

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**



**“NIVELES DE TREONINA EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO  
Y CALIDAD DEL HUEVO EN GALLINAS NOVOGEN BROWN”**

**Presentado por:**

**JUAN GONZALO RETAMOZO CÁCERES**

**TESIS PARA OPTAR POR EL TITULO DE INGENIERO  
ZOOTECNISTA**

**LIMA-PERÚ**

**2019**

## Document Information

<b>Analyzed document</b>	A Tesis Juan Gonzalo Retamozo.docx (D142557299)
<b>Submitted</b>	7/31/2022 9:04:00 PM
<b>Submitted by</b>	Marcial Estanislao Cumpa Gavidia
<b>Submitter email</b>	mcumpa@lamolina.edu.pe
<b>Similarity</b>	3%
<b>Analysis address</b>	mcumpa.unalm@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

<b>W</b>	<p>URL: <a href="https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5408/retamozo-caceres-juan-gonzalo.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5408/retamozo-caceres-juan-gonzalo.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a></p> <p>Fetches: 7/31/2022 9:05:07 PM</p>	 <b>6</b>
----------	--	--

## Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE ZOOTECNIA DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

“NIVELES DE TREONINA EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y CALIDAD DEL HUEVO EN GALLINAS NOVOGEN BROWN” PRESENTADO POR: JUAN GONZALO RETAMOZO CÁCERES TESIS PARA OPTAR POR EL TITULO DE: INGENIERO ZOOTECNISTA Lima-Perú 2019

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	9	II. REVISION
BIBLIOGRÁFICA.....	11	2.1. Importancia de los aminoácidos en las gallinas de postura.....11
		2.2. La treonina.....13
		2.2.1. Requerimiento de treonina dietaria en gallinas de postura.....14
		2.2.2. Uso de la L-treonina en gallinas de postura.....16
		2.3. Efecto de la L-treonina en la calidad del huevo.....17
		2.4. Relación treonina energía.....18
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20	3.1. Lugar de ejecución y duración.....20
		3.2. Animales experimentales.....20
		3.3. Instalaciones.....20
		3.4. Tratamientos.....20
		3.5. Producto evaluado.....21
		3.6. Parámetros evaluados.....23
		3.7. Instrumentos y equipos.....25
		3.8. Diseño estadístico para medir la productividad.....26

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**“NIVELES DE TREONINA EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO  
Y CALIDAD DEL HUEVO EN GALLINAS NOVOGEN BROWN”**

**TESIS PARA OPTAR POR EL TITULO DE  
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**Presentada por:**

**JUAN GONZALO RETAMOZO CÁCERES**

**Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:**

---

Dr. Víctor Guevara Carrasco

**PRESIDENTE**

---

Mg. Sc. Marcial Cumpa Gavidia

**PATROCINADOR**

---

Mg. Sc. Pedro Ciriaco Castañeda

**MIEMBRO**

---

Mg. Sc. Víctor Vergara Rubín

**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico a Dios en primer lugar por darme la fuerza espiritual y la sabiduría necesaria para llegar a estas instancias.

A mis padres, hermanas y familiares por su enorme paciencia y apoyo.

A mis estimadísimos amigos y amigas de la Facultad de Zootecnia especialmente a: Felizandro Flores, Flavio Rondinel, Joel Farfán, Evelyn Rubina y a muchos otros y otras a quienes siempre llevaré en la mente y el corazón por su enorme amistad y apoyo durante mi vida universitaria y en la elaboración del presente trabajo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Ante todo agradezco especial y profundamente a mi patrocinador, el Ing. Marcial Cumpa Gavidia por su apoyo y consejos.

A todo el personal que labora en la Unidad Experimental de Aves por su gran apoyo y amistad durante mi vida universitaria y en la elaboración de la presente tesis: Ing. Humberto Yaringaño, Sra. Aida Nolberto, Sr. Diógenes Quispe y al M.V. Rubén Darío.

Al M.V. Roobin Torres por sus enseñanzas y su amistad.

A los Ingenieros Pedro Ciriaco, Víctor Vergara y al Dr. Víctor Guevara por sus orientaciones en la presente investigación.

## INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	REVISION DE LITERATURA .....	3
2.1.	Importancia de los aminoácidos en las gallinas de postura .....	3
2.2.	La treonina .....	5
2.2.1.	Requerimiento de treonina dietaria en gallinas de postura.....	6
2.2.2.	Uso de la L-treonina en gallinas de postura. ....	8
2.3.	Efecto de la L-treonina en la calidad del huevo .....	9
2.4.	Relación treonina y energía .....	10
III.	MATERIALES Y METODOS .....	12
3.1.	Lugar de ejecución y duracion.....	12
3.2.	Animales experimentales .....	12
3.3.	Instalaciones.....	12
3.4.	Tratamientos .....	12
3.5.	Producto Evaluado.....	13
3.6.	Parámetros Evaluados .....	15
3.7.	Instrumentos y equipos .....	17
3.8.	Diseño estadístico para medir la productividad .....	18
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION .....	19
4.1.	Respuesta Productiva .....	19
4.1.1.	Porcentaje de postura .....	19
4.1.2.	Peso promedio de huevo .....	21
4.1.3.	Masa de huevos .....	22
4.1.4.	Consumo y conversión alimenticia .....	23

4.1.5. Ganancia de peso vivo .....	25
4.2. Consumo de nutrientes .....	26
4.2.1. Consumo de proteína .....	26
4.2.2. Consumo de lisina .....	28
4.2.3. Consumo de metionina .....	29
4.2.4. Consumo de metionina + cisteína .....	30
4.2.5. Consumo de treonina .....	31
4.3. Calidad interna del huevo .....	32
4.3.1. Espesor de cascara .....	32
4.3.2. Pigmentación de la yema .....	35
4.3.3. Altura de albumen .....	36
4.3.3.1. Altura de albumen en huevos frescos.....	36
4.3.3.2. Altura de albumen en huevos de 7 y 14 días.....	37
4.3.4. Altura de yema .....	39
4.3.4.1. Altura de yema en huevos frescos .....	39
4.3.4.2. Altura de yema en huevos de 7 y 14 días .....	40
4.3.5. Unidades Haugh .....	41
4.3.5.1. Unidades Haugh en huevos frescos .....	41
4.3.5.2. Unidades Haugh en huevos de 7 y 14 días .....	42
4.4. Retribución económica.....	43
V. CONCLUSIONES .....	45
VI. RECOMENDACIONES .....	46
VII. BIBLIOGRAFIA .....	47
VIII. ANEXOS .....	57

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición de las dietas experimentales.....	14
Tabla 2: Respuesta productiva de gallinas ponedoras suplementadas con L-treonina.....	20
Tabla 3: Consumo de nutrientes.....	27
Tabla 4: Resultados de la evaluación para huevos frescos.....	33
Tabla 5: Resultados de la evaluación para huevos de 7 y 14 días.....	34
Tabla 6: Retribución económica del alimento.....	44

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Porcentaje de postura semanal.....	57
Anexo 2: Peso promedio de huevos.....	58
Anexo 3: Masa semanal de huevos por tratamiento.....	59
Anexo 4: Consumo semanal por tratamiento.....	60
Anexo 5: Consumo por ave alojada.....	61
Anexo 6: Conversión Alimenticia Semanal por tratamiento.....	62
Anexo 7: Masa acumulada de huevos, consumo acumulado y conversión alimenticia acumulada.....	63
Anexo 8: Peso vivo inicial de las gallinas (kg).....	64
Anexo 9: Peso vivo final de gallinas (kg).....	65
Anexo 10: Temperaturas promedio registradas por semana.....	66
Anexo 11: Resultados de calidad interna para huevos frescos.....	67
Anexo 12: Resultados de calidad interna para huevos de 7 días.....	68
Anexo 13: Resultados de calidad interna para huevos de 14 días.....	69
Anexo 14: Análisis de varianza de postura.....	70
Anexo 15: Análisis de varianza de peso de huevo.....	70
Anexo 16: Análisis de varianza de la masa de huevo.....	70
Anexo 17: Análisis de varianza para consumo de alimento.....	71
Anexo 18: Análisis de varianza para conversión alimenticia acumulada.....	71
Anexo 19: Análisis de varianza de ganancia de peso vivo.....	71
Anexo 20: Análisis de varianza para consumo de proteína.....	72
Anexo 21: Análisis de varianza para consumo de lisina.....	72
Anexo 22: Análisis de varianza para consumo de metionina.....	72

Anexo 23: Análisis de varianza para consumo de metionina+cisteína.....	73
Anexo 24: Análisis de varianza para consumo de treonina.....	73
Anexo 25: Análisis de varianza para el grosor de cascara en huevos frescos.....	73
Anexo 26: Análisis de varianza para el grosor de cascara en huevos de 7 días.....	74
Anexo 27: Análisis de varianza para el grosor de cascara en huevos de 14 días.....	74
Anexo 28: Análisis de varianza para pigmentación de yema en huevos frescos.....	74
Anexo 29: Análisis de varianza para pigmentación de yema en huevos de 7 días.....	75
Anexo 30: Análisis de varianza para pigmentación de yema en huevos de 14 días.....	75
Anexo 31: Análisis de varianza para la altura de albumen en huevos frescos.....	75
Anexo 32: Análisis de varianza para la altura de albumen en huevos de 7 días.....	76
Anexo 33: Análisis de varianza para la altura de albumen en huevos de 14 días.....	76
Anexo 34: Análisis de varianza para la altura de yema en huevos frescos.....	76
Anexo 35: Análisis de varianza para la altura de yema en huevos de 7 días .....	77
Anexo 36: Análisis de varianza para la altura de yema en huevos de 14 días .....	77
Anexo 37: Análisis de varianza para las Unidades Haugh en huevos frescos.....	77
Anexo 38: Análisis de varianza para las Unidades Haugh en huevos de 7 días.....	78
Anexo 39: Análisis de varianza para las Unidades Haugh en huevos de 14 días.....	78
Anexo 40: Especificaciones nutricionales para gallinas Novogen Brown.....	79
Anexo 41: Ficha técnica de la L-treonina.....	80

## **RESUMEN**

El objetivo de la investigación fue evaluar 4 niveles de treonina con inclusión de 3 niveles de L-treonina en dietas para gallinas de postura Novogen Brown y observar su efecto en los parámetros productivos y la calidad interna del huevo. Los niveles empleados fueron de 0.1, 0.2, 0.3 por ciento y una dieta control con 0 por ciento de L-treonina que contenían 0.73, 0.83, 0.93 y 0.63 por ciento de treonina respectivamente. Esta investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Unidad Experimental de Avicultura de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se utilizaron 192 gallinas ponedoras comerciales criadas en jaula de 28 semanas de edad las cuales se distribuyeron en 4 tratamientos con 8 repeticiones, siendo cada jaula una repetición y colocándose 6 gallinas por cada jaula. Los resultados demuestran que el nivel de 0.83 por ciento de treonina en la dieta para gallinas de postura permitió mejorar parámetros productivos tales como: porcentaje de postura y masa de huevo. Así mismo la inclusión de 0.93 por ciento de treonina en la dieta permitió obtener los mejores resultados para los parámetros de calidad interna del huevo. Sin embargo la retribución económica fue menor en las dietas que contaban con L-treonina a comparación del control. En conclusión se recomienda utilizar niveles de 0.3 por ciento de L-treonina y 0.93 por ciento de treonina en la dieta para gallinas Novogen Brown.

Palabras clave: Gallinas ponedoras, L-treonina, parámetros productivos, calidad interna de huevo, merito económico.

## SUMMARY

The objective of the research was to evaluate 4 levels of threonine including 3 levels of L-threonine in diets for Novogen Brown laying hens and observe their effect on the productive parameters and the internal quality of the egg. The levels used were 0.1, 0.2, 0.3 percent and a control diet with 0 percent L-threonine containing 0.73, 0.83, 0.93 and 0.63 percent of threonine, respectively. This research was carried out in the facilities of the Poultry Experimental Unit of the National Agrarian University La Molina. 192 commercial cage hens reared in a cage of 28 weeks of age were used, which were distributed in 4 treatments with 8 repetitions, each cage being repeated and 6 chickens per cage placed. The results show that the level of 0.83 percent of threonine in the diet for laying hens allowed to improve productive parameters such as: percentage of posture and egg mass. Likewise, the inclusion of 0.93 percent of threonine in the diet allowed obtaining the best results for the internal quality parameters of the egg. However, the economic retribution was lower in the diets that had L-threonine compared to the control. In conclusion it is recommended to use 0.3 percent levels of L-threonine and 0.93 percent threonine in the diet for Novogen Brown chickens.

*Key words:* Laying hens, L-threonine, productive parameters, internal egg quality, economic merit.

## **I. INTRODUCCIÓN.**

En los últimos años la producción de huevos comerciales destinados a consumo humano en el Perú ha tenido un crecimiento importante. Así mismo se han alcanzado altos niveles de producción de huevo, así como un aumento del número de gallinas destinadas a explotaciones comerciales y una mayor oferta de huevo a nivel nacional; por otro lado el consumo per cápita de huevo ha aumentado y las expectativas son favorables en este sector.

A medida que aumenta la demanda de huevos de gallinas también se hace necesario obtener mejoras en los factores de producción y calidad de dicho producto. Sin embargo ambos factores dependen en gran medida del contenido y balance de nutrientes que recibe la gallina a través de la dieta, entre ellos los de aminoácidos esenciales, los cuales influyen en el rendimiento productivo de las gallinas de postura. Uno de estos aminoácidos esenciales es la treonina, ya que tiene una importante participación en los procesos metabólicos de la gallina de postura e interviene en la síntesis de proteínas que conforman el albumen y la yema del huevo, de los cuales depende la calidad interna del huevo.

En la industria avícola se utiliza como aditivo nutricional la forma sintética de la treonina que es conocida comercialmente como L-treonina, la cual llega a ser biodisponible en un 98 por ciento y además permite cubrir el requerimiento de treonina recomendado para gallinas de postura. Por otra parte se conoce que la suplementación con este aditivo para obtener niveles de treonina superiores al recomendado en líneas de gallinas ha permitido obtener mejoras en parámetros productivos tales como la postura, peso de huevo y masa de huevos; del mismo modo también se han encontrado mejoras en los parámetros de calidad interna de huevos tales como altura de albumen, altura de yema y unidades Haugh en huevos frescos así como una mejor conservación de dichos parámetros en huevos almacenados. Sin embargo no existen investigaciones sobre

adición de este aditivo en gallinas ponedoras Novogen Brown por encima del requerimiento mínimo de treonina recomendado para dicha línea.

Por estos motivos en el presente estudio se evaluará la adición de tres niveles de L-treonina con cuatro niveles de treonina en dietas para gallinas Novogen Brown de 28 a 40 semanas de edad y su efecto en los parámetros productivos, la calidad interna del huevo y la retribución económica del alimento.

## **II. REVISION DE LITERATURA.**

### **2.1. Importancia de los aminoácidos en las gallinas de postura.**

Varios estudios han demostrado que la gallina de postura necesita aminoácidos esenciales en lugar de proteína bruta siendo 12 los aminoácidos esenciales: arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptófano, valina, cistina y tirosina (De Blas y Gonzales, 1991); el aporte de estos aminoácidos esenciales más el nitrógeno no esencial en cantidades suficientes permiten mantener el equilibrio nitrogenado en el ave además de garantizar un crecimiento adecuado y la deposición de nitrógeno en el huevo (Buxadé, 2000).

La gallina ponedora requiere de proteína como fuente vital de aminoácidos al igual que otros monogástricos, por lo tanto los efectos de las proteínas consumidas dependen de la calidad de aminoácidos liberados durante el proceso de digestión los cuales son absorbidos en el intestino delgado y por ultimo utilizados en la síntesis de proteínas (Church *et al.*, 2010; Bondi, 1989). Es por esta razón que las necesidades proteicas se basan en el aporte de aminoácidos por lo que el nivel proteico del alimento solo tiene una importancia secundaria (De Blas *et al.*, 2014).

En las dietas para gallinas de postura es de alta prioridad usar una cantidad adecuada de aminoácidos y proteínas balanceadas por varias razones. En primer lugar el costo de alimentación, el cual representa el 70 por ciento del costo total en la producción de gallinas ponedoras, lo cual es de vital importancia ya que los insumos proteicos y los aminoácidos son algunos de los más costosos nutrientes que se utilizan en la elaboración del alimento, por lo tanto el uso de un correcto nivel de aminoácidos necesarios en la dieta de aves de postura así como la eficiencia de su utilización por parte las ponedoras es una decisión de alta prioridad económica (Han y Lee, 2000); En segundo lugar las pérdidas de nitrógeno ya que este elemento genera un impacto negativo en el ambiente; sin embargo se ha demostrado a través de últimas

investigaciones que la reducción de 1 por ciento de proteína cruda en la dieta acompañado de una mejora en la formulación de aminoácidos reduce en 10 por ciento las pérdidas de nitrógeno en las heces. En tercer lugar, la pobre calidad de aminoácidos y proteína en la dieta son factores que originan grandes problemas para las gallinas criadas en climas cálidos ya que causan un alto incremento calórico lo que a su vez conlleva a una deficiencia en el proceso de incorporación de aminoácidos y proteínas en el huevo. La formación de proteína del huevo a partir de los aminoácidos endógenos o de la dieta puede ser ineficiente con respecto a la utilización de la energía metabólica disponible (Craig, 2004). Así mismo Veldkamp *et al.* (2005) mencionan que las gallinas ponedoras fijan su consumo en función del nivel de los aminoácidos de la dieta ya que cuando los requerimientos de aminoácidos no son cumplidos las gallinas de postura priorizan su consumo de alimento basado en el contenido de aminoácidos azufrados de la dieta y en segundo término en base al contenido de energía, por lo tanto una deficiencia de aminoácidos en la dieta produce un aumento en el consumo de alimento en las aves de postura con la finalidad de mantener sus necesidades nutricionales; sin embargo cuando dicha deficiencia es mayor entonces el consumo de alimentos disminuye e impacta negativamente en la calidad del huevo debido principalmente al desbalance de aminoácidos, lo cual reduce la síntesis de proteínas durante la fase de postura. (Narváez-Solarte *et al.*, 2005). Estos problemas han sido resueltos de manera eficaz suplementando la dietas de ponedoras con aminoácidos sintéticos (Han y Lee, 2000).

De todos estos aminoácidos la metionina constituye el primer aminoácido limitante, en segundo lugar la lisina y el tercero la treonina. Según estudios el aporte de estos aminoácidos esenciales ha tenido una importante influencia en el tamaño del huevo, peso del huevo y la producción de huevos (Bertechini, 2003; Koreleski y Swiatkiewicz, 2010) y actualmente mediante el concepto de Proteína Ideal, que consiste en el balance exacto de dichos aminoácidos esenciales, se pretende satisfacer los requerimientos totales de estos aminoácidos, tanto de mantenimiento como de producción, sin excesos ni deficiencias para la producción de huevos. Además considera los factores genéticos, dietéticos y ambientales que puedan afectar los requerimientos de aminoácidos en las gallinas ponedoras (Basurto, 1999; Bregendahl *et al.*, 2008). La aplicación de este concepto implica la reducción de los niveles de proteína en la dieta y el uso de

aminoácidos sintéticos en la formulación de las dietas lo que permite reducir los costos de producción (Campos *et al.*, 2008).

Con el descubrimiento del aminoácido treonina se conocieron todos los aminoácidos y ahora es posible utilizar mezclas de aminoácidos sintéticos como sustitutos de la proteína de tal manera que utilizan estos aditivos en dietas con baja cantidad de proteína. Además la velocidad de absorción de los aminoácidos sintéticos es mayor que la de los aminoácidos de las proteínas intactas debido a que los últimos requieren pasar mayor tiempo digiriéndose mientras que los sintéticos pasan rápidamente al intestino delgado por lo que son fácilmente digeribles (Escobar, 1998).

Por estas razones hoy en día la producción de aminoácidos cristalinos o sintéticos se ha masificado y existe mucha disponibilidad de estos en el mercado por lo que el uso de estos aditivos se ha extendido ampliamente en la fabricación de alimentos para aves de postura (Han y Lee, 2000).

## **2.2. La treonina.**

Químicamente es un alfa aminoácido, el cual se denomina ácido-  $\alpha$ - amino-  $\alpha$ -hidroxi butírico y posee un grupo R sin carga eléctrica en el cual se encuentra un grupo hidroxilo (OH) que hace polar a este aminoácido y por lo tanto soluble en el agua; debido a estas características se le considera un aminoácido neutro y además alifático, lo que significa que no tiene olor (Maynard, 1989). Su estructura química fue determinada en 1935 por Rose siendo el último de los 20 aminoácidos naturales en ser conocido. Este aminoácido fue denominado así por su similitud con la estructura química de la treosa; además constituye uno de los aminoácidos de menor peso molecular (De Blas *et al.*, 2004). Es sintetizado a partir del Oxalacetato el cual es convertido a aspartato, producto a partir del cual procede la homoserina, un compuesto que aporta el esqueleto de 4 carbonos de la treonina; una vez formada la homoserina, esta se fosforila mediante el ATP y se forma la fosfato de homoserina, que mediante la acción de la enzima treonina sintasa es convertida finalmente en treonina (Escobar, 1998). La biosíntesis de este aminoácido puede estar interconectada al mismo tiempo con la síntesis de otros aminoácidos tales como glicina y serina (Nogueira *et al.*, 2012; Lehninger *et al.*, 2005). Además también participa en procesos metabólicos importantes como el Ciclo del ácido

cítrico donando su esqueleto carbonado para la formación de intermediarios en dicho proceso por lo que a partir de este aminoácido se puede producir glicina y Acetilcoenzima A, o de manera alterna se sintetiza otro producto: la Succinil coenzima A (Harper *et al.*, 2013); dichos productos metabólicos permiten llevar a cabo la gluconeogénesis (formación de glucosa) o la cetogenesis (formación de cuerpos cetonicos) respectivamente, así como la formación de ácido úrico (Gil y Sánchez, 2010; Martínez-Amezcuca *et al.*, 1999).

En su estructura posee solo dos átomos de carbono asimétricos que originan cuatro estereoisómeros para este aminoácido, los cuales son L- y D – treonina y la forma L- y D - alotreonina, de estos solo la forma L- treonina tiene actividad metabólica en el organismo, por lo que en escala industrial solo se produce la forma L-treonina. Así mismo durante la síntesis química de este aminoácido se genera una mezcla 50:50 de isómeros D- y L-, por lo que su valor nutritivo es bajo; debido a esto su producción industrial se hace a partir de procesos fermentativos donde se genera únicamente el isómero L-treonina que es el más asimilable por el metabolismo (De Blas *et al.*, 2004).

