

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
**Efecto de niveles crecientes de L-treonina en la productividad y
calidad del huevo de gallinas ponedoras**

Estudiante

Fernando David Rivera

Ivan Enrique Fuentes Alvarado

Asesores

Yordan Martínez, D.Sc.

Patricio E. Paz, Ph.D.

Honduras, octubre 2022

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	4
Índice de Anexos.....	5
Resumen	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos.....	10
Ubicación Experimental.....	10
Animales y Tratamientos.....	10
Condiciones Experimentales.....	11
Desempeño Productivo.....	11
Calidad del Huevo.....	12
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	12
Resultados y Discusión.....	13
Conclusiones.....	16
Recomendaciones.....	17
Referencias.....	18
Anexos.....	20

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Dietas experimentales para gallinas ponedoras (19-28 semanas).....	11
Cuadro 2 Efecto de niveles crecientes de treonina en el desempeño productivo de gallinas ponedoras Dekalb White® (19-28 semanas).....	13
Cuadro 3 Efecto de niveles crecientes de treonina en la calidad externa e interna del huevo de gallinas ponedoras Dekalb White® (19-28 semanas).....	14

Índice de Anexos

Anexo A Gallinas ponedoras Dekalb White® usadas en el experimento (19-28 semanas), EAP Zamorano	20
Anexo B Ubicación del Centro de investigación y enseñanza avícola, EAP Zamorano	21
Anexo C Galpón en el cual se desarrolló el experimento, EAP Zamorano.....	22
Anexo D Etiqueta comercial de la L-treonina.	23
Anexo E Prueba de resistencia a la ruptura	24
Anexo F Pesaje de huevo	25
Anexo G Grosor de cascara	26
Anexo H Altura de Clara	27
Anexo I Color de yema	28

Resumen

La treonina es el tercer aminoácido limitante en dietas de maíz y soya, este influye directamente en la respuesta productiva y calidad del huevo, sin embargo, es desconocido el efecto del uso excesivo de este aminoácido en gallinas ponedoras jóvenes. Un total de 120 gallinas ponedoras Dekalb White® de 19 semanas de edad se distribuyeron según un diseño totalmente aleatorizado durante 10 semanas, con cuatro tratamientos, seis repeticiones por tratamiento y cinco aves por jaula. Las dietas experimentales consistieron en una dieta con aportes de 0.63, 0.68, 0.73 y 0.78% de treonina. La intensidad de puesta, consumo de alimento, conversión masal y huevos sucios no cambiaron entre tratamientos ($P > 0.05$). Sin embargo, los aportes de 0.68-0.78% de treonina redujeron el peso del huevo ($P \leq 0.05$) con relación a la dieta basal. Asimismo, el aporte de treonina hasta 0.78% disminuyó el peso del huevo y el grosor de la cáscara del huevo de gallinas ponedoras ($P \leq 0.05$). Sin embargo, los indicadores de calidad externa e interna del huevo no cambiaron por las dietas experimentales ($P > 0.05$). Niveles crecientes de treonina en la dieta de gallinas ponedoras disminuyeron el peso del huevo y la calidad de la cáscara. Se recomienda el uso de 0.63% de aporte de treonina en gallinas ponedoras al inicio de la puesta (19-28 semanas).

Palabras clave: Aminoácido limitante, calidad externa e interna, comportamiento productivo, gallina.

Abstract

Threonine is the third limiting amino acid in corn and soybean diets, which directly influences the productive response and egg quality; however, the effect of excessive use of this amino acid in young laying hens is unknown. A total of 120 19-week-old Dekalb White® laying hens were distributed according to a totally randomized design for 10 weeks, with four treatments, six replicates per treatment and five birds per cage. The experimental diets consisted of a diet with 0.63, 0.68, 0.73 and 0.78% threonine. Laying intensity, feed consumption, mass conversion and dirty eggs did not change between treatments ($P > 0.05$). However, 0.68-0.78% threonine intake reduced egg weight ($P \leq 0.05$) relative to the basal diet. Likewise, threonine intake up to 0.78% decreased egg weight and eggshell thickness of laying hen eggs ($P \leq 0.05$). However, external and internal egg quality indicators were not changed by the experimental diets ($P > 0.05$). Increasing levels of threonine in the diet of laying hens decreased egg weight and shell quality. The use of 0.63% threonine intake in laying hens at the beginning of laying (19-28 weeks) under the conditions of this study is recommended.

