	0,5	0,6	0,6
16/01/2023	0,5	0,4	0,4	0,4
17/01/2023	0,6	0,6	0,6	0,6
18/01/2023	0,5	0,6	0,6	0,4
19/01/2023	0,9	0,6	0,6	0,4
20/01/2023	0,6	0,6	0,6	0,6
21/01/2023	0,6	0,8	0,5	0,6
22/01/2023	0,6	0,6	0,4	0,5
23/01/2023	0,7	0,5	0,4	0,7
24/01/2023	0,6	0,5	0,6	0,7
25/01/2023	0,5	0,8	0,7	0,7
26/01/2023	0,5	0,7	0,5	0,6
27/01/2023	0,6	0,6	0,5	0,6
28/01/2023	0,5	0,6	0,6	0,6
29/01/2023	0,5	0,7	0,4	1
30/01/2023	0,8	0,6	0,5	0,6
31/01/2023	0,6	0,6	0,5	0,8
01/02/2023	0,7	0,6	0,6	0,6
02/02/2023	0,5	0,7	0,7	0,4
03/02/2023	0,5	0,5	0,6	0,5
04/02/2023	0,7	0,7	0,4	0,7
05/02/2023	0,6	0,5	0,6	0,4
06/02/2023	0,4	0,5	0,4	0,4
07/02/2023	0,5	0,5	0,4	0,4
08/02/2023	0,5	0,4	0,5	0,5
09/02/2023	0,5	0,5	0,5	0,5
10/02/2023	0,4	0,7	0,6	0,6
11/02/2023	0,7	0,7	0,5	0,5
12/02/2023	0,6	0,5	0,4	0,4
13/02/2023	0,4	0,5	0,5	0,4
14/02/2023	0,4	0,5	0,4	0,4

Anexo 20. Planilla de registro de la calidad interna del huevo (se muestra parte de los datos registrados de la variable altura de la yema datos correspondientes al T2)

Altura Yema (cm)

FECHA	T2 R4	T2R3	T2R2	T2R1
14/01/2023	1,5	1,4	1,5	1,3
15/01/2023	1,3	1,5	1,2	1,2
16/01/2023	1,5	1,6	1,5	1,4
17/01/2023	1,3	1,4	1,6	1,5
18/01/2023	1,4	1,6	1,4	1,6
19/01/2023	1,5	1,3	1,5	1,4
20/01/2023	1,5	1,5	1,5	1,5
21/01/2023	1,5	1,6	1,6	1,5
22/01/2023	1,4	1,5	1,6	1,5
23/01/2023	1,5	1,7	1,4	1,6
24/01/2023	1,6	1,5	1,5	1,5
25/01/2023	1,5	1,5	1,6	1,6
26/01/2023	1,4	1,5	1,5	1,6
27/01/2023	1,5	1,4	1,5	1,6
28/01/2023	1,6	1,5	1,6	1,6
29/01/2023	1,4	1,6	1,6	1,6
30/01/2023	1,5	1,5	1,6	1,6
31/01/2023	1,5	1,4	1,5	1,4
01/02/2023	1,4	1,6	1,4	1,5
02/02/2023	1,4	1,4	1,3	1,4
03/02/2023	1,5	1,5	1,5	1,4
04/02/2023	1,5	1,5	1,5	1,6
05/02/2023	1,6	1,6	1,6	1,6
06/02/2023	1,5	1,5	1,6	1,6
07/02/2023	1,6	1,6	1,6	1,5
08/02/2023	1,5	1,6	1,4	1,6
09/02/2023	1,5	1,6	1,5	1,5
10/02/2023	1,5	1,5	1,5	1,5
11/02/2023	1,5	1,4	1,5	1,5
12/02/2023	1,6	1,6	1,5	1,6
13/02/2023	1,6	1,5	1,6	1,5
14/02/2023	1,6	1,5	1,6	1,6
15/02/2023	1,5	1,7	1,6	1,6

Anexo 21. Planilla de registro de la calidad interna del huevo (se muestra parte de los datos registrados de la variable diametro de la yema datos correspondientes al T1)

Diámetro de la yema (cm)