Comercialmente la treonina constituye uno de los aminoácidos más caros, tanto cuando se suministra en forma de proteína así como cuando se añade a la dieta en forma artificial o cristalina (De Blas *et al.* 2004).

### **2.2.1. Requerimiento de treonina dietaria en gallinas de postura.**

En las dietas para aves la treonina con frecuencia viene a ser el tercer aminoácido limitante, después de lisina y metionina (De Blas *et al.*, 2004; Kidd y Kerr, 1996). La digestión de este aminoácido es lenta debido a la baja velocidad de hidrolisis lo cual se relaciona con la especificidad de las proteasas y peptidasas implicadas en la digestión (Low, 1980; De Blas *et al.*, 2004). Por otro lado el efecto toxico del exceso de treonina en el alimento se considera poco o nulo por lo que no se le considera un aminoácido de alta toxicidad al igual que la histidina, triptófano y la metionina (Castañón, 1984).

No se ha establecido de manera clara las necesidades de treonina y de otros aminoácidos para las gallinas ponedoras ya que es difícil mantener niveles adecuados de producción cuando se alimenta a esta especie con una dieta basada solo en aminoácidos puros. Sin

embargo se conoce que el 0.83 por ciento de treonina de la dieta es incorporada a la proteína del huevo lo cual constituye un dato esencial en el cálculo de necesidad de este nutriente (Mc Donald *et al.*, 1999) y en general los requerimientos de este nutriente para aves ponedoras han sido determinados mediante la suplementación de dietas bajas en proteína con este aminoácido (De Blas *et al.*, 2004).

Diversos estudios se han realizado para hallar el requerimiento de treonina en aves de postura. La NRC (1994) recomienda 470 mg/d de treonina para gallinas, mientras que Huyghebaert y Butler (1991) recomendaron un nivel de treonina entre 700 y 710 mg para gallinas para Isa Brown, sin embargo la producción máxima de huevos se obtuvo con una ingesta diaria de 574 mg o 12,2 mg/g de huevo producido. Schutte (1998), recomienda 460 mg/d de treonina digestible lo que equivaldría a 534 mg de treonina total en la dieta. Ishibashi *et al.* (1998) utilizaron dos parámetros para poder hallar el requerimiento de las gallinas ponedoras los cuales eran la concentración de treonina en el plasma y la producción de huevos; estos autores estimaron que la cantidad necesaria de treonina era de 455 mg por gallina y por día y por unidad de EM; además los mismos autores sugieren que niveles de treonina superiores al 0.4 por ciento de la dieta conllevan a una disminución de la masa de huevo y de la conversión alimenticia. Coon y Zhang (1999) sugirieron un nivel diario de 495 mg. de este nutriente; además recomiendan un rango para treonina de 11.1 y 8.43 mg/g de EM. Faria *et al.* (2002) realizaron dos experimentos y obtuvieron que los parámetros como producción de huevos y masa de huevo aumentaban a medida que se incrementaba el nivel de treonina dietaria en ambos experimentos y recomendaron un niveles entre 439 y 462.1 mg/ave/día en el primer experimento y de 393.9 y 447.1 mg/ave/día en la siguiente prueba; también hallaron que la cantidad necesaria de treonina para producir 1 g de EM fueron 8.76 y 9.44 mg en el primer y segundo experimento respectivamente. En otro estudio para hallar la proporción de aminoácidos limitantes se halló que la cantidad de treonina digestible debe ser 0.67 por ciento de la dieta de ponedoras (Fernandez *et al.*, 1994).

Asimismo, Ishibashi *et al.* (1998) reportan que niveles de treonina en la dieta superiores al 0,40 por ciento originan una disminución de la masa de huevo y de la conversión alimenticia. Por otro lado, Gomez y Angeles (2009) al evaluar el efecto de tres niveles de treonina en la productividad de las ponedoras (0.42, 0.48, y 0.54 por ciento de la

dieta) recomendaron el nivel de 0.48 por ciento para una óptima producción de huevos. Valerio (2000) recomienda usar un nivel de 0.51 por ciento de treonina total en la dieta para gallinas con lo cual se cubre las exigencias de las aves para mantener un buen rendimiento y la calidad interna de los huevos.

### **2.2.2. Uso de la L-treonina en gallinas de postura.**

La absorción de la L-treonina durante la digestión es muy lenta debido a la baja velocidad de hidrólisis lo que se relaciona con la baja actividad de las proteasas y peptidasas implicadas en su digestión (Low, 1980; De Blas *et al.*, 2004). Por otro lado la necesidad de treonina se vuelve más importante conforme aumenta la edad de la gallina debido a que la exigencia para mantenimiento es mayor (Dos Santos *et al.*, 2013; Martínez-Amezcuca *et al.*, 1999). La treonina en el organismo se encuentra en mayor concentración en la mucina de la mucosa intestinal y está relacionada con la formación de anticuerpos por lo que su deficiencia puede impedir el normal funcionamiento del sistema inmune y a nivel digestivo reduce la disponibilidad de aminoácidos como la lisina y metionina necesarios para la síntesis de proteína muscular (Nogueira *et al.*, 2012).

Se han reportado diversos estudios con L-treonina para evaluar su efecto en la producción de gallinas de postura. Dos Santos *et al.*, (2013) en un estudio con seis niveles de L-treonina (3.7; 4.0; 4.3; 4.6; 4.9 y 5.2 gramos por kilogramo de alimento) en ponedoras Isa Brown, encontraron que el nivel ideal es de 3.7 g/ kg de alimento ya que dicho nivel mejoró parámetros tales como la masa de huevo diaria, consumo de alimento y el porcentaje de postura. En otro estudio, Azzam *et al.* (2011), evaluaron el efecto de cuatro niveles de este aditivo (0.1; 0.2; 0.3; 0.4 por ciento) en el desempeño productivo y la función inmune de gallinas Babcock Brown en climas cálidos y encontraron que al añadir 0.3 por ciento de L-treonina en la dieta se presenta un incremento en el nivel de inmunoglobulinas, lo que significa una mejor respuesta del sistema inmunológico; también se demostró que con un nivel de 0.2 por ciento de L-treonina en la dieta hay un incremento en la producción de huevos. Martínez-Amezcuca *et al.* (1999) al evaluar diversos niveles de L-treonina en la línea ponedora ISA Babcock, reportaron que un incremento en el nivel de treonina por encima del 0.43 por ciento de la dieta, nivel recomendado por la NRC (1994), mejora la producción de

huevos, el peso de huevo y la conversión alimenticia. El mismo autor menciona que el incremento de treonina en la dieta resulta en una mayor concentración de este aminoácido en la yema de huevo.

Rojas y Ávila (1992) al evaluar el efecto de la suplementación de 0.1 y 0.2 por ciento de L-treonina en la dieta, con dietas a base de sorgo y soya las cuales contenían 16 y 14.5 por ciento de proteína, encontraron que no hubo incremento en el peso promedio del huevo, producción de huevos y consumo de alimento así como en la conversión alimenticia, por lo que concluyeron que este aminoácido no es limitante en gallinas alimentadas con baja cantidad de proteína.

### **2.3. Efecto de la L-treonina en la calidad del huevo.**

Roselí *et al.* (2000), concluyeron en un estudio que un nivel de 0.025 por ciento de L-treonina en dietas para ponedoras es la cantidad mínima necesaria para obtener óptimos parámetros de calidad en el huevo. Ospina *et al.* (2015), recomiendan la necesidad de suplementación con 0.07 por ciento de L-treonina a dietas que poseen baja cantidad de proteína para evitar la pérdida de calidad interna del huevo. Reynolds (2005), encontró que a medida que se incrementaban los niveles de L-treonina: 0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 y 0.6 por ciento, también aumentaba la altura del albumen y el grosor de cascara del huevo. Figueredo *et al.* (2012) reportaron un aumento significativo de las unidades Haugh de huevos frescos al utilizar niveles de L-treonina de 0.542, 0.596 y 0.650 por ciento; de la misma manera Abdel-Wareth y Esmail (2014), al evaluar cuatro niveles de L-treonina (0, 0.2, 0.4 y 0.6 por ciento de la dieta) en huevos de gallinas Hy Line Brown encontraron un aumento significativo en las unidades Haugh. Moraes *et al.* (2007) al experimentar con cinco niveles de L-treonina (0.00, 0.035, 0.07, 0.105 y 0.140 por ciento) encontraron que las unidades Haugh fueron afectadas positivamente por dicho aminoácido; Bartolomeu *et al.* (2014), suplementando con 4.6, 4.9, 5.2, 5.5 y 5.8 gramos por kg de alimento, hallaron que las unidades Haugh se incrementaban a medida que los niveles de L-treonina se elevaban en la dieta de las aves. Martínez-Amezcuca *et al.* (1999), mencionan que el aumento de este insumo en la dieta mejora la calidad de la yema y señalan la importancia de aquel ingrediente para la obtención de este resultado. Esmail y Abdel-Wareth (2013) en otro experimento observaron diferencias significativas entre la calidad de la cascara, yema y el albumen en huevos de gallinas Hy

Line Brown al evaluar cinco niveles de L-treonina (0, 0.2, 0.4, 0.6 y 0.8 por ciento) y recomendaron un nivel de 0.2 por ciento de este aditivo en la dieta.

Dos Santos *et al.* (2013) al evaluar el efecto de seis niveles de L-treonina (3.7, 4.0, 4.3, 4.6, 4.9 y 5.2 gramos por Kg de alimento) en la calidad de huevos de gallinas ISA Brown por periodos de 0, 3 y 7 semanas bajo climas tropicales, encontraron que la altura del albumen, color de yema, espesor de cascara, unidades Haugh y los periodos de evaluación no fueron influenciadas por los niveles de L-treonina. Por otro lado, Koelkebeck *et al.* (1991) no observaron ningún efecto negativo por la adición de 1 por ciento de L-treonina cristalina a una dieta basada en maíz y soya.

#### **2.4. Relación treonina y energía.**

Salvador *et al.* (2017) mencionan que las mejores respuestas productivas estarían acorde a una relación adecuada entre la concentración de proteínas y aminoácidos en el alimento con un determinado nivel de Energía Metabolizable, por lo que es vital tener un balance óptimo entre aminoácidos esenciales como la treonina y la EM en dietas para aves de postura. Al respecto Bertechini (2012) menciona que a medida que se aumenta el contenido energético en la dieta también debe ser aumentado el nivel proteico y de aminoácidos esenciales para poder mantener una relación adecuada entre nutriente y energía; además menciona que un incremento en la concentración de la EM en de la dieta puede alterar el consumo de alimento lo que supondrá un cambio de las necesidades de treonina por kg. de alimento; por otra parte un desbalance nutricional de treonina y otros aminoácidos va a implicar el catabolismo de los mismos para obtener un aporte de energía en las dietas (De Blas *et al.* 2004).

Salvador y Guevara (2013), al estudiar el efecto de 4 niveles de treonina (0.52, 0.58, 0.63 y 0.69 por ciento de la dieta) en gallinas ISA Brown, recomendaron una relación de treonina y energía de 2.25 g/Mcal para obtener rendimientos máximos en postura, peso de huevo y masa de huevo. Salvador *et al.* 2017, al evaluar el efecto de diferentes densidades energéticas con distintos niveles de treonina en dietas para gallinas Lohmann Brown, obtuvieron que al utilizar una densidad de 2.08 g treonina/Mcal se maximizó la masa de huevos, la ganancia de peso y el peso vivo final de las aves;

además con dicha relación de treonina y energía hallaron un valor mínimo para la conversión alimenticia y el consumo de alimento.

En cuanto a la calidad interna del huevo Tenesa *et al.* (2016), al evaluar el efecto de la suplementación con 4 niveles de L-treonina (0, 0.01, 0.03 y 0.05 por ciento de la dieta) en dietas para gallinas Hisex Brown, hallaron que la relación entre treonina y energía de 2.31 g/ Mcal era la idónea para poder obtener óptimos resultados en las Unidades Haugh, espesor de cascara, altura del albumen, y calidad de la yema. Así mismo, Vianna *et al.* (2015), estudiando el efecto de 5 niveles de treonina (0.46, 0.49, 0.52, 0.55 y 0.58 por ciento de la dieta) en la dieta de gallinas Shaver Brown, encontraron que la relación treonina energía óptima para maximizar las unidades Haugh era de 2.04 g de treonina/Mcal.

### **III. MATERIALES Y METODOS.**

#### **3.1. Lugar de ejecución y duración.**

El trabajo experimental se realizó en la Unidad Experimental de Avicultura de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina. La duración del experimento fue de 12 semanas (3 meses).

#### **3.2. Animales experimentales.**

Se utilizaron 192 gallinas de la línea comercial Novogen Brown de 28 semanas de edad, las cuales fueron distribuidas en 4 tratamientos con 8 repeticiones, así se tuvo 32 unidades experimentales con 6 gallinas en cada repetición.

#### **3.3. Instalaciones.**

Para el presente estudio se utilizó el galpón experimental ubicado en las instalaciones de la Unidad Experimental de Avicultura perteneciente a la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Este galpón consta de las siguientes dimensiones: 3.5 metros de altura; 21,7 metros de largo y 10 metros de ancho. Asimismo se utilizó jaulas experimentales para las gallinas con las siguientes dimensiones: 40 cm de altura; 62 cm de largo y 50 cm de ancho.

#### **3.4. Tratamientos.**

Se evaluaron 3 niveles de L- treonina. Estos niveles fueron de: 0.1; 0.2 y 0.3 por ciento de la dieta que se suministró a las gallinas durante el experimento. Las dietas fueron elaboradas en base a las recomendaciones nutricionales de la línea Novogen Brown, elaborándose una dieta basal con 0.63 por ciento, siendo esta la dieta testigo y con la cual se cubrió el requerimiento mínimo de treonina para esta línea comercial de ponedoras.

Las dietas experimentales fueron preparadas en las instalaciones de la Unidad Experimental de avicultura y se suministró 120 gramos por gallina diariamente durante todo el periodo de evaluación. La presentación del alimento fue en forma de harina.

Los tratamientos fueron los siguientes:

T1: Dieta control con 0 por ciento de L-treonina (0.63 por ciento de treonina).

T2: Dieta con 0.1 por ciento de L- treonina (0.73 por ciento de treonina).

T3: Dieta con 0.2 por ciento de L- treonina (0.83 por ciento de treonina).

T4: Dieta con 0.3 por ciento de L-treonina (0.93 por ciento de treonina).

Los tratamientos evaluados, las dietas experimentales, la cantidad de L-treonina y el contenido nutricional de cada dieta se muestran en la Tabla 1.

### **3.5. Producto evaluado.**

El producto empleado en la evaluación fue la forma sintética del aminoácido treonina la cual se encuentra en el mercado con el nombre de L-treonina, comercializado por la marca BestAmino<sup>TM</sup>. Dicho producto tiene la apariencia de un polvo color blanco el cual al ser añadido en el concentrado es fácilmente absorbible por el organismo de las gallinas ponedoras permitiendo satisfacer los requerimientos nutricionales de treonina en estas aves.

**Tabla 1: Composición de las dietas experimentales (%).**

<b>INSUMOS (%)</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Maíz grano amarillo	55.55	55.57	55.6	55.63
Torta de soya	26.98	27.04	27.09	27.15
Afrecho de trigo	1.45	1.27	1.09	0.89
Aceite de palma	3.00	3.00	3.00	3.00
Carbonato de calcio	10.43	10.43	10.43	10.43
Fosfato dicalcico	1.61	1.61	1.61	1.62
Cloruro de colina	0.10	0.10	0.10	0.10
Bicarbonato de sodio	0.20	0.20	0.20	0.20
Sal común	0.25	0.25	0.25	0.25
DL - metionina	0.13	0.13	0.13	0.13
L-Treonina	-	0.10	0.20	0.30
Premezcla de vitaminas y minerales	0.10	0.10	0.10	0.10
Promotor del crecimiento	0.05	0.05	0.05	0.05
Fungistático	0.05	0.05	0.05	0.05
Micosecuestante	0.05	0.05	0.05	0.05
Antioxidante	0.05	0.05	0.05	0.05
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Valor nutricional estimado</b>				
EM (Mcal/kg)	2.80	2.80	2.80	2.80
Proteína Cruda (%)	16.5	16.5	16.5	16.5
Lisina (%)	0.90	0.90	0.90	0.90
Metionina (%)	0.41	0.41	0.41	0.41
Met + Cis (%)	0.70	0.70	0.70	0.70
Treonina (%)	0.63	0.73	0.83	0.93
Triptofano (%)	0.21	0.21	0.21	0.21
Arginina (%)	1.14	1.14	1.14	1.14
Valina (%)	0.74	0.74	0.74	0.74
Calcio (%)	4.00	4.00	4.00	4.00
P disponible (%)	0.36	0.36	0.36	0.36
Ac. Linoleico (%)	1.46	1.45	1.45	1.45
Sodio (%)	0.16	0.16	0.16	0.16

FUENTE: Elaboración propia.

### 3.6. Parámetros evaluados.

#### **Porcentaje de postura por ave alojada:**

Variable que se calculó semanalmente de la siguiente manera:

Producción de

huevos =  $\frac{\text{Número de huevos de las gallinas alojadas al inicio del experimento}}{\text{Número de gallinas alojadas al inicio del experimento}} \times 100$

por ave

alojada (%)

#### **Peso promedio de huevos:**

Se halló de la siguiente manera:

$$\text{Peso promedio de huevo} = \frac{\text{Peso total de huevos recolectados (kg)}}{\text{Numero de huevos recolectados}}$$

#### **Masa semanal y acumulada de huevos:**

La masa semanal de huevos se obtuvo a partir de la sumatoria de los huevos producidos durante una semana multiplicado por el peso de dichos huevos. La masa acumulada de huevos se halló mediante la sumatoria de la masa semanal obtenida a partir de la semana 1.

Masa de huevos = Sumatoria de N° huevos x Peso de estos huevos

#### **Consumo de alimento semanal:**

Semanalmente se pesaron los residuos de alimento contenido en los comederos y por diferencia con el total de alimento suministrado se obtuvo el consumo neto semanal. El consumo de alimento acumulado se halló a partir de la sumatoria de los consumos obtenidos semanalmente a partir de la primera semana.

$$\text{Consumo semanal (g)} = \text{Alimento suministrado} - \text{Alimento residual.}$$

### **Conversión Alimenticia semanal y acumulada:**

La conversión alimenticia semanal (C.A.S.) se obtuvo a través de la siguiente fórmula:

$$\text{C.A.S.} = \frac{\text{Consumo de alimento semanal (g)}}{\text{Masa semanal de huevos (g)}}$$

Así mismo la conversión alimenticia acumulada (C.A.A.) se calculó dividiendo el consumo acumulado y la masa acumulada de huevos.

$$\text{C.A.A.} = \frac{\text{Consumo de alimento acumulado (g)}}{\text{Masa acumulada de huevos (g)}}$$

**Ganancia de peso vivo:** Esta variable toma como base el peso vivo de cada una de las gallinas que se utilizan en el experimento. Para obtener este valor se pesaron todas las gallinas del experimento al inicio y al final del experimento y por diferencia de peso se obtuvo la ganancia de peso vivo de las gallinas.

**Variables para la calidad interna de huevo:** Para evaluar la calidad del huevo se almacenaron huevos por 0, 7 y 14 días. Por cada periodo de almacenamiento se muestrearon 16 huevos. Las variables para medir la calidad interna del huevo fueron las siguientes:

- Espesor de cascara: se quebraron los huevos almacenados vaciándose el contenido y se procedió a medir el grosor de cascara con el calibrador digital.
- Altura de albumen: el contenido del huevo se depositó en una superficie plana, luego se colocó un extremo del calibrador digital en forma perpendicular a la superficie, penetrando el albumen hasta tocar el punto más bajo de este, a partir del cual se empezó a medir.
- Altura de yema: esta variable se obtuvo colocando ambos extremos del calibrador en el punto más bajo de la yema, localizado en la superficie plana, hasta la parte superior de la yema.
- Pigmentación de la yema: el nivel de pigmentación fue obtenido con la ayuda del abanico colorimétrico Roche.
- Unidades Haugh: esta variable se obtuvo con la fórmula de Eisen *et al.* (1962).

$$\text{UH} = 100 \log (h - 1.7 p^{0.37} + 7.6)$$

Donde: h= altura del albumen

p= peso del huevo (g)

Los huevos fueron almacenados al medio ambiente y los periodos de almacenamiento para los huevos fueron los siguientes:

- 0 días: huevos que fueron evaluados el mismo día de recolección.
- 7 días: huevos evaluados el día 7 de almacenamiento.
- 14 días: huevos evaluados a los 14 días de almacenamiento.

**Retribución Económica:** Para obtener el mérito económico se tomó como base el costo de las dietas alimentarias y el ingreso por venta de huevos de cada uno de los tratamientos.

Merito Económico= Ingreso por kg de huevo – Costo de dietas experimentales

### **3.7. Instrumentos y equipos.**

Para la colecta de datos, durante la duración del experimento se utilizaron los siguientes instrumentos de apoyo:

- Una balanza digital: que permitió obtener los pesos de los huevos, peso vivo de gallina y alimento suministrado.
- Un cuaderno de apuntes.
- Cámara fotográfica.
- Materiales de limpieza como baldes, mangueras, desinfectantes, palas y rastrillos y mochila fumigadora.
- Un calibrador digital: para la evaluación de la altura de albumen y de la yema.
- Abanico Colorimétrico Roche: el cual permitió evaluar la coloración de la yema de huevo.

### **3.8. Diseño estadístico para medir la productividad.**

#### **- Modelo Aditivo lineal para la respuesta productiva:**

El modelo estadístico utilizado fue un Diseño completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos. Se utilizó el Análisis de Varianza para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos y la Prueba de Tukey para encontrar diferencias entre los promedios de los valores de los parámetros productivos que se evaluaron.

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

$Y_{ij}$  = valor observado de la variable en estudio correspondiente al i-esimo tratamiento y la j- esima repetición

$\mu$  = Efecto de la media general de un parámetro de la respuesta productiva.

$\tau_i$  = efecto del i-esimo nivel de inclusión de treonina.

$\varepsilon_{ij}$  = efecto del error experimental de la j-esima repetición y del i-esimo nivel de treonina.

#### **-Modelo Aditivo lineal para la calidad de huevo:**

Para evaluar la calidad interna del huevo se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos. Así mismo se usó el Análisis de Varianza para hallar las diferencias significativas entre los tratamientos y la prueba de Tukey para obtener las diferencias entre los promedios de los valores obtenidos al evaluar los parámetros de calidad interna del huevo.

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

$Y_{ij}$  = Valor observado de la variable en estudio correspondiente a la j-esima repetición del i-esimo tratamiento.

$\mu$  = Efecto de la media general de un parámetro de calidad del huevo.

$\tau_i$  = Efecto del i-esimo nivel de inclusión de treonina.

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental bajo el i-esimo tratamiento y la j-esima repetición.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Respuesta productiva.

#### 4.1.1. Porcentaje de Postura.

Los resultados del porcentaje de postura se presentan en la Tabla 2. Los niveles de treonina afectaron significativamente a este parámetro productivo ( $P < 0.01$ ). La postura obtenida en tratamiento control (0.63 por ciento de treonina) no presentó diferencias significativas con los tratamientos 2 y 3 (0.73 y 0.83 por ciento de treonina respectivamente) pero sí presentó diferencia estadística con el tratamiento 4 (0.93 por ciento de treonina). El porcentaje de postura máximo fue obtenido por el tratamiento 3, el cual contenía 0.83 por ciento de treonina y 0.2 por ciento de L-treonina en la dieta con una relación de treonina:lisina de 0.93 y treonina:energía de 2.96 g/Mcal, lo que da a entender que tanto el nivel de treonina como las relaciones treonina: lisina y treonina:energía que se utilizaron en el tratamiento 3 serían los adecuados para maximizar la postura. Las diferencias obtenidas en el presente estudio podrían deberse a que la treonina interviene en el metabolismo de otros aminoácidos limitantes como la metionina y la lisina los cuales tienen alta influencia en la producción de huevos, por lo que al suplementar con L-treonina se regularían las funciones de estos aminoácidos y por tanto de la postura (Campabadal, 1995; Harms e Ivey; 1992). Estos resultados coinciden con el reportado por Escobar (1998) quien también halló diferencias significativas al evaluar 8 niveles de treonina en gallinas Leghorn.

Asimismo Azzam *et al.* (2011) también encontraron que con 0.2 por ciento de L-treonina se maximizaba la postura de gallinas Babcock Brown y mencionan que el nivel de treonina requerido para maximizar la producción de huevos sería de 0.67 por ciento, valor que es menor al obtenido en el presente estudio (0.83 por ciento); sin embargo la postura máxima obtenida en el presente estudio (92.29 por ciento) fue mayor al que reportaron Azzam *et al.* (2011), quienes obtuvieron 82.23 por ciento de postura.

**Tabla 2: Respuesta productiva de gallinas ponedoras suplementadas con L-treonina.**

PARAMETROS	TRATAMIENTOS			
	T1 (0.63 % de treonina)	T2 (0.73 % de treonina)	T3 (0.83 % de treonina)	T4 (0.93 % de treonina)
Postura (%)	91.47 <sup>ab</sup>	90.10 <sup>bc</sup>	92.29 <sup>a</sup>	89.48 <sup>c</sup>
Peso promedio de huevo (g)	63.22 <sup>ab</sup>	62.59 <sup>b</sup>	63.18 <sup>ab</sup>	63.73 <sup>a</sup>
Masa de huevo (g/ave/día)	57.83 <sup>ab</sup>	56.40 <sup>c</sup>	58.31 <sup>a</sup>	57.17 <sup>bc</sup>
Consumo /ave/día (g)	115.05 <sup>b</sup>	116.42 <sup>a</sup>	116.18 <sup>a</sup>	114.73 <sup>b</sup>
Conversión alimenticia acumulada	1.991 <sup>a</sup>	2.071 <sup>a</sup>	1.995 <sup>a</sup>	2.009 <sup>a</sup>
Ganancia de peso vivo (Kg)	0.269 <sup>ab</sup>	0.277 <sup>a</sup>	0.274 <sup>ab</sup>	0.266 <sup>b</sup>

<sup>a,b,c</sup> Valores dentro de las filas con letras diferentes difieren estadísticamente, con prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ).

*Tratamientos: T1: Dieta con 0% de L-treonina (% Treo/Lis: 0.7; Treo/EM : 2.25 g/Mcal); T2: Dieta con 0.1% de L-treonina (% Treo/Lis: 0.81; Treo/EM: 2.61 g/Mcal); T3: Dieta con 0.2% de L-treonina (% treo/Lis: 0.92; Treo/EM: 2.96 g/Mcal); T4: Dieta con 0.3% de L-treonina (% Treo/Lis:1.03; Treo/EM:3.32 g/Mcal).*

De la misma forma, la relación treonina: energía para obtener un porcentaje de postura máximo sería de 2.96 g/Mcal; dicho valor es mayor al obtenido por Salvador y Guevara (2013) quienes obtuvieron un valor de 2.25 g/Mcal para maximizar la postura en gallinas ISA Brown. La diferencia de valores para la relación treonina:energía se debería a que en el estudio de Salvador y Guevara (2013) los niveles de treonina dietaria fueron menores a los niveles utilizados en la presente investigación por lo que la cantidad de energía liberada por el metabolismo de este aminoácido será menor, ocasionando con esto una disminución de la relación treonina:energía (Bertechini, 2012).

Asimismo la relación treonina:lisina de 0.92 (Tabla 2) es semejante al obtenido por Azzam *et al.* (2011) quienes consiguieron maximizar la postura empleando una relación treonina: lisina de 0.93; sin embargo en el presente trabajo la postura máxima fue mayor a la que se obtuvo en dicha investigación, por lo que el valor encontrado en el presente estudio para esta relación sería más idóneo para maximizar la postura que el recomendado por Azzam *et al.* (2011).

#### **4.1.2. Peso promedio de huevo.**

Los resultados del peso promedio de huevo se muestran en la Tabla 2. Los niveles de treonina tuvieron efecto significativo sobre este parámetro de producción ( $P < 0.05$ ). El tratamiento control (0.63 por ciento de treonina) no presentó diferencias significativas con los demás tratamientos. Sin embargo entre los tratamientos 2 (0.73 por ciento de treonina) y 4 (0.93 por ciento de treonina) se observan diferencias significativas. El tratamiento 4, el cual contenía 0.93 por ciento de treonina y relaciones treonina:lisina y treonina:energía de 1.03 y 3.32 respectivamente, obtuvo el mayor valor para el peso de huevo (63.73 g). Las diferencias obtenidas en el presente estudio se deben a que este aminoácido es un constituyente proteico esencial del albumen y de la yema del huevo, incrementando el volumen y la masa de ambos componentes lo cual afecta directamente el peso del huevo (Sauveur, 1993; Martínez-Amezcuca *et al.*, 1999). Por otra parte Reynolds (2005), al evaluar el efecto de 6 niveles de treonina en ponedoras Dekalb, también encontró diferencias significativas en el peso de huevo.

La relación treonina:energía de 3.32 g/Mcal obtenida en el tratamiento 4 para peso de huevo máximo (Tabla 2), supera al obtenido por Salvador y Guevara (2013) quienes

recomendaron 2.25 g/Mcal para maximizar el peso de huevo. La diferencia entre estos valores se debería a que en el estudio de Salvador y Guevara (2013) se utilizaron menores niveles de treonina que los usados en el presente estudio por lo que la cantidad de energía liberada por el metabolismo de la treonina será menor, reduciendo de este modo la relación treonina: energía (De Blas *et al.* 2004).

La relación treonina:lisina de 1.03 que se utilizó para maximizar este parámetro (Tabla 2), es mayor al obtenido por Marques *et al.* (2016), quienes obtuvieron una relación de 0.67 para un peso de huevo máximo de 59.8 g; sin embargo en el presente estudio el peso de huevo máximo fue de 63.73 (Tabla 2), lo que sugiere que la relación utilizada en el presente trabajo favorece un mayor peso de huevo que el recomendado por Marques *et al.* (2016).

#### **4.1.3. Masa de huevos.**

Los resultados de la masa semanal de huevos se muestran en la Tabla 2. Los niveles de treonina utilizados afectaron significativamente la masa de huevos ( $P < 0.01$ ). Entre el tratamiento control (0.63 por ciento) y los tratamientos 3 y 4 no se observaron diferencias; sin embargo si se observó diferencia estadística entre el tratamiento control y el tratamiento 2 (0.73 por ciento de treonina). El tratamiento 3, el cual contenía 0.83 por ciento de treonina y relaciones treonina:lisina y treonina:energía de 0.92 y 2.96 respectivamente, obtuvo el mayor valor para este parámetro productivo.

Las diferencias obtenidas en el presente estudio se deben a los diferentes resultados encontrados para la postura y el peso de huevo (Tabla 2), ya que estos parámetros se relacionan con la cantidad de huevos recolectados y el peso individual de cada huevo; ambos factores afectan de manera directa la masa de huevos obteniéndose las diferencias encontradas para este parámetro. Estos resultados coinciden con la investigación de Escobar (1998), quien evaluó 8 niveles de treonina dietaria suplementados con L-treonina y encontró dichas diferencias para la masa de huevos en ponedoras Leghorn.

Con el nivel de 0.83 por ciento de treonina se maximizó la masa de huevos (Tabla 2). Dicho resultado es mayor al nivel de treonina dietaria recomendado por Escobar (1998)

quien recomendó 0.74 por ciento de treonina; sin embargo en el presente estudio se logró un mayor valor para este parámetro de producción (58.31 g/ave/día) a comparación del obtenido por Escobar (1998) quien obtuvo 57.09 g/ave/día, lo cual podría explicarse por el mayor aporte de treonina que se dio en la presente investigación y que favoreció un incremento de este parámetro productivo, tal como reporta Tenesa *et al.* (2016) quien también encontró un aumento de la masa de huevo a medida que se incrementaba el nivel de treonina dietaria.

La relación treonina:energía para optimizar la masa de huevos en el presente estudio es de 2.96 g/Mcal, la cual se obtuvo en el tratamiento 3 (Tabla 2). Dicho valor difiere del obtenido por Escobar (1998), quien recomendó una relación treonina:energía de 2.66 g/Mcal para maximizar la masa de huevos en ponedoras de 33 semanas de edad. Sin embargo el valor obtenido en el presente estudio sería el adecuado tomando en cuenta que dicha relación tiende a ser mayor en gallinas más jóvenes como las usadas en la presente investigación (Dos Santos *et al.* a 2013).

Por otra parte la relación treonina:lisina de 0.92 obtenida en el tratamiento 3 (Tabla 2) para maximizar la masa de huevos toma un valor idéntico al obtenido por Zollitsch *et al.* (1993) quienes al evaluar el efecto de la suplementación con L-treonina en dietas para ponedoras recomendaron una la relación treonina:lisina de 0.92 para obtener un valor máximo de este parámetro; esto sugiere que dicho valor también sería idóneo para ponedoras Novogen Brown.

#### **4.1.4. Consumo y conversión alimenticia.**

Los resultados para el consumo de alimento se observan en la Tabla 2. El consumo diario presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $P < 0.01$ ). El consumo registrado en el tratamiento control (0.63 por ciento de treonina) no tuvo diferencia estadística en relación al tratamiento 4 (0.93 por ciento de treonina), sin embargo si presentó diferencias significativas con los tratamientos 2 y 3 (0.73 y 0.83 por ciento de treonina respectivamente). Así mismo el tratamiento 4, el cual contenía 0.93 por ciento de treonina y relación treonina:lisina y treonina:energía de 1.03 y 3.32 respectivamente, presentó el menor consumo entre todos los tratamientos.

Las diferencias significativas obtenidas en el presente estudio para este parámetro productivo pueden deberse a que este aminoácido está asociado a la reducción de la secreción de serotonina en el cerebro la cual induce a una disminución de la ingesta de alimento en las aves (De Blas *et al.* 2004; Austic *et al.* 1994; North y Bell, 1993). Esmail y Abdel-Wareth (2013) también encontraron diferencias significativas al evaluar 5 niveles de treonina suplementando dietas con L-treonina en ponedoras Hy line Brown.

Por otra parte, el menor consumo registrado en el tratamiento 4 (Tabla 2) el cual contenía la relación treonina:energía más alta entre todos los tratamientos (3.32 g/Mcal), también explicaría el bajo consumo observado en dicho tratamiento ya que las aves de postura pueden regular su consumo de alimento en función de sus necesidades energéticas y del contenido energético de la dieta, observándose una tendencia a disminuir el consumo conforme aumenta el nivel de energía por gramo de aminoácido (Nagle *et al.* 2005; Salvador *et al.* 2017).

En cuanto a la relación treonina:lisina se observa que el consumo de alimento mínimo se obtuvo con una relación treonina:lisina de 1.03. Esto podría ser explicado por un desequilibrio nutricional producido por el exceso de ambos aminoácidos esenciales, para lo cual las aves regularían el consumo de ambos nutrientes con una disminución de la ingesta de alimento (Barbosa *et al.* 2017).

Los resultados para la conversión alimenticia se muestran en la Tabla 2. No se observaron diferencias significativas de los niveles de treonina sobre la conversión alimenticia. Sin embargo el tratamiento control (0.63 por ciento de treonina) obtuvo la conversión más baja entre todos los tratamientos (Tabla 2). Los resultados obtenidos se deberían a que el consumo de alimento y la masa de huevos entre los tratamientos fueron desiguales, lo cual influye directamente en la conversión alimenticia y explicaría los valores registrados para este índice productivo (Miles, 1994). Este resultado concuerda con el obtenido por Azzam *et al.* (2011) quienes no hallaron diferencias significativas al evaluar 4 niveles de treonina en ponedoras Babcock Brown.

La relación treonina:energía de 2.25 g/Mcal obtenida en el tratamiento control produjo un menor valor para la conversión alimenticia que los demás tratamientos (Tabla 2), Este resultado es corroborado por Salvador y Guevara (2013) quienes también

obtuvieron un valor mínimo para conversión alimenticia con una relación treonina:energía de 2.25 g/Mcal en gallinas de la línea ISA Brown.

En el presente estudio la relación treonina:lisina de 0.70 obtenida en el tratamiento control permitió obtener una conversión alimenticia menor al que se obtuvo en los demás tratamientos (Tabla 2). Dicho valor es semejante al que encontraron Schmidt *et al.* (2016), quienes recomendaron una relación treonina:lisina de 0.72 para obtener conversión alimenticia mínima al evaluar dietas suplementadas con L-treonina para obtener 5 niveles de treonina dietaria en gallinas Hy line W-36, por lo que la relación treonina:lisina obtenida en el presente estudio podría ser la adecuada para optimizar la conversión alimenticia en ponedoras Novogen Brown.

#### **4.1.5. Ganancia de peso vivo.**

Los resultados para la ganancia de peso vivo se muestran en la Tabla 2. Los niveles de treonina tuvieron un efecto significativo para este parámetro de producción ( $P < 0.05$ ). El tratamiento control (0.63 por ciento de treonina) no presentó diferencias significativas en relación a los demás tratamientos. Además la ganancia máxima de peso se dio con el tratamiento 2 el que contenía un nivel de 0.73 por ciento de treonina (Tabla 2) observándose que este parámetro tiende a disminuir cuando el nivel de treonina sobrepasa este valor, por lo que dicho nivel podría ser limitante para obtener una ganancia máxima de peso vivo. Las diferencias obtenidas para este parámetro productivo podrían deberse a que el consumo de alimento registrado en el presente estudio no fue igual entre los tratamientos (Tabla 2) lo cual influye en la ganancia de peso de las ponedoras obteniéndose las diferencias observadas para los pesos finales (Salvador, 2012; Buxade, 2000).

Por otra parte la relación treonina:energía que fue requerida para una mayor ganancia de peso es de 2.61 g/Mcal y que se dio en el tratamiento 2 (Tabla 2), resultado que es mayor al obtenido por Salvador y Guevara (2013) quienes recomendaron 2.25 g/Mcal para una ganancia de peso máxima en ponedoras Lohmann. La diferencia de valores con el trabajo de Salvador y Guevara (2013) se debería a que los niveles de treonina y energía utilizados en dicho estudio fueron menores a los usados en la presente investigación, por lo que la relación treonina:energía será menor.

Asimismo la relación treonina:lisina obtenida para maximizar la ganancia de peso fue de 0.81 y que se obtuvo en el tratamiento 2 (Tabla 2). Este resultado es corroborado por Marques *et al.* (2016), quienes obtuvieron una ganancia máxima de peso con una relación treonina:lisina de 0.81 al evaluar 5 niveles de treonina dietaria suplementadas con L-treonina en ponedoras Hy line W-36, por lo que este valor también sería adecuado para la línea de postura Novogen Brown.

## **4.2. Consumo de nutrientes.**

### **4.2.1. Consumo de proteína.**

En la Tabla 3 se muestran los resultados para el consumo de proteína. Los niveles de treonina tuvieron efectos altamente significativos para el consumo de proteína ( $P < 0.01$ ). El consumo de proteína obtenido por tratamiento control (0.63 por ciento de treonina) no tuvo diferencia estadística con el tratamiento 4 (0.93 por ciento de treonina) y al mismo tiempo fue significativamente diferente a los consumos registrados en los tratamientos 2 y 3 (Tabla 3). El mayor consumo de este nutriente se dio en el tratamiento 2 (0.73 por ciento de treonina). Las diferencias obtenidas en el presente estudio se deberían al aporte de L-treonina que se dio en la presente investigación lo cual también es reportado por Ishibashi *et al.* 1998, quienes mencionan que al cubrir el requerimiento de treonina y de otros aminoácidos esenciales en su forma sintética se limita la ingesta de proteína por parte de las ponedoras lo que se manifiesta en las diferencias obtenidas para el consumo de proteína en la presente investigación; de igual modo dichas diferencias para el consumo de proteína también fueron reportadas en el estudio de Fuente-Martinez *et al.* 2012.

Por otra parte el consumo de este nutriente habría sido influenciado por la densidad energética expresada en la relación treonina:energía (g/Mcal) ya que en el presente estudio este índice energético aumenta conforme sube el nivel de treonina en la dieta (Tabla 3). De esta forma ante un aumento de la densidad energética el ave tiende a regular el consumo proteico para evitar la producción excesiva de energía por el metabolismo de la proteína contenida en el alimento (Bertechini, 2012).

**Tabla 3: Consumo de nutrientes (g/ave/día).**

Consumo de nutrientes	TRATAMIENTOS			
	T1 (0.63 % de treonina)	T2 (0.73 % de treonina)	T3 (0.83 % de treonina)	T4 (0.93 % de treonina)
Proteína	18.984 <sup>b</sup>	19.209 <sup>a</sup>	19.169 <sup>a</sup>	18.931 <sup>b</sup>
Lisina	1.036 <sup>b</sup>	1.048 <sup>a</sup>	1.046 <sup>a</sup>	1.033 <sup>b</sup>
Metionina	0.472 <sup>b</sup>	0.477 <sup>a</sup>	0.476 <sup>a</sup>	0.470 <sup>b</sup>
Metionina+Cistina	0.805 <sup>b</sup>	0.815 <sup>a</sup>	0.813 <sup>a</sup>	0.803 <sup>b</sup>
Treonina	0.725 <sup>d</sup>	0.849 <sup>c</sup>	0.964 <sup>b</sup>	1.067 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c</sup> Valores dentro de las filas con letras diferentes difieren estadísticamente, con prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ).

*Tratamientos: T1: Dieta con 0% de L-treonina (% Treo/Lis: 0.7; Treo/EM: 2.25g/Mcal); T2: Dieta con 0.1% de L-treonina (% Treo/Lis: 0.81; Treo/EM: 2.61 g/Mcal); T3: Dieta con 0.2% de L-treonina (% treo/Lis: 0.92; Treo/EM: 2.96 g/Mcal); T4: Dieta con 0.3% de L-treonina (% Treo/Lis:1.03; Treo/EM:3.32 g/Mcal).*

Por otra parte se observan consumos menores de proteína en dietas con relaciones de treonina: lisina menores o mayores a 0.81 (Tabla 3), lo que implicaría que la relación treonina:lisina obtenida en dicho tratamiento sería limitante para un aumentar el consumo de este nutriente.

#### **4.2.2. Consumo de lisina.**

En la Tabla 3 se muestran los resultados para el consumo de lisina. Los niveles de treonina utilizados en los tratamientos tuvieron efectos altamente significativos para el consumo de este aminoácido ( $P < 0.01$ ). El consumo de lisina obtenido por tratamiento control (0.63 por ciento de treonina) no tuvo diferencia estadística con el tratamiento 4 (0.93 por ciento de treonina) y además el consumo de lisina registrado en el tratamiento control fue significativamente menor a los consumos obtenidos en los tratamientos 2 y 3 (Tabla 3). El mayor consumo de este nutriente se dio en el tratamiento 2 (0.73 por ciento de treonina). Las diferencias obtenidas se deberían al aporte extra de treonina mediante la inclusión de L-treonina en el alimento lo cual permitió una mejor utilización de la lisina durante la síntesis proteica ya que en dicho proceso ambos aminoácidos actúan de manera conjunta para facilitar la formación de las proteínas, siendo la treonina un regulador de la cantidad requerida de lisina (Nogueira *et al.*, 2012). Así mismo dichas diferencias también fueron obtenidas por Fuente-Martínez *et al.* (2012) al evaluar la suplementación con 4 niveles de L-treonina en ponedoras comerciales.

La relación treonina:energía obtenida para consumo máximo de lisina fue de 2.61 g/Mcal y que fue obtenida en el tratamiento 2 (Tabla 3). Además se observa que valores mayores o menores a 2.61 g/Mcal producen menores consumos para este aminoácido (Tabla 3), por lo que dicho valor para la relación treonina:energía sería limitante para conseguir un consumo adecuado de este nutriente esencial. Por otra parte dicha relación es semejante al obtenido por Tenesa *et al.* (2016) quienes recomendaron un valor de 2.31 g/Mcal para maximizar el consumo de este aminoácido en ponedoras Hisex Brown.

En cuanto a la relación treonina:lisina, se observa que el mayor consumo de lisina se dio con una relación equivalente a 0.81 y la cual se dio en el tratamiento 2 (Tabla 3). Este valor es mayor al obtenido por Marques *et al.* (2016) quienes obtuvieron una relación

treonina:lisina de 0.60 para un consumo máximo de lisina en ponedoras ISA-Babcock; sin embargo en dicho estudio se obtuvo un consumo de 0.723 g/ave/día, mientras que en la presente investigación se obtuvo un consumo equivalente a 1.048 g/ave/día, por lo que la relación treonina:lisina obtenida en el presente estudio favorecería un mayor consumo de este nutriente esencial y por tanto sería más recomendable que el valor hallado por Marques *et al.* (2016).

#### **4.2.3. Consumo de metionina.**

En la Tabla 3 se muestran los resultados para el consumo de metionina. Los niveles de treonina utilizados tuvieron efectos altamente significativos para el consumo de este aminoácido ( $P < 0.01$ ). Así mismo el consumo de metionina registrado en el tratamiento control no tuvo diferencia significativa con el obtenido en el tratamiento 4 (0.93 por ciento de treonina); sin embargo el consumo que se dio en el tratamiento control difiere significativamente del consumo obtenido en los tratamientos 2 y 3 (Tabla 3). El mayor consumo registrado para este aminoácido esencial fue obtenido por el tratamiento 2 (0.73 por ciento de treonina). Las diferencias obtenidas en el presente estudio podrían deberse a la interacción existente entre la metionina y la treonina, ya que la treonina actúa como un regulador de la metionina en caso de exceso o deficiencia de este aminoácido a través de reacciones de la oxidación de la metionina o mediante su síntesis usando como intermediarios a otros aminoácidos (Andrighetto *et al.* 1990; Harper *et al.* 2013). De la misma manera Gomez y Ángeles (2011) también encontraron diferencias significativas en el consumo de este nutriente al evaluar dietas para ponedoras Hy line W-36 comerciales utilizando 3 niveles de treonina.

La relación treonina:energía requerida para obtener un consumo máximo de metionina fue de 2.61 g/Mcal la cual se obtuvo en el tratamiento 2 (Tabla 3); Además se observa que valores mayores o menores a 2.61 g/Mcal producen menores consumos para este aminoácido (Tabla 3), por lo que dicho valor para la relación treonina:energía sería limitante para conseguir un consumo adecuado de este nutriente esencial. Por otra parte este resultado es cercano al obtenido por Tenesa *et al.* (2016) quienes recomendaron un valor de 2.31 g/Mcal para maximizar el consumo de metionina en ponedoras Hisex Brown.

Por otra parte la relación treonina:lisina necesaria para maximizar el consumo de este nutriente fue de 0.81 y se obtuvo en el tratamiento 2 (Tabla 3); dicho valor es cercano al obtenido por Martínez-Amezcuca *et al.* (1999) quienes obtuvieron una relación treonina:lisina de 0.83 para un consumo máximo de lisina en ponedoras ISA-Babcock. Sin embargo en el estudio de Martínez-Amezcuca *et al.* (1999) el consumo máximo de metionina fue de 0.388 g/ave/día mientras que en la presente investigación se obtuvo 0.477 g/ave/día, lo cual es mayor al reportado por Martínez-Amezcuca *et al.* (1999), por lo que la relación treonina:lisina obtenida en el presente estudio sería más adecuada para favorecer el consumo de metionina.

#### **4.2.4. Consumo de metionina+cistina.**

En la Tabla 3 se muestran los resultados para el consumo de metionina+cistina. Los niveles de treonina tuvieron efectos altamente significativos para el consumo de este nutriente ( $P < 0.01$ ). Así mismo el consumo de metionina+cistina registrado en el tratamiento control no tuvo diferencia significativa con el obtenido en el tratamiento 4 (0.93 por ciento de treonina); sin embargo el consumo que se dio en el tratamiento control fue significativamente menor al consumo obtenido en los tratamientos 2 y 3 (Tabla 3). El mayor consumo registrado para este nutriente esencial fue obtenido por el tratamiento 2 (0.73 por ciento de treonina).

Los resultados obtenidos en el presente estudio se deberían a las diferencias obtenidas en el consumo de metionina (Tabla 3) ya que dicho aminoácido constituye el principal precursor para la síntesis de cistina, por lo que la cantidad ingerida de metionina condiciona el requerimiento y la ingesta de cistina para las aves ponedoras (Quishpe, 2006; Nogueira *et al.*, 2012). Las diferencias significativas encontradas para el consumo de este nutriente también fueron obtenidas en el estudio de Gallardo y Salvador (2016) quienes encontraron dichas diferencias al evaluar el efecto de 3 niveles de treonina en ponedoras ISA Brown.

La relación treonina:energía requerida para obtener un consumo máximo de este nutriente fue de 2.61 g/Mcal y se dio en el tratamiento 2 (Tabla 3). Por otra parte en el presente estudio se observa que valores mayores o menores a 2.61 g/Mcal producen menores consumos para dicho nutriente (Tabla 3), por lo que la relación

treonina:energía de 2.61 g/Mcal vendría a ser un valor limitante para conseguir un consumo adecuado de metionina + cistina. En cuanto al valor de la relación es semejante al obtenido por Tenesa *et al.* (2016) quienes recomendaron un valor de 2.31 g/Mcal para maximizar el consumo de metionina + cistina en ponedoras Hisex Brown.

Asimismo la relación treonina:lisina con la cual se consiguió un mayor consumo de este nutriente fue de 0.81 y se dio con el tratamiento 2 (Tabla 3), lo cual es mayor al obtenido por Fuente-Martínez *et al.* (2012) quienes recomendaron una relación de 0.70 para maximizar el consumo de este nutriente en ponedoras Hy-Line W36. Sin embargo en el estudio de Fuente-Martínez *et al.* (2012) el consumo máximo de metionina + cistina fue menor (0.596 g/ave/día) en comparación con el registrado en la presente investigación (0.815 g/ave/día), razón por la cual la relación obtenida en la presente investigación sería más adecuada para estimular un mayor consumo de este nutriente.

#### **4.2.5. Consumo de treonina.**

En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos para el consumo de treonina. Los niveles de treonina tuvieron efectos altamente significativos para el consumo de treonina ( $P < 0.01$ ). El tratamiento control (0.63 por ciento de treonina) presentó diferencias significativas con todos los tratamientos; además se observaron diferencias estadísticas significativas para el consumo de treonina entre todos los tratamientos (Tabla 3). Asimismo se observa que existe un incremento del consumo de este nutriente conforme aumenta el nivel de treonina (Tabla 3), alcanzando el máximo valor con el tratamiento 4 (0.93 por ciento de treonina) lo que se explicaría por el incremento de los niveles de L-treonina en la dieta, la cual permite una mayor disponibilidad de este aminoácido durante la ingesta de alimento (Faria *et al.* 2002; Schmidt *et al.* 2010). Las diferencias significativas encontradas en el presente estudio coinciden con el reportado por Schmidt *et al.* (2010) quien también obtuvo dichas diferencias en el consumo de este aminoácido al evaluar el efecto de 5 niveles de treonina suplementadas con L-treonina en gallinas Lohmman.

En el presente estudio se puede observar que el aumento en el consumo de treonina está acompañado de un incremento de la relación treonina:energía (Tabla 3), lo cual podría deberse a la alta demanda energética que tienen las gallinas en etapa de postura para

mantenimiento, para lo cual las aves ponedoras aprovecharían la energía proveniente del metabolismo de aminoácidos esenciales como la treonina. Por lo tanto un mayor consumo de este aminoácido significaría un mayor aporte energético destinado para mantenimiento, incrementando de este modo la relación treonina:energía (Salvador *et al.* 2017).

De la misma manera, en la presente investigación se observa que el consumo de este nutriente aumenta al mismo tiempo que la relación treonina:lisina (Tabla 3), lo cual es un efecto normal ya que un mayor valor para dicha relación también significaría un mayor aporte de treonina en la dieta lo cual incrementa la disponibilidad de este aminoácido esencial durante la ingesta de alimento (Marques *et al.* 2016).

### **4.3. Calidad interna del huevo.**

#### **4.3.1. Espesor de cascara.**

Los resultados para el espesor de cascara se muestran en las Tablas 4 y 5. Los niveles de treonina tuvieron efectos significativos sobre el espesor de cascara ( $P < 0.05$ ) en los periodos evaluados. El tratamiento control (0.63 por ciento de treonina) no presento diferencias significativas para el espesor de cascara con ninguno de los demás tratamientos en huevos frescos y de 14 días, sin embargo en huevos de 7 días se observa diferencia significativa entre el tratamiento control y los tratamientos 2 y 4 (0.73 y 0.93 por ciento de treonina) mas no con el tratamiento 3 (0.83 por ciento de treonina). Asimismo el máximo valor obtenido para este parámetro de calidad interna se dio con el tratamiento 4 (Tablas 4 y 5) que contenía 0.93 por ciento de treonina y relaciones treonina:lisina y treonina:energía de 1.03 y 3.32 respectivamente.

Las diferencias obtenidas se deberían a que este aminoácido estaría implicado en la síntesis de secreciones endógenas como la mucina, proteínas transportadoras y metabolitos como la vitamina D en las vellosidades del intestino delgado, elementos que permiten una mayor absorción de minerales como el calcio. Por lo tanto un aumento del nivel de treonina mediante la suplementación con L-treonina en la dieta permitió una mayor absorción de calcio, elemento esencial para la formación de la

**Tabla 4: Resultados de la evaluación para huevos frescos.**

	TRATAMIENTOS			
	T1 (0.63 % de treonina)	T2 (0.73 % de treonina)	T3 (0.83 % de treonina)	T4 (0.93 % de treonina)
Espesor de cascara	0.401 <sup>ab</sup>	0.391 <sup>b</sup>	0.400 <sup>ab</sup>	0.405 <sup>a</sup>
Altura de albumen	8.05 <sup>a</sup>	8.29 <sup>a</sup>	8.12 <sup>a</sup>	8.09 <sup>a</sup>
Altura de yema	17.94 <sup>a</sup>	18.00 <sup>a</sup>	17.81 <sup>a</sup>	18.01 <sup>a</sup>
Pigmentación de la yema	4.34 <sup>b</sup>	4.58 <sup>a</sup>	4.34 <sup>b</sup>	4.63 <sup>a</sup>
Unidades Haugh	88.48 <sup>a</sup>	89.86 <sup>a</sup>	88.81 <sup>a</sup>	88.36 <sup>a</sup>

<sup>a,b, c</sup> Valores dentro de las filas con letras diferentes difieren estadísticamente, con prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ).

*Tratamientos: T1: Dieta con 0% de L-treonina (% Treo/Lis: 0.7; Treo/EM : 2.25 g/Mcal); T2: Dieta con 0.1% de L-treonina (% Treo/Lis: 0.81; Treo/EM: 2.61 g/Mcal); T3: Dieta con 0.2% de L-treonina (% treo/Lis: 0.92; Treo/EM: 2.96 g/Mcal); T4: Dieta con 0.3% de L-treonina (% Treo/Lis:1.03; Treo/EM:3.32 g/Mcal).*

**Tabla 5: Resultados de la evaluación para huevos almacenados durante 7 y 14 días.**

	TRATAMIENTOS			
	T1 (0.63 % de treonina)	T2 (0.73 % de treonina)	T3 (0.83 % de treonina)	T4 (0.93 % de treonina)
Espesor de cascara	0.394 <sup>b</sup>	0.405 <sup>a</sup>	0.398 <sup>ab</sup>	0.406 <sup>a</sup>
Altura de albumen	5.08 <sup>a</sup>	5.09 <sup>a</sup>	5.19 <sup>a</sup>	5.19 <sup>a</sup>
Altura de yema	14.18 <sup>a</sup>	14.22 <sup>a</sup>	14.32 <sup>a</sup>	14.24 <sup>a</sup>
Pigmentación de yema	3.86 <sup>b</sup>	4.11 <sup>ab</sup>	4.01 <sup>ab</sup>	4.19 <sup>a</sup>
Unidades Haugh	67.67 <sup>a</sup>	68.07 <sup>a</sup>	68.56 <sup>a</sup>	68.66 <sup>a</sup>
Huevos almacenados por 14 días				
Espesor de cascara	0.396 <sup>ab</sup>	0.391 <sup>b</sup>	0.395 <sup>ab</sup>	0.404 <sup>a</sup>
Altura de albumen	3.97 <sup>a</sup>	4.12 <sup>a</sup>	4.34 <sup>a</sup>	4.23 <sup>a</sup>
Altura de yema	11.31 <sup>a</sup>	11.52 <sup>a</sup>	11.69 <sup>a</sup>	11.51 <sup>a</sup>
Pigmentación de yema	4.15 <sup>b</sup>	4.03 <sup>b</sup>	4.04 <sup>b</sup>	4.46 <sup>a</sup>
Unidades Haugh	57.03 <sup>a</sup>	58.95 <sup>a</sup>	61.32 <sup>a</sup>	60.32 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c</sup> Valores dentro de las filas con letras diferentes difieren estadísticamente, con prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ).

*Tratamientos: T1: Dieta con 0% de L-treonina (% Treo/Lis: 0.7; Treo/EM : 2.25 g/Mcal); T2: Dieta con 0.1% de L-treonina (% Treo/Lis: 0.81; Treo/EM: 2.61 g/Mcal); T3: Dieta con 0.2% de L-treonina (% treo/Lis: 0.92; Treo/EM: 2.96 g/Mcal); T4: Dieta con 0.3% de L-treonina (% Treo/Lis:1.03; Treo/EM:3.32 g/Mcal).*

la cascara de huevo y que permite aumentar el grosor de cascara (Escalante, 2011; Nogueira *et al.*, 2012; Tavernari *et al.* 2008; Cuca, 2005; Bisonoto, 2007; Cunningham y Klein; 2009; Gilbert *et al.* 1981).

La relación treonina:energía obtenida para maximizar el espesor de cascara es de 3.32 g/Mcal la cual se obtuvo en el tratamiento 4 (Tablas 4 y 5). Dicho valor es mayor al recomendado por Tenesa *et al.* (2016) quienes recomendaron una relación de 2.31 g/Mcal para maximizar el espesor de cascara. La diferencia de valores con el estudio de Tenesa *et al.* (2016) se debería a que los niveles de treonina utilizados en dicha investigación fueron menores a los que se usaron en el presente trabajo, lo que origina un descenso en el aporte energético proveniente del metabolismo de este aminoácido (Bertechini, 2012).

Asimismo la relación treonina:lisina de 1.03 permitió obtener un valor máximo para este parámetro de calidad interna (Tablas 4 y 5). Dicho resultado es mayor al obtenido por el estudio de Da Rocha *et al.* (2013) quienes sugirieron un valor de 0.90 para la obtención de un grosor máximo de cascara; sin embargo cabe resaltar que las aves utilizadas en el estudio de Da Rocha *et al.* (2013) fueron de diferentes edades a las usadas en la presente investigación lo que afecta el requerimiento de treonina y lisina para dichas aves y a su vez la relación entre estos aminoácidos esenciales (De Blas *et al.* 2004).

#### **4.3.2. Pigmentación de la yema.**

Los resultados para este parámetro de calidad se muestran en las Tablas 4 y 5. Los tratamientos utilizados mostraron diferencias altamente significativas para la pigmentación de la yema ( $P < 0.01$ ). El tratamiento control presento diferencias significativas con el tratamiento 4 (0.93 por ciento de treonina) y no presento dichas diferencias con los tratamientos 2 y 3 durante los periodos de 7 y 14 días de almacenamiento; sin embargo en huevos frescos el tratamiento control presento diferencias significativas con los tratamientos 2 y 4 mas no con el tratamiento 3 (Tablas 4 y 5). El máximo valor para este parámetro de calidad durante los periodos evaluados se dio con el tratamiento 4 que contenía 0.93 por ciento de treonina (Tablas 4 y 5).

Asimismo los valores para la pigmentación fueron mayores en los tratamientos que incluyeron a la L-treonina a comparación con el tratamiento control (0 por ciento de L-treonina), lo que se debería a que la treonina permite un mejor transporte de los carotenoides aumentando la permeabilidad de los enterocitos de la mucosa intestinal permitiendo un incremento en la absorción de carotenoides procedente de la dieta de las aves y haciéndolos más disponibles para su deposición en el huevo (Sauveur, 1993; Cisneros, 2015; Buxade, 2000). Estos resultados coinciden con el reportado por Reynolds (2005) quien también obtuvo diferencias significativas al evaluar 6 niveles de treonina en ponedoras Leghorn.

La relación treonina:energía de 3.32 g/Mcal que se dio en el tratamiento 4 permitió obtener el valor máximo para la pigmentación de la yema a comparación de los demás tratamientos incluyendo el control (Tablas 4 y 5); dicho valor es mayor al obtenido por Tenesa *et al.* (2016), los cuales obtuvieron 2.31 g/Mcal para una adecuada pigmentación. Esta diferencia con el estudio de Tenesa *et al.* (2016) se debería a que en dicho estudio los niveles de treonina utilizados fueron menores a los de la presente investigación por lo que la cantidad de energía procedente del metabolismo de la treonina será menor en comparación con el presente estudio (Bertechini, 2012).

Por otra parte la relación treonina:lisina requerida para obtener un valor adecuado para la pigmentación de la yema en los periodos evaluados fue de 1.03 y se obtuvo en el tratamiento 4 (Tablas 4 y 5), dicho valor es mayor al obtenido por Pastore *et al.* (2016), quien obtuvo una relación de 0.88 para maximizar este parámetro de calidad interna, lo cual podría deberse a que en el estudio de Pastore *et al.* (2016) las cantidades de treonina y lisina no fueron tan altas como las del presente estudio por lo que el valor de la relación entre ambos aminoácidos esenciales será más bajo (De Blas *et al.* 2004).

### **4.3.3. Altura de Albumen.**

#### **4.3.3.1. Altura de albumen en huevos frescos.**

En la Tabla 4 se observan los resultados para la altura de albumen. Los niveles de treonina utilizados no tuvieron efecto significativo para la altura de albumen ( $P > 0.05$ ). Sin embargo todos los tratamientos que incluyeron a la L-treonina superaron al

tratamiento control (0.63 por ciento de treonina) observándose que el tratamiento 2 (0.73 por ciento de treonina) obtuvo el mayor valor para este parámetro de calidad, lo que indica que el aporte de aditivo si influye en este parámetro de calidad debido a que este aminoácido es un componente esencial de la Ovomucina, que es la proteína constituyente del albumen del huevo y que mantiene la integridad del albumen (Figueredo *et al.* 2012). Por otra parte Reynolds (2005) obtuvo un valor máximo para este parámetro con 0.76 por ciento de treonina en el alimento, valor que es cercano al que se utilizó para maximizar este parámetro en el presente estudio. De la misma manera Azzam *et al.* (2011) tampoco hallaron diferencias significativas al evaluar 5 niveles de treonina en gallinas Babcock Brown.

Con la relación treonina:energía de 2.61 g/Mcal empleada en el tratamiento 2 se obtuvo el máximo valor para este parámetro de calidad interna del huevo (Tabla 4). Además en el presente estudio se observa que con valores mayores a 2.61 g/Mcal la altura de albumen decrece en los demás tratamientos (Tabla 4) lo que indica que dicho valor sería limitante para la obtención de una máxima altura de albumen en gallinas Novogen Brown. Por otra parte dicho valor es semejante al obtenido por Ramalho (2012) quien recomendó una relación de 2.38 g/Mcal para obtener un valor máximo de este parámetro de calidad.

Asimismo la relación treonina:lisina de 0.72 obtenida en el tratamiento 2 permitió obtener el valor máximo para la altura de albumen (Tabla 4), lo que sugiere que este valor podría ser el adecuado para obtener una calidad adecuada del albumen en huevos frescos de gallinas Novogen Brown. Dicho resultado es semejante al obtenido por Da Rocha *et al.* (2013) quienes sugirieron un valor de 0.70 para obtener un mayor valor para la altura de albumen en huevos de ponedoras Hy line W-36.

#### **4.3.3.2. Altura de albumen en huevos de 7 y 14 días.**

En la Tabla 5 se observan los resultados para la altura de albumen. Con los niveles de treonina utilizados en el presente estudio no se obtuvieron diferencias significativas para este parámetro de calidad interna ( $P > 0.05$ ) en ambos periodos evaluados (Tabla 5). Sin embargo cabe destacar que los tratamientos 2, 3 y 4 (0.73, 0.83 y 0.93 por ciento de treonina respectivamente) presentaron mejor conservación de la altura de albumen en

ambos periodos que el tratamiento control (0.63 por ciento de treonina). Por otra parte el tratamiento 3, el cual contenía 0.83 por ciento de treonina y 0.2 por ciento de L-treonina, obtuvo el mayor valor para la altura de albumen en ambos periodos (Tabla 5); además se observa que niveles de treonina superiores o inferiores al del tratamiento 3 provocan una disminución de la altura del albumen (Tabla 5), por lo que dicho nivel sería el adecuado para conservar la calidad del albumen. De la misma forma, Carranco-Jáuregui *et al.* (2006) tampoco encontraron diferencias significativas al evaluar niveles de treonina en huevos de gallinas Leghorn.

El mayor valor para este parámetro se obtuvo a los 7 días de almacenaje decayendo a los 14 días (Tabla 5); esto se debe a que la temperatura ambiental sobrepasó los 25 °C (Anexo 10) lo que produjo pérdida de agua y CO<sub>2</sub> en el huevo alterando el pH del albumen denso y su estructura proteica lo que resulta en un aumento del albumen acuoso por lo que la altura del albumen denso disminuye; dicho efecto se incrementa cuando aumenta el tiempo de almacenaje del huevo (Lagos, 1969; Inca, 2016; Sauveur, 1993; Corona, 2013).

En la presente investigación se observa que la relación treonina:energía de 2.96 g/Mcal que fue obtenida en el tratamiento 3, permitió una mejor conservación de la calidad del albumen en los periodos evaluados (Tabla 5). Además en huevos almacenados durante 14 días se observa que las dietas con niveles mayores o menores a 2.96 g/Mcal producían huevos con menor calidad de albumen; esto indicaría que dicho valor para la relación treonina:energía es limitante para mantener la calidad del albumen durante los periodos de tiempo estudiados.

Del mismo modo la relación treonina:lisina de 0.92 que se observó en el tratamiento 3 resultó ser la más adecuada para conservar la calidad del albumen que los demás tratamientos incluido el control (Tabla 5); dicho valor es mayor al encontrado por Barbosa *et al.* (2017), quienes recomendaron una relación treonina:lisina de 0.8 al evaluar 4 niveles de treonina en gallinas Hy line W-36. Sin embargo los niveles de treonina y lisina usados en el estudio de Barbosa *et al.* (2017) eran inferiores a los utilizados en la presente investigación razón por la cual disminuye el valor de dicha relación en el estudio de Barbosa *et al.* (2017).

#### **4.3.4. Altura de yema.**

##### **4.3.4.1. Altura de yema en huevos frescos.**

Los resultados para altura de yema se muestran en la Tabla 4. Los niveles de treonina utilizados en el presente estudio no produjeron diferencias significativas para este parámetro de calidad interna ( $P > 0.05$ ). Sin embargo se observa que los tratamientos 2 y 4 (0.73 y 0.93 por ciento de treonina) presentaron mayores valores para este parámetro que el tratamiento control (0.63 por ciento de treonina) mientras que el tratamiento 3 (0.83 por ciento de treonina) presentó un menor valor que el tratamiento control. Así mismo Cupertino *et al.* (2010) tampoco encontraron diferencias significativas al evaluar el efecto de 5 niveles de treonina en ponedoras Lohmann.

La relación treonina:energía de 3.32 g/Mcal que se presentó en el tratamiento 4 permitió obtener el mayor valor para este parámetro de calidad interna superando a los demás tratamientos incluido el control (Tabla 4). Dicho valor es mayor al obtenido por Tenesa *et al.* (2016), quienes recomendaron una relación de 2.31 g/Mcal para maximizar la altura de yema en gallinas Hisex Brown. Esta diferencia de valores podría deberse a que los niveles de treonina utilizados en el estudio de Tenesa *et al.* (2016) fueron inferiores a los utilizados en el presente estudio, por lo que el aporte energético proveniente del metabolismo de la treonina fue menor en dicho estudio lo que a su vez disminuye la relación treonina:energía (Bertechini, 2012).

Asimismo la relación treonina:lisina necesaria para maximizar la altura de yema fue de 1.03, siendo esta relación la máxima entre todos los tratamientos y que fue obtenida en el tratamiento 4 (Tabla 4). Este valor difiere del obtenido por Dos Santos *et al.*<sub>b</sub> (2013) quienes recomendaron una relación de 0.77. Sin embargo en el presente estudio los valores para este parámetro fueron mayores que los obtenidos por Dos Santos *et al.*<sub>b</sub> (2013) lo que se debería a que el aporte de ambos aminoácidos esenciales fue mayor en la presente investigación que en el estudio de Dos Santos *et al.*<sub>b</sub> (2013). Dicho aporte extra de estos aminoácidos implicaría una mayor deposición de estos nutrientes en la estructura proteica de la yema lo que implica una mayor calidad y altura de dicha estructura (Lesson y Summers, 2001).

#### **4.3.4.2. Altura de yema en huevos de 7 y 14 días.**

Los resultados para altura de yema en huevos almacenados durante 7 y 14 días se observan en la Tabla 5. Los niveles de treonina utilizados en el presente estudio no produjeron diferencias significativas para la altura de yema en huevos almacenados durante 7 y 14 días ( $P > 0.05$ ). Sin embargo se observa que los tratamientos que incluyeron L-treonina conservaron mejor la altura de yema que el tratamiento control (Tabla 5), lo que se debería a que la treonina es un componente esencial de la estructura proteica de la yema de la cual depende la integridad de la yema, por lo que una mayor disponibilidad de este aminoácido en la dieta a partir de la suplementación con L-treonina permitió una mejor conservación de dicha estructura (Leeson y Summers, 2001; Martínez-Amezcuca, *et al.* 1999). Asimismo Bartolomeu *et al.* (2014) tampoco hallaron diferencias significativas al evaluar dietas con 5 niveles de treonina en gallinas Shaver Brown.

También se observa que existe una disminución de la altura de la yema conforme se incrementa el tiempo de almacenaje del huevo (Tabla 5), tanto en el tratamiento control como en los demás tratamientos, lo cual es un efecto normal ya que el tiempo transcurrido desde la puesta influye directamente sobre este parámetro de calidad debido a la pérdida de resistencia de la membrana vitelina que rodea a la yema lo que da como consecuencia inmediata el aplanamiento y derrumbe de la yema de huevo. Cabe destacar que dichos efectos aumentan conforme se incrementa el tiempo de almacenaje del huevo (Pipicano, 2015; Buxade, 2000).

Por otra parte se observa que en ambos periodos de almacenamiento el tratamiento 3, el cual contenía 0.83 por ciento de treonina, obtuvo el máximo valor para este parámetro de calidad observándose que niveles superiores o inferiores de treonina producían menores valores para la altura de yema (Tabla 5). En cuanto a la relación treonina:energía, en el presente estudio el valor óptimo para conservar mejor la altura de la yema se dio con una relación de 2.96 g/Mcal obtenida en el tratamiento 3. Así mismo, en dicho tratamiento se obtuvo una relación treonina:lisina de 0.92 la cual conservó mejor la calidad de la yema en los periodos evaluados. Estos resultados sugieren que dicho nivel de treonina así como las relaciones de treonina:energía y treonina:lisina

obtenidas en el tratamiento 3 serían niveles limitantes para una mejor conservación de la altura de yema durante los periodos evaluados.

#### **4.3.5. Unidades Haugh.**

##### **4.3.5.1. Unidades Haugh en huevos frescos.**

Los resultados para las Unidades Haugh se muestran en la Tabla 4. Los niveles de treonina no produjeron diferencias significativas para las unidades Haugh en huevos frescos ( $P>0.05$ ). El mayor valor para este parámetro de calidad interna lo obtuvo el tratamiento 2, que contenía 0.73 por ciento de treonina (Tabla 4). Los resultados obtenidos podrían deberse a que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos para la altura de albumen, lo que influye en el valor de este parámetro ya que la calidad del albumen está altamente correlacionada con las unidades Haugh (Buxade, 2000; Inca, 2016; Eisen *et al.* 1962). Dos Santos *et al.* (2013), al evaluar el efecto de 6 niveles de treonina en ponedoras ISA Brown, tampoco encontraron diferencias significativas para las unidades Haugh.

Azzam *et al.* (2011) obtuvieron un valor máximo para las unidades Haugh con 0.67 por ciento de treonina. Sin embargo en el presente estudio el mayor valor para las unidades Haugh fue de 89.86 (Tabla 4), lo cual es mayor al obtenido por Azzam *et al.* (2011) quienes hallaron un valor de 77.65; esto sugiere que el nivel de treonina del tratamiento 2 sería más adecuado que el recomendado por Azzam *et al.* (2011) para maximizar el valor de las unidades Haugh.

En el presente estudio la relación treonina:energía obtenida para maximizar las unidades Haugh fue de 2.61 g/Mcal la cual se obtuvo en el tratamiento 2 (Tabla 4); además se observa que niveles mayores o menores a 2.61 g/Mcal produjeron resultados menores para las unidades Haugh (Tabla 4), por lo que dicho nivel sería el idóneo para maximizar este parámetro de calidad interna. Por otra parte dicho valor es cercano al obtenido por Tenesa *et al.* (2017) quienes recomendaron una relación de 2.31 g/Mcal para obtener un valor máximo de las unidades Haugh.

En cuanto a la relación treonina:lisina, el valor que se obtuvo para maximizar las unidades Haugh fue de 0.81 la cual se dio en el tratamiento 2 mientras que en los demás tratamientos incluidos el control el valor para las Unidades Haugh resulto ser menor (Tabla 4). Cabe destacar que el valor de dicha relación que se obtuvo en el presente estudio es semejante al presentado en la investigación Schmidt *et al.* (2011) quien recomendó un valor de 0.80 para las unidades Haugh en huevos de ponedoras Lohmann, por lo que la relación treonina lisina obtenida en el presente estudio sería adecuada para gallinas Novogen Brown.

#### **4.3.5.2. Unidades Haugh para huevos de 7 y 14 días.**

Los resultados para las Unidades Haugh en huevos almacenados 7 y 14 días se muestran en la Tabla 5. Los niveles de treonina usados en la presente investigación no produjeron diferencias significativas para las unidades Haugh ( $P>0.05$ ). Sin embargo pese a no haber diferencias estadísticas, los tratamientos 2, 3 y 4 conservaron mejor las unidades Haugh que el tratamiento control (0.63 por ciento de treonina) durante los periodos de almacenamiento evaluados (Tabla 5), lo que se debería a que la altura del albumen obtenido por dichos tratamientos fueron mayores al que se obtuvo en el tratamiento control (Tabla 5), lo cual influye en las unidades Haugh ya que este parámetro se halla en estrecha relación con la altura del albumen (Periago, 2010; Wang, *et al.* 2015).

El valor máximo para este parámetro en ambos periodos fue obtenido por los tratamientos 3 y 4 (Tabla 5) los cuales contenían 0.83 y 0.93 por ciento de treonina respectivamente. Además se observa que el valor de este parámetro decrece al aumentar el tiempo de almacenaje (Tabla 5), tanto en el tratamiento control como en los demás tratamientos, lo cual se debería a la pérdida del albumen denso, efecto que se incrementa conforme aumenta el tiempo de almacenaje del huevo lo cual da como resultado una disminución de las unidades Haugh (Buxade, 2000).

Por otra parte, en el día 14 se observa que el valor de las unidades Haugh disminuye cuando la relación treonina:energía toma un valor mayor o menor a 2.96 g/Mcal (Tabla 5). Dicho efecto también se observa cuando la relación treonina:lisina toma un valor de 0.92 (Tabla 5), observándose una disminución de las unidades Haugh cuando dicha relación toma un valor mayor o menor a 0.92 (Tabla 5). Estos resultados sugieren que

dichos valores para las relaciones treonina energía y treonina lisina son limitantes para mantener las unidades Haugh en huevos almacenados 14 días.

#### **4.2. Retribución Económica.**

La retribución económica obtenida por kg. de huevo producido se muestra en la Tabla 6. Se observa que la mayor retribución económica fue obtenida por el tratamiento 1 (0 por ciento de L-treonina), obteniendo 1.94 S/ de ganancia, mientras que los otros tratamientos obtuvieron menor rentabilidad. El tratamiento 3 (0.2 por ciento de L-treonina) obtuvo la mayor retribución económica entre los tratamientos que incluyeron este aditivo nutricional, obteniendo 1.88 S/ por kg de huevo producido. Esto se debe a que el precio de la L-treonina usada en la formulación de las dietas eleva el costo por kg de alimento (Tabla 6) mientras que al no usarse este aditivo en el tratamiento 1 dicho costo disminuye lo que permite una mayor retribución económica.

**Tabla 6: Retribución económica del alimento.**

	<b>TRATAMIENTOS</b>			
<b>INGRESOS</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Masa de huevo, (kg)	233.17	227.41	235.12	230.53
Precio kg de huevo, (S/kg)	5.00	5.00	5.00	5.00
<b>TOTAL DE INGRESOS (S/.)</b>	<b>1165.85</b>	<b>1137.05</b>	<b>1175.6</b>	<b>1152.65</b>
<b>EGRESOS</b>				
Consumo total de alimento (Kg)	463.9	469.39	468.41	462.6
Costo por Kg. de alimento (S/.)	1.538	1.552	1.564	1.574
<b>TOTAL DE EGRESOS (S/.)</b>	<b>713.48</b>	<b>728.49</b>	<b>732.59</b>	<b>728.13</b>
Costo de producción por Kg (S/.)	3.06	3.20	3.12	3.16
Retribución Económica por Kg.(S/.)	1.94	1.79	1.88	1.84
<b>Retribución Económica (S/.)</b>	<b>452.37</b>	<b>408.56</b>	<b>443.01</b>	<b>424.52</b>
<b>Retribución Económica (%)</b>	<b>100.00</b>	<b>90.32</b>	<b>97.93</b>	<b>93.84</b>

## V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se desarrolló el experimento y en función de los resultados obtenidos, pueden establecerse las siguientes conclusiones:

1. La inclusión de niveles de treonina superiores a 0.63 por ciento no permitió obtener mejoras significativas en parámetros como postura y masa de huevo.
2. La ganancia de peso en gallinas ponedoras Novogen Brown se vio influenciada significativamente al utilizar niveles de treonina mayores al tratamiento control.
3. La pigmentación de yema se vio influenciada significativamente por los niveles de treonina utilizados durante los periodos de almacenamiento.
4. Los niveles de treonina mayores a los del tratamiento control (0.63 por ciento de treonina) permitieron obtener una mejor conservación de la calidad interna del huevo en los períodos de almacenamiento evaluados.
5. Los tratamientos que incluyeron a la L-treonina en la dieta produjeron una menor retribución económica que el tratamiento control.

## **VI. RECOMENDACIONES**

En relación a los resultados obtenidos, se pueden establecer las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda incluir niveles de 0.93 por ciento de treonina en dietas para gallinas de postura con el fin de mantener la pigmentación de huevos frescos y almacenados.
2. Es recomendable utilizar un nivel de 0.83 por ciento de treonina para obtener mejoras en la postura y masa de huevo.
3. Se recomienda evaluar la inclusión de niveles de treonina superiores a los recomendados en dietas para gallinas mayores a 40 semanas de edad y observar el efecto en los parámetros productivos y en la calidad interna del huevo.

## VII. BIBLIOGRAFIA

ABDEL-WARETH, A.A.; ESMAIL, Z.S.H. 2014. Some productive, egg quality and serum metabolic profile responses due to L-threonine supplementation to laying hen diets. *Asian Journal of Poultry Science*. 8(3): 75-81.

ANDRIGUETTO, L. J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; SIDNEY, J.; ALVES, G.; BONA, A. 1990. *Nutrição Animal: bases e fundamentos*. 4 ed. BR. Editorial Nobel. 387 p.

AUSTIC, R.E.; NESHEIM, M.C. 1994 *Producción Avícola*. 13 ed. MX. Editorial Manual Moderno. 395 p.

AZZAM, M.M.; DONG, X.Y.; XIE, P.; WANG, C.; ZOU, T.X. 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. *Poultry Science Association*. 20: 361-370.

BARBOSA, L.M.; DA COSTA, P.R. L.; LOPES, L.G.S.; DE FREITAS, P.V.D.; DE ALMEIDA, M. B.; MODESTO, K.P. 2017. Digestible threonine:lysine ratios for light laying hens from 29 to 45 weeks. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 12(2):256-260.

BARTOLOMEU, A.M.A.; VIANNA, N.R.; GARCIA, V.C.; ENDO, T.S.; OSHIRO, V.V.; SANTOS, B.R.; POLESE, C. 2014. Níveis nutricionais de treonina digestível para poedeiras semipesadas de 75 a 90 semanas de idade. *Semina: Ciências Agrárias*. 35(6): 3449-3456.

BASURTO, B.O.F. 1999. Efecto de tres niveles de proteína sobre los parámetros productivos y reproductivos de gallinas Isabrown apareadas con machos Ross. Tesis para optar por el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 89 p.

BERTECHINI, G.A. 2003. Mitos e verdades sobre o ovo de consumo. Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia. Campinas. 19-26 p.

BERTECHINI, G. A. 2012. Niveles de proteína y aminoácidos en avicultura. Universidad Federal de Lavras, Brasil. 5p.

BISINOTO, K.S.; BERTO, D.A.; CALDARA, F.R. 2007. Relação treonina: lisina para leitões de 6 a 11kg de peso vivo em rações formuladas com base no conceito de proteína ideal. *Ciência Rural*, Santa María. 37(6):1740-1745.

BONDI, A.A. 1989. *Nutrición Animal*. Ed. rev. Zaragoza, ES. Editorial Acribia. 261 p.

BREGENDAHL, K.; ROBERTS, S.A.; KERR, B.; HOEHLER, D. 2008. Ideal Ratios of Isoleucine, Methionine, Methionine Plus Cystine, Threonine, Tryptophan, and Valine Relative to Lysine for White Leghorn-Type Laying Hens of Twenty-Eight to Thirty-Four Weeks of Age. *Poultry Science* 87:744–758.

BUXADÉ, C.C. 2000. *La gallina ponedora, sistemas de explotación y técnicas de producción*. 2 ed. Mundi-Prensa, ES. 639 p.

CAMPABADAL, H.C.M. 1995. Consideraciones nutricionales en la formulación y alimentación de gallinas para postura aplicadas a la explotación de huevos en Centro America. Universidad de Costa Rica. 15 p.

CAMPOS, A.; SALGUERO, S.; ALBINO, L.; ROSTAGNO, H. 2008. Aminoácidos en la nutrición de pollos de engorde: Proteína ideal. Congreso del Colegio Latino-Americano de Nutrición Animal. México. 16 p.

CARRANCO-JÁUREGUI, M.E.; SANGINÉS-GARCÍA, L.; MORALES-BARRERA, E.; CARRILLO-DOMÍNGUEZ, S.; ÁVILA-GONZÁLEZ, E.; FUENTE-MARTÍNEZ, B.; RAMÍREZ-POBLANO, M.; PÉREZ-GIL, R. F. 2006. Shrimp Head Meal in Laying Hen Rations and Its Effects on Fresh and Stored Egg Quality. *Asociación Interciencia Caracas, Venezuela*. 31(11): 822-827.

CASTAÑON, C.F. 1984. Estudio recapitulativo de la nutrición nitrogenada en las aves. México DF. 565p.

CCOICCA, C.N. 2009. Efecto de la utilización de carbonato de calcio fino o granulado en dietas de gallinas ponedoras sobre el espesor de la cascara y el comportamiento

productivo. Tesis para optar por el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 68 p.

CHURCH, D.C.; POND, W.G.; POND, W.G. 2010. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2 ed. Balderas, MX. Editorial Limusa. 635 p.

CISNEROS, F. 2015. La salud de las aves influencia la deposición de carotenoides en la yema de huevo. DSM Animal Nutrition. 8p.

COON, C.; ZHANG, B.1999. Ideal amino acid profile for layers examined. Feedstuffs 71(14):13–15, 31.

CORONA, J.L. 2013. Efecto del estrés calórico sobre la fisiología y calidad del huevo en gallinas ponedoras. Revista electrónica de Veterinaria. 14(7).

CRAIG, C. 2004. The Ideal Amino Acid Requirements and Profile for Broilers, Layers, and Broiler Breeders. Proceedings of St. Petersburg Fedd and Nutrition Conference. The American Soybean Asociation, 1-34 pp.

CUCA, M.G. 2005. Estudios recientes con calcio en gallinas de postura. Programa de Ganadería. Colegio de posgraduados. Montecillo, México. 7 p.

CUNNINGHAM, J.G.; KLEIN, B.G. 2009. Fisiología Veterinaria. 4 ed. Barcelona, ES. Elsevier. 700 p.

CUPERTINO, E.S.; CEZAR, P.G.; VARGAS, J.G.; TEIXEIRA, A.L.F.; SCHMIDT, M.; CARVALHO, H.M. 2010. Níveis nutricionais de treonina digestível para poedeiras comerciais durante o segundo ciclo de postura. Revista Brasileira de Zootecnia. 39(9): 1993-1998.

DA ROCHA, T.C.; GOMES, P.C.; LOPES, D.J.; ROSTAGNO, H.S.; DE CARVALHO, M.H.; NASCIMENTO, C.L.R.; TRONI, A.R. 2013. Digestible threonine to lysine ratio in diets for laying hens aged 24-40 weeks. Revista Brasileira de Zootecnia. 42(12): (879-884)

DE BLAS, C.; GARCIA, A.I.; CARABAÑO, R. 2004. Necesidades de treonina en animales monogástricos. 1ed. Universidad Politécnica de Madrid, ES. 16 p.

DOS SANTOS, A.L.; CALLEJO, A.; NICODEMUS, M.J.; VILLAMIDE, M.J.; GUTIÉRREZ, A.; BUXADE, C. 2013 (a). Exigencia nutricional de treonina digestible para gallinas ponedoras durante el periodo de 55 a 61 semanas de edad.1.Nivel de producción. 50 Congreso Científico de Avicultura. España. 5p.

DOS SANTOS, A.L.; CALLEJO, A.; NICODEMUS, M.J.; VILLAMIDE, M.J.; GUTIÉRREZ, D.; BUXADE, C. 2013 (b). Exigencia nutricional de treonina digestible para gallinas ponedoras durante el periodo de 55 a 61 semanas de edad.2. Clasificación comercial y calidad de huevo. 50 Congreso Científico de Avicultura. España. 7p.

EISEN, E.J.; BOHREN, B.B.; MC KEAN, H.E. 1962. The Haugh units as a measure of egg albumen quality. Poultry Sci. 41: 1461-1468.

ESCALANTE, D.A.V. 2011. Evaluación de calcio y fosforo fino y grueso en la dieta de gallinas ponedoras en dos frecuencias de suministro sobre la calidad de huevo. Tesis para optar por el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 53 p.

ESCOBAR, A.A.V. 1998. Efecto del nivel de L-treonina en dietas para gallinas de postura comercial durante el periodo de la semana 33 a la semana 41 de edad. Tesis para optar por el título de licenciada en Zootecnia. Universidad de San Carlos de Guatemala. 32 p.

ESMAIL, Z.S.H. y ABDEL-WARETH, A.A. 2013. Effect of L-threonine supplementation on performance and egg quality characteristics of laying hens. Eggmeat symposium, 15-19 September. Bergamo, Italy.

FARIA, D.E.; HARMS, R.H.; RUSSELL, G.B. 2002. Threonine requirement of commercial laying hens fed a corn-soybean meal diet. Poultry Science. 81: 809-814.

FERNANDEZ, R.S.; AOYAGI, S.; HAN, Y. 1994. Limiting order of amino acid in corn and soybean cereal for growth of the chick. Poultry Science. 73: 1887-1896.

FIGUEIREDO, G.O.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J.; RODRIGUES, P.B.; BRITO, J.Á.G.; CASTRO, S.F. 2012. Performance and egg quality of laying hens fed with dietary levels of digestible lysine and threonine. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 64 :743-750.

FUENTE-MARTÍNEZ, B.; MENDOZA-MARTÍNEZ, G.D.; ARCE-MENOCAL, J.; LÓPEZ-COELLO, C.; AVILA-GONZÁLEZ, E. 2012. Respuesta productiva de gallinas a dietas con diferentes niveles de proteína. Arch. Med Vet. 44: 67-74.

GALLARDO, C.; SALVADOR, E. 2016. Efecto de los niveles de aminoácidos azufrados sobre la calidad del huevo en gallinas de postura en el primer ciclo de producción. Rev. Electrón. Vet. 17(19):1-11.

GIL, H.A.; SÁNCHEZ, C.F. 2010. Bases Fisiológicas y Bioquímicas de la Nutrición. 2 ed. Madrid, España. Editorial Médica Panamericana. 992 p.

GILBERT, A.B.; PEDDIE, J.; MITCHELL, G.G.; TEAGUE, P.W. 1981. The egg laying response of the domestic hen to variation in dietary calcium. British Poultry Science. 22:537-548.

GOMEZ, S.; ANGELES, M. 2009. Effect of threonine and methionine levels in the diet of laying hens in the second cycle of production. Journal Applied Poultry Research. 18: 452-457.

HARMS, R.H.; IVEY, E. J. 1992. An evaluation of the protein and lysine requirement for broiler breeder hens. J. Appl. Poultry. Res. 1:308-314.

HAN, K.I.; LEE, J.H. 2000. The role of synthetic amino acids in monogastric animal production. Institute of animal science and technology Asian-Aus. J. Anim. Sci. 13(4): 543-560.

HARPER, H.; MURRAY, R.K.; BENDER, D.A.; BOTHAM, K.M.; KENNELLY, P.J.; RODWELL, V.W.; WEIL, P.A. 2013. Bioquímica Ilustrada. 29 ed. México, Mc Graw-Hill. 816p.

HUYGHEBAERT, G.; BUTLER, E.A. 1991. Optimum threonine requirement of laying hens. Br. Poult. Sci. 32:575–582.

INCA, M.J.S. 2016. Validación de ecuaciones de predicción de la calidad de huevo en gallinas de última fase productiva. Tesis para optar por el título de Magister Scientiae en Nutrición. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 274 p.

ISHIBASHI, T.; OGAWA, Y.; ITOH, T.; FUJIMURA, S.; KOIDE, K.; WATANABE, R. 1998. Threonine requirements of laying hens. Poult. Sci. 77:998–1002.

- KIDD, M.T.; KERR, B.J. 1996. L-threonine for poultry: A Review. *Applied Poultry Science*. 5(4): 358-367.
- KORELESKI, J.; SWIATKIEWICZ, S. 2010. Effect of methionine and energy level in high protein organic diets fed to laying hens. *Anim. Sci.* 10(1):83- 91.
- KOELKEBECK, K.W.; BAKER, D.H.; HAN, Y.; PARSONS, C.M. 1991. Research note: Effect of excess lysine, methionine, threonine, or tryptophan on production performance of laying hens. *Poultry Sci.* 70(7): 1651-3.
- LAGOS, E.M.I. 1969. Calidad de los huevos mercadeados durante el verano en Lima III: Gradiente de pérdida de la calidad interior. Tesis para optar por el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 120 p.
- LEANDRO, N.S.M.; BORGES, H.A.; STRINGHINI, J.H.; BARCELLOS, C.M.; ANDRADE, M.A.; CARVALHO, B. F. 2004. Aspectos de qualidade interna e externa de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na região de Goiânia. *Ciencia Animal Brasileira*. 6(2): 71-78.
- LEHNINGER, L.A.; NELSON, D.L.; COX, M.M. 2005. *Principios de Bioquímica*. 4 ed. México D.F. Ediciones Omega. 1232 p.
- LEESON, S.; CASTON, L.J. 1996. Response of immature Leghorn pullets to low-protein amino acid fortified diets at 18 or 30 °C. *J. Appl. Poult. Res.* 5: 155-160.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. 2001. *Nutrition of the chicken*. 4. ed. Guelph: University Books. 591p.
- LOW, A.G. 1980. Nutrient Absorption in pigs. *Journal Sci. Food Agric.* 31, 1087-1130.
- MAYNARD, L.A. 1989. *Nutrición Animal*. Trat. Ortega Said. 7 ed. Mexico DF. Prensa Técnica. 627 p.
- MARQUES, P.S.; TEIXEIRA, A.L.F.; GOMES, P.C.; DA SILVA, V.G.; APARECIDA, D.E.; ALVES, W.L. 2016. Relação treonina: lisina digestíveis em rações com baixo nível de proteína bruta para galinhas poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade. *Ciência Rural*. 46 (12): 229-2234.

- MARTÍNEZ-AMEZCUA, A.C.; LAPARRA-VEGA, J.L.; AVILA-GONZALES, E.; KIDD, M.T. 1999. Dietary L-Threonine Responses in Laying Hens. *Poultry Science*. 8:236-241.
- MC DONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D.; MORGAN, C.A. 1999. *Nutrición Animal*. Acribia. Zaragoza, ES. 576 p.
- MILES, R.D. 1994. Consequences of growing underweight commercial egg-type pullets. *Proc. Latin American Animal Nutrition Center. Poultry Course*. 15 p.
- MOHAMMADI, G.M.; FOROUDI, F.; SHAD, G. 2010. Effect of using L-Threonine and reducing dietary levels of crude protein on egg production in layers. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 1(1): 65-68.
- MORAES, S.L.; GOMEZ, P.C.; CECON, P.R.; ROSTAGNO, H.S.; D'AGOSTINI, P. 2007. Exigência nutricional de treonina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 36(6): 1846-1853.
- MOUSAVI, S. N.; Khalaji, S.; GHASEMI-JIRDEHI, A.; FAROUDI, F. 2013. Investigation on the effects of dietary protein reduction with constant ratio of digestible sulfur amino acids and threonine to lysine on performance, egg quality and protein retention in two strains of laying hens. *Ital. J. Anim. Sci.* 12:9-15.
- NAGLE, T.; SINGH, D.N.; EVANS, M.; TRAPPETT, P.C. 2005. Economics of energy requirements for layer strains. *Aust. Poult. Sci. Symp.*
- NARVÁEZ-SOLARTE, W.V.; ROSTAGNO, H.S.; SOARES, P.R. 2005. Nutritional requirements in methionine + cystine for white-egg laying hens during the first cycle of production. *Int. J. Poult. Sci.* 4(12): 965-968.
- NOGUEIRA, E.; LUCIANO, S.; GOULART, C.; PERAZZO, C.F.; PESSOA, J. 2012. Aminoácidos en la nutrición de pollos de engorde (en línea). Consultado 27 marzo 2017. Disponible en [www.lisina.com.br/Nutricao](http://www.lisina.com.br/Nutricao).
- NORTH, M.O.; BELL, D.D. 1993. *Manual de Producción Avícola*. 3 ed. México DF. El Manual Moderno. 829 p.
- NRC (National Research Council, US).1994. *Nutrients Requeriments of Poultry*. 9 ed. National Academy Press, Washington DC. 180 p.

OSPINA, R.I.C.; EIKO, M.A.; CORINA, F.J.; PICOLI, K.P.; BAPTISTA, B.M.J. 2015. Suplementação de triptofano, treonina e isoleucina em dietas com baixo nível protéico para poedeiras comerciais. *Semina Ciências Agrárias*. 36(3): 1735-1744.

PASTORE, S.M.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, W. P.; SILVA, E.A.; VIANA, G.; MENDES, M. F. A.; ALVES, W. J.; IGLESIAS, E. 2016. Relação treonina: lisina digestíveis na dieta de poedeiras leves de 42 a 58 semanas de idade. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, Salvador. 17(3): 438-447.

PERIAGO, J. 2010. Higiene, Inspección y Control de Huevos de Consumo. HICA. Universidad de Murcia.

PIPICANO, M.D.I. 2015. Efecto en pigmentación, calidad de huevo y rendimiento productivo del reemplazo de la proteína de torta de soja por proteína de harina de cangrejo de río (*Procambarus clarkii*) en la dieta de gallinas semipesadas (51 a 63 semanas de edad). Tesis para optar por el grado de Master en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia. 129 p.

QUISHPE, S.G.J. 2006 Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura. Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura. Zamorano, Honduras. 38 p.

RAMALHO, D. M. 2012. Exigências nutricionais de treonina e triptofano para codornas japonesas e galinhas poedeiras leves em postura. Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia. Universidade Federal da Paraíba. Brasil. 68 p.

REYNOLDS, N.P. 2005. The impact of supplemental l-threonine in laying hen diets on egg component yield, composition, and functionality. Ph. D. Thesis. Texas, Texas University. 73 p.

ROJAS, R.E.; AVILA, G.E. 1992. Suplementación de treonina a dietas bajas en proteína para gallinas y su efecto sobre el peso del huevo. *Revista Técnica Pecuaria de México*. 30(1): 41-44.

ROSELÍ, V.S.; RUBENS, S.P.; SANTIAGO, R.H.; DE ALMEIDA, M.; TEIXEIRA, L.; QUINTÃO, L.G.R.; DE CASTRO G.C.; KILL, J.L. 2000. Determinação da

Exigência Nutricional de Treonina para Poedeiras Leves e Semipesadas. Revista brasileira de zootecnia. 29(2):518-524.

SALVADOR, T.E.; GUEVARA, V. 2013. Desarrollo y validación de un modelo de predicción del requerimiento óptimo de aminoácidos esenciales y del comportamiento productivo en ponedoras comerciales. Revista de Investigación Veterinaria del Perú. 24(3): 264-276

SALVADOR, E.; AGUIRRE, F.; CUTIRI, F.; CHUQUISPUMA, D.; GALLARDO, C. 2017. Efecto del nivel de energía metabolizable de la dieta sobre el comportamiento productivo y económico de gallinas de postura en la fase final del ciclo de postura. Departamento Académico de Producción Animal de la FMVZ- U.N.ICA (Documento en línea). Disponible en: <http://www.actualidadavipecuaria.com>.

SAUVEUR, B. 1993. El huevo para consumo: bases productivas. Instituto de Investigaciones Avícolas. Mundi Prensa. Barcelona, ES. 401 p.

SCHMIDT, M.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; NUNES, R. V.; CUPERTINO, S. E. 2010. Exigências nutricionais de treonina digestível para poedeiras semipesadas no segundo ciclo de produção. Revista Brasileira de Zootecnia. 39(5): 1099-1104.

SCHUTTE, J. B. 1998. The ideal amino acid profile for laying hens and broiler chicks. Arkansas Nutrition Conference, Fayetteville. 6 p.

TAVERNARI, F.; SALGUERO, S.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H. 2008. Nutrición, patología y fisiología digestiva en pollos: Aspectos prácticos. Memorias de XXIV Curso de especialización FEDNA. España, Madrid. 31-45 p.

TENESA, M.; LOH, T. C.; FOO, H. L.; SAMSUDIN, A. A.; MOHAMAD, R.; RAHA, A. R. 2016. Effects of Feeding Different Levels of Low Crude Protein Diets with Different Levels of Amino Acids Supplementation on Layer Hen Performance. Pertanika J. Trop. Agric. Sci. 39 (4): 543 – 555.

VALERIO, S.R.; SOARES, P.R.; ROSTAGNO, H.S. 2000. Exigência nutricional de treonina para poedeiras leves e semipesadas. Revista Brasileira de Zootecnia. 29 (2): 518-524.

VELDKAM, T.; KWAKKEL, R.P.; FERKET, P.R.; VERSTEGEN, M.W.A. 2005. Groth responses to dietary energy and lysine and low ambient temperature in male turkeys. *Poult. Sci.* 84(2):273–282.

VIANNA, N. R.; BARTOLOMEU, A.M.A.; ENDO, T.S.; EIKO, M.A.; DE SOUZA, C.; ELISA S.; POLESE, C. 2015. Exigência nutricional de treonina digestível para poedeiras semipesadas de 50 a 66 semanas de idade. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina.* 36(6): 3877-3886.

WANG, X.; WU, S.; ZHANG, H.; YUE, H.; QI, G.; LI, J. 2015. Effect of dietary protein sources and storage temperatures on egg internal quality of stored shell eggs. *Chinese Association of Animal Science and Veterinary Medicine. Animal Nutrition.* (1): 299-304.

ZOLLITSCH, W.; JEME, K.; LESKE, K.; COON, C. 1993. Utilización de aminoácidos cristalinos en dietas de gallinas ponedoras. Quinto ciclo de conferencias sobre aminoácidos sintéticos. *FERMEX, México D.F.* 36 p.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1: Porcentaje de postura semanal.

Tratamiento	Semana											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>T1R1</b>	92.86	97.62	95.24	92.86	90.48	95.24	90.48	92.86	92.86	95.24	92.86	85.71
<b>T1R2</b>	97.62	95.24	90.48	97.62	95.24	88.10	97.62	85.71	92.86	92.86	90.48	95.24
<b>T1R3</b>	88.10	92.86	88.10	92.86	95.24	88.10	90.48	90.48	88.10	88.10	95.24	88.10
<b>T1R4</b>	97.62	90.48	92.86	90.48	92.86	92.86	95.24	97.62	97.62	92.86	97.62	90.48
<b>T1R5</b>	83.33	92.86	90.48	90.48	85.71	95.24	88.10	71.43	80.95	88.10	95.24	90.48
<b>T1R6</b>	90.48	90.48	97.62	92.86	92.86	88.10	95.24	92.86	85.71	88.10	95.24	90.48
<b>T1R7</b>	88.10	92.86	90.48	85.71	90.48	90.48	90.48	85.71	92.86	90.48	95.24	88.10
<b>T1R8</b>	83.33	88.10	90.48	88.10	90.48	92.86	95.24	95.24	95.24	85.71	97.62	97.62
<b>T2R1</b>	85.71	83.33	88.10	92.86	92.86	92.86	83.33	88.10	80.95	85.71	90.48	95.24
<b>T2R2</b>	88.10	90.48	83.33	78.57	95.24	88.10	83.33	95.24	92.86	90.48	97.62	97.62
<b>T2R3</b>	85.71	95.24	92.86	90.48	97.62	95.24	97.62	95.24	88.10	88.10	95.24	95.24
<b>T2R4</b>	95.24	92.86	92.86	90.48	95.24	92.86	97.62	83.33	92.86	90.48	88.10	95.24
<b>T2R5</b>	90.48	97.62	85.71	92.86	92.86	95.24	97.62	90.48	97.62	97.62	92.86	97.62
<b>T2R6</b>	88.10	88.10	92.86	90.48	95.24	92.86	90.48	97.62	85.71	95.24	90.48	88.10
<b>T2R7</b>	90.48	90.48	88.10	73.81	85.71	80.95	78.57	83.33	73.81	83.33	88.10	80.95
<b>T2R8</b>	90.48	90.48	95.24	90.48	80.95	78.57	92.86	95.24	83.33	97.62	78.57	90.48
<b>T3R1</b>	90.48	95.24	95.24	92.86	95.24	92.86	90.48	92.86	85.71	88.10	97.62	95.24
<b>T3R2</b>	92.86	97.62	95.24	88.10	97.62	90.48	95.24	90.48	90.48	95.24	85.71	92.86
<b>T3R3</b>	85.71	92.86	95.24	90.48	92.86	90.48	90.48	97.62	95.24	92.86	95.24	92.86
<b>T3R4</b>	90.48	97.62	95.24	95.24	88.10	92.86	97.62	95.24	95.24	97.62	95.24	95.24
<b>T3R5</b>	88.10	90.48	88.10	92.86	92.86	92.86	92.86	92.86	90.48	95.24	97.62	92.86
<b>T3R6</b>	92.86	92.86	95.24	95.24	92.86	97.62	90.48	85.71	88.10	97.62	95.24	95.24
<b>T3R7</b>	88.10	85.71	83.33	85.71	88.10	90.48	85.71	88.10	80.95	92.86	83.33	88.10
<b>T3R8</b>	95.24	95.24	95.24	95.24	92.86	95.24	92.86	95.24	88.10	90.48	90.48	95.24
<b>T4R1</b>	85.71	90.48	92.86	95.24	95.24	92.86	85.71	90.48	90.48	95.24	92.86	90.48
<b>T4R2</b>	83.33	90.48	95.24	97.62	88.10	92.86	92.86	92.86	85.71	83.33	85.71	85.71
<b>T4R3</b>	90.48	88.10	95.24	85.71	83.33	83.33	92.86	83.33	88.10	88.10	95.24	95.24
<b>T4R4</b>	85.71	88.10	85.71	85.71	90.48	88.10	92.86	83.33	85.71	88.10	83.33	95.24
<b>T4R5</b>	90.48	83.33	95.24	80.95	83.33	85.71	71.43	90.48	85.71	83.33	83.33	90.48
<b>T4R6</b>	88.10	95.24	95.24	92.86	95.24	97.62	88.10	88.10	92.86	92.86	95.24	92.86
<b>T4R7</b>	85.71	95.24	95.24	97.62	97.62	95.24	83.33	90.48	88.10	76.19	78.57	85.71
<b>T4R8</b>	85.71	90.48	95.24	92.86	95.24	85.71	90.48	95.24	90.48	83.33	92.86	92.86

## ANEXO 2: Peso Promedio de huevo.

Tratamiento	Semana											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>T1R1</b>	58.31	62.56	63.75	64.18	64.11	64.85	64.11	63.54	60.85	68.33	65.62	65.86
<b>T1R2</b>	61.85	61.80	63.16	60.98	67.80	63.32	62.83	62.00	63.51	63.51	69.47	65.40
<b>T1R3</b>	60.00	63.67	64.78	66.18	62.98	65.57	66.37	65.68	64.38	57.08	66.35	68.11
<b>T1R4</b>	60.73	61.76	62.08	62.61	65.31	61.90	62.23	64.29	62.34	64.00	65.10	66.39
<b>T1R5</b>	61.63	61.23	62.82	63.50	63.22	62.85	62.27	63.17	63.18	57.46	63.60	65.00
<b>T1R6</b>	60.39	62.61	63.24	63.56	62.90	62.27	64.65	63.56	68.08	62.30	64.33	65.61
<b>T1R7</b>	57.92	60.15	62.68	60.72	60.97	61.39	62.11	62.94	64.23	60.50	63.65	63.59
<b>T1R8</b>	61.66	62.03	62.34	62.24	61.66	62.64	62.33	62.25	60.95	67.31	63.41	64.17
<b>T2R1</b>	61.75	61.43	62.57	63.03	66.26	62.03	62.69	62.70	65.59	60.36	65.32	66.70
<b>T2R2</b>	59.16	59.55	61.74	59.97	62.45	61.19	61.09	59.18	65.18	65.55	62.88	63.95
<b>T2R3</b>	62.61	62.03	61.33	62.58	62.80	63.33	62.90	61.85	65.00	67.00	64.20	66.23
<b>T2R4</b>	65.60	63.10	63.72	62.63	62.90	63.10	62.59	64.49	61.90	68.37	65.08	65.18
<b>T2R5</b>	59.16	60.12	61.33	60.79	61.51	61.23	61.27	62.74	64.34	59.15	62.64	63.61
<b>T2R6</b>	59.57	64.24	64.69	65.74	64.98	65.10	63.82	59.63	63.11	63.10	66.13	67.03
<b>T2R7</b>	58.89	60.42	63.54	62.13	63.53	61.97	61.09	55.83	60.35	58.49	63.27	63.91
<b>T2R8</b>	59.71	62.08	62.83	62.87	62.79	60.70	60.72	59.15	62.23	54.44	65.58	63.87
<b>T3R1</b>	59.89	64.15	63.70	65.92	66.08	65.87	64.61	65.79	58.92	60.76	65.90	64.98
<b>T3R2</b>	64.28	62.17	66.45	62.51	63.34	65.32	63.28	64.55	61.18	56.35	64.86	65.44
<b>T3R3</b>	60.81	61.59	62.68	64.21	62.77	62.68	63.37	62.76	63.55	65.21	64.40	65.18
<b>T3R4</b>	59.26	63.59	64.20	63.55	62.89	62.64	62.63	60.30	66.10	59.59	71.00	65.40
<b>T3R5</b>	62.49	63.18	63.81	63.90	63.21	63.38	62.49	60.82	62.95	62.45	61.66	66.03
<b>T3R6</b>	58.59	60.23	62.78	62.48	64.38	63.37	63.11	62.75	63.00	56.73	63.70	65.80
<b>T3R7</b>	59.95	61.50	62.34	62.67	62.49	63.50	63.72	61.08	65.88	56.51	64.09	64.95
<b>T3R8</b>	61.23	62.65	64.05	64.83	64.03	62.73	63.82	62.90	66.16	62.95	65.47	66.18
<b>T4R1</b>	62.19	65.00	66.74	68.20	65.15	65.82	65.47	67.82	66.89	66.15	68.31	66.18
<b>T4R2</b>	61.46	64.53	68.00	66.59	64.86	66.77	65.85	69.28	67.78	68.29	66.39	67.19
<b>T4R3</b>	58.97	59.62	61.88	62.39	60.86	60.91	62.08	62.63	61.30	61.97	62.30	64.88
<b>T4R4</b>	62.36	62.57	62.64	62.36	62.92	63.57	64.26	67.00	61.53	64.30	63.43	63.70
<b>T4R5</b>	58.66	62.31	63.15	63.15	62.37	64.22	64.70	59.26	63.25	66.97	66.43	66.71
<b>T4R6</b>	60.62	60.38	63.93	63.79	62.60	62.46	62.95	68.27	60.92	58.49	66.00	65.38
<b>T4R7</b>	63.61	60.25	63.08	62.54	61.46	61.23	61.40	58.08	64.05	65.63	62.48	62.33
<b>T4R8</b>	62.19	62.37	64.25	65.15	64.83	64.36	63.95	61.13	66.50	70.60	66.13	67.92

### ANEXO 3: Masa Semanal de huevos por tratamiento.

Tratamiento	Semana											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>T1R1</b>	2.274	2.565	2.550	2.503	2.436	2.594	2.436	2.478	2.373	2.733	2.559	2.371
<b>T1R2</b>	2.536	2.472	2.400	2.500	2.712	2.343	2.576	2.232	2.477	2.477	2.640	2.616
<b>T1R3</b>	2.220	2.483	2.397	2.581	2.519	2.426	2.522	2.496	2.382	2.112	2.654	2.520
<b>T1R4</b>	2.490	2.347	2.421	2.379	2.547	2.414	2.489	2.636	2.556	2.496	2.669	2.523
<b>T1R5</b>	2.157	2.388	2.387	2.413	2.276	2.514	2.304	1.895	2.148	2.126	2.544	2.470
<b>T1R6</b>	2.295	2.379	2.593	2.479	2.453	2.304	2.586	2.479	2.451	2.305	2.573	2.493
<b>T1R7</b>	2.143	2.346	2.382	2.186	2.317	2.333	2.360	2.266	2.505	2.299	2.546	2.353
<b>T1R8</b>	2.158	2.295	2.369	2.303	2.343	2.443	2.493	2.490	2.438	2.423	2.600	2.631
<b>T2R1</b>	2.223	2.150	2.315	2.458	2.584	2.419	2.194	2.320	2.230	2.173	2.482	2.668
<b>T2R2</b>	2.189	2.263	2.161	1.979	2.498	2.264	2.138	2.367	2.542	2.491	2.578	2.622
<b>T2R3</b>	2.254	2.481	2.392	2.378	2.575	2.533	2.579	2.474	2.405	2.479	2.568	2.649
<b>T2R4</b>	2.624	2.461	2.485	2.380	2.516	2.461	2.566	2.257	2.414	2.598	2.408	2.607
<b>T2R5</b>	2.248	2.465	2.208	2.371	2.399	2.449	2.512	2.384	2.638	2.425	2.443	2.608
<b>T2R6</b>	2.204	2.377	2.523	2.498	2.599	2.539	2.425	2.445	2.272	2.524	2.513	2.480
<b>T2R7</b>	2.238	2.296	2.351	1.926	2.287	2.107	2.016	1.954	1.871	2.047	2.341	2.173
<b>T2R8</b>	2.269	2.359	2.513	2.389	2.135	2.003	2.368	2.366	2.178	2.232	2.164	2.427
<b>T3R1</b>	2.276	2.566	2.548	2.571	2.643	2.569	2.455	2.566	2.121	2.248	2.702	2.599
<b>T3R2</b>	2.507	2.549	2.658	2.313	2.597	2.482	2.531	2.453	2.325	2.254	2.335	2.552
<b>T3R3</b>	2.189	2.402	2.507	2.440	2.448	2.382	2.408	2.573	2.542	2.543	2.576	2.542
<b>T3R4</b>	2.252	2.607	2.568	2.542	2.327	2.443	2.568	2.412	2.644	2.443	2.840	2.616
<b>T3R5</b>	2.312	2.401	2.361	2.492	2.465	2.472	2.437	2.372	2.392	2.498	2.528	2.575
<b>T3R6</b>	2.285	2.349	2.511	2.499	2.511	2.598	2.398	2.259	2.331	2.326	2.548	2.632
<b>T3R7</b>	2.218	2.214	2.182	2.256	2.312	2.413	2.294	2.260	2.240	2.204	2.243	2.403
<b>T3R8</b>	2.449	2.506	2.562	2.593	2.497	2.509	2.489	2.516	2.448	2.392	2.488	2.647
<b>T4R1</b>	2.239	2.470	2.603	2.728	2.606	2.567	2.357	2.577	2.542	2.646	2.664	2.515
<b>T4R2</b>	2.151	2.452	2.720	2.730	2.400	2.604	2.568	2.702	2.440	2.390	2.390	2.419
<b>T4R3</b>	2.241	2.206	2.475	2.246	2.130	2.132	2.421	2.192	2.268	2.293	2.492	2.595
<b>T4R4</b>	2.245	2.315	2.255	2.245	2.391	2.352	2.506	2.345	2.215	2.379	2.220	2.548
<b>T4R5</b>	2.229	2.181	2.526	2.147	2.183	2.312	1.941	2.252	2.277	2.344	2.325	2.535
<b>T4R6</b>	2.243	2.415	2.557	2.488	2.504	2.561	2.329	2.526	2.376	2.281	2.640	2.550
<b>T4R7</b>	2.290	2.410	2.523	2.564	2.520	2.449	2.149	2.207	2.370	2.100	2.062	2.244
<b>T4R8</b>	2.239	2.370	2.570	2.541	2.593	2.317	2.430	2.445	2.527	2.471	2.579	2.649

**ANEXO 4: Consumo semanal por tratamiento.**

Tratamiento	Semana											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>T1R1</b>	4.913	4.879	4.665	4.570	4.604	4.907	4.585	4.622	4.770	4.770	4.707	4.886
<b>T1R2</b>	4.699	4.819	4.585	4.961	4.899	4.824	4.946	4.939	5.031	4.981	4.935	5.014
<b>T1R3</b>	4.937	5.035	4.934	5.029	5.032	4.767	5.034	4.942	5.033	5.013	5.036	5.033
<b>T1R4</b>	4.946	4.884	4.795	4.539	4.476	4.697	4.754	4.527	4.495	4.495	4.681	4.881
<b>T1R5</b>	4.872	5.005	4.774	4.991	4.978	4.898	4.981	4.772	4.971	4.913	5.024	5.024
<b>T1R6</b>	5.010	4.978	4.888	4.952	4.846	4.826	4.866	4.849	4.894	4.894	4.977	5.001
<b>T1R7</b>	4.811	4.900	4.846	4.752	4.680	4.687	4.934	4.441	4.701	4.701	4.737	4.907
<b>T1R8</b>	4.808	4.890	4.677	4.814	4.704	4.809	4.654	4.672	4.705	4.705	4.717	4.955
<b>T2R1</b>	4.955	4.903	5.028	5.034	5.023	5.030	5.035	5.034	5.031	5.031	4.926	5.031
<b>T2R2</b>	4.913	5.014	5.007	4.971	4.984	5.006	5.018	5.007	5.026	5.026	4.988	5.038
<b>T2R3</b>	5.027	5.027	5.006	4.992	4.982	5.027	5.019	4.901	5.017	5.017	4.797	5.020
<b>T2R4</b>	4.893	4.799	4.611	4.686	4.697	4.721	4.576	4.705	4.846	4.846	4.943	4.882
<b>T2R5</b>	4.870	4.862	4.600	4.641	4.376	4.733	4.695	4.589	4.758	4.758	4.832	4.753
<b>T2R6</b>	5.016	4.959	5.026	4.954	5.014	4.924	5.013	5.025	5.030	5.030	4.818	5.020
<b>T2R7</b>	4.886	4.956	4.867	4.688	4.720	4.858	4.990	5.035	5.016	5.016	4.983	5.033
<b>T2R8</b>	4.898	4.885	4.838	4.500	4.501	5.028	4.620	4.500	4.730	4.730	4.869	4.854
<b>T3R1</b>	4.907	4.927	4.790	4.601	4.801	4.847	4.967	4.857	4.938	4.938	4.930	5.032
<b>T3R2</b>	4.901	4.853	4.636	4.512	4.561	4.740	4.750	4.706	4.610	4.610	4.824	4.909
<b>T3R3</b>	4.760	4.944	4.771	4.613	4.472	4.716	4.813	4.797	4.913	4.913	4.885	4.958
<b>T3R4</b>	4.996	5.031	5.032	5.031	5.033	5.030	5.033	5.032	5.009	5.009	4.997	5.007
<b>T3R5</b>	4.985	4.965	4.989	4.924	4.893	5.018	5.016	5.019	4.927	4.927	4.947	5.021
<b>T3R6</b>	5.031	5.030	4.808	4.913	4.953	5.028	4.984	4.749	4.827	4.827	4.977	4.837
<b>T3R7</b>	4.811	4.777	4.982	4.715	4.867	4.908	4.992	4.965	4.966	4.966	4.971	4.922
<b>T3R8</b>	4.828	5.032	4.308	4.309	4.867	4.908	4.992	4.965	4.966	4.966	4.971	4.922
<b>T4R1</b>	5.025	5.032	5.010	5.029	4.355	4.422	4.424	4.583	4.338	4.338	4.488	4.513
<b>T4R2</b>	4.813	5.019	4.783	4.572	5.027	5.034	5.031	4.944	5.027	5.027	5.033	5.035
<b>T4R3</b>	4.819	4.741	4.651	4.526	4.618	4.948	4.873	4.923	4.852	4.852	4.760	4.840
<b>T4R4</b>	4.940	4.945	4.658	4.723	4.530	4.746	4.894	4.680	4.838	4.838	4.730	4.841
<b>T4R5</b>	4.961	4.944	4.640	4.656	4.698	4.668	4.701	4.644	4.638	4.638	4.784	4.788
<b>T4R6</b>	5.027	5.030	4.983	5.024	4.693	4.615	4.969	4.845	4.928	4.928	4.978	4.994
<b>T4R7</b>	4.979	4.893	4.845	4.661	5.027	5.019	5.022	4.856	5.032	5.032	4.830	4.994
<b>T4R8</b>	4.888	4.831	4.619	4.722	4.862	4.847	4.905	4.852	4.823	4.823	4.820	4.974

## ANEXO 5: Consumo por ave alojada.

Tratamiento	Semana											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>T1R1</b>	116.98	116.17	111.07	108.81	109.62	116.83	109.17	110.05	113.57	113.57	112.07	116.33
<b>T1R2</b>	111.88	114.74	109.17	118.12	116.64	114.86	117.76	117.60	119.79	118.60	117.50	119.38
<b>T1R3</b>	117.55	119.88	117.48	119.74	119.81	113.50	119.86	117.67	119.83	119.36	119.90	119.83
<b>T1R4</b>	117.76	116.29	114.17	108.07	106.57	111.83	113.19	107.79	107.02	107.02	111.45	116.21
<b>T1R5</b>	116.00	119.17	113.67	118.83	118.52	116.62	118.60	113.62	118.36	116.98	119.62	119.62
<b>T1R6</b>	119.29	118.52	116.38	117.90	115.38	114.90	115.86	115.45	116.52	116.52	118.50	119.07
<b>T1R7</b>	114.55	116.67	115.38	113.14	111.43	111.60	117.48	105.74	111.93	111.93	112.79	116.83
<b>T1R8</b>	114.48	116.43	111.36	114.62	112.00	114.50	110.81	111.24	112.02	112.02	112.31	117.98
<b>T2R1</b>	117.98	116.74	119.71	119.86	119.60	119.76	119.88	119.86	119.79	119.79	117.29	119.79
<b>T2R2</b>	116.98	119.38	119.21	118.36	118.67	119.19	119.48	119.21	119.67	119.67	118.76	119.95
<b>T2R3</b>	119.69	119.69	119.19	118.86	118.62	119.69	119.50	116.69	119.45	119.45	114.21	119.52
<b>T2R4</b>	116.50	114.26	109.79	111.57	111.83	112.40	108.95	112.02	115.38	115.38	117.69	116.24
<b>T2R5</b>	115.95	115.76	109.52	110.50	104.19	112.69	111.79	109.26	113.29	113.29	115.05	113.17
<b>T2R6</b>	119.43	118.07	119.67	117.95	119.38	117.24	119.36	119.64	119.76	119.76	114.71	119.52
<b>T2R7</b>	116.33	118.00	115.88	111.62	112.38	115.67	118.81	119.88	119.43	119.43	118.64	119.83
<b>T2R8</b>	116.62	116.31	115.19	107.14	107.17	119.71	110.00	107.14	112.62	112.62	115.93	115.57
<b>T3R1</b>	116.83	117.31	114.05	109.55	114.31	115.40	118.26	115.64	117.57	117.57	117.38	119.81
<b>T3R2</b>	116.69	115.55	110.38	107.43	108.60	112.86	113.10	112.05	109.76	109.76	114.86	116.88
<b>T3R3</b>	113.33	117.71	113.60	109.83	106.48	112.29	114.60	114.21	116.98	116.98	116.31	118.05
<b>T3R4</b>	118.95	119.79	119.81	119.79	119.83	119.76	119.83	119.81	119.26	119.26	118.98	119.21
<b>T3R5</b>	118.69	118.21	118.79	117.24	116.50	119.48	119.43	119.50	117.31	117.31	117.79	119.55
<b>T3R6</b>	119.79	119.76	114.48	116.98	117.93	119.71	118.67	113.07	114.93	114.93	118.50	115.17
<b>T3R7</b>	114.55	113.74	118.62	112.26	115.88	116.86	118.86	118.21	118.24	118.24	118.36	117.19
<b>T3R8</b>	114.95	119.81	102.57	102.60	115.88	116.86	118.86	118.21	118.24	118.24	118.36	117.19
<b>T4R1</b>	119.64	119.81	119.29	119.74	103.69	105.29	105.33	109.12	103.29	103.29	106.86	107.45
<b>T4R2</b>	114.60	119.50	113.88	108.86	119.69	119.86	119.79	117.71	119.69	119.69	119.83	119.88
<b>T4R3</b>	114.74	112.88	110.74	107.76	109.95	117.81	116.02	117.21	115.52	115.52	113.33	115.24
<b>T4R4</b>	117.62	117.74	110.91	112.45	107.86	113.00	116.52	111.43	115.19	115.19	112.62	115.26
<b>T4R5</b>	118.12	117.71	110.48	110.86	111.86	111.14	111.93	110.57	110.43	110.43	113.90	114.00
<b>T4R6</b>	119.69	119.76	118.64	119.62	111.74	109.88	118.31	115.36	117.33	117.33	118.52	118.90
<b>T4R7</b>	118.55	116.50	115.36	110.98	119.69	119.50	119.57	115.62	119.81	119.81	115.00	118.90
<b>T4R8</b>	116.38	115.02	109.98	112.43	115.76	115.40	116.79	115.52	114.83	114.83	114.76	118.43

**ANEXO 6: Conversión Alimenticia semanal por tratamiento.**

Tratamiento	Semana											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>T1R1</b>	2.161	1.902	1.829	1.826	1.890	1.892	1.882	1.865	2.010	1.745	1.839	2.061
<b>T1R2</b>	1.853	1.949	1.910	1.984	1.806	2.059	1.920	2.213	2.031	2.011	1.869	1.917
<b>T1R3</b>	2.224	2.028	2.058	1.948	1.998	1.965	1.996	1.980	2.113	2.374	1.898	1.997
<b>T1R4</b>	1.986	2.081	1.981	1.908	1.757	1.946	1.910	1.717	1.759	1.801	1.754	1.935
<b>T1R5</b>	2.259	2.096	2.000	2.068	2.187	1.948	2.162	2.518	2.314	2.311	1.975	2.034
<b>T1R6</b>	2.183	2.092	1.885	1.998	1.976	2.095	1.882	1.956	1.997	2.123	1.934	2.006
<b>T1R7</b>	2.245	2.089	2.034	2.174	2.020	2.009	2.091	1.960	1.877	2.045	1.861	2.085
<b>T1R8</b>	2.228	2.131	1.974	2.090	2.008	1.968	1.867	1.876	1.930	1.942	1.814	1.883
<b>T2R1</b>	2.229	2.280	2.172	2.048	1.944	2.079	2.295	2.170	2.256	2.315	1.985	1.886
<b>T2R2</b>	2.244	2.216	2.317	2.512	1.995	2.211	2.347	2.115	1.977	2.018	1.935	1.921
<b>T2R3</b>	2.230	2.026	2.093	2.099	1.935	1.985	1.946	1.981	2.086	2.024	1.868	1.895
<b>T2R4</b>	1.865	1.950	1.856	1.969	1.867	1.918	1.783	2.085	2.007	1.865	2.053	1.873
<b>T2R5</b>	2.166	1.972	2.083	1.957	1.824	1.933	1.869	1.925	1.804	1.962	1.978	1.822
<b>T2R6</b>	2.276	2.086	1.992	1.983	1.929	1.939	2.067	2.055	2.214	1.993	1.917	2.024
<b>T2R7</b>	2.183	2.159	2.070	2.434	2.064	2.306	2.475	2.577	2.681	2.450	2.129	2.316
<b>T2R8</b>	2.159	2.071	1.925	1.884	2.108	2.510	1.951	1.902	2.172	2.119	2.250	2.000
<b>T3R1</b>	2.156	1.920	1.880	1.790	1.816	1.887	2.023	1.893	2.328	2.197	1.825	1.936
<b>T3R2</b>	1.955	1.904	1.744	1.951	1.756	1.910	1.877	1.918	1.983	2.045	2.066	1.924
<b>T3R3</b>	2.175	2.058	1.903	1.891	1.827	1.980	1.999	1.864	1.933	1.932	1.896	1.950
<b>T3R4</b>	2.218	1.930	1.960	1.979	2.163	2.059	1.960	2.086	1.894	2.050	1.760	1.914
<b>T3R5</b>	2.156	2.068	2.113	1.976	1.985	2.030	2.058	2.116	2.060	1.972	1.957	1.950
<b>T3R6</b>	2.202	2.141	1.915	1.966	1.973	1.935	2.078	2.102	2.071	2.075	1.953	1.838
<b>T3R7</b>	2.169	2.158	2.283	2.090	2.105	2.034	2.176	2.197	2.217	2.253	2.216	2.048
<b>T3R8</b>	1.971	2.008	1.681	1.662	1.949	1.956	2.006	1.973	2.029	2.076	1.998	1.859
<b>T4R1</b>	2.244	2.037	1.925	1.843	1.671	1.723	1.877	1.778	1.707	1.639	1.685	1.794
<b>T4R2</b>	2.238	2.047	1.758	1.675	2.095	1.933	1.959	1.830	2.060	2.103	2.106	2.081
<b>T4R3</b>	2.150	2.149	1.879	2.015	2.168	2.321	2.013	2.246	2.139	2.116	1.910	1.865
<b>T4R4</b>	2.200	2.136	2.066	2.104	1.895	2.018	1.953	1.996	2.184	2.034	2.131	1.900
<b>T4R5</b>	2.226	2.267	1.837	2.169	2.152	2.019	2.422	2.062	2.037	1.979	2.058	1.889
<b>T4R6</b>	2.241	2.083	1.949	2.019	1.874	1.802	2.134	1.918	2.074	2.160	1.886	1.958
<b>T4R7</b>	2.174	2.030	1.920	1.818	1.995	2.049	2.337	2.200	2.123	2.396	2.342	2.225
<b>T4R8</b>	2.183	2.038	1.797	1.858	1.875	2.092	2.019	1.984	1.909	1.952	1.869	1.878

**ANEXO 7: Masa acumulada de huevos, consumo acumulado y conversión alimenticia acumulada.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Masa Acumulada (kg)</b>	<b>Consumo Acumulado (Kg)</b>	<b>Conversión Alimenticia Acumulada</b>
<b>T1R1</b>	29.872	56.878	1.90
<b>T1R2</b>	29.981	58.633	1.96
<b>T1R3</b>	29.312	59.825	2.04
<b>T1R4</b>	29.967	56.17	1.87
<b>T1R5</b>	27.622	59.203	2.14
<b>T1R6</b>	29.39	58.981	2.01
<b>T1R7</b>	28.036	57.097	2.04
<b>T1R8</b>	28.986	57.11	1.97
<b>T2R1</b>	28.216	60.061	2.13
<b>T2R2</b>	28.092	59.998	2.14
<b>T2R3</b>	29.767	59.832	2.01
<b>T2R4</b>	29.777	57.205	1.92
<b>T2R5</b>	29.15	56.467	1.94
<b>T2R6</b>	29.399	59.829	2.04
<b>T2R7</b>	25.607	59.048	2.31
<b>T2R8</b>	27.403	56.953	2.08
<b>T3R1</b>	29.864	58.535	1.96
<b>T3R2</b>	29.556	56.612	1.92
<b>T3R3</b>	29.552	57.555	1.95
<b>T3R4</b>	30.262	60.24	1.99
<b>T3R5</b>	29.305	59.631	2.03
<b>T3R6</b>	29.247	58.964	2.02
<b>T3R7</b>	27.239	58.842	2.16
<b>T3R8</b>	30.096	58.034	1.93
<b>T4R1</b>	30.514	55.557	1.82
<b>T4R2</b>	29.966	59.345	1.98
<b>T4R3</b>	27.691	57.403	2.07
<b>T4R4</b>	28.016	57.363	2.05
<b>T4R5</b>	27.252	56.76	2.08
<b>T4R6</b>	29.47	59.014	2.00
<b>T4R7</b>	27.888	59.19	2.12
<b>T4R8</b>	29.731	57.966	1.95

**ANEXO 8: Peso vivo inicial de las gallinas (kg).**

<b>Tratamiento</b>	<b>R1 (Kg)</b>	<b>R2 (Kg)</b>	<b>R3 (Kg)</b>	<b>R4 (kg)</b>	<b>R5 (Kg)</b>	<b>R6 (kg)</b>	<b>R7 (kg)</b>	<b>R8 (kg)</b>	<b>Promedio</b>
<b>T1</b>	1.972	1.934	1.994	1.886	1.686	1.774	1.841	1.584	1.791
	1.586	1.96	1.582	1.755	1.748	1.972	1.782	1.505	
	1.618	1.872	1.888	1.738	1.655	1.924	1.984	1.973	
	1.831	1.876	1.685	1.742	1.953	1.542	1.698	1.608	
	1.754	1.909	1.723	1.928	1.624	1.904	1.61	1.892	
	1.801	1.978	1.568	1.736	1.864	1.79	1.753	1.969	
<b>T2</b>	1.92	1.832	1.583	1.924	1.802	1.738	1.818	1.836	1.798
	1.842	1.811	1.535	1.962	1.728	1.742	1.547	2.042	
	1.901	1.901	1.767	1.905	1.659	1.878	1.841	1.832	
	1.894	1.742	1.729	1.838	1.634	1.837	1.874	1.878	
	1.704	1.825	1.757	1.805	1.743	1.908	1.883	1.791	
	1.615	1.865	1.679	1.85	1.635	1.668	1.947	1.842	
<b>T3</b>	1.721	1.901	1.861	1.502	1.42	1.702	1.719	1.852	1.791
	1.522	1.867	1.752	1.828	1.936	1.742	1.824	1.842	
	1.79	1.949	1.722	1.778	1.782	1.864	1.525	2.025	
	1.909	2.03	1.799	1.731	1.935	1.764	1.727	1.762	
	1.847	1.714	1.593	1.703	1.83	1.678	1.602	2.05	
	1.959	2.017	1.826	1.607	1.903	1.952	1.643	1.979	
<b>T4</b>	1.722	1.732	1.591	1.622	1.496	1.904	1.557	1.905	1.779
	1.771	1.874	1.879	1.945	1.796	1.838	1.874	1.872	
	1.635	1.722	1.764	1.676	1.835	1.758	1.749	1.803	
	1.79	1.815	1.84	1.862	1.841	1.88	1.804	1.823	
	1.779	1.906	1.689	1.981	1.734	1.811	1.643	1.979	
	1.494	1.793	1.649	1.764	1.807	1.884	1.739	1.758	

**ANEXO 9: Peso vivo final de gallinas (kg).**

TRATAMIENTO	R1 (Kg)	R2 (Kg)	R3 (Kg)	R4 (kg)	R5 (Kg)	R6 (kg)	R7 (kg)	R8 (kg)	Promedio
<b>T1</b>	2.239	2.201	2.262	2.158	1.956	2.049	2.116	1.839	2.06
	1.848	2.229	1.857	2.021	2.014	2.231	2.067	1.781	
	1.883	2.141	2.161	2.007	1.923	2.199	2.241	2.237	
	2.091	2.141	1.990	2.019	2.219	1.819	1.968	1.863	
	2.019	2.176	1.977	2.192	1.892	2.174	1.885	2.159	
	2.076	2.248	1.843	2.008	2.13	2.075	2.021	2.237	
<b>T2</b>	2.198	2.112	1.866	2.21	2.098	2.019	2.094	2.124	2.075
	2.121	2.086	1.810	2.241	2.013	2.024	1.824	2.318	
	2.172	2.171	2.034	2.193	1.902	2.135	2.121	2.107	
	2.178	2.014	2.007	2.118	1.904	2.104	2.171	2.158	
	1.988	2.101	2.037	2.091	2.011	2.174	2.169	2.079	
	1.902	2.149	1.976	2.147	1.908	1.843	2.234	2.123	
<b>T3</b>	1.997	2.174	2.145	1.864	1.694	1.975	1.992	2.129	2.066
	1.795	2.143	2.031	2.096	2.210	2.013	2.093	2.118	
	2.072	2.231	1.999	2.048	2.050	2.139	1.787	2.296	
	2.180	2.311	2.075	2.002	2.201	2.038	1.989	2.038	
	2.116	1.984	1.851	1.971	2.111	1.956	1.878	2.311	
	2.236	2.281	2.099	1.859	2.176	2.227	1.918	2.251	
<b>T4</b>	1.991	1.989	1.846	1.875	1.765	2.153	1.809	2.151	2.045
	2.098	2.211	2.139	2.193	2.067	2.187	2.133	2.122	
	1.894	1.993	2.023	1.977	2.091	2.019	1.999	2.045	
	2.043	2.067	2.112	2.118	2.094	2.132	2.076	2.082	
	2.051	2.175	1.959	2.236	1.991	2.064	1.897	2.232	
	1.783	2.053	1.988	2.017	2.087	2.135	1.988	2.019	

**ANEXO 10: Temperaturas promedio registradas por semana.**

Semana	Temperatura (°C)
1	29.6
2	29.4
3	29.4
4	30.6
5	29.9
6	29.9
7	30.4
8	29.4
9	27.3
10	27.3
11	26.9
12	26.7

**ANEXO 11: Resultados de calidad interna para huevos frescos.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Espesor de casc.</b>	<b>Alt.Albúmen</b>	<b>Alt. Yema</b>	<b>Pigmentación de yema</b>	<b>Unidades Haugh</b>
<b>T1R1</b>	0.39	8.30	18.20	4.2	89.91
<b>T1R2</b>	0.41	8.24	17.77	4.4	89.89
<b>T1R3</b>	0.40	7.87	17.42	4.5	87.76
<b>T1R4</b>	0.41	7.99	17.94	4.1	87.62
<b>T1R5</b>	0.40	7.95	17.72	4.2	87.57
<b>T1R6</b>	0.39	7.92	18.40	4.5	88.09
<b>T1R7</b>	0.41	8.07	17.91	4.3	88.24
<b>T1R8</b>	0.40	8.08	18.15	4.5	88.74
<b>T2R1</b>	0.40	8.07	18.16	4.7	88.39
<b>T2R2</b>	0.39	8.56	18.31	4.5	91.25
<b>T2R3</b>	0.38	8.32	17.98	4.4	89.89
<b>T2R4</b>	0.39	8.45	18.12	4.7	90.72
<b>T2R5</b>	0.39	8.71	18.09	4.5	91.99
<b>T2R6</b>	0.39	8.30	17.60	4.6	89.93
<b>T2R7</b>	0.39	8.09	17.63	4.5	88.68
<b>T2R8</b>	0.40	7.89	18.15	4.7	88.04
<b>T3R1</b>	0.41	8.24	17.61	4.3	90.17
<b>T3R2</b>	0.40	7.79	17.15	4.5	87.30
<b>T3R3</b>	0.41	8.30	18.36	4.3	89.59
<b>T3R4</b>	0.40	8.43	18.02	4.4	90.34
<b>T3R5</b>	0.40	7.87	18.11	4.2	86.97
<b>T3R6</b>	0.40	8.38	17.50	4.4	90.57
<b>T3R7</b>	0.39	8.42	17.91	4.0	90.36
<b>T3R8</b>	0.39	7.57	17.80	4.6	85.20
<b>T4R1</b>	0.40	8.18	17.69	4.3	88.45
<b>T4R2</b>	0.41	8.20	17.92	4.6	88.32
<b>T4R3</b>	0.40	8.18	17.99	4.7	89.44
<b>T4R4</b>	0.42	8.11	17.55	4.6	88.81
<b>T4R5</b>	0.40	7.80	18.14	4.6	87.19
<b>T4R6</b>	0.40	8.60	18.68	4.8	90.71
<b>T4R7</b>	0.40	8.02	17.86	4.6	88.79
<b>T4R8</b>	0.41	7.65	18.23	4.8	85.20

**ANEXO 12: Resultados de calidad interna para huevos de 7 días.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Espesor de casc.</b>	<b>Alt.Albumen</b>	<b>Alt. Yema</b>	<b>Pigmentación de yema</b>	<b>Unidades Haugh</b>
<b>T1R1</b>	0.40	5.38	14.27	4.1	70.53
<b>T1R2</b>	0.40	5.23	14.19	4.0	69.95
<b>T1R3</b>	0.39	4.67	14.01	3.8	63.83
<b>T1R4</b>	0.40	5.24	14.66	3.9	69.10
<b>T1R5</b>	0.39	5.10	13.97	3.7	65.89
<b>T1R6</b>	0.39	5.06	14.38	3.7	67.39
<b>T1R7</b>	0.41	4.81	14.00	3.7	65.55
<b>T1R8</b>	0.40	5.15	13.98	4.0	69.11
<b>T2R1</b>	0.42	4.85	14.68	4.3	65.78
<b>T2R2</b>	0.40	4.96	14.05	4.2	67.61
<b>T2R3</b>	0.41	5.70	14.92	4.1	72.59
<b>T2R4</b>	0.40	5.15	13.62	3.9	69.01
<b>T2R5</b>	0.39	5.20	14.49	4.0	69.37
<b>T2R6</b>	0.41	5.08	14.04	4.2	66.89
<b>T2R7</b>	0.40	4.91	13.53	4.0	66.29
<b>T2R8</b>	0.41	4.92	14.47	4.2	67.00
<b>T3R1</b>	0.39	5.19	14.06	4.0	69.19
<b>T3R2</b>	0.40	5.08	14.17	4.1	67.68
<b>T3R3</b>	0.40	5.91	15.47	4.2	74.72
<b>T3R4</b>	0.40	4.97	14.73	4.2	66.59
<b>T3R5</b>	0.41	5.10	14.53	4.1	66.93
<b>T3R6</b>	0.39	5.11	13.76	3.6	68.69
<b>T3R7</b>	0.39	5.19	14.03	3.9	69.14
<b>T3R8</b>	0.40	4.95	13.80	4.0	65.52
<b>T4R1</b>	0.42	5.88	14.87	4.5	73.77
<b>T4R2</b>	0.41	5.23	13.98	3.7	68.23
<b>T4R3</b>	0.41	5.05	14.43	3.8	68.43
<b>T4R4</b>	0.41	5.33	14.54	4.4	69.75
<b>T4R5</b>	0.40	4.98	13.60	4.1	67.67
<b>T4R6</b>	0.41	5.15	13.96	4.2	67.91
<b>T4R7</b>	0.39	4.85	14.04	4.5	66.76
<b>T4R8</b>	0.40	5.06	14.49	4.3	66.77

**ANEXO 13: Resultados de calidad interna para huevos de 14 días.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Espesor de casc.</b>	<b>Alt.Albumen</b>	<b>Alt. Yema</b>	<b>Pigmentación de yema</b>	<b>Unidades Haugh</b>
<b>T1R1</b>	0.39	4.29	11.59	4.1	60.04
<b>T1R2</b>	0.39	4.22	11.71	4.1	59.47
<b>T1R3</b>	0.40	4.21	11.04	4.5	59.17
<b>T1R4</b>	0.40	4.26	11.53	4.2	60.32
<b>T1R5</b>	0.40	3.79	11.21	4.0	54.61
<b>T1R6</b>	0.39	3.68	11.14	4.2	53.95
<b>T1R7</b>	0.41	3.83	11.44	4.2	55.74
<b>T1R8</b>	0.39	3.51	10.80	3.9	52.97
<b>T2R1</b>	0.39	4.09	11.81	4.3	57.93
<b>T2R2</b>	0.40	4.14	11.78	4.0	59.60
<b>T2R3</b>	0.38	4.52	12.32	3.9	62.70
<b>T2R4</b>	0.40	3.66	11.39	4.3	51.78
<b>T2R5</b>	0.38	4.15	10.71	4.3	60.93
<b>T2R6</b>	0.40	4.01	11.53	4.0	58.57
<b>T2R7</b>	0.39	4.28	10.80	3.5	60.99
<b>T2R8</b>	0.39	4.12	11.84	3.9	59.07
<b>T3R1</b>	0.39	4.18	11.51	4.1	59.32
<b>T3R2</b>	0.39	3.96	10.76	4.3	57.79
<b>T3R3</b>	0.40	4.80	12.31	3.9	65.81
<b>T3R4</b>	0.41	4.84	12.28	4.3	66.39
<b>T3R5</b>	0.40	4.62	12.10	3.8	63.60
<b>T3R6</b>	0.39	4.27	11.75	3.9	61.29
<b>T3R7</b>	0.39	4.22	11.44	3.9	60.91
<b>T3R8</b>	0.39	3.87	11.45	4.1	55.48
<b>T4R1</b>	0.41	4.42	11.61	4.6	61.40
<b>T4R2</b>	0.40	4.28	11.43	4.5	58.85
<b>T4R3</b>	0.41	3.92	11.33	4.5	58.87
<b>T4R4</b>	0.42	4.31	11.92	4.5	64.78
<b>T4R5</b>	0.40	3.96	11.92	4.3	56.94
<b>T4R6</b>	0.41	4.41	11.11	4.8	61.05
<b>T4R7</b>	0.39	4.65	11.44	4.0	64.86
<b>T4R8</b>	0.39	3.89	11.36	4.5	55.78

**ANEXO 14: Análisis de varianza para postura.**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F	Significancia
tratamiento	3	58.46208958	19.48736319	8.57	0.0002	**
semana	11	50.40245625	4.58204148	2.01	0.0594	NS
Error	33	75.0748354	2.274995			
Total corregido	47	183.9393813				

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	postura Media
0.59185	1.660481	1.508309	90.83563

**ANEXO 15: Análisis de varianza para peso de huevo.**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F	Significancia
tratamiento	3	7.83941667	2.61313889	4.24	0.0122	*
semana	11	64.98956667	5.90814242	9.59	<.0001	**
Error	33	20.32838333	0.61601162			
Total corregido	47	93.15736667				

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Pesohuevo Media
0.781784	1.242283	0.784864	63.17917

**ANEXO 16: Análisis de varianza para la masa de huevo.**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F	Significancia
tratamiento	3	24.7580387	8.2526796	8.24	0.0003	**
semana	11	105.3635056	9.5785005	9.56	<.0001	**
Error	33	33.0616440	33.0616440			
Total corregido	47	163.1831883				

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	masahuevo Media
0.797396	1.742885	1.000934	57.42969

**ANEXO 17: Análisis de varianza para consumo de alimento.**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F	Significancia
tratamiento	3	24.59774167	8.19924722	9.28	0.0001	**
semana	11	78.98949167	7.18086288	8.13	<.0001	**
Error	33	29.1587583	0.8835987			
Total corregido	47	132.7459917				

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	consumo Media
0.780342	0.813186	0.939999	115.5946

**ANEXO 18: Análisis de varianza para conversión alimenticia acumulada.**

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significancia
tratamiento	3	0.03325937	0.01108646	1.58	0.2243	NS
repeticion	7	0.11939687	0.0170567	2.43	0.0545	*
Error	21	0.14746563	0.00702217			
Total corregido	31	0.30012187				

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	CAA Media
0.508648	4.155507	0.083798	2.016563

**ANEXO 19: Análisis de varianza para ganancia de peso vivo.**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F	Significancia
tratamiento	3	0.00055809	0.00018603	3.31	0.0398	*
semana	7	0.00033872	0.00004839	0.86	0.5511	NS
Error	21	0.00117866	0.00005613			
Total corregido	31	0.00207547				

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	gananciapeso Media
0.432101	2.756541	0.007492	0.271781

**ANEXO 20: Análisis de varianza para consumo de proteína.**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > F	Significancia
tratamiento	3	0.66985383	0.22328461	9.27	0.0001	**
semana	11	2.14941500	0.19540136	8.12	<.0001	**
Error	33	0.79444517	0.02407410			
Total corregido	47	3.61371400				

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	proteína Media
0.780158	0.813497	0.155158	19.07300

**ANEXO 21: Análisis de varianza para consumo de lisina.**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significancia
tratamiento	3	0.00196173	0.00065391	9.37	0.0001	**
semana	11	0.00638206	0.00058019	8.31	<.0001	**
Error	33	0.00230402	0.00006982			
Total corregido	47	0.01064781				

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	lisina Media
0.783616	0.803101	0.008356	1.040438

**ANEXO 22: Análisis de varianza para consumo de metionina.**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significancia
tratamiento	3	0.00041217	0.00013739	9.43	0.0001	**
semana	11	0.00134467	0.00012224	8.39	<.0001	**
Error	33	0.00048083	0.00001457			
Total corregido	47	0.00223767				

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	proteína Media
0.785118	0.805450	0.003817	0.473917

**ANEXO 23: Análisis de varianza para consumo de metionina+cisteína.**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significancia
tratamiento	3	0.00119323	0.00039774	9.33	0.0001	**
semana	11	0.00390256	0.00035478	8.32	<.0001	**
Error	33	0.00140752	0.00004265			
Total corregido	47	0.00650331				

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	metcist Media
0.783569	0.807089	0.006531	0.809188

**ANEXO 24: Análisis de varianza para consumo de treonina.**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significancia
tratamiento	3	0.78181623	0.26060541	4454.75	<.0001	**
semana	11	0.00483723	0.00043975	7.52	<.0001	**
Error	33	0.00193052	0.00005850			
Total corregido	47	0.78858398				

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	metcist Media
0.997552	0.848447	0.007649	0.901479

**ANEXO 25: Análisis de varianza para grosor de cascara en huevos frescos.**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F	Significancia
tratamiento	3	0.0008125	0.00027083	4.42	0.0147	*
repeticion	7	0.0002875	0.00004107	0.67	0.6951	N.S.
Error	21	0.0012875	0.00006131			
Total corregido	31	0.0023875				

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	grosorcasc Media
0.460733	1.960573	0.007830	0.399375

**ANEXO 26: Análisis de varianza para grosor de cascara en huevos de 7 días.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F	Significancia
tratamiento	3	0.0008625	0.0002875	4.69	0.0117	*
repetición	7	0.0004375	0.0000625	1.02	0.4465	N.S.
Error	21	0.0012875	0.00006131			
Total corregido	31	0.0025875				

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	grosorcasc Media
0.502415	1.954456	0.007830	0.400625

**ANEXO 27: Análisis de varianza para grosor de cascara en huevos de 14 días.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F	Significancia
tratamiento	3	0.00065938	0.00021979	3.38	0.0374	*
repetición	7	0.00069688	0.00009955	1.53	0.2111	N.S.
Error	21	0.00136562	0.00006503			
Total corregido	31	0.00272188				

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	grosorcasc Media
0.498278	2.033501	0.008064	0.396563

**ANEXO 28: Análisis de varianza para pigmentación de yema en huevos frescos.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F	Significancia
tratamiento	3	0.56125	0.18708333	10.37	0.0002	**
repetición	7	0.30875	0.04410714	2.45	0.0532	N.S.
Error	21	0.37875	0.01803571			
Total corregido	31	1.24875				

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	pigmen Media
0.696697	3.005250	0.134297	4.468750

**ANEXO 29: Análisis de varianza para pigmentación de yema en huevos de 7 días.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F	Significancia
tratamiento	3	0.47375	0.15791667	3.49	0.0339	*
repetición	7	0.27375	0.03910714	0.86	0.5503	N.S.
Error	21	0.95125	0.04529762			
Total corregido	31					

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	pigmen Media
0.440029	5.263243	0.212832	4.043750

**ANEXO 30: Análisis de varianza para pigmentación de la yema en huevos de 14 días.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F	Significancia
tratamiento	3	0.99625	0.33208333	7.8	0.0011	*
repetición	7	0.49875	0.07125	1.67	0.1699	N.S.
Error	21	0.89375	0.04255952			
Total corregido	31					

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	pigmen Media
0.625850	4.948716	0.206300	4.168750

**ANEXO 31: Análisis de varianza para altura de albumen en huevos frescos.**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F	Significancia
tratamiento	3	0.28665125	0.09555042	1.45	0.2567	N.S.
repetición	7	0.658957	0.09413671	1.43	0.2462	N.S.
Error	21	1.38357925	0.06588473			
Total corregido	31	2.3291875				

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	altalbumen Media
0.405982	3.152787	0.256680	8.141375

**ANEXO 32: Análisis de varianza para la altura de albumen en huevos de 7 días.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F	Significancia
tratamiento	3	0.08117612	0.02705871	0.33	0.8045	N.S.
repetición	7	0.51595187	0.07370741	0.9	0.5275	N.S.
Error	21	1.72788188	0.08228009			
Total corregido	31	2.32500987				

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	altalbumen Media
0.256828	5.582883	0.286845	5.137938

**ANEXO 33: Análisis de varianza para la altura de albumen en huevos de 14 días.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F	Significancia
tratamiento	3	0.60262575	0.20087525	2.26	0.1116	N.S.
repetición	7	0.675949	0.09656414	1.08	0.4078	N.S.
Error	21	1.87023925	0.08905901			
Total corregido	31	3.148814				

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	altalbumen Media
0.406050	7.162548	0.298428	4.166500

**ANEXO 34: Análisis de varianza para la altura de yema en huevos frescos.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F	Significancia
tratamiento	3	0.21140625	0.07046875	0.55	0.6567	N.S.
repetición	7	0.29925	0.04275	0.33	0.931	N.S.
Error	21	2.71378375	0.1292278			
Total corregido	31	3.22444				

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	altyema Media
0.158371	2.004057	0.35948	17.93775

**ANEXO 35: Análisis de varianza para la altura de yema en huevos de 7 días.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F	Significancia
tratamiento	3	0.07700134	0.02566711	0.15	0.9314	N.S.
repetición	7	1.92311397	0.27473057	1.56	0.2027	N.S.
Error	21	3.70338141	0.1763515			
Total corregido	31	5.70349672				

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	altyema Media
0.350682	2.948806	0.419942	14.24109

**ANEXO 36: Análisis de varianza para altura de yema en huevos de 14 días.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F	Significancia
tratamiento	3	0.6189025	0.20630083	1.01	0.406	N.S.
repetición	7	0.974124	0.13916057	0.68	0.6839	N.S.
Error	21	4.2698175	0.20332464			
Total corregido	31	5.862844				

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	pigmyema Media
0.271716	3.917341	0.450915	11.51075

**ANEXO 37: Análisis de varianza para Unidades Haugh en huevos frescos.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F	Significancia
tratamiento	3	11.167375	3.72245833	1.78	0.1816	N.S.
repetición	7	24.0276	3.43251429	1.64	0.1782	N.S.
Error	21	43.885975	2.08980833			
Total corregido	31	79.08095				

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	pigmyema Media
0.445050	1.626505	1.445617	88.87875

**ANEXO 38: Análisis de varianza para las Unidades Haugh en huevos de 7 días.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F	Significancia
tratamiento	3	5.074675	1.69155833	0.28	0.8420	N.S.
repetición	7	36.99165	5.28452143	0.86	0.5509	N.S.
Error	21	128.669225	6.127106			
Total corregido	31	170.73555				

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	UnidHaughMedia
0.246383	3.627410	2.475299	68.23875

**ANEXO 39: Análisis de varianza para las Unidades Haugh en huevos de 14 días.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F	Significancia
tratamiento	3	82.76205	27.58735	2.51	0.0863	N.S.
repetición	7	88.8316	12.69022857	1.16	0.3682	N.S.
Error	21	230.55175	10.9786548			
Total corregido	31	402.1454				

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	UnidHaughMedia
0.426696	5.577654	3.313405	59.40500

**ANEXO 40: Especificaciones nutricionales para gallinas Novogen Brown de 28 a 45 semanas de edad.**

<b>NUTRIENTE</b>	<b>%</b>
<b>Energía Metabolizable (Mcal/kg)</b>	2.750-2.900
<b>Proteína Cruda</b>	16.67-17.39
<b>Lisina</b>	0.75-0.78
<b>Metionina</b>	0.375-0.39
<b>Metionina + Cistina</b>	0.61-0.63
<b>Treonina</b>	0.55-0.63
<b>Triptófano</b>	0.175-0.18
<b>Valina</b>	0.72-0.75
<b>Calcio</b>	3.5-4.00
<b>Fosforo disponible</b>	0.33-0.35
<b>Sodio</b>	0.14-0.16

## ANEXO 41: Ficha técnica de la L-treonina.

**BESTAMINO™**

### L-Threonine Feed Grade

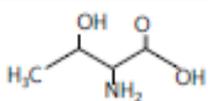
#### Description

Threonine is the second-limiting amino acid in a cereal-based diet fed to most animals. CJ L-Threonine Feed Grade is produced by fermentation from natural raw materials of agricultural origin (such as raw sugar or SOD). CJ L-Threonine Feed Grade promotes normal growth by helping to maintain the proper protein balance in the body, and also produced by the fermentation process which helps to maintain the animal health. This product is used only for animals.

#### Appearance

White or pale brownish powder

#### Chemical description

Chemical structure		$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CH-CH-COOH} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$
Chemical formula	$\text{C}_4\text{H}_9\text{NO}_3$	
Molecular weight	119.12	
Isomer	L (Laevo-rotatory)	

#### Guarantee

L-Threonine, %	98.5	Minimum	HPLC analysis
Moisture, %	0.5	Maximum	105°C for 4 hours
Purity, %	98.5	Minimum	L-Threonine on dry matter

#### Regulatory affairs

L-Threonine technically pure (L-Threonine 98.5 % Feed Grade) is registered at the Ministry of Agriculture, China. Livestock and Supply under number (2012)3135

#### Nutritional Specifications

Dry matter, %	99.5	Minimum	105°C for 4 hours
Threonine content, %	98.5	Minimum	HPLC analysis
Digestibility coefficient, %	100		INRA - 2002
Crude Protein, %	72.4	Minimum	Dumas Method (N % x 6.25). AOAC 968.06
GE, kcal/Kg	4,091	Average	Bomb Calorimeter

#### Packaging

25 kg 3 Ply Kraft Paper Bag with 1 Ply P.E inner  
850 kg, P.P Woven Bag with PE laminated

#### Storage

Store in dry conditions and fresh place in a sealed or closed container that is to be protected from water, sunlight and heat. Avoid direct contact with floor and any source of combustion.