Keywords: External and internal quality, hen, limiting amino acid, productive behavior.

Introducción

En los últimos años el impacto de los productos de la industria avícola ha aumentado rápidamente, ya que estos se encuentran entre los alimentos de origen animal más consumidos en el mundo. Dicho aumento puede atribuirse principalmente al crecimiento demográfico, la urbanización y el aumento económico de la población en los países en desarrollo (FAO 2022).

Paralelamente, en los últimos años, la producción de huevos ha tenido aumento significativo a nivel mundial debido al incremento en el interés del consumidor, principalmente por su bajo costo y alto contenido proteico (Quitral et al. 2009). La producción mundial de huevos de gallina se estima que ronda los 18 millones de toneladas por año (OMSA 2022). Según Alonso Pesado y Rodríguez de Jesús (2022), el huevo puede llegar a aportar hasta el 7% de la energía diaria en una persona adulta, igualmente en la población infantil proporciona parte los nutrientes necesarios para cubrir las necesidades nutritivas en las etapas de su crecimiento y desarrollo.

Con el aumento de la demanda de huevos de gallinas obliga a las granjas dedicadas a la avicultura a aumentar la producción y la calidad de dicho producto. En este sentido, los adelantos en genética han logrado aves que responden a fines especializados y son cada vez más productivas. Dichos adelantos en genética han provocado que la industria avícola crezca rápidamente (FAO 2022).

Para asegurar el aumento en la producción y la calidad del huevo, los productores tienen que asegurar una dieta balanceada, a través de la cual las gallinas reciban los nutrientes necesarios, entre ellos los de aminoácidos esenciales, los cuales influyen en el rendimiento productivo de las gallinas de postura. Tal es el caso de la treonina, la cual es uno de estos aminoácidos esenciales, que se ve involucrada en procesos metabólicos de la gallina de postura y también interviene en la síntesis de proteínas que conforman el albumen y la yema del huevo, de los cuales depende la calidad interna del huevo (Retamozo Cáceres 2019) .

La gallina ponedora necesita de proteína como fuente vital de aminoácidos, por lo que, el impacto de las proteínas ingeridas depende de la calidad de aminoácidos liberados en el momento

que se efectúa el proceso de digestión los cuales al ser absorbidos por el intestino delgado estos son utilizados para poder realizar la síntesis de proteína (Church et al. 2002). Como aminoácidos de mayor influencia en la calidad y producción de huevo se encuentran la metionina constituye el primer aminoácido limitante, en segundo lugar, la lisina y el tercero la treonina. Según estudios la contribución de estos aminoácidos esenciales ha tenido una notable influencia en el tamaño del huevo, peso del huevo y la producción de huevos (Koreleski y Świątkiewicz 2010)

La treonina no sólo es un elemento necesario para la síntesis de proteína, sino que también juega un importante papel como aminoácido clave en el metabolismo del intestino y en la respuesta inmunitaria (Hess 2008). La treonina es utilizada como aditivo nutricional en la industria avícola de forma sintética comercialmente como L-treonina con un 98%, lo que cubre necesidades nutricionales de la línea genética. Por otra parte, se conoce que la administración de este aditivo para aumentar los niveles de treonina a los recomendados en líneas de gallinas ha coincidido con mejoras en parámetros productivos tales como la postura, masa de huevo y peso de huevo; además, este aminoácido proteico influye directamente en la calidad interna del huevo como altura de albumen, unidad Haugh y altura de yema en huevos frescos (Retamozo Cáceres 2019). El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la treonina en la producción y calidad del huevo en gallinas ponedoras Dekalb White®.

Materiales y Métodos

Ubicación Experimental

Este estudio se realizó en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicado en el Valle de Yegüare, municipio de San Antonio de Oriente, departamento Francisco Morazán, a 32 km de Tegucigalpa, Honduras. La unidad experimental tiene una altura de 800 msnm y una temperatura promedio de 26 °C.

Animales y Tratamientos

Un total de 120 gallinas ponedoras Dekalb White® de 19 semanas de edad se distribuyeron según un diseño totalmente aleatorizado durante 10 semanas, con cuatro tratamientos, seis repeticiones por tratamiento y cinco aves por jaula. Las dietas experimentales se muestran en el Cuadro 1.

T1: Dieta con aportes de 0.63% de treonina

T2: Dieta con aportes de 0.68% de treonina

T3: Dieta con aportes de 0.73% de treonina

T4: Dieta con aportes de 0.78% de treonina

Cuadro 1

Dietas experimentales para gallinas ponedoras (19-28 semanas).

Ingredientes	0.63% de treonina	0.68% de treonina	0.73% de treonina	0.78% de treonina
Harina de maíz	52.787	52.822	52.884	52.956
Harina de soya	29.462	29.387	29.299	29.195
Salvado de trigo	1.50	1.50	1.50	1.50
Aceite de palma africana	3.574	3.564	3.539	3.517
Enzimas	0.05	0.05	0.05	0.05
Premezcla	0.35	0.35	0.35	0.35
Colina	0.05	0.05	0.05	0.05
Mycofix plus 5.0	0.12	0.12	0.12	0.12
Carbonato de calcio grueso	6.342	6.342	6.342	6.342
Carbonato de calcio fino	3.415	3.415	3.415	3.415
Biosfost	1.597	1.597	1.597	1.598
Bicarbonato	0.26	0.26	0.26	0.26
Sal común	0.23	0.23	0.23	0.23
DL-metionina	0.215	0.215	0.215	0.215
L-treonina	0.048	0.098	0.149	0.202
Costo USD/t	549.81	551.12	552.37	553.67
<i>Aportes nutricionales</i>				
EM, kcal/kg	2800	2800	2800	2800
PC, %	17.20	17.20	17.20	17.20
Lisina, %	0.82	0.82	0.82	0.82
Metionina+cistina, %	0.70	0.70	0.70	0.70
Treonina, %	0.63	0.68	0.73	0.78
Ca, %	3.90	3.90	3.90	3.90
P, %	0.46	0.46	0.46	0.46

Condiciones Experimentales

Las gallinas ponedoras se alojaron en un galpón comercial de 400 m² y en corrales en un sistema de iluminación artificial. El agua se ofertó *ad-libitum* en dos bebederos de niple por jaula y el consumo de alimento se restringió a 95 g/ave. Se suministró 16 horas de luz cada día y no se empleó atención veterinaria terapéutica durante la etapa experimental. Se utilizó siete días de adaptación a las nuevas dietas.

Desempeño Productivo

El peso del huevo se determinó en todas las semanas experimentales. Se recolectaron 25 huevos de cada tratamiento entre las 08:30 a 9:30 am y se pasaron en una balanza técnica digital SARTORIUS modelo BL 1500 con precisión ± 0.1 g y se calculó el peso promedio. El consumo de

alimentos se midió tres veces por semana por el método de oferta y rechazo. Para determinar la intensidad de puesta se consideró la producción total de huevos/semana/tratamiento y se asumió como 100%, un huevo/día/ave alojada. La conversión masal se calculó teniendo en cuenta el alimento consumido, peso del huevo por repetición y el número de huevos puestos. La viabilidad se computó por la cantidad de aves vivas durante la etapa experimental entre las que se alojaron al inicio del experimento. El porcentaje de los huevos no aptos (cascados, fáfara y roto) se calculará utilizando la fórmula 1:

$$\% \text{ Huevos no aptos (HNA)} = \# \text{ HNA} * 100 / \text{huevos aptos} \quad [1]$$

Calidad del Huevo

En la semana 10 del inicio experimental, se recolectaron 25 huevos por tratamiento y se determinó la calidad externa e interna del huevo en el laboratorio de calidad del huevo en el Centro de Enseñanza e Investigación Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Se utilizó un equipo automático para determinar el peso del huevo, resistencia a la ruptura, altura de la clara densa, unidad Haugh, color de la yema y grosor de la cáscara en el polo medio.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Los datos se procesaron mediante análisis de varianza (ANOVA) de clasificación simple según un diseño totalmente al azar en el software estadístico SPSS versión 23.1. En los casos necesarios se empleó la dócima de rangos múltiples de medias de Duncan. La viabilidad se determinó por comparación de proporciones.

Resultados y Discusión

El Cuadro 2 muestra el efecto de niveles crecientes de treonina desde 0.63 hasta 0.78% en la productividad de gallinas ponedoras. La intensidad de puesta, consumo de alimento, conversión masal y huevos sucios no cambiaron por efecto de las dietas experimentales ($P > 0.05$). Sin embargo, los aportes de 0.68 a 0.78% de treonina redujeron el peso del huevo ($P \leq 0.05$).

Cuadro 2

Efecto de niveles crecientes de treonina en el desempeño productivo de gallinas ponedoras Dekalb White® (19-28 semanas).

Items	Tratamientos experimentales				EE±	Valor de P
	0.63%	0.68%	0.73%	0.78%		
Intensidad de postura (%)	89.73	91.33	88.93	91.60	2.479	0.4849
Consumo de alimento (ave/día)	95.00	95.00	95.00	95.00		
Conversión masal	1.72	1.80	1.80	1.76	0.058	0.725
Peso del huevo (g)	62.27 ^a	58.41 ^b	59.45 ^b	59.34 ^b	0.933	0.026
Huevos sucios (%)	7.33	7.07	7.80	8.00	1.004	0.909

Nota. ^{a,b}Medias con letras diferentes difieren a $P \leq 0.05$.

Los resultados de la intensidad de postura no concuerdan con Retamozo Cáceres (2019), quien al usar 0.2% de inclusión de L-treonina encontró un mejor porcentaje de postura. Asimismo, el consumo de alimento no sufrió cambios, sin embargo, Azzam et al. (2011) revelaron cambios notables ($P \leq 0.05$) en el consumo de alimentos cuando usaron con niveles de treonina en un rango de 0.47 a 0.87%. La variable conversión masal se mantuvo dentro de rangos normales dictados por la línea genética de 1.80 a 1.72.

Por otro lado, Gomez y Angeles (2009) encontraron que niveles superiores de treonina disminuyeron el peso del huevo, similar al estudio, ya que el peso del huevo disminuyó a una mayor concentración de treonina en la dieta, al parecer tiene un efecto antagónico con otros aminoácidos y/o disminuye la absorción del calcio, lo que dificulta la incorporación de iones calcio a la cáscara y su grosor. Sin embargo, otros estudios son necesarios para dilucidar el efecto del exceso de treonina en la respuesta de los animales. Asimismo, estos resultados difieren a los encontrados por Retamozo Cáceres (2019) que mostró un valor más alto en cuanto a la variable del peso del huevo al usar un

nivel de inclusión de 0.93%. Asimismo, el porcentaje de huevo sucio no cambió por efecto de los tratamientos ($P > 0.05$).

El Cuadro 3 indica la calidad externa e interna del huevo cuando se utiliza niveles crecientes de L-treonina desde 0.63 hasta 0.78% en la dieta de gallinas ponedoras. El peso del huevo y el grosor de la cáscara disminuyeron por efecto del uso mayoritario en la dieta. Sin embargo, los indicadores de calidad externa e interna del huevo no se cambiaron por las dietas experimentales.

Cuadro 3

Efecto de niveles crecientes de treonina en la calidad externa e interna del huevo de gallinas ponedoras Dekalb White® (28 semanas).

Items	Tratamientos experimentales				EE±	Valor de P
	0.63%	0.68%	0.73%	0.78%		
Peso del huevo (g)	62.89 ^a	60.32 ^b	61.52 ^b	61.30 ^b	0.736	0.011
Altura de la clara (mm)	11.72	11.37	12.00	11.69	0.246	0.374
Unidad Haugh	105.29	104.08	106.85	105.61	1.014	0.315
Resistencia a la ruptura (kg F)	5832.9	5973.03	6033.6	5953.5	23.19	0.802
Grosor de la cáscara	0.59 ^a	0.55 ^b	0.50 ^c	0.40 ^d	0.007	0.001
Color de la yema	3.00	3.00	3.00	3.00	0.092	0.760

Nota. ^{a,b}Medias con letras diferentes difieren a $P \leq 0.05$.

Similar al Cuadro 2, el peso del huevo disminuyó con la mayor inclusión de la L-treonina en las dietas, los mejores resultados se observaron en la dieta control con un aporte de treonina de 0.63%. Resultados similares en el peso del huevo obtuvieron Reynolds Niemeyer (2005), quien evaluó el efecto de seis niveles de treonina en ponedoras Dekalb White®. A pesar, de que las dietas experimentales tuvieron efecto en el peso del huevo, estos no influyeron en la unidad Haugh, porque la altura de la clara se mantuvo sin cambios y Martínez et al. (2021) habían mencionado que la altura de la clara es el indicador primordial para determinar la frescura del huevo medido por la unidad Haugh. Estos resultados confirman, que al parecer el exceso de treonina no disminuye la síntesis de proteínas del albumen, porque esta estructura del huevo está conformada por agua y proteínas, como albumina, conalbúmina, ovomucina, ovotransferrina y lisozima entre otras (Alleoni 2006)). Asimismo, el color de la yema no cambió en el experimento, lo que demuestra que niveles crecientes de este

aminoácido no influye en la incorporación de carotenoides de la dieta, que son lo que tienen el mayor poder pigmentante (DSM 2018).

Igualmente, el Cuadro 3 muestra que la resistencia a la ruptura de la cáscara no fue modificada por las dietas experimentales, sin embargo, interesantemente el grosor de la cáscara disminuyó con la mayor inclusión de treonina dietética de 0.59 a 0.40 mm. Esto concuerda con el estudio realizado por Gomez y Angeles (2009), quienes encontraron una disminución del grosor de la cáscara al aumentar los porcentajes de treonina en la dieta de las gallinas ponedoras. Aunque los efectos son desconocidos, al parecer el exceso de treonina influye en la homeostasis del calcio. Es necesario, realizar estudios para dilucidar si la treonina tiene efecto sobre el nivel de estrógenos, vitamina D3 y las hormonas calcitonina y paratiroidea que son los factores que intervienen el metabolismo del calcio en las gallinas ponedoras. Cabe destacar, que, a pesar de la disminución de la granulometría de la cáscara, el grosor de la cáscara del tratamiento 4 con aporte de treonina de 0.78% (0.40 mm) está dentro de los rangos óptimos para los huevos puestos entre las semanas 19 a 28 (0.35-0.40 mm) (Aditya et al. 2021).

Conclusiones

Los aportes crecientes de treonina en las dietas de gallinas ponedoras redujeron el peso del huevo con relación a la dieta control, sin cambios en los otros indicadores del desempeño productivo.

El grosor de la cáscara del huevo de gallinas ponedoras disminuyó debido a la inclusión de niveles crecientes de L-treonina en las dietas, aunque los otros indicadores de calidad externa e interna del huevo no cambiaron.

Recomendaciones

Realizar otros experimentos para evaluar el efecto de niveles crecientes de L-treonina y el metabolismo del calcio en gallinas ponedoras.

Realizar otros experimentos para evaluar el efecto de niveles crecientes de L-treonina y la biodisponibilidad de la metionina en gallinas ponedoras.

Utilizar el requerimiento recomendado de treonina por la línea genética para obtener una buena productividad y calidad del huevo.

Referencias

- Aditya S, Stephen J, Radhakrishnan M. 2021. Utilization of eggshell waste in calcium-fortified foods and other industrial applications: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 115(3):422–432. doi:10.1016/j.tifs.2021.06.047.
- Alleoni ACC. 2006. Albumen protein and functional properties of gelation and foaming. *Trends in Food Science & Technology*. 63(3):291–298. doi:10.1590/S0103-90162006000300013.
- Alonso Pesado FA, Rodríguez de Jesús E. 2022. Caracterización de la demanda de huevo para plato. BM Editores; [consultado el 29 de oct. de 2022]. <https://bmeditores.mx/secciones-especiales/caracterizacion-de-la-demanda-de-huevo-para-plato/>.
- Azzam MMM, Dong XY, Xie P, Wang C, Zou XT. 2011. The effect of supplemental L-threonine on laying performance, serum free amino acids, and immune function of laying hens under high-temperature and high-humidity environmental climates. *Journal of Applied Poultry Research*. 20(3):361–370. doi:10.3382/japr.2010-00308.
- Church DC, Pond WG, Pond KR. 2002. *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. 2ª ed. México: Editorial Limusa.
- DSM. 2018. La salud del plantel de aves influye en la deposición de carotenoides en la yema de huevo. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 28 de oct. de 2022]. https://www.dsm.com/anh/es_ES/feedtalks/flock-health-influences-carotenoid-yolk.html.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2022. Producción y productos avícolas. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 28 de oct. de 2022]. es. <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/es/>.
- Gomez S, Angeles M. 2009. Effect of threonine and methionine levels in the diet of laying hens in the second cycle of production. *Journal of Applied Poultry Research*. 18(3):452–457. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5408/retamozo-caceres-juan-gonzalo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. doi:10.3382/japr.2008-00090.
- Hess V. 2008. La treonina en la nutrición de los pollos; [consultado el 28 de oct. de 2022]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5085/huaringa-esteban-daniel-jonathan.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Koreleski J, Świątkiewicz S. 2010. Effect Of Methionine And Energy Level In High Protein Organic Diets Fed To Laying Hens. *Annals of Animal Science*; [consultado el 28 de oct. de 2022]. 10(1):83–91. https://www.researchgate.net/publication/235974313_Effect_Of_Methionine_And_Energy_Level_In_High_Protein_Organic_Diets_Fed_To_Laying_Hens.
- Martínez Y, Soliz ND, Bejarano MA, Paz P, Valdivie M. 2021. Effect of storage duration and temperature on daily changes in external and internal egg quality of eggs from Dekalb White® laying hens. *European Poultry Science*. 85. doi:10.1399/eps.2021.329.
- [OMSA] Organización Mundial de Sanidad Animal. 2022. Alza del precio de los huevos: impacto de las enfermedades animales. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 28 de oct. de 2022]. <https://www.woah.org/es/alza-del-precio-de-los-huevos-impacto-de-las-enfermedades-animales/>.
- Quitral V, Donoso ML, Acevedo N. 2009. Comparación físico-química y sensorial de huevos de campo, orgánicos y comerciales. *Revista Salud Pública y Nutricion*; [consultado el 28 de oct. de 2022]. 10(2). <https://core.ac.uk/download/pdf/147124361.pdf>.

- Retamozo Cáceres JG. 2019. Niveles de treonina en el rendimiento productivo y calidad del huevo en gallinas novogen brown [Tesis]. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina. 91 p; [consultado el 28 de oct. de 2022]. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revsalpubnut/spn-2009/spn092f.pdf>.
- Reynolds Niemeyer P. 2005. The impact of supplemental L-threonine in laying hen diets on egg [Tesis]. Texas, USA: Texas A&M University. 83 p; [consultado el 28 de oct. de 2022]. <https://core.ac.uk/download/pdf/147124361.pdf>.

Anexos**Anexo A**

Gallinas ponedoras Dekalb White® usadas en el experimento (19-28 semanas), EAP Zamorano



Anexo B

Ubicación del Centro de investigación y enseñanza avícola, EAP Zamorano



Anexo C

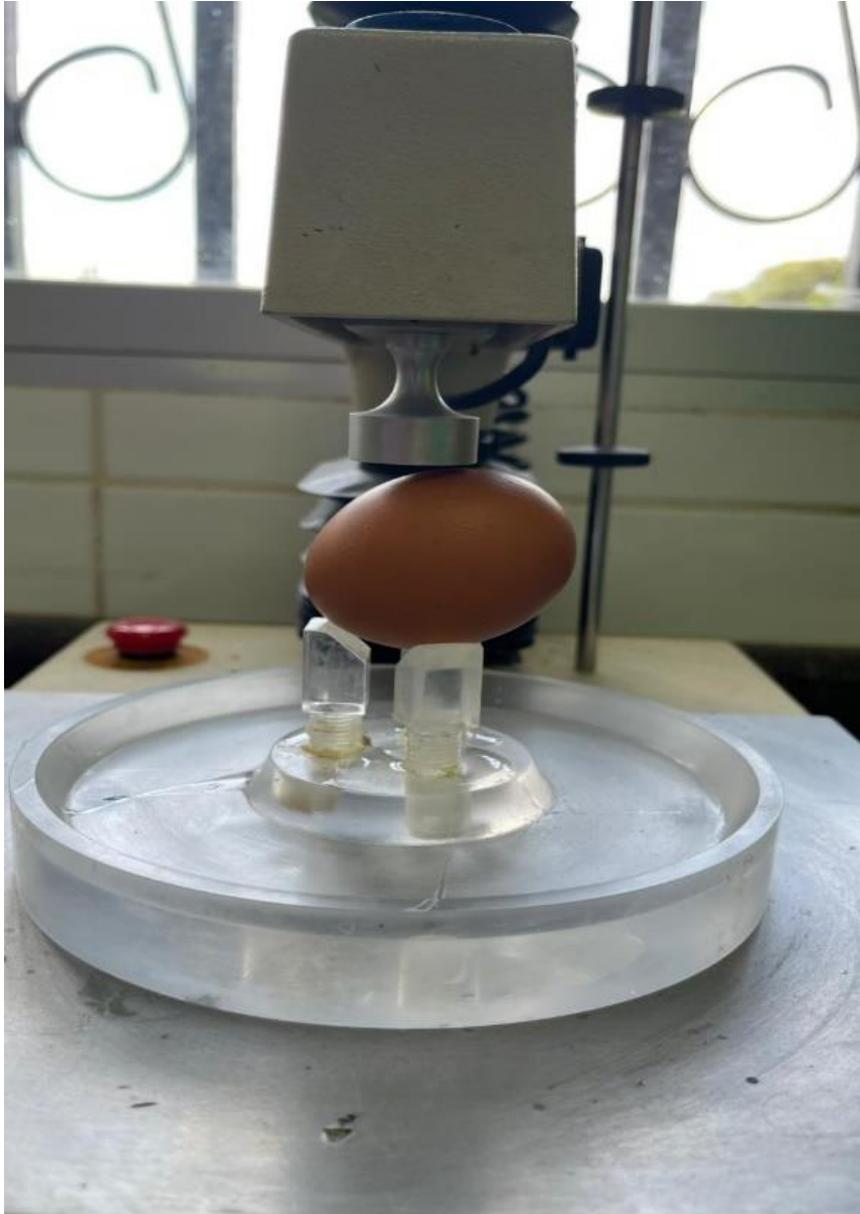
Galpón en el cual se desarrolló el experimento, EAP Zamorano.



Anexo D

Etiqueta comercial de la L-treonina.



Anexo E*Prueba de resistencia a la ruptura*

Anexo F

Pesaje de huevo



Anexo G

Grosor de cascara



Anexo H*Altura de Clara*

Anexo I

Color de yema