FECHA	T1 R4	T1R3	T1R2	T1R1
14/01/2023	3,5	3,4	3,6	3,6
15/01/2023	3,4	3,3	3,6	3,1
16/01/2023	3,5	3,6	3,5	3,2
17/01/2023	3,6	3,6	3,6	3,4
18/01/2023	3,5	3,6	3,5	3,4
19/01/2023	3,3	3,5	3,3	3,4
20/01/2023	3,3	3,3	3,4	3,3
21/01/2023	4	3,9	3,6	3,6
22/01/2023	3,5	3,6	3,5	3,4
23/01/2023	3,6	3,3	3,5	3,5
24/01/2023	3,7	3,5	3,7	3,4
25/01/2023	3,7	3,6	3,7	3,5
26/01/2023	3,7	3,8	3,6	3,9
27/01/2023	4	3,7	3,7	3,5
28/01/2023	4	3,4	3,6	4
29/01/2023	3,6	3,8	3,9	3,7
30/01/2023	3,9	3,9	3,8	3,6
31/01/2023	3,7	3,8	3,6	3,7
01/02/2023	3,7	4,1	4,1	3,7
02/02/2023	3,8	3,8	3,8	3,7
03/02/2023	3,6	3,9	3,8	3,7
04/02/2023	3,5	3,7	3,9	3,8
05/02/2023	3,8	3,7	3,7	3,6
06/02/2023	3,9	3,9	4,2	3,9
07/02/2023	4,2	4	3,8	4,2
08/02/2023	4,2	4	4,3	4
09/02/2023	3,9	4	4,1	3,9
10/02/2023	3,9	4	4	3,6
11/02/2023	3,9	3,9	3,8	3,8
12/02/2023	3,6	3,6	3,7	3,6
13/02/2023	4	3,9	3,9	4
14/02/2023	3,8	3,9	4	3,8
15/02/2023	3,9	3,8	3,9	4,1

Anexo 22. Registro de datos para la determinación del espesor de cáscara de huevo por repetición y tratamiento (se muestra parte de los datos registrados correspondiente al T1)

Espesor de la cascara (mm)				
FECHA	T1 R4	T1R3	T1R2	T1R1
14/01/2023	0,2	0,3	0,2	0,2
15/01/2023	0,2	0,3	0,3	0,3
16/01/2023	0,3	0,3	0,3	0,2
17/01/2023	0,2	0,3	0,3	0,2
18/01/2023	0,3	0,3	0,2	0,2
19/01/2023	0,3	0,2	0,2	0,2
20/01/2023	0,2	0,2	0,2	0,1
21/01/2023	0,2	0,3	0,2	0,3
22/01/2023	0,3	0,3	0,2	0,2
23/01/2023	0,2	0,1	0,1	0,2
24/01/2023	0,2	0,1	0,2	0,2
25/01/2023	0,2	0,3	0,2	0,3
26/01/2023	0,2	0,3	0,2	0,3
27/01/2023	0,3	0,3	0,2	0,2
28/01/2023	0,1	0,2	0,2	0,2
29/01/2023	0,3	0,3	0,3	0,2
30/01/2023	0,2	0,3	0,2	0,3
31/01/2023	0,2	0,3	0,3	0,3
01/02/2023	0,2	0,2	0,2	0,3
02/02/2023	0,2	0,3	0,3	0,2
03/02/2023	0,3	0,2	0,2	0,3
04/02/2023	0,2	0,3	0,2	0,2
05/02/2023	0,2	0,2	0,3	0,3
06/02/2023	0,2	0,2	0,2	0,1
07/02/2023	0,2	0,2	0,2	0,2
08/02/2023	0,2	0,3	0,2	0,2
09/02/2023	0,2	0,3	0,3	0,2
10/02/2023	0,2	0,2	0,3	0,3
11/02/2023	0,3	0,2	0,3	0,1
12/02/2023	0,2	0,3	0,3	0,2
13/02/2023	0,3	0,3	0,2	0,1
14/02/2023	0,2	0,2	0,3	0,2

Anexo 23. Planilla de registro de la calidad interna del huevo (se muestra parte de los datos registrados de la variable pigmentación de la yema correspondiente al T2)

Pigmentación

FECHA	T2 R4	T2R3	T2R2	T2R1
14/01/2023	9	9	9	9
15/01/2023	9	10	9	8
16/01/2023	9	10	8	10
17/01/2023	7	9	8	9
18/01/2023	8	11	8	8
19/01/2023	9	10	10	9
20/01/2023	10	9	9	7
21/01/2023	9	10	8	10
22/01/2023	9	9	8	8
23/01/2023	9	10	9	8
24/01/2023	6	10	9	7
25/01/2023	6	9	8	8
26/01/2023	8	8	9	9
27/01/2023	10	9	10	9
28/01/2023	10	9	8	8
29/01/2023	8	9	8	8
30/01/2023	8	8	8	8
31/01/2023	7	9	8	9
01/02/2023	9	9	8	8
02/02/2023	6	8	5	8
03/02/2023	8	9	9	8
04/02/2023	8	9	8	8
05/02/2023	10	8	9	9
06/02/2023	8	8	7	8
07/02/2023	8	8	8	10
08/02/2023	8	8	8	8
09/02/2023	7	8	6	7
10/02/2023	10	10	9	9
11/02/2023	8	8	9	8
12/02/2023	8	8	8	8
13/02/2023	7	8	6	7
14/02/2023	9	9	9	9

Anexo 24. Análisis bromatológico de la calidad interna del huevo (T0 = 0 % de limonita)

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS
 INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN SALUD (SELADIS)
 LABORATORIO DE BROMATOLOGIA
 Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
 Resolución Ministerial No.017 7 Decreto Supremo No. 25729

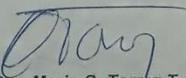
	INFORME DE RESULTADOS LABORATORIO DE BROMATOLOGIA	CODIGO: 3970	
Informe N°:	28 /2023		
Producto:	HUEVO FRESCO DE GALLINA		
Lote/ código	TRATAMIENTO N° 0 (T0)		
Marca:	S/D	Razón Social	WENDY BALTAZAR FLORES
Procedencia	ESTACION EXPERIMENTAL COTA COTA - UMSA		
Muestreado	WENDY BALTAZAR FLORES	FECHA: 2023/04/03	HORA : 15:00
Fecha de recepción muestra:	2023/04/04	Fecha de emisión de resultados:	2023/04/28
Fecha de inicio de ensayos:	2023/04/05		

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	VALOR REFERENCIAL	METODO DE ENSAYO
PROTEINA	g /100g	10,99. -	SVR	KJELDHAL
CALCIO	mg /100g	62,99.-	SVR	VOLUMETRÍA
HIERRO	mg /100g	2,70.-	SVR	EAA

NSD: No Se Detecta / SVR: Sin Valor de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica /<LD menor al límite de detección (<0.01 mg/L),* Valores referenciales del agua potable NB-512

Analista: Limachi Nelly



Dra. María O. Torrez T.
 Bioquímica-Farmacéutica
 Jefe de Laboratorio de Bromatología



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

PR-GR-05-F-06
VERSION 01
FECHA DE MOD. 23.01.2020

Anexo 25. Análisis bromatológico de la calidad interna del huevo (T1=1,5 % de limonita)

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS
 INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN
 SALUD (SELADIS)
 LABORATORIO DE BROMATOLOGIA
 Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
 Resolución Ministerial No.017 7 Decreto Supremo No. 25729

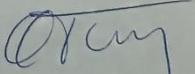
	INFORME DE RESULTADOS LABORATORIO DE BROMATOLOGIA	CODIGO: 3970	
Informe N°:	26 /2023		
Producto:	HUEVO FRESCO DE GALLINA		
Lote/ código	TRATAMIENTO N° 1 (T1)		
Marca:	S/D	Razón Social	WENDY BALTAZAR FLORES
Procedencia	ESTACION EXPERIMENTAL COTA COTA - UMSA		
Muestreado	WENDY BALTAZAR FLORES	FECHA:	2023/04/03 HORA : 15:00
Fecha de recepción muestra:	2023/04/04	Fecha de emisión de resultados:	2023/04/28
Fecha de inicio de ensayos:	2023/04/05		

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	VALOR REFERENCIAL	METODO DE ENSAYO
PROTEINA	g /100g	9,54. -	SVR	KJELDHAL
CALCIO	mg /100g	38,04.-	SVR	VOLUMETRÍA
HIERRO	mg /100g	6,33.-	SVR	EAA

NSD: No Se Detecta / SVR: Sin Valor de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica /<LD menor al limite de detección (<0.01 mg/L),* Valores referenciales del agua potable NB-512

Analista: Limachi Nelly


Dra. Maria O. Torrez T.
 Bioquímica-Farmacéutica
 Jefe de Laboratorio de Bromatología



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

Anexo 26. Análisis bromatológico de la calidad interna del huevo (T2= 3% de la limonita)

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS
 INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN
 SALUD (SELADIS)
 LABORATORIO DE BROMATOLOGIA
 Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
 Resolución Ministerial No.017 7 Decreto Supremo No. 25729

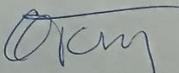
	INFORME DE RESULTADOS		CODIGO:		
	LABORATORIO DE BROMATOLOGIA		3970		
Informe N°:	27 /2023				
Producto:	HUEVO FRESCO DE GALLINA				
Lote/ código	TRATAMIENTO N° 2 (T2)				
Marca:	S/D	Razón Social	WENDY BALTAZAR FLORES		
Procedencia	ESTACION EXPERIMENTAL COTA COTA - UMSA				
Muestreado	WENDY BALTAZAR FLORES	FECHA:	2023/04/03	HORA :	15:00
Fecha de recepción muestra:	2023/04/04	Fecha de emisión de resultados:	2023/04/28		
Fecha de inicio de ensayos:	2023/04/05				

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	VALOR REFERENCIAL	METODO DE ENSAYO
PROTEINA	g /100g	9,86. -	SVR	KJELDHAL
CALCIO	mg /100g	20,34.-	SVR	VOLUMETRÍA
HIERRO	mg /100g	1,76.-	SVR	EAA

NSD: No Se Detecta / SVR: Sin Valor de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica /<LD menor al límite de detección (<0.01 mg/L). * Valores referenciales del agua potable NB-512

Analista: Limachi Nelly


Dra. Maria O. Torrez T.
 Bioquímica-Farmacéutica
 Jefe de Laboratorio de Bromatología



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical