

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL**



**“EFECTOS DE DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA Y  
AMINOÁCIDOS AZUFRADOS EN EL RENDIMIENTO  
PRODUCTIVO DE GALLINAS PONEDORAS”**

Presentado por:

**EDWIN GUSTAVO ARQUÍÑEGO ALDERETE**

Tesis para optar el título de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

Lima – Perú

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

**“EFECTOS DE DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA Y  
AMINOÁCIDOS AZUFRADOS EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO  
DE GALLINAS PONEDORAS”**

Sustentada por

**EDWIN GUSTAVO ARQUIÑEGO ALDERETE**

Patrocinado por:

Ing. Marcial Cumpa Gavidia

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

---

Dr. Víctor Guevara Carrasco  
Presidente

---

Dr. Carlos Vílchez Perales  
Miembro

---

Ing. Víctor Vergara Rubín  
Miembro

---

Ing. Marcial Cumpa Gavidia  
Patrocinador

## **DEDICATORIA**

A mis padres Gustavo y Felicita, por el amor, por la formación y por el apoyo.

A mis hermanos Carlos y Nieves, por el compañerismo y cariño constante.

A mis tíos Vilner y Sara, por ser ejemplo de vida y ayudarme a ser un mejor hombre.

A mis tíos William y Noemí, por su amistad sincera.

A toda mi familia y especial a mis abuelos, porque siempre me apoyan e incentivan.

A mis amigos, por las alegrías y convivencias en nuestra universidad.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Agraria la Molina, por todo lo aprendido.

A la Unidad Experimental de Avicultura, por la concesión de las instalaciones y animales con los cuales se llevó a cabo este experimento.

Al profesor Ing. Marcial Cumpa Gavidia, por confiar, apoyar y orientar en todo momento la realización de esta tesis y por el ejemplo de profesional.

Al profesor Ing. Víctor Vergara y a los doctores Víctor Guevara y Carlos Vílchez, por el apoyo en las conclusiones de este trabajo.

A la señorita Sonia y a los señores Humberto y Aida, por su amistad y servicios prestados.

A mis amigos-hermanos Enzo Estrada, Daniel Miranda y Luis Higa, por su amistad, apoyo y alegría que me dieron ánimo para realizar este trabajo.

A todos mis amigos que de una u otra forma colaboraron con esta tesis.

## INDICE

<b>I. INTRODUCCION</b> .....	1
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b> .....	2
<b>2.1. Proteína Bruta.</b> .....	2
<b>2.2. Aminoácidos azufrados.</b> .....	3
<b>2.3. Exigencias de proteína y aminoácidos azufrados para ponedoras comerciales.</b> ....	4
<b>2.4. Efecto del nivel de proteína en la dieta sobre el desempeño productivo de ponedoras comerciales.</b> .....	5
<b>2.5. Efecto del nivel de proteína en la dieta sobre la calidad de huevo.</b> .....	6
<b>2.6. Factores que afectan las exigencias de aminoácidos azufrados en ponedoras comerciales.</b> .....	7
<b>2.7. Efecto de niveles de aminoácidos azufrados sobre el desempeño productivo de ponedoras comerciales.</b> .....	8
<b>2.8. Efecto de los aminoácidos azufrados sobre la calidad de huevo en gallinas ponedoras.</b> .....	10
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	11
<b>3.1. Lugar y duración del experimento.</b> .....	11
<b>3.2. Ubicación geográfica del lugar del experimento</b> .....	11
<b>3.3. Instalaciones y equipos.</b> .....	11
<b>3.4. Animales experimentales</b> .....	12
<b>3.5. Tratamientos experimentales</b> .....	12
<b>3.6. Formulación de dieta y alimentación.</b> .....	13
<b>3.6. Variables evaluadas.</b> .....	16
<b>3.6.1. Producción de huevos.</b> .....	16
<b>3.6.2. Masa de huevos</b> .....	16
<b>3.6.3. Peso promedio de huevos</b> .....	16
<b>3.6.4. Consumo de alimento</b> .....	16
<b>3.6.5. Conversión alimenticia</b> .....	17
<b>3.6.6. Peso inicial y ganancia de peso</b> .....	17
<b>3.6.7. Unidades Haugh</b> .....	17
<b>3.6.8. Retribución económica</b> .....	17
<b>3.7. Diseño estadístico</b> .....	18

<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1. Producción de huevos.....</b>	<b>19</b>
<b>4.2. Peso de huevo.....</b>	<b>21</b>
<b>4.3. Masa de huevo .....</b>	<b>22</b>
<b>4.4. Consumo de alimento.....</b>	<b>23</b>
<b>4.5. Conversión alimenticia .....</b>	<b>24</b>
<b>4.6. Ganancia de Peso.....</b>	<b>25</b>
<b>4.7. Unidades Haugh .....</b>	<b>27</b>
<b>4.8. Espesor de cascara de huevo .....</b>	<b>29</b>
<b>4.9. Retribución económica. ....</b>	<b>29</b>
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>31</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>32</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>33</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>41</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Niveles de proteína y metionina + cistina en las dietas experimentales .....	12
Tabla 2: Dietas experimentales para gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de proteína bruta y metionina-cistina.....	14
Tabla 3: Analisis proximal porcentual de las dietas experimentales (base fresca). .....	15
Tabla 4: Efecto de los niveles de proteína bruta y metionina+cistina sobre las variables, producción, peso y masa de huevo, consumo de alimento y conversión alimenticia. ....	20
Tabla 5: Efecto de los niveles de proteína y metionina+cistina sobre la variable peso inicial, final y ganancia de peso. ....	26
Tabla 6: Comparación de medias de las unidades Haugh y espesor de la cascara de huevos en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de proteína y metionina+cistina. ....	28
Tabla 7: Retribución económica por Kg de huevo. ....	30

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Analisis de varianza del porcentaje de postura (%) .....	41
Anexo 2: Analisis de varianza de la masa de huevo (g) .....	41
Anexo 3: Analisis de varianza del peso promedio de huevo (g). .....	42
Anexo 4: Analisis de varianza del consumo de alimento.....	42
Anexo 5: Analisis de varianza de la conversión alimenticia. ....	42
Anexo 6: Analisis de varianza de la unidad Haugh (UH). ....	43
Anexo 7: Analisis de varianza del grosor de cascara (mm). ....	43
Anexo 8: Analisis de varianza del final de las gallinas. ....	43
Anexo 9: Analisis de varianza de la ganacia de peso de las gallinas. ....	44
Anexo 10: Registro de porcentaje de postura semanal.....	45
Anexo 11: Registro de masa de huevo semanal. ....	46
Anexo 12: Registro de peso promedio de huevo semanal.....	47
Anexo 13: Registro de consumo de alimento semanal.....	48
Anexo 14: Registro de conversion alimenticia semanal y acumulada. ....	49
Anexo 15: Registro de las Unidades Haugh.....	50
Anexo 16: Registro del grosor de cascara. ....	51
Anexo 17: Registro del peso inicial, final y ganacia de peso. ....	52
Anexo 18: Analisis de varianza del consumo de metionina+cistina. ....	53
Anexo 19: Analisis de varianza del consumo de proteina.....	53



Anexo 20: Registro de la temperatura del galpón (C°). .....	54
Anexo 21: Requerimientos nutricionales de la gallina Hy-Line Brown, para la primera fase de producción. ....	55
Anexo 22: Consumo de proteína y aminoácidos azufrados. ....	56

## RESUMEN

El experimento fue realizado con el objetivo de evaluar el efecto de tres niveles de proteína y tres niveles de aminoácidos azufrados el comportamiento productivo y calidad interna del huevo en ponedoras Hy-Line Brown de 25 a 37 semanas de edad. En el experimento, fueron utilizados 216 ponedoras comerciales distribuidas en un diseño completamente al azar, en 9 tratamientos con arreglo factorial 3 x 3 (3 niveles de proteína bruta, 18%, 16.5% y 15%; 3 niveles de aminoácidos azufrados, 0.71%, 0.78% y 0.86%) con 4 repeticiones de 6 aves cada una. Se evaluaron el desempeño productivo (producción, peso y masa de huevos, consumo de alimento, conversión alimenticia y ganancia de peso), también la calidad de la cascara (espesor de cascara) y calidad interna de huevos (Unidades Haugh). Las dietas fueron formuladas a base de maíz y soya, durante el periodo experimental, las aves recibieron alimentación *ad libitum*. El experimento se realizó en las instalaciones de la Unidad Experimental de Avicultura de la Universidad Nacional Agraria La Molina y tuvo una duración de 12 semanas. En las variables estudiadas solo el peso final y la ganancia de peso exhibieron efecto de interacción entre los niveles de proteína y aminoácidos azufrados. Las aves alimentadas con el nivel más alto de proteína (18%), tuvieron la mayor producción y el menor peso de huevo en comparación con las alimentadas con 15% de proteína bruta. La mayor ganancia de peso se obtuvo con las dietas que contenían 16.5% PB. A excepción de la ganancia de peso, no se observaron efectos significativos de los niveles de metionina+cistina sobre los factores estudiados. La mayor ganancia de peso se obtuvo con el nivel de metionina+cistina de 0.86%.

Palabras clave: aminoácidos azufrados. Metionina+cistina. Producción de huevos. Proteína. Unidades Haugh

## I. INTRODUCCION

El mejoramiento genético realizado en ponedoras comerciales en los últimos años llevo al surgimiento de aves más productivas, más livianas, con mejor conversión alimenticia, menor consumo de alimento e hicieron a las aves más exigentes en el aspecto nutricional, requiriendo estudios permanentes de actualización de las exigencias nutricionales, para que las aves alcancen su máximo potencial.

El elevado costo de los insumos impacta directamente sobre el costo final de las raciones. La proteína es uno de los nutrientes más costosos y tiene influencia directa en la capacidad productiva de las aves, siendo necesario el suministro en cantidades ideales de este nutriente con el fin de atender las exigencias diarias de aminoácidos de las gallinas.

La formulación de raciones con base en los niveles de aminoácidos es un concepto muy utilizado en la avicultura de postura, principalmente para reducir la inclusión de proteína bruta en el alimento. A nivel de campo, las ponedoras son alimentadas principalmente con dietas a base de maíz y harina de soya, siendo la metionina el primer aminoácido limitante. En ese sentido, es necesario determinar la cantidad apropiada de inclusión en la dieta de este aminoácido, ya que interviene directamente en el rendimiento y calidad de huevo.

Las recomendaciones de proteína bruta y aminoácidos azufrados para gallinas de huevos marrones vienen siendo constantemente investigadas. Así por ejemplo, comparando las dos recomendaciones de Rostagno *et al* (2011) y (2017) los requerimientos metionina+cistina aumentaron de 0.762% a 0.787% y los de proteína se redujeron de 15.6% a 14.46%. Sin embargo, existen pocas investigaciones realizadas bajo nuestras condiciones que definan las exigencias de las variables antes mencionadas.

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el efecto de tres niveles de proteína (15, 16.5 y 18%) y tres niveles de aminoácidos azufrados (0.71, 0.78, 0.86%) en el comportamiento productivo y calidad interna del huevo en ponedoras Hy-Line Brown de 25 a 37 semanas de edad.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Proteína Bruta.

Los requerimientos de la gallina ponedora están asociados con el desenvolvimiento corporal, nivel de producción y tamaño de huevo. La elección del nivel adecuado de proteína tendrá que ser favorable tanto para el ave, que podrá desempeñar sus funciones metabólicas de forma potencializada, como para el productor, que podrá maximizar sus recursos financieros a través de economizar fuentes proteicas (Barros *et al.*, 2006).

El factor más importante que afecta la eficiencia de la utilización de la proteína es el perfil de los aminoácidos esenciales digestibles. Las aves no presentan una alta exigencia en proteína bruta, pero necesitan una calidad que asegure una reserva de nitrógeno para la síntesis de aminoácidos no esenciales (Gallardo *et al.*, 2014).

A diferencia de los carbohidratos y los lípidos, la proteína no puede ser almacenada por el organismo y el exceso en el suministro de este nutriente demanda la excreción del nitrógeno en el organismo. De esta forma, los aminoácidos son desaminados y posteriormente excretados, lo que resulta en mayor gasto de energía y aumento en el incremento calórico, pudiendo de esta forma comprometer el desempeño animal (Dionízio, 2005).

La producción de aminoácidos industriales a escala comercial, así como su adquisición a precios asequibles, permitió la formulación de dietas para atender a las exigencias nutricionales de los animales en proteína y en aminoácidos con menor costo. Sin embargo, la cuestión que permanece es hasta qué nivel es posible reducir la proteína sin perjudicar el desempeño de las aves, ya que los aminoácidos considerados dispensables de la dieta (no esenciales) podrían pasar a niveles marginales tornándose limitantes. (Da Silva, 2013).

Según Klasing, (1998) el aporte inadecuado de proteína en la fase de producción puede acarrear catabolismo de proteína corporal, principalmente las del músculo esquelético. Peganova *et al.*, (2003), subrayan que la reducción del nivel de proteína de la dieta puede resultar en reducción de consumo y producción de huevos.

## **2.2. Aminoácidos azufrados.**

Los 20 aminoácidos existentes en la naturaleza son subdivididos en grupos de acuerdo con las semejanzas entre radicales de sus moléculas. El grupo de los sulfuros está compuesto por aminoácidos que contiene átomos de azufre en su composición, ellos son: metionina, cistina y cisteína; siendo la primera un aminoácido esencial y precursor de las dos últimas, el consumo de estos a su vez es influenciada por los niveles en las que están presentes en la dieta (Brumano, 2008). Cuando dos moléculas de cisteína se unen a través de puentes disulfuro forman la cistina, justificando las exigencias y recomendación con la denominación de metionina+cistina (Rademacher, 2001).

El primer aminoácido limitante en gallinas ponedoras, alimentadas a base de maíz y soya, es la metionina. En general, el balance de aminoácidos y la retención de nitrógeno son mejorados a través de la suplementación de metionina, siendo necesario la utilización de este aminoácido en su forma industrial para que las aves expresen su potencial genético (Bunchasak y Silapasorn, 2005).

La metionina es fundamental para el funcionamiento normal del organismo de las aves, pues está involucrada en diversas reacciones y funciones metabólicas del organismo, como la participación directa en la síntesis proteica, en reacciones de metilación en el organismo, en el emplume, además tiene gran importancia sobre el tamaño y peso de huevo (Barbosa et al., 2009).

Los niveles de exigencia de metionina + cistina, se sabe que al menos el 55% de los aminoácidos azufrados presentes están constituidos de metionina, y el restante cistina (D'Agostini, 2005). De igual manera, Rostagno et al., (1996) comentaron que al menos el 55% de los aminoácidos azufrados en la ración deben ser suministrados en forma de metionina para las aves en todas las fases de cría.

En ese mismo sentido Ahmad y Roland. (2003), indicaron que existe una relación directa entre el peso y la producción de los huevos sobre la calidad de los componentes del mismo, estando a su vez directamente relacionados con la cantidad de aminoácidos azufrados presentes en la dieta.

### **2.3. Exigencias de proteína y aminoácidos azufrados para ponedoras comerciales.**

Las gallinas ponedoras, así como otros animales, poseen unas exigencias diarias de proteína, o sea, necesitan una determinada cantidad de aminoácidos para mantener sus funciones vitales, reproductivas y productivas. Por lo tanto, para estos animales el ajuste en el nivel de proteína y de aminoácidos en la dieta es esencial, debido a la gran demanda de estos nutrientes para la síntesis del huevo, albumen y yema. (Gambaro, 2014).

La exigencia de aminoácidos es influenciada por varios factores como línea, temperatura, estatus sanitario, niveles energéticos de la dieta, consumo de ración y digestibilidad de las materias primas utilizadas en las raciones. Cada año las empresas genéticas mejoran sus linajes, haciéndola más; precoces, livianas, productivas y mejor conversión alimenticia. En función de esa mejora en la conversión alimenticia, la exigencia de aminoácidos se ha elevado. Según Joly, (2010), entre los años de 1971 al 2000, para mantener una masa de huevo de 59 kg, el consumo de metionina pasó de 360 a 455 mg/ave/día.

La edad de las ponedoras es otro factor que altera la exigencia proteica; las aves de postura en el periodo de crecimiento presentan exigencias de proteína y de aminoácidos más elevadas, en función de menor consumo de ración, elevada tasa de síntesis muscular, crecimiento de órganos internos y tejidos, y desenvolvimiento del sistema inmune en comparación con aves de mayor edad (Gambaro, 2014).

Las aves no tienen necesidades específicas en proteína bruta sino en aminoácidos esenciales. Por tanto, no sería necesario establecer límites mínimos en cuanto a necesidades proteicas. Sin embargo, y como medida de seguridad, se recomienda incluir en formulación un mínimo y un máximo de proteína bruta; el mínimo reduce la posibilidad de que un quinto aminoácido esencial no contemplado en la formulación limite la productividad y el máximo ayuda a controlar la contaminación ambiental y a reducir la incidencia de camas húmedas y huevos sucios (Mateos *et al.*, 2014). En el trabajo de Da Silva (2013), evaluó el efecto de la reducción de proteína en ponedoras de 24 a 40 semanas de edad, recomendando un nivel de 16% de PB, para no perjudicar el desempeño productivo y calidad de huevos. En cuanto a los niveles de aminoácidos, estudios realizados por Brumano (2008), evaluó 6 niveles de metionina+cistina (0.65,

0.70, 0.75, 0.8, 0.85 y 0.9) en gallinas de 24 a 40 semanas de edad, recomendando 0.772% y un consumo diario de 682 mg/ave/día de estos aminoácidos

#### **2.4. Efecto del nivel de proteína en la dieta sobre el desempeño productivo de ponedoras comerciales.**

La exigencia de proteína bruta en ponedoras generalmente está directamente relacionada con la producción de huevos. Aunque los aminoácidos y las proteínas tienen distintas funciones en el organismo, alrededor del 75 al 80% de los aminoácidos libres provenientes de la hidrólisis proteica se utilizan para la síntesis de nuevas proteínas (Moreira y Scapinello, 2004). De acuerdo con Ceccantini y Yuri (2008) el 80% de los péptidos y los aminoácidos absorbidos en el intestino se utilizan para la producción de huevos, de manera que el déficit en el suministro proteico impacta de manera negativa sobre la postura de las aves.

Silva *et al.*, (2006) al reducir el nivel de proteína de la ración del 16,5% al 15,25% y el 14%, sin suplementación de lisina y / o metionina, no observaron influencia de los niveles de proteína sobre ninguna de las variables de desempeño estudiadas. De la misma forma, Silva *et al.*, (2010) al evaluar el efecto de los niveles decrecientes de proteína bruta de 18, 16, 14 y 12% sobre el desempeño de ponedoras livianas después de pico de producción no observaron influencia de los niveles de proteína sobre el desempeño de las aves. Bunchasak *et al.*, (2005) y Novak *et al.*, (2006) observaron comportamiento similar al reducir de 18 a 14% la proteína bruta de la ración de ponedoras livianas en el pico de producción, manteniendo constante la relación metionina + cistina, treonina y triptófano con lisina y no observó influencia de los niveles de proteína sobre la performance productiva de las aves. De la misma forma, Carlos *et al.*, (2012) al evaluar la reducción del 17,4% al 15,4% en el contenido de proteína en dietas para ponedoras livianas y semipesadas en el período de 23 a 39 semanas de edad, observaron una reducción significativa en la producción de huevos de las aves.

En cambio, Mousavi *et al.*, (2013) al evaluar el rendimiento de las ponedoras livianas, en el período de 25 a 33 semanas de edad, sometidas a diferentes niveles de proteína bruta (18,5, 17,5, 16,5 y 15,5%), observaron reducción del peso de huevos y de la masa de huevos cuando el nivel de proteína disminuyó un 3% y un 1% respectivamente. Estos

autores, sin embargo, sólo observaron un aumento en la conversión alimenticia de las aves cuando la reducción de la proteína alcanzó el porcentaje del 4%. En la misma línea, Kesharvarz y Austic, (2004) constataron que una reducción de la proteína bruta en la dieta del 16% al 13%, sin la suplementación de aminoácidos, para ponedoras livianas en el período de 36 a 48 semanas de edad resultó en la reducción significativa de la producción de huevos, Masa de huevos, peso de los huevos y consumo de ración además de obtener mayor conversión alimenticia. Sin embargo, los autores encontraron que la suplementación de metionina, lisina, triptófano, valina e isoleucina en dietas que contenían un 13% de proteína bruta, resultó en un aumento significativo de la producción de huevos, masa de huevos, peso de los huevos, consumo de alimento, además de proporcionar menor Conversión alimenticia.

### **2.5. Efecto del nivel de proteína en la dieta sobre la calidad de huevo.**

Las ponedoras modernas, altamente productivas, son muy sensibles a las variaciones de los niveles nutricionales en la dieta; las proteínas desempeñan funciones relevantes en la nutrición y formación de los huevos, debiendo por lo tanto estar en niveles adecuados y bien equilibrados en las raciones (Barros *et al.*, 2006). Según Silva *et al.*, (2006), el efecto de los niveles de proteína y aminoácidos sobre la composición de los huevos es mejor observada a través del ciclo de postura; y las alteraciones de los niveles de proteína provocan cambios en las características internas del huevo.

Silva *et al.*, (2006) al reducir el nivel de proteína de la ración del 16,5% al 15,25% y el 14%, sin suplementación de lisina y / o metionina, observaron que los parámetros de calidad de huevos de ponedoras livianas en el pico de producción no fueron influenciados por el contenido de proteína de la dieta. Un comportamiento similar fue observado por Mousavi *et al.*, (2013), que no observaron efectos negativos de la reducción de proteína sobre el porcentaje de albumen, yema y cáscara de huevo de gallinas livianas sometidas a niveles de proteína que oscilaban de 18,5 a 15,5%. Efectos similares fueron observados por Novak *et al.*, (2006) quienes al reducir el nivel de proteína del 16% a 14,5% no observaron pérdidas en la calidad del albumen de ponedoras. Sin embargo, los autores observaron una reducción significativa en el contenido de proteína, sólidos totales y porcentaje de albumen cuando la reducción de proteínas alcanzó el 13%.

Por el contrario, Novak *et al.*, (2008), encontraron que la reducción de proteína bruta de 18% a 15%, con suplementación de aminoácidos esenciales, originó una reducción en el



porcentaje de yema, albumen y cáscara de ponedoras en el inicio de la producción. En ese mismo sentido Silva *et al.*, (2010) observaron una reducción lineal en el porcentaje del albumen al reducir del 18% al 12% el nivel de proteína bruta en la dieta de ponedoras.

## **2.6. Factores que afectan las exigencias de aminoácidos azufrados en ponedoras comerciales.**

Los resultados con suplementos de raciones a base de aminoácidos industriales dependen de varios factores, entre los cuales están, nivel energético, deficiencia de proteínas, edad, condiciones ambientales. (Jordao, 2004).

En postura, las exigencias de energía tienden a ser estables, habiendo una pequeña diferencia del primer para el segundo ciclo de producción. (Rostagno *et al.*, 2000).

Las ponedoras consumen energía para apoyar la producción de huevos; el peso de los huevos depende de los niveles de aminoácidos en la dieta. Existiendo una relación entre los nutrientes y la energía de la dieta, y cuando hay un exceso de energía en la ración, el consumo voluntario se reduce antes que el animal atienda sus requerimientos nutricionales de aminoácidos necesarios para optimizar la síntesis proteica. (Bertechini, 2006).

La reducción en el nivel de proteína de la ración, sin la debida suplementación de los aminoácidos esenciales, disminuye el consumo de ración y la producción de huevos, además de alterar el comportamiento social de las aves, resultando en canibalismo. (Peganova *et al.*, 2003).

Las dietas con porcentajes proteicos elevados sobrecargan la digestión, la absorción y la eliminación del nitrógeno no aprovechable (Bertechini, 2006). Otra influencia del porcentaje de proteína bruta se refiere al incremento calórico que representa toda pérdida de energía durante los procesos de digestión, absorción y metabolismo de nutrientes (Sakomura *et al.*, 2007). La dieta con mayor contenido proteico representa mayor incremento calórico en relación a las dietas con un pequeño porcentaje de proteína bruta. La elevación del incremento calórico reduce la energía neta que podría ser utilizada para depositar el tejido muscular y, consecuentemente, disminuiría la eficiencia alimentaria. (Gallardo *et al.*, 2014)

Las aves en el inicio de postura son más sensibles a la no suplementación de aminoácidos azufrados de aquellas en final del segundo ciclo de producción, posiblemente a razón de la recuperación de plumas después de la muda forzada. (Rodrigues et al., 1996).

Togashi et al., (2002) trabajando con aves Isa Brown de 51 semanas, recomendaron 0.57% de metionina+cistina, que es inferior a los 0.66% recomendado por Mendoca et al., (1999) al trabajar con ponedoras de 67 semanas de edad. Así mismo, los 0.692% de metionina+cistina recomendado por Barbosa et al., (1999) en ponedoras leves de 76 semanas, difieren de los 0.635% encontrado por Novak et al., (2004) para aves de 20 semanas de edad.

Rostagno et al., (2005) afirma que los requerimientos energéticos disminuyen en 2 Kilocalorías de Energía metabolizable por cada kilogramo de peso vivo y por cada grado centígrado de aumento desde 21 a 27 °C.

Las temperaturas elevadas aumentan las exigencias de aminoácidos, en virtud de la reducción de consumo de ración; y la suplementación con fuentes industriales de aminoácidos en sustitución de proteína de los ingredientes de la ración, ha sido recomendada para reducir el estrés calórico (Tinoco, 1995).

## **2.7. Efecto de niveles de aminoácidos azufrados sobre el desempeño productivo de ponedoras comerciales.**

Hay varios factores que afectan el desempeño productivo de las ponedoras a lo largo del ciclo de postura, entre los que se destacan el peso del ave en el inicio de la postura, la línea utilizada, fotoestimulación, el consumo de energía y los niveles nutricionales de proteína, metionina, lisina y ácido linoléico presentes en la ración. (Geraldo, 2006). Como primer aminoácido limitante en raciones de pollos y ponedoras, la metionina + cistina se caracteriza por interferir directamente en los índices productivos de las aves y su suplementación resulta en un aumento en la eficiencia de utilización de la proteína. (Santana et al., 2014). En este sentido Filho et al., (2006) afirman que las raciones deficientes en metionina + cistina reducen la producción y el peso de los huevos, además de aumentar la deposición de grasa en el hígado de ponedoras.

Liu *et al.*, (2005) estudiaron niveles de 0,75; 0,80; 0,85 y 0,90% de aminoácidos azufrados totales en raciones con 15,4% de PB y 0,82% de Lis. No se observaron diferencias en el consumo, producción, masa y peso de huevos y la conversión alimenticia. Novak *et al.*, (2006) al estudiar tres niveles metionina+cistina de 0.64; 0.73 y 0.82% no encontraron diferencias significativas para los parámetros productivos. En un estudio realizado con ponedoras Hy Line W-36, en el período de 21 a 34 semanas de edad, Roland *et al.*, (2000) evaluaron tres niveles de Lis (0,92, 0,83 y 0,75%) y dos relaciones Met + Cis / Lis (0,83 y 0,77), hallando efecto de los niveles de Lis sobre el peso de los huevos, mas no hubo efecto de la relación Met + Cis / Lis.

Por el contrario, Medeiros, (2014) al evaluar cinco niveles de metionina+cistina, 0,536; 0,603; 0,670; 0,737 y 0,804%, encontró efectos significativos para la producción, conversión alimenticia, peso y masa de huevo. En ese mismo sentido Sá *et al.*, (2007) evaluaron cinco niveles de metionina+cistina para ponedoras ligeras y semipesadas durante la fase de postura (34 a 50 semanas de edad). Estos autores observaron efectos positivos sobre el desempeño productivo de la suplementación de aminoácidos azufrados en la dieta de las aves ligeras y semipesadas

Al respecto, Pérez-Bonilla *et al.*, (2012) afirman que el consumo de cualquier aminoácido por encima de las necesidades no tiene efecto alguno sobre ninguno de los parámetros productivos. Debe tenerse en cuenta que las necesidades en aminoácidos depende de los objetivos marcados, en especial en relación con el tamaño del huevo.

Parece ser que las gallinas fijan el consumo de alimento en función del nivel de aminoácidos presentes en la dieta; es importante considerar que la disminución o deficiencia de metionina en las dietas debe ser limitado, puesto que el ave aumenta el consumo de alimento con la finalidad de mantener sus necesidades nutricionales. (Narvaez-Solarte *et al.*, 2005)

## **2.8. Efecto de los aminoácidos azufrados sobre la calidad de huevo en gallinas ponedoras.**

La composición química del albumen es bastante estable y difícil de modificar nutricionalmente, ya que sus componentes son segregados por las células epiteliales del oviducto. Así, una alteración nutricional en la ración, no modifica de forma sustancial su composición, pero se podría alterar la relación yema/albumen (Mateo, 1991).

Salvador (2016), al evaluar tres niveles de met +cis, 0.745%; 0.710% y 0.670%, encontró diferencias significativas para unidades Haugh y porcentaje de albumen, mas no para porcentaje de cascara y gravedad específica. Asimismo Pavan *et al.*, (2005) con el objetivo de maximizar la producción y calidad de huevos a través de 3 niveles proteicos (14; 15.5; 17%) y de 3 niveles de aminoácidos azufrados (0.57; 0.64; 0.71%), hallaron que mayor peso de huevos y porcentaje de albumen conforme aumento el nivel de metionina en la dieta. Bertechini *et al.*, (1995), trabajando con ponedoras comerciales semipesadas en la fase de pico de producción, encontraron que un aumento en los niveles de aminoácidos azufrados totales en la ración, de 0.545 a 0.745%, provocando una disminución de los valores de unidades Haugh entre 100.6 a 93.5.

Por otro lado Filho *et al.*, (2006), Sá *et al.*, (2007), Valera (2009) y Polese *et al.*, (2012), quienes no efecto significativo de los niveles de metionina + cistina sobre la calidad de los huevos de gallinas ponedoras. Al parecer los niveles de aminoácidos azufrados trabajados por estos autores no fueron los suficientes como para ocasionar cambios significativos en la calidad interna de los huevos

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar y duración del experimento

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la Unidad Experimental de Avicultura de la Universidad Nacional Agraria La Molina, la cual tuvo una duración de 12 semanas, comprendidos entre diciembre del 2015 a marzo del 2016.

#### 3.2. Ubicación geográfica del lugar del experimento

Latitud	12°4'55.63''
Longitud	76°56'21.42''
Altitud	246 msnm.
Temperatura promedio mínimo	20°C
Temperatura promedio máximo	33°C

FUENTE: SENAMHI (2017)

#### 3.3. Instalaciones y equipos

El experimento se llevó a cabo en el galpón de gallinas de postura, cuyas dimensiones son 12 m. de ancho, 22.2 m. de largo y con una altura máxima de 3.8 m con claraboya de 0.4 m. Las paredes laterales del recinto están protegidas con malla metálica y recubierta con cortina arpillera blanca para evitar los vientos fuertes.

Dentro del galpón, se emplearon 36 jaulas metálicas. Las dimensiones de cada jaula fueron de 61 cm de largo por 50 cm de ancho por 31 cm de altura. En cada jaula se alojaron 6 gallinas de postura, con una área de 508.33 cm<sup>2</sup>/gallina; cada jaula está equipada con un bebedero automático y un comedero de lámina.

### 3.4. Animales experimentales

Para la fase experimental se utilizaron 216 gallinas de la línea Hy-Line Brown, de 23 semanas de edad, pertenecientes a la Unidad Experimental de Avicultura de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Las aves seleccionadas fueron distribuidas al azar en 9 tratamientos con 4 repeticiones, empleándose en cada unidad experimental 6 gallinas. Esta condición se mantuvo inalterable durante el desarrollo del experimento.

### 3.5. Tratamientos experimentales

Para establecer los tratamientos se tomó en cuenta los requerimientos de la guía de manejo, para un consumo de 103 g/ave/día; el cual indica un porcentaje de proteína de 16.5% y de metionina + cistina de 0.78%. A partir de estos requerimientos se elevó y disminuyó un 10%, dándonos como resultado un 18% y 15% de proteína, 0.86% y 0.71% de metionina + cistina, respectivamente.

**Cuadro 1. Niveles de proteína y metionina + cistina en las dietas experimentales**

	TRATAMIENTOS			
	PROTEINA (%)	METIONINA + CISTINA		
		(%)	mg	
T-1	15	0.71	731.3	
T-2	15	0.78	803.4	
T-3	15	0.86	885.8	
T-4	16.5	0.71	731.3	
T-5	16.5	0.78	803.4	
T-6	16.5	0.86	885.8	
T-7	18	0.71	731.3	
T-8	18	0.78	803.4	
T-9	18	0.86	885.8	

### **3.6. Formulación de dieta y alimentación**

Se elaboraron 9 dietas, los tratamientos planteados se muestran en el cuadro 1, para el primer factor, proteína, se tomó en cuenta 3 diferentes niveles y para el segundo factor, metionina-cistina, se tomó en cuenta también 3 diferentes niveles. Estos niveles fueron escogidos de acuerdo al consumo de ración recomendado por la casa genética, 90, 100 y 110g; para cada uno de estos recomienda 18, 16.5 y 15% de proteína y 0.71, 0.78, 0.86% de aminoácidos azufrados. Ver Anexo XXII.

Todas las dietas fueron isocalóricas (2.80 Mcal EM/kg), isocálcicas (4.08 %) e isofosfóricas (0.45 % de fosforo disponible), se fijó el nivel de todos los aminoácidos en las 9 fórmulas.

Para la elaboración de las formulas se utilizó el programa de formulación al mínimo costo MIXIT-2. Así mismo se efectuó el análisis proximal a las 9 dieta (cuadro 2) para la cual se utilizó la metodología AOAC (1990).

La alimentación fue ab-libitum, registrándose diariamente el consumo determinado por el método de diferencia de la cantidad ofrecida menos cantidad residual por día.





**CUADRO 3. Análisis proximal porcentual de las dietas experimentales (Base fresca)**

COMPONENTES	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9
HUMEDAD	8.51	8.67	8.69	8.68	8.69	8.65	8.72	8.88	8.85
MATERIA SECA	91.49	91.33	91.31	91.32	91.31	91.35	91.28	91.12	91.15
PROTEINA CRUDA	16.12	16.53	16.17	17.81	16.64	17.56	19.39	18.04	18.90
EXTRACTO ETereo	6.22	6.26	6.36	6.67	5.97	6.37	5.01	4.89	5.12
FIBRA CRUDA	3.71	2.53	3.61	2.68	2.44	2.60	2.47	2.74	2.67
CENIZA	10.63	10.78	10.83	10.86	10.87	10.98	11.68	11.36	10.70
NIFEX	54.81	55.23	54.34	53.30	55.39	53.84	52.73	54.09	53.76

Fuente: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos.

### **3.6. Variables evaluadas**

#### **3.6.1. Producción de huevos**

Se contaron la totalidad de huevos puestos por día por cada unidad experimental, luego se procedió a cuantificarlo semanalmente. Se inició la recolección a las 9 a.m. en bandejas de plástico, respetando el tratamiento y repetición al cual pertenecen. Luego se calculó con la siguiente formula:

$$\text{Postura ave alojada (\%)} = \frac{\text{Número huevos recolectados}}{\text{Número de gallinas al final del experimento}} \times 100$$

#### **3.6.2. Masa de huevos**

Se obtiene del peso promedio de huevo multiplicado por el número de huevos producidos por unidad de tiempo.

$$\text{Masa de huevos} = \text{producción de huevos producidos} \times \text{peso de huevo}/100$$

#### **3.6.3. Peso promedio de huevos**

Los huevos se pesaron sacando un promedio semanalmente.

#### **3.6.4. Consumo de alimento**

El consumo se evaluó semanalmente, el cual se realizó a cada unidad experimental (por jaula), por medio del residuo que se recogió y pesó al final de cada semana. Este residuo fue descontado del alimento total ofrecido, para luego determinar el consumo promedio por tratamiento.

$$\text{Consumo de alimento semanal (kg)} = \text{Alimento ofrecido semanal (Kg)} - \text{Alimento residual semanal (Kg)}$$

### 3.6.5. Conversión alimenticia

Fue calculado de acuerdo a la relación entre el consumo de alimento semanal y el peso de los huevos por semana para cada tratamiento.

- Conversión alimenticia semanal

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

- Conversión alimenticia acumulada

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

### 3.6.6. Peso inicial y ganancia de peso

Se pesaron un lote de gallinas al iniciar y finalizar el experimento.

### 3.6.7. Unidades Haugh

Se determinó mediante la metodología de Eisen *et al.*, (1962); y se utilizó la siguiente formula:

$$UH= 100 \log (H - 1.7W^{0.37} + 7.57)$$

El huevo en primer lugar se pesó, luego se quebró en una superficie plana y con el uso de un micrómetro se determinó la altura del albumen de la parte más gruesa (clara) que rodea la yema.

### 3.6.8. Retribución económica

La retribución económica se calculó tomando como base los costos de las dietas alimenticias y el ingreso por venta de huevo de cada uno de los tratamientos. Se aplicó la siguiente formula:

$$\text{Retribución económica del alimento (S/.)} = \text{Ingreso (s/.)} - \text{egresos (s/.)}$$

Dónde:

Ingreso = Huevo producido (kg) x Precio del huevo (S/. /Kg)

Egreso = Alimento consumido x Costo del alimento (S/. /Kg)

### 3.7. Diseño estadístico

Los animales experimentales fueron distribuidos siguiendo un Diseño Completamente al Azar, con arreglo factorial 3x3 (3 niveles de proteína bruta x 3 niveles de aminoácido azufrados), totalizando 9 tratamientos y 4 repeticiones con 6 aves cada una.

Los datos fueron analizados por el programa estadístico Minitab 17 y las medias a través de la prueba de Tukey.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + (T \times B)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

$i = 1, 2 \text{ y } 3$

$j = 1, 2 \text{ y } 3$

Dónde:

$Y_{ij}$  : Observación individual.

$\mu$  : Efecto de la media general del experimento.

$T_i$  : Efecto del  $i$ -ésimo nivel de proteína.

$B_j$  : Efecto del  $j$ -ésimo nivel de metionina + cistina

$(TB)_{ij}$  : Efecto de la interacción del  $i$ -ésimo nivel de proteína y el  $j$ -ésimo nivel de metionina + cistina

$\varepsilon_{ij}$  : componente del error natural

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En el Cuadro 4 se presentan los resultados de producción de huevos, peso promedio y masa de huevos, consumo de alimento y conversión alimenticia.

En las variables estudiadas solo el peso final y la ganancia de peso exhibieron efecto de interacción entre los niveles de proteína bruta y metionina + cistina.

### 4.1. Producción de huevos

En el Anexo 10 se presentan los resultados semanales y totales del porcentaje de postura. El análisis de varianza (Anexo 1) indica que no hubo interacción entre los niveles de proteína bruta y los de aminoácidos azufrados, es decir, los 9 tratamientos muestran resultados similares. Resultados similares fueron encontrados por Novak *et al.*, (2006) y Silva *et al.*, (2006), quienes reportaron que la reducción de proteína con la debida suplementación de aminoácidos esenciales no ocasionó disminución en la producción de huevos, porque se suprime la conversión de aminoácidos esenciales en no esenciales.

Se observó efecto significativo del nivel de proteína para la variable producción de huevos, siendo las aves alimentadas con 18% de proteína las que obtuvieron mayor producción en comparación a las de 15%; además de no existir diferencias de estos dos niveles frente al de 16.5%. Resultados semejantes fueron encontrados por Gambaro *et al.* (2014), quienes observaron una reducción en la producción de huevos al reducir los niveles de proteína bruta de 17.4 % a 15.4%. También, Almeida *et al.*, (2008) reportaron una disminución en la producción de huevos cuando se bajó el nivel de la proteína bruta de 18 % a 15%. Estos autores sugieren la posibilidad que entre los aminoácidos esenciales y no esenciales exista una interrelación; si estos últimos no fueran ofrecidos en cantidades adecuadas, tendrán que ser sintetizados en el organismo a partir de otros aminoácidos u otros nutrientes presentes en la ración de forma que, su deficiencia afectaría la producción de huevos.

**Cuadro 4. Efecto de los niveles de Proteína Bruta y metionina+cistina sobre las variables, producción, peso y masa de huevo, consumo de alimento y conversión alimenticia.**

Tratamiento	Proteína	Met-cis	Producción de huevo (%)	Peso promedio de huevo (g)	Masa de huevo (g) ave-día	Consumo de alimento g/ave/día	Conversión alimenticia g alimento/ g masa de huevo
1	15.00	0.71	88.89 <sup>a</sup>	60.19 <sup>a</sup>	53.50 <sup>a</sup>	101.31 <sup>a</sup>	1.89 <sup>a</sup>
2	15.00	0.78	87.55 <sup>a</sup>	60.80 <sup>a</sup>	53.24 <sup>a</sup>	99.60 <sup>a</sup>	1.87 <sup>a</sup>
3	15.00	0.86	89.48 <sup>a</sup>	61.52 <sup>a</sup>	55.03 <sup>a</sup>	102.23 <sup>a</sup>	1.86 <sup>a</sup>
4	16.50	0.71	89.98 <sup>a</sup>	58.95 <sup>a</sup>	53.04 <sup>a</sup>	97.03 <sup>a</sup>	1.83 <sup>a</sup>
5	16.50	0.78	90.77 <sup>a</sup>	60.16 <sup>a</sup>	54.61 <sup>a</sup>	102.29 <sup>a</sup>	1.87 <sup>a</sup>
6	16.50	0.86	88.64 <sup>a</sup>	61.61 <sup>a</sup>	54.52 <sup>a</sup>	102.88 <sup>a</sup>	1.89 <sup>a</sup>
7	18.00	0.73	90.58 <sup>a</sup>	60.05 <sup>a</sup>	54.38 <sup>a</sup>	102.74 <sup>a</sup>	1.89 <sup>a</sup>
8	18.00	0.78	91.62 <sup>a</sup>	56.85 <sup>a</sup>	52.08 <sup>a</sup>	100.71 <sup>a</sup>	1.93 <sup>a</sup>
9	18.00	0.86	91.47 <sup>a</sup>	57.51 <sup>a</sup>	52.58 <sup>a</sup>	100.66 <sup>a</sup>	1.92 <sup>a</sup>
Proteína (%)	15.00		88.64 <sup>b</sup>	60.84 <sup>a</sup>	53.92 <sup>a</sup>	101.05 <sup>a</sup>	1.87 <sup>a</sup>
	16.50		89.80 <sup>ab</sup>	60.24 <sup>ab</sup>	54.06 <sup>a</sup>	100.73 <sup>a</sup>	1.86 <sup>a</sup>
	18.00		91.22 <sup>a</sup>	58.14 <sup>b</sup>	53.01 <sup>a</sup>	101.37 <sup>a</sup>	1.91 <sup>a</sup>
Met-cis (%)	0.71		89.81 <sup>a</sup>	59.73 <sup>a</sup>	53.64 <sup>a</sup>	100.36 <sup>a</sup>	1.87 <sup>a</sup>
	0.78		89.98 <sup>a</sup>	59.27 <sup>a</sup>	53.31 <sup>a</sup>	100.86 <sup>a</sup>	1.89 <sup>a</sup>
	0.86		89.86 <sup>a</sup>	60.21 <sup>a</sup>	54.04 <sup>a</sup>	101.93 <sup>a</sup>	1.89 <sup>a</sup>
			<b>Probabilidad</b>				
Proteína			0.03	0.04	NS	NS	NS
Met-cis			NS	NS	NS	NS	NS
Proteína X met-cis			NS	NS	NS	NS	NS

El descenso observado en la producción de huevos también puede ser justificado como resultado del antagonismo entre aminoácidos, comúnmente verificado en dietas con bajo contenido de proteína bruta. Cuando está presente en altas concentraciones en las raciones, la lisina en su forma libre puede competir con la arginina por sitios de absorción, reduciendo la captación de arginina por los enterocitos. Este hecho se agrava, ya que las aves no son capaces de realizar una síntesis endógena de arginina por no tener funcionalidad en el ciclo de la urea. (Silva *et al.*, 2014)

No se observó efecto de los aminoácidos azufrados sobre la producción de huevos. Resultados semejantes fueron obtenidos por Novak *et al.*, (2006) y Liu *et al.*, (2005). El manual de crianza de la línea Hy-Line Brown recomienda 603 a 747 mg/ave/día de metionina+cistina. Por el contrario Rostagno *et al.*, (2017) sugiere un consumo de 880 mg/ave/día. En este experimento el consumo promedio fue 791 mg/ave/día, la razón de no encontrar efectos significativos de los niveles de metionina+cistina, se puede deber a que el consumo de aminoácidos azufrados estuvo por encima de lo indicado en la guía de manejo. Al respecto Pérez-Bonilla, (2014), afirmo que el consumo de aminoácidos azufrados por encima de lo recomendado no tiene efecto alguno sobre la producción de huevo (Perez-Bonilla, 2014).

#### **4.2. Peso de huevo**

En el Anexo 12 se presenta los resultados semanales y totales del peso de huevo.

El análisis de varianza (Anexo 3) indica que no hubo diferencias significativas de la interacción entre los niveles de proteína y aminoácidos azufrados, es decir, los tratamientos muestran resultados similares.

Se observó efecto significativo del nivel de proteína sobre la variable peso de huevo. Siendo las aves alimentadas con un nivel de proteína de 15% las que presentaron mayor peso de huevo en comparación a las que se le suministró 18 % de proteína. No hubo diferencias significativas del nivel de proteína bruta de 16.5% con los dos niveles antes mencionados. No fue observado ningún efecto de los niveles de metionina+cistina.

Este resultado no coincide al encontrado por Gambaro, (2014), quien evaluó el efecto de 2 niveles de proteína bruta y dos de metionina+cistina, y no encontró efecto de la proteína

bruta sobre el peso promedio de huevo, en cambio sí encontró efecto de la metionina+cistina sobre la variable mencionada. Da Silva *et al.*, (2013) y Rama Rao *et al.*, (2011), al evaluar raciones con 15% y 18% de proteína, observaron mayor peso de huevo en los tratamientos que contenían más proteína.

Según Leeson y Summers, (2008), el peso del huevo depende del nivel de proteína y el contenido energético de la dieta; en condiciones de estrés por calor, niveles elevados de proteína tiene efectos adversos, puesto que el ave tiene que consumir energía para poder eliminar este exceso de calor generados al metabolizar la proteína. El experimento se realizó en los meses de diciembre a marzo, en donde hubo picos de temperatura de hasta 33°C; razón por la cual las gallinas que consumieron dietas con 18% de proteína tuvieron que consumir energía en disipar el calor producido al metabolizar la proteína; reduciendo el contenido energético de la ración y por tanto el peso promedio de huevo. Estos mismos autores sugieren que el aumento en el peso del huevo está asociado a la adición de aceites en la dieta. En el experimento las raciones con 15% de proteína contuvieron un 2.08% más de aceite de soya que las dietas con 18%; esta sería una explicación del porque las gallinas que consumieron estas dietas con menores niveles de proteína tuvieron un mayor peso promedio de huevos

### **4.3. Masa de huevo**

En el Anexo 11 se presentan los resultados semanales y totales de la masa de huevo.

El análisis de varianza (Anexo 2) indica que no hubo interacción entre los niveles de proteína y aminoácidos azufrados.

No se observó efecto significativo de los niveles de proteína bruta y aminoácidos azufrados para la variable masa de huevo.

Estos resultados no concuerdan con los encontrados por Silva *et al.*, (2014) y Brumano (2008), quienes mencionan que la reducción de niveles de proteína de 17% hasta 14% y de metionina + cistina de 0.9% a 0.7%; reduce significativamente la masa de huevos.

La masa de huevos tiene relación directa con el peso promedio de huevo y la cantidad de huevos producidos. En este experimento las aves alimentadas con 18% de proteína produjeron más huevos pero con menor peso promedio, en comparación a las aves a las



que se les suministró 15% de proteína, las cuales produjeron menor cantidad de huevos pero con mayor peso.

Dos factores pueden estar relacionados con este resultado, el estrés por calor y la menor cantidad de aceite de soya en las dietas con 18% de proteína bruta. Estos factores pueden ser los causantes de que las gallinas alimentadas con 15% de proteína tengan huevos con mayor peso promedio de huevo que las alimentadas con 18%. Esta puede ser la explicación de porque los niveles de proteína y de aminoácidos azufrados no afectaron significativamente a la variable masa de huevo.

#### **4.4. Consumo de alimento**

El consumo de proteína y metionina + cistina se presentan en el Anexo 23. En el Anexo 13 se presentan los resultados semanales y totales del consumo de alimento.

El análisis de varianza (Anexo 4) indica que no hubo diferencias significativas entre todos los tratamientos.

El consumo de alimento no fue influenciado por los niveles de proteína bruta. Resultados similares fueron encontrados por Silva *et al.*, (2013). Al respecto Novak *et al.*, (2006), sugiere que el aumento en el consumo de alimento se da solo en los casos en que los aminoácidos tales como lisina, metionina, treonina y triptófano, se encuentran por debajo de los requerimientos; no fue el caso del presente estudio. Esta puede ser la explicación de que los tratamientos tuvieran un consumo muy similar.

Los niveles de metionina + cistina no afectaron el consumo de alimento. Resultados similares fueron encontrados por Sá *et al.*, (2007) y fueron contrarios a los encontrados por Brumano (2008). De acuerdo con Gambaro (2014), la inconsistencia de los resultados entre los trabajos puede estar relacionado entre otros factores a la composición de las dietas experimentales, en cuanto al balance aminoacídico. Al respecto Andriguetto *et al.*, (2003) indica que el desequilibrio aminoacídico en una ración ocasiona cambios específicos en la concentración de los aminoácidos plasmáticos, afectando el consumo de alimento de las aves.

De otro lado el promedio de consumo fue de 101.04 g, el cual estuvo por debajo de lo propuesto en el manual de la línea Hy-Line, 112 g. El presente estudio se realizó entre los

meses de diciembre y marzo, en donde se registraron temperaturas de hasta 33°C (ver Anexo 20), por lo tanto las aves hubieran estado bajo estrés calórico. Al respecto Rostagno *et al.*, (2005), considera que los requerimientos energéticos disminuyen en 2 kilocalorías de Energía Metabolizable por cada kilogramo de peso vivo y por cada grado centígrado de aumento desde 21 a 27 °C; por lo tanto en este experimento los requerimientos de energía disminuyeron en 13.76 Kcal, razón por la cual el consumo del alimento disminuyó.

#### **4.5. Conversión alimenticia**

En el Anexo 14 se presenta los resultados semanales y totales de la conversión alimenticia.

El análisis de varianza (Anexo 3) indica que no hubo diferencias significativas de la interacción entre los niveles de proteína y aminoácidos azufrados. También no se observó diferencias significativas de estos factores por separado.

No se observó efectos significativos del nivel de proteína sobre la variable conversión alimenticia. Resultados similares fueron encontrados por Andrade *et al.*, (2003), que al reducir el contenido de proteína en la ración de 17% hasta 15% con la debida suplementación de lisina y aminoácidos azufrados, afirman que pueden garantizar desempeños satisfactorios.

En el presente estudio no se observó efectos significativos del factor nivel de metionina + cistina para la variable conversión alimenticia; sin embargo fueron las aves alimentadas con dietas conteniendo 0.71% de metionina + cistina, que corresponden a un consumo de 688.89 mg/ave/día las que obtuvieron una mejor conversión alimenticia. Ya Brumano (2008), utilizando gallinas Hy-Line W-36 de 24 a 40 semanas con niveles crecientes de aminoácidos azufrados obtuvo mejores resultados para conversión alimenticia a partir del nivel de metionina + cistina de 0.785%, que corresponde a un consumo de 694 mg/ave/día. Este mismo autor sugiere que la mejora en la utilización de la ración se debe a un mejor equilibrio aminoacídico.

#### 4.6. Ganancia de Peso

En el Cuadro 5 se presenta los resultados de peso inicial, final y ganancia de peso. En el Anexo 17 se presenta los resultados por tratamiento y por repetición del peso inicial, final y ganancia de peso.

El análisis de varianza (Anexo 9) indica que hubo interacción entre los niveles de proteína y aminoácidos azufrados. Las gallinas alimentadas con bajo nivel de proteína, aun al aumentar la suplementación de aminoácidos azufrados no promovió una mayor ganancia de peso, sin embargo en aves alimentadas con dietas de alta proteína la suplementación de metionina + cistina confirió un aumento de la ganancia de peso. Según Novak *et al.*, (2006), los niveles de proteína y aminoácidos azufrados tienen influencia en la ganancia de peso. Ponedoras alimentadas con menor nivel de proteína tienden a disminuir la ganancia de peso, debido a que tienen poco excedente de este nutriente para almacenar. Por el contrario las aves a medida que envejecen, requieren de más metionina + cistina debido a su papel en el mantenimiento; y por lo tanto las aves sometidas a raciones con mayor cantidad de este nutriente obtienen una mayor ganancia de peso.

Se observó un efecto significativo del nivel de proteína para la ganancia de peso, donde las aves alimentadas con 15% de proteína presentaron una menor ganancia de peso que las gallinas alimentadas con 18%. Resultados similares fueron obtenidos por Da Silva (2013), quien también observó un decrecimiento en la ganancia de peso del 29.35% al reducir de 18% a 14% el nivel de proteína. A pesar que los menores niveles de proteína ocasionaron menor ganancia de peso, se observó que todos los tratamientos proporcionan ganancia diaria de peso superior a lo recomendado por el manual de la línea que es de 0.53 gramos/ave/día.

Se observó diferencias significativas del factor nivel de metionina + cistina sobre la variable ganancia de peso, donde las aves alimentadas con 0.86% de aminoácidos azufrados obtuvieron mayor ganancia de peso en comparación con las de 0.71%. Similares resultados fueron obtenidos por Brumano (2008), quien considera que el consumo de lisina y metionina + cistina está relacionado con la ganancia de peso.

**Cuadro 5. Efecto de los niveles de proteína y metionina + cistina sobre la variable peso inicial, final y ganancia de peso**

Tratamientos	Proteína	Met-cis	Peso inicial (Kg)	Peso final (Kg)	Ganancia de peso (g)
1	15.00	0.71	1.40	1.68 <sup>ab</sup>	271.58 <sup>b</sup>
2	15.00	0.78	1.39	1.72 <sup>ab</sup>	324.17 <sup>ab</sup>
3	15.00	0.86	1.40	1.66 <sup>b</sup>	255.08 <sup>b</sup>
4	16.50	0.71	1.40	1.76 <sup>ab</sup>	354.33 <sup>ab</sup>
5	16.50	0.78	1.39	1.70 <sup>ab</sup>	302.92 <sup>ab</sup>
6	16.50	0.86	1.40	1.79 <sup>ab</sup>	392.92 <sup>ab</sup>
7	18.00	0.71	1.40	1.66 <sup>b</sup>	252.08 <sup>b</sup>
8	18.00	0.78	1.39	1.75 <sup>ab</sup>	352.08 <sup>ab</sup>
9	18.00	0.86	1.40	1.83 <sup>a</sup>	433.75 <sup>a</sup>
<b>Proteína (%)</b>	<b>15.00</b>			1.68 <sup>a</sup>	283.61 <sup>b</sup>
	<b>16.50</b>			1.75 <sup>a</sup>	350.06 <sup>a</sup>
	<b>18.00</b>			1.75 <sup>a</sup>	345.97 <sup>ab</sup>
<b>Met-cis (%)</b>		<b>0.71</b>		1.70 <sup>a</sup>	292.67 <sup>b</sup>
		<b>0.78</b>		1.72 <sup>a</sup>	326.39 <sup>ab</sup>
		<b>0.86</b>		1.76 <sup>a</sup>	360.58 <sup>a</sup>
<b>Probabilidad</b>					
	<b>Proteína</b>			NS	0.03
	<b>Met-cis</b>			NS	0.05
	<b>Proteína X met-cis</b>			0.02	0.01

#### **4.7. Peso final**

Se observó interacción entre los niveles de aminoácidos azufrados y proteína para la variable peso final (Anexo 8). En ponedoras alimentadas con dietas bajas en proteína el aumento en la suplementación de aminoácidos azufrados no influyó en el peso final, sin embargo en gallinas alimentadas con dietas de alta proteína, la suplementación de metionina + cistina confirió un aumento en el peso final. Al respecto Faria *et al.*, (2016), menciona que la metionina y la cistina, ejercen influencia sobre el peso final de las ponedoras, debido a que son aminoácidos glucogénicos, utilizados en la formación del glucógeno del hígado y del músculo por el proceso de la gluconeogénesis; Por lo tanto afectan directamente a la recuperación corporal de las aves.

No se verificó efectos por separado de los niveles de proteína y aminoácidos azufrados para la variable peso final.

#### **4.8. Unidades Haugh**

Los efectos de los niveles de proteína y metionina+cistina sobre las Unidades Haugh son presentados en el Cuadro 6. En el Anexo 15 los resultados de las 4 mediciones realizadas en este experimento.

No se evidenció interacción entre los niveles de proteína y metionina + cistina para las Unidades Haugh. Tampoco se observó efecto por separados de estos dos factores sobre esta variable (Anexo 6).

El promedio general de los 9 tratamientos fue de 103.85 UH. Valores similares fueron reportados por Do Valle (2014), quien no reportó efectos significativos sobre las unidades Haugh al variar el nivel de proteína de 17.4 a 16.4% y el de metionina+cistina de 0.77 a 0.66%, encontrando un valor de unidades Haugh promedio de 80.2.

**Cuadro 6. Comparación de medias de las Unidades Haugh y espesor de la cascara de huevo en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de proteína y metionina+cistina**

Tratamientos	Proteína	Met+cis	Unidades Haugh	Espesor de la cascara de huevo
<b>1</b>	15.00	0.71	103.47 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>
<b>2</b>	15.00	0.78	103.59 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>
<b>3</b>	15.00	0.86	103.30 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>
<b>4</b>	16.50	0.71	103.53 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>
<b>5</b>	16.50	0.78	103.24 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>
<b>6</b>	16.50	0.86	104.28 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>
<b>7</b>	18.00	0.73	104.32 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>
<b>8</b>	18.00	0.78	104.30 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>
<b>9</b>	18.00	0.86	104.66 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>
	15.00		103.45 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>
Proteína (%)	16.50		103.69 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>
	18.00		104.43 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>
	0.71		103.77 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>
Met-cis (%)	0.78		103.71 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>
	0.86		104.08 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>
			Probabilidad	
	Proteína		NS	NS
	Met-cis		NS	NS
	Proteína X met-cis		NS	NS

#### **4.9. Espesor de cáscara de huevo**

Los efectos de los niveles de proteína y metionina+cistina sobre el espesor de cáscara de huevo son presentados en el Cuadro 6. En el Anexo 16 se muestran los resultados de las mediciones realizadas en este experimento.

El análisis de varianza (Anexo 7) indica que no hubo interacción entre los niveles de aminoácidos azufrados y proteína. Así como tampoco se observó efectos de los factores por separado.

El espesor medio fue de 0.34 mm. Este resultados concuerda a los encontrados por Do Valle (2014) y Novak *et al.*, (2006), quienes mencionan no haber encontrado efectos significativos del espesor de la cáscara de huevo al variar los niveles de proteína y metionina+cistina, estos investigadores reportaron valores de espesor de cáscara medio de 0.44mm.

#### **4.10. Retribución económica.**

Los resultados sobre la retribución económica de los tratamientos se muestran en el Cuadro 7.

En cuanto a la retribución económica en producción de huevo, se obtiene mayor ganancia con el T-4 seguido del T-3. Estos resultados se deben a que dichos tratamientos poseen la menor conversión alimenticia. Además dichos tratamientos son los que contienen los niveles de proteína de 16.5, 15% y los niveles de aminoácidos azufrados de 0.86%, 0.71% respectivamente.

La proteína es el nutriente más costoso en la dieta para gallinas ponedoras; es por ello que las raciones con 18% de proteína fueron las más caras. De otro lado una estrategia de los nutricionistas para reducir los costos de alimentación, es reducir los niveles de proteína y suplementarlos con aminoácidos.

**CUADRO 7. Retribución económica por Kg de huevo (\*)**

	<b>TRATAMIENTOS</b>								
<b>INGRESOS</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>
Masa de huevo, (kg)	107.86	107.34	110.94	106.92	110.09	109.92	109.62	105.00	106.00
Precio kg de huevo, (S/kg)	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
<b>TOTAL DE INGRESOS (S/.)</b>	<b>377.50</b>	<b>375.68</b>	<b>388.29</b>	<b>374.23</b>	<b>385.32</b>	<b>384.72</b>	<b>383.68</b>	<b>367.51</b>	<b>370.99</b>
<b>EGRESOS</b>									
Consumo total de alimento (Kg)	204.24	200.79	206.09	195.61	206.21	207.41	207.13	203.03	202.94
Costo de Kg. de alimento (S/.)	1.35	1.36	1.37	1.37	1.37	1.38	1.40	1.40	1.41
<b>TOTAL DE EGRESOS (S/.)</b>	<b>275.72</b>	<b>273.07</b>	<b>282.35</b>	<b>267.98</b>	<b>282.50</b>	<b>286.23</b>	<b>289.98</b>	<b>284.24</b>	<b>286.14</b>
Costo de producción por Kg (S/.)	2.56	2.54	2.55	2.51	2.57	2.60	2.65	2.71	2.70
Retribución Económica por Kg. (S/.)	0.94	0.96	0.95	0.99	0.93	0.90	0.85	0.79	0.80
<b>Retribución económica (S/.)</b>	<b>101.78</b>	<b>102.61</b>	<b>105.95</b>	<b>106.25</b>	<b>102.82</b>	<b>98.49</b>	<b>93.70</b>	<b>83.26</b>	<b>84.85</b>
<b>Retribución económica (%)</b>	<b>98.99</b>	<b>99.79</b>	<b>103.04</b>	<b>103.34</b>	<b>100.00</b>	<b>95.79</b>	<b>91.13</b>	<b>80.98</b>	<b>82.53</b>

(\*) Calculada en base a precios vigentes en agosto del 2017



## V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos bajo las condiciones empleadas en el experimento podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. Las aves alimentadas con 18% de proteína bruta tuvieron significativamente mayor producción de huevos con menor peso promedio de huevos que las alimentadas con 15%.
2. Es posible reducir los niveles de proteína en la dieta de las aves de 18% hasta 15% en el periodo de 25 a 37 semanas de edad, utilizando suplementación aminoacídica con niveles de metionina + cistina de 0.71% sin causar perjuicio para la ganancia de peso y peso final de las ponedoras.
3. Es posible reducir los niveles de proteína en la ración de 18% a 16.5 % en el periodo de 25 a 37 semanas de edad, con suplementación de niveles de aminoácidos azufrados de 0.71%, sin afectar el desempeño productivo y de calidad de huevo en gallinas Hy-Line Brown.
4. Las mayores retribuciones económicas se obtuvieron con los niveles de proteína y aminoácidos azufrados de 16.5% y 0.71% ó 15% y 0.86%.

## **VI. RECOMENDACIONES**

En función a los resultados obtenidos y bajo las condiciones del experimento, se tiene las siguientes recomendaciones.

1. Para la producción de huevos en ponedoras Hy-Line Brown de 25 a 37 semanas de edad se recomienda usar dietas con niveles de proteína y de aminoácidos azufrados de 16.5% y 0.71% o de 15% y 0.86%, respectivamente.
2. Evaluar los mismos niveles de proteína pero con diferentes niveles de lisina y manteniendo el nivel de aminoácidos azufrados en 0.71%.
3. Evaluar niveles de proteína y metionina + cistina en ponedoras a partir de las 40 semanas de edad.

## VII. BIBLIOGRAFIA

AHMAD HA, ROLAND DA. 2003. Effect of environmental temperature and total sulfur amino acids on performance and profitability of laying hens: An econometric approach. *J Appl Poult Res.* 12(4):476-482.

ANDRIGUETTO, J.M., PERLY, L., MINARDI, I., FLEMMING, J. S., GEMAEL, A., SOUZA, G. A., BONA FILHO, A. *Nutrição animal*, Editora Novel, 2003. Brasil. P 201.

BARBOSA, M.J.B.; CARDOZO, R.M.; SOUZA, V.L.F. 2009. Níveis de metionina + cistina no desempenho de poedeiras comerciais leves com 45 semanas de idade. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.10, p.1032-1039.

BARROS, L.R. 2006. Níveis de Proteína para Frangas semipesadas no período de 1 a 18 semanas de idade. 2004. 43 p. Dissertação (Mestrado em produção Animal). Universidade Federal de Paraíba, Areia-PB.

BERTECHINI, A. G. TEIXEIRA, A. S. LIRA, V. M. C. Níveis de lisina para poedeiras comerciais leves na fase de pico de postura. In: conferencia Apinco de ciência e tecnologia avícola, 1995, Curitiba. *Anais Curitiba, PR: APINCO*, p. 75, 1995.

BERTECHINI, A. G. 2006. *Nutrição de monogástricos*. Lavras: Editora UFLA, 2006. Brasil. P 301.

BERTECHINI, A. G., TEIXEIRA, A. S., LIRA, V. M. C. 1995. Níveis de lisina para poedeiras comerciais leves na fase de pico de postura. In: *Conferencia APINCO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVICOLA*. Curitiba-Brasil. P. 75.

BRUMANO, G. 2008. Níveis de metionina + cistina digestíveis em rações para poedeiras leves, nos períodos de 24 a 40 e de 42 a 58 semanas de idade. *Teses Doutor Scientiae*. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais – Brasil.

BRUMANO, G. GOMES, P.C. LOPES, J. ROSTAGNO, H. S. DA ROCHA, C. CARVALHO, H. Níveis de metionina + cistina digestível para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia* v.39, n.9, p.1984-1992, 2010.

BUNCHASAK, C., SILAPASORN, T. 2005. Effects of adding methionine in low-protein diet on production performance, reproductive organs and chemical liver composition of laying hens under tropical conditions. *Journal of Poultry Science*, v. 4, n. 5, p. 301-308.

CARLOS, T. C. F.; FURLAN, J. J. M.; ARAÚJO, L. F. 2012. Efeito da redução proteica na dieta de poedeiras comerciais no período de 23 a 39 semanas de idade. In: X Congresso de Produção e Comercialização de Ovos – APA, Ribeirão Preto-SÃO Paulo. P. 5-8.

CECCANTINI, M. L., YURI, D. 2008. Otimização da formulação de ração para poedeiras com base em aminoácidos digestíveis. In: V CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM AVICULTURA DE POSTURA COMERCIAL. Universidade Estadual de São Paulo. Jaboticabal-Brasil. p. 31-40.

CUPERTINO, E.S. Exigência do aminoácido digestíveis (lisina, aminoácidos sulfurosos e treonina) para poedeiras leves e semipesadas no período de 54 a 70 semana de idade. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 2006. 110p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2006.

D'AGOSTINI, P. 2005. Exigências de metionina+cistina para frangas de reposição leves e semipesadas nas fases inicial, cria e recria. 120f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

DA SILVA, G. 2013. Redução da proteína bruta em rações formuladas com o conceito de proteína ideal para galinhas poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade. Teses Magister Scientiae. Universidad Federal de Viçosa. Minas Gerais-Brasil.

DIONIZIO, M.A.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. 2005. Dietas com diferentes níveis de lisina para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade – Efeito sobre a excreção de nitrogênio. In: CONFERÊNCIA APINCO. Santo. P. 105.

FARIA, C. H., SGAVIOLI, S., FERREIRA, M. F., SANTOS, E. T., CORREA, D. M., GOULART, T., FERREIRA, K., MACK, O. 2016. Lisina e metionina + cistina digestíveis sobre o desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais: Revisão. Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia. Jaboticabal. V 10, n 6, p 487-493.

GALLARDO, C., DADALT, J. C., RICCI, G. D., DA SILVA, J. C., DE SOUZA, M. 2014. Limites da redução de proteína dietética com o uso de aminoácidos suplementares na alimentação de monogástricos. VIII Simpósio de Pós – Graduação e Pesquisa em nutrição produção animal. Facultad de Medicina Veterinária Zootecnia, Universidade de São Paulo. Pirassununga. Brasil. 198-199 pp.

GAMBARO, D. V. 2014. Nutrição proteica de poedeiras comerciais. Teses Maestria. Universidade de São Paulo. Facultad de Medicina Veterinária y Zootecnia. Pirassununga – Brasil.

GERAERT, P.A., MANSUY, E., JAKOB, S., DALIBARD, P. 2002. Nutritional Concepts to determine aminoacid requeriment for poultry. 11th European Poultry Congress. Bremen, Germany, Cd, 9p.

GERALDO, A. 2006. Aminoácidos sulfurados, lisina e treonina digestíveis para poedeiras comerciais leves em pico de produção. Teses de Doutor em Zootecnia. Universidade Federal de Lavras. Faculdade de Zootecnia. Minas Gerais-Brasil.

HY-LINE 2016. Guia de manejo de ponedoras. Hy- Line international. [http://www.hyline.com/UserDocs/Pages/BRN\\_COM\\_SPN.pdf](http://www.hyline.com/UserDocs/Pages/BRN_COM_SPN.pdf).

JOLY, P. Reevaluation of amino acid requirements for laying hens: lysine requirement 2010. Disponible en: <http://en.engormix.com/MA-poultry-industry/nutrituon/articles/reevaluation-amino-acid-requeriments-t1537/141-p0.htm>. Acesso em: 17 jul. 2017.

JORDÃO FILHO, J.; SILVA, J.H.V.; SILVA, E.S.; RIBEIRO, M.L.G.; MARTINS, T.D.D. RABELLO, C.B. 2006. Exigências nutricionais de metionina + cistina para poedeiras semipesadas do início de produção até o pico de postura. Brasileira de Zootecnia, 35: 1063-1069.

- KESHAVARZ, K. & AUSTIC, R. E. 2004. The use of low-protein, low-phosphorus, amino acid- and phytase-supplemented diets on laying hen performance and nitrogen and phosphorus excretion. *Poultry Science*, v. 83, p.75–83.
- KLASING, C. K. 1998. Nutritional modulation of resistance to infections disease. *Poultry Science*, v. 77. n.8, p. 1119-1125.
- LEESON, S., SUMMERS, J. D. 2009. *Commercial Poultry Nutrition*. 3. ed. S. Leeson y J.D. Summers – University Books. Guelph, Ontario, Canadá, 2009. P. 413.
- LIU, Z.; WU, G.; BRYANT, M. M.; ROLAND, D. A. 2005. Influence of added synthetic lysine in low-protein diets with the methionine plus cysteine to lysine ratio maintained at 0,75. *Journal Applied Poultry Research*, Avoy v. 14, n. 2, p. 174-182.
- MATEO, G. G. 1991. Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras. Eds. De Blas, C. y Mateos, G. G. MAPA. Madrid-España. P. 226-263.
- MATEOS, G. G., CÁMARA. L., PÉREZ-BONILLA. A., GARCÍA. J., LÁZARO. R. P. 2014. Alimentación y nutrición práctica de pollitas y ponedoras: normas FEDNA. Departamento de Producción animal, Universidad Politécnica de Madrid – España.
- MEDEIROS, M. H. 2014. Níveis de metionina+cistina para galinhas poedeiras leves nas fases de recria e postura Nutrição proteica de poedeiras comerciais. Teses Maestria. Universidad Federal da Paraíba. Centro de Ciencias Agrarias. Areia – Brasil.
- MENDONCA, C. X., LIMA, F. R. 1999. Efeito de proteína e de metionina da dieta sobre o desempenho de galinhas poedeiras apos a muda forcada. *Brazilian journal of veterinary research and animal science*. V. 36, n 6. P. 332-338.
- MOREIRA, I., SCAPINELLO, C. 2004. Metabolismo protéico em aves. In: CURSO DE FISILOGIA DA DIGESÃO E METABOLISMO DOS NUTRIENTES EM AVES. Universidade Estadual de São Paulo. Jaboticabal-Brasil.
- MOUSAVI, S. N.; KHALAJI, S; GHASEMI-JIREHI, A. 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. *Italian Journal of Animal Science*. v.12, n.2, p. 09-15.

NARVEEZ-SOLARTE, W., ROSTAGNO, H. S., SOARES, P. R. Nutritional requirements in methionine+Cystine for White-egg laying hens during the first cycle of production. *International journal of Poultry Science*. V. 4, n. 12, p 965-968, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*. 9. Ed. Washington, National academy of Sciences. p. 155

NELSON, D. L.; COX, M. M. *Lehninger – Princípios de Bioquímica*. 4. Ed. New York: Freeman, 2004. 1100p.

NOVAK, C. L.; YAKOUT, H. M. & REMUS, J. 2008. Response to Varying Dietary Energy and Protein With or Without Enzyme Supplementation on Leghorn Performance and Economics. 2. Laying Period. *Journal of Applied Poultry Research*. v.17, p. 17-33.

NOVAK, C., YAKOUT, H. M. & SCHEIDELER, S. E. 2006. The effect of dietary protein level and total sulfur amino acid:lysine ratio on egg production parameters and egg yield in Hy- Line W-98 Hens. *Poultry Science* v.85, p. 1080-1085.

PAVAN. C, MÓRI. C, GARCIA. E.A, SCHERE. M.R, CACHONI. C, 2005. Níveis de proteína bruta e de aminoácidos sulfurados totais sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e a excreção de nitrogênio de poedeiras de ovos marrons. *Revista Brasileira de zootecnia* v.34, n.2, p.568-574.

PEGANOVA, S.; EDER, K. 2003. Interactions of various supplies of isoleucine, valine, leucine and tryptophan on the performance of laying hens. *Poultry Science*, v.28, p. 100- 105.

PEREZ-BONILLA, A., NOVOA, S., GARCIA, J., MOHITI-ASLI, M., FRIKHA, M. MATEOS, G. G .2012. Effect of crude protein and fat content of diets with similar indispensable amino acid profile on productive performance and egg quality of brown egg laying hens differing in initial body weight. *Poultry Science* v 91, p. 3156-3166.

PESTI, G. M. 1992. Temperatura ambiente e exigências de proteína e aminoácidos para poedeiras. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE NÃO RUMIANTES, 1992, Lavras. p. 208-209.

POLESE, C., NUNES, R.V., VILELA, C.G. 2012. Quantidade de metionina + cistina digestível para poedeiras semipesadas de 75 a 91 semanas de idade. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.64, p.1682-1690.

RADEMACHER, M. 2001. Por qué es importante considerar la proporción “mínima” de metionina sobre metionina + cistina total en las dietas de cerdos. Amino News, v. 1, n. 1, p. 7-10.

RAMA RAO, S.V.; RAVINDRAN, V; SRILATHA, T. 2011. Effect of dietary concentrations of energy, crude protein, lysine, and methionine on the performance of White Leghorn layers in the tropics. The Journal of Applied Poultry Research, v.20, p.528-254.

RODRIGUES, P. B., BERTECHINI, A. G., OLIVEIRA, B. L., 1996. Fatores nutricionais que influenciam a qualidade de ovo no Segundo ciclo de produção. I. níveis de aminoácidos sulfurosos totais. Revista Brasileira de Zootecnia. Viçosa. V 25, n 02. P. 248-260.

ROLAND, D. A.; YADALAM, S.; BRYANT, M. Why the NRC and commonly recommended M+C/lysine ratio for commercial Leghorns is incorrect: nº 1. Poultry Science, Champaign, v. 79, p. 92, 2000.

ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., DONZELE, J L., 2005. Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais. Universidade Federal de Lavras. Departamento de Zootecnia. Viçosa-Brasil.

ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., DONZELE, J L., 2017. Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais. Universidade Federal de Lavras. Departamento de Zootecnia. Viçosa-Brasil.

SÁ, L. M. GOMES, P. C. ALBINO, L. F. T. ROSTAGNO, H. S. NASCIF, C. C. 2007. Exigência nutricional de metionina + cistina digestible para galinhas poedeiras



no período de 34 a 50 semanas de idade. Revista Brasileira de zootecnia v.36, n.6, p.1837 -1845.

SAKOMURA, N.K. E ROSTAGNO, H.S. 2007. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Fune. p. 283

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. Revista Electrónica de Veterinaria. V. 17 n 9 (documento en línea). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090916.html>.

SANTANA, M.H.M., COSTA, F.G.P., LUDKE, J.V., FIGUEIREDO, J.P. 2014. Interações nutricionais entre aminoácidos sulfurosos, colina e betaína para aves. Revista Brasileira de Zootecnia. P. 69-83.

Schmidt, M., Gomes, P. C., Rostagno, H. S, Teixeira L. F., Nunes R. V., Brumano, B. Níveis nutricionais de metionina + cistina digestível para poedeiras semipesadas no segundo ciclo de produção. Revista Brasileira de zootecnia v.38, n.10, p.1962-1968, 2009.

SILVA, E. L., SILVA, J. H. V., FILHO, J. J., RIBEIRO, M. L. G., MARTINS, T. D. D., COSTA, F. G. P. 2006. Redução dos níveis proteicos e suplementação com metionina e lisina em rações para poedeiras leves. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 35, n. 2.

SILVA, M. F. R. 2006. Desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta, metionina e lisina. Doutorado em Zootecnia. Universidade de São Paulo. Facultad de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Pirassununga-Brasil.

SILVA, M. F. R.; FARIA, D. E.; RIZZOLI, P. W., SANTOS, L., IZUMI, M., BALTAZAR, H. R. 2010. Desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta e lisina. Revista Brasileira de Zootecnia. v.39, n.06,

TESSERAUD, S., COUSTARD, S. M., COLLIN, A. E., SEILIEZ, I. Role of sulfur amino acids in controlling nutrients metabolism and cell functions: implications of nutrition. *British Journal of Nutrition*, p. 1 a 8, 2008.

TINOVO, I. F. F. 1995. Estresse caloric. Meios naturais de acondicionamento. In: *AMBIENCIA E INTALACOES NA AVICULTURA INDUSTRIAL*. Campinas-Brasil. p. 99-108.

TOGASHI, C. K.M., FONSECA, J. B., SOARES, R. T. R. N. 2002. Determinação de níveis de metionina+cistina para poedeiras semipesadas alimentadas com rações contenda levedura seca. *Revista Brasileira de Zootecnia*. Viçosa. v 31, n 03. P. 1426-433.

VARELA, E.V. 2009. Níveis nutricionais de metionina + cistina digestíveis em poedeiras Hy Lyne W36 com base no conceito de proteína ideal. 34f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá – PR.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO I                    ANVA DEL PORCENTAJE DE POSTURA (%)

<b>F.V</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-Value</b>	<b>P-Value</b>	<b>Significancia</b>
Proteína	2	40.059	20.0294	4.05	0.029	*
metionina+cistina	2	0.173	0.0864	0.02	0.983	NS
Proteína*met-cis	4	19.518	4.8794	0.99	0.431	NS
Error	27	133.505	4.9446			
Total	35	193.254				

<b>CV (%)</b>	<b>Desviación Estándar (°)</b>	<b>Promedio (°)</b>
2.61	2.35	89.886

### ANEXO II                    ANVA DE LA MASA DE HUEVO

<b>F.V</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-Value</b>	<b>P-Value</b>	<b>Significancia</b>
Proteína	2	7.752	3.876	0.85	0.439	NS
metionina+cistina	2	3.229	1.614	0.35	0.705	NS
Proteína*met-cis	4	22.128	5.532	1.21	0.329	NS
Error	27	123.252	4.565			
Total	35	156.361				

<b>CV (%)</b>	<b>Desviación Estándar (°)</b>	<b>Promedio (°)</b>
3.94	2.114	53.665

### ANEXO III ANVA DEL PESO PROMEDIO DE HUEVO

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F-Value	P-Value	Significancia
Proteína	2	48.266	24.133	3.76	0.036	*
metionina+cistina	2	5.333	2.666	0.42	0.664	NS
Proteína*met-cis	4	35.323	8.831	1.38	0.268	NS
Error	27	173.207	6.415			
Total	35	262.13				

CV (%)	Desviación Estándar (°)	Promedio (°)
4.58	2.737	59.739

### ANEXO IV ANVA DEL CONSUMO DE ALIMENTO

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F-Value	P-Value	Significancia
Proteína	2	2.458	1.229	0.08	0.922	NS
metionina+cistina	2	15.315	7.658	0.51	0.608	NS
Proteína*met-cis	4	93.288	23.322	1.54	0.218	NS
Error	27	407.963	15.11			
Total	35	519.025				

CV (%)	Desviación Estándar (°)	Promedio (°)
3.81	3.85	101.05

### ANVA DE LA CONVERSION ALIMENTICIA

#### ANEXO V

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F-Value	P-Value	Significancia
Proteína	2	0.016878	0.008439	1.9	0.169	NS
metionina+cistina	2	0.002805	0.001402	0.32	0.732	NS
Proteína*met-cis	4	0.010693	0.002673	0.6	0.664	NS
Error	27	0.119786	0.004437			
Total	35	0.150161				

CV (%)	Desviación Estándar (°)	Promedio (°)
3.48	0.0655	1.8842

**ANEXO VI ANVA DE UNIDADES HAUGH**

<b>F.V</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-Value</b>	<b>P-Value</b>	<b>Significancia</b>
Proteína	2	6.207	3.1033	0.59	0.561	NS
metionina+cistina	2	0.94	0.4698	0.09	0.915	NS
Proteína*met-cis	4	1.857	0.4643	0.09	0.985	NS
Error	27	141.808	5.2522			
Total	35	150.812				

<b>CV (%)</b>	<b>Desviación Estándar (°)</b>	<b>Promedio (°)</b>
3.82	3.94	103

**ANEXO VII ANVA DEL GROSOR DE CASCARA**

<b>F.V</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-Value</b>	<b>P-Value</b>	<b>Significancia</b>
Proteína	2	0.000224	0.000112	0.71	0.498	NS
metionina+cistina	2	0.000359	0.00018	1.15	0.333	NS
Proteína*met-cis	4	0.000522	0.00013	0.83	0.517	NS
Error	27	0.004234	0.000157			
Total	35	0.005339				

<b>CV (%)</b>	<b>Desviación Estándar (°)</b>	<b>Promedio (°)</b>
4.98	0.01711	0.3434

**ANEXO VIII ANVA DEL PESO FINAL**

<b>F.V</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-Value</b>	<b>P-Value</b>	<b>Significancia</b>
Proteina	2	0.03328	0.016641	3.73	0.037	*
met+cis	2	0.02472	0.01236	2.77	0.08	*
Proteina*met-cis	4	0.06528	0.016319	3.66	0.017	*
Error	27	0.12038	0.004459			
Total	35	0.24366				

<b>CV(%)</b>	<b>Desviacion Estandar (°)</b>	<b>Promedio (°)</b>
4.83	0.0834	1.7265

**ANEXO IX ANVA GANANCIA DE PESO**

<b>F.V</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-Value</b>	<b>P-Value</b>	<b>Significancia</b>
Proteina	2	33282	16641	4.09	0.028	*
metionina+cistina	2	27676	13838	3.4	0.048	*
Proteina*met-cis	4	65276	16319	4.01	0.011	*
Error	27	109882	4070			
Total	35	236116				

<b>CV (%)</b>	<b>Desviación Estándar (°)</b>	<b>Promedio (°)</b>
348	0.0655	1.8842

**ANEXO X. PORCENTAJE DE POSTURA SEMANAL (%)**

Semana	R	TRATAMIENTOS								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	R1	97.62	97.62	100.00	100.00	95.24	97.62	102.38	95.24	95.24
	R2	95.24	97.62	97.62	97.62	100.00	95.24	97.62	102.38	100.00
	R3	97.62	97.62	95.24	92.86	92.86	100.00	97.62	95.24	102.38
	R4	97.62	95.24	100.00	100.00	95.24	95.24	100.00	97.62	97.62
2	R1	97.62	100.00	97.62	97.62	100.00	100.00	100.00	100.00	97.62
	R2	95.24	90.48	100.00	100.00	95.24	100.00	97.62	95.24	102.38
	R3	97.62	102.38	100.00	100.00	100.00	92.86	95.24	100.00	100.00
	R4	95.24	102.38	97.62	100.00	102.38	102.38	95.24	95.24	102.38
3	R1	97.62	92.86	100.00	100.00	100.00	97.62	97.62	92.86	95.24
	R2	90.48	95.24	102.38	92.86	97.62	95.24	100.00	100.00	97.62
	R3	100.00	100.00	90.48	97.62	100.00	97.62	95.24	97.62	95.24
	R4	97.62	100.00	92.86	100.00	100.00	97.62	102.38	95.24	100.00
4	R1	97.62	100.00	95.24	90.48	92.86	97.62	95.24	100.00	97.62
	R2	95.24	92.86	95.24	97.62	97.62	97.62	97.62	90.48	97.62
	R3	97.62	97.62	85.71	88.10	97.62	90.48	95.24	100.00	92.86
	R4	95.24	92.86	102.38	100.00	100.00	95.24	95.24	100.00	100.00
5	R1	95.24	95.24	97.62	97.62	100.00	95.24	100.00	95.24	92.86
	R2	95.24	90.48	100.00	97.62	95.24	92.86	85.71	92.86	92.86
	R3	92.86	88.10	88.10	92.86	97.62	90.48	95.24	95.24	97.62
	R4	85.71	95.24	95.24	100.00	95.24	97.62	95.24	92.86	95.24
6	R1	76.19	78.57	76.19	85.71	76.19	85.71	95.24	92.86	88.10
	R2	80.95	78.57	88.10	78.57	80.95	80.95	80.95	85.71	59.52
	R3	78.57	76.19	83.33	85.71	71.43	80.95	90.48	69.05	80.95
	R4	71.43	71.43	83.33	76.19	78.57	66.67	83.33	73.81	90.48
7	R1	73.81	71.43	85.71	78.57	83.33	80.95	76.19	80.95	73.81
	R2	73.81	80.95	76.19	80.95	83.33	76.19	80.95	92.86	78.57
	R3	88.10	88.10	85.71	80.95	95.24	100.00	88.10	78.57	88.10
	R4	90.48	88.10	92.86	90.48	85.71	95.24	88.10	97.62	95.24
8	R1	92.86	95.24	90.48	97.62	88.10	100.00	92.86	92.86	90.48
	R2	97.62	92.86	90.48	95.24	92.86	85.71	90.48	97.62	97.62
	R3	88.10	97.62	92.86	88.10	95.24	92.86	92.86	90.48	92.86
	R4	85.71	92.86	88.10	92.86	97.62	88.10	102.38	92.86	95.24
9	R1	95.24	90.48	97.62	92.86	88.10	92.86	100.00	88.10	95.24
	R2	95.24	83.33	97.62	92.86	95.24	78.57	95.24	97.62	97.62
	R3	95.24	105.71	88.10	95.24	95.24	88.10	92.86	85.71	85.71
	R4	90.48	90.48	85.71	95.24	90.48	95.24	95.24	100.00	95.24
10	R1	88.10	85.71	85.71	80.95	69.05	88.10	88.10	85.71	80.95
	R2	87.50	73.81	90.48	85.71	85.71	90.48	80.95	85.71	90.48
	R3	83.33	71.43	78.57	76.19	85.71	64.29	69.05	85.71	85.71
	R4	76.19	85.71	66.67	85.71	85.71	73.17	80.95	80.95	92.86
11	R1	85.71	85.71	64.29	71.43	78.57	92.86	85.71	88.10	83.33
	R2	102.86	71.43	83.33	83.33	78.57	88.10	76.19	80.95	88.10
	R3	83.33	61.90	80.95	78.57	90.48	64.29	64.29	90.48	85.71
	R4	76.19	80.95	71.43	80.95	90.48	80.00	78.57	83.33	83.33
12	R1	88.10	80.95	90.48	71.43	90.48	92.86	85.71	95.24	80.95
	R2	91.43	83.33	90.48	88.10	83.33	88.10	80.95	85.71	90.48
	R3	78.57	78.57	76.19	76.19	78.57	64.29	78.57	92.86	95.24
	R4	73.81	66.67	80.95	90.48	88.10	80.00	92.86	92.86	76.19
<b>PROMEDIO</b>		89.65	88.16	89.48	89.98	90.77	89.23	90.58	91.62	91.47

## ANEXO XI.

## MASA DE HUEVO SEMANAL (KG)

Semana	R	TRATAMIENTOS								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	R1	2.36	2.48	2.57	2.43	2.40	2.48	2.36	2.43	2.39
	R2	2.66	2.28	2.58	2.60	2.34	2.46	2.53	2.27	2.37
	R3	2.54	2.28	2.41	2.34	2.40	2.55	2.52	2.32	2.39
	R4	2.29	2.48	2.48	2.47	2.44	2.50	2.55	2.44	2.55
2	R1	2.38	2.54	2.65	2.38	2.49	2.45	2.52	2.53	2.42
	R2	2.60	2.43	2.48	2.47	2.58	2.36	2.52	2.44	2.28
	R3	2.46	2.41	2.52	2.39	2.54	2.62	2.37	2.49	2.57
	R4	2.31	2.58	2.65	2.40	2.60	2.58	2.40	2.59	2.45
3	R1	2.39	2.54	2.40	2.46	2.47	2.58	2.43	2.49	2.36
	R2	2.57	2.28	2.54	2.60	2.52	2.49	2.56	2.22	2.34
	R3	2.55	2.41	2.42	2.44	2.62	2.47	2.56	2.45	2.54
	R4	2.22	2.34	2.59	2.38	2.58	2.45	2.64	2.55	2.40
4	R1	2.42	2.55	2.52	2.32	2.55	2.51	2.55	2.42	2.58
	R2	2.50	2.46	2.48	2.36	2.28	2.44	2.50	2.14	2.33
	R3	2.36	2.25	2.49	2.37	2.45	2.50	2.38	2.26	2.48
	R4	2.32	2.51	2.58	2.45	2.58	2.35	2.47	2.48	2.69
5	R1	2.34	2.45	2.50	2.41	2.40	2.41	2.45	2.21	2.36
	R2	2.63	2.34	2.46	2.41	2.40	2.38	2.54	2.18	2.02
	R3	2.55	2.42	2.34	2.15	2.52	2.45	2.33	2.32	2.53
	R4	2.33	2.38	2.57	2.44	2.45	2.47	2.48	2.40	2.48
6	R1	1.83	2.16	1.99	1.82	2.23	1.97	1.70	1.82	1.85
	R2	2.48	2.22	2.04	2.23	2.16	2.07	1.84	2.08	1.67
	R3	2.19	1.82	1.99	1.90	2.23	1.50	2.06	1.73	1.65
	R4	1.94	1.93	1.83	2.23	1.90	2.02	2.10	2.20	2.12
7	R1	1.74	2.02	2.03	2.04	1.91	2.21	1.91	2.20	2.49
	R2	1.90	1.90	2.16	2.38	2.00	2.10	2.18	2.11	2.18
	R3	1.96	1.96	1.85	1.94	1.90	1.99	2.57	2.13	2.43
	R4	1.76	1.76	2.46	2.16	2.12	2.14	2.24	2.32	2.35
8	R1	2.25	2.56	2.43	2.28	2.27	2.23	2.27	2.49	2.34
	R2	2.37	2.22	2.44	2.58	2.26	2.46	2.34	2.31	2.09
	R3	2.58	2.17	2.15	2.21	2.37	2.60	2.46	2.28	2.27
	R4	2.31	2.40	2.53	2.36	2.53	2.37	2.65	2.37	2.26
9	R1	2.30	2.38	2.36	2.39	2.43	2.35	2.15	2.19	2.54
	R2	2.55	2.08	2.39	2.56	2.42	2.18	2.36	2.16	2.09
	R3	2.40	2.16	1.93	2.29	2.47	2.55	2.30	2.21	2.41
	R4	2.34	2.24	2.50	2.35	2.32	2.20	2.46	2.38	2.21
10	R1	2.08	2.20	2.16	2.04	2.00	2.05	2.19	1.47	2.04
	R2	2.20	2.03	2.19	2.16	1.89	1.86	2.15	1.93	1.77
	R3	2.11	1.65	2.19	1.90	2.26	2.31	1.63	2.05	1.81
	R4	1.97	2.07	2.13	1.69	2.14	2.06	2.07	2.31	1.64
11	R1	2.01	2.33	2.12	1.49	2.09	1.98	2.30	1.48	2.14
	R2	2.10	2.09	1.96	2.04	1.93	1.79	1.95	1.96	1.78
	R3	1.81	1.86	2.20	1.83	2.09	2.28	1.61	1.94	1.72
	R4	2.01	2.01	2.27	1.58	2.20	2.15	1.97	2.00	1.78
12	R1	2.09	2.40	2.21	2.21	2.00	1.95	2.31	1.94	2.36
	R2	2.16	2.28	2.04	2.15	1.89	2.22	2.23	1.88	1.70
	R3	1.85	2.17	2.16	1.92	2.26	2.40	1.63	1.58	1.70
	R4	1.80	1.91	2.01	1.94	2.26	2.45	2.38	1.86	2.07
<b>PROMEDIO</b>		2.25	2.24	2.31	2.23	2.29	2.29	2.28	2.19	2.21



**ANEXO XII. PESO PROMEDIO DE HUEVO SEMANAL (g)**

Semana	R	TRATAMIENTO								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	R1	57.56	60.39	62.63	57.88	59.98	60.54	59.00	59.24	58.29
	R2	61.77	57.05	61.36	60.56	59.87	59.98	60.14	56.80	57.80
	R3	60.55	57.10	60.23	57.12	58.59	60.67	59.95	58.05	59.85
	R4	57.35	60.41	63.69	60.15	60.90	58.21	60.71	59.39	60.69
2	R1	57.93	60.43	63.12	58.02	60.68	59.78	59.95	58.86	60.60
	R2	61.93	57.88	62.03	61.63	61.43	62.21	59.90	58.10	56.88
	R3	60.05	57.26	60.10	58.17	60.45	60.93	60.64	57.98	59.70
	R4	57.85	61.38	63.10	59.88	60.42	61.31	59.90	60.28	59.80
3	R1	58.34	62.05	61.46	58.52	61.78	61.38	59.32	59.33	59.08
	R2	62.76	58.36	61.98	61.81	61.34	62.35	60.90	58.37	57.12
	R3	60.79	57.45	60.38	58.02	60.81	60.32	62.49	58.38	62.02
	R4	58.45	59.87	61.55	59.53	61.43	61.35	61.37	60.64	61.56
4	R1	59.05	62.12	61.34	58.10	62.07	61.27	60.69	59.10	61.33
	R2	62.50	58.52	60.51	62.18	61.59	62.44	59.40	59.47	58.20
	R3	62.18	57.59	60.80	57.90	61.33	60.98	62.53	57.95	61.95
	R4	58.08	59.69	62.95	61.18	61.50	60.36	61.78	59.00	62.49
5	R1	58.55	61.35	60.90	58.85	61.56	61.85	61.30	59.76	60.46
	R2	62.67	58.40	61.58	61.69	61.59	62.66	60.40	58.81	56.19
	R3	62.27	57.64	59.90	59.83	60.10	62.77	61.32	58.00	61.76
	R4	58.13	59.60	62.59	60.90	61.35	60.15	62.10	60.10	62.10
6	R1	57.06	59.97	60.36	56.75	60.38	59.55	58.48	56.75	59.77
	R2	61.90	56.79	60.09	62.06	60.03	62.64	57.34	59.37	55.67
	R3	60.69	56.75	58.47	55.79	60.14	60.16	60.71	57.50	58.82
	R4	57.12	58.48	61.07	58.61	57.61	59.35	59.86	58.00	60.66
7	R1	56.13	59.38	59.76	56.67	61.48	59.68	57.97	59.51	60.76
	R2	59.22	55.88	61.71	61.13	58.85	61.71	57.29	58.69	57.37
	R3	59.36	56.09	57.75	57.15	59.44	60.21	61.07	57.49	60.65
	R4	56.90	58.63	61.53	58.49	58.78	57.95	60.65	57.90	60.33
8	R1	57.72	60.83	60.70	60.11	59.71	60.16	59.66	60.61	59.87
	R2	60.79	56.92	62.62	62.88	60.95	63.13	59.95	59.31	57.97
	R3	62.80	58.68	59.67	58.24	62.32	63.34	63.10	58.51	61.43
	R4	56.41	59.95	63.28	60.38	61.61	60.67	61.65	59.13	60.95
9	R1	57.60	61.03	60.38	58.32	60.80	58.75	59.64	59.16	60.55
	R2	60.74	56.24	59.78	62.54	60.40	62.20	58.95	58.41	55.08
	R3	61.44	58.30	58.61	57.30	60.32	62.07	62.24	58.08	60.20
	R4	58.50	58.87	62.43	60.23	61.00	61.08	61.48	59.43	61.28
10	R1	56.19	59.57	60.11	56.61	58.79	58.54	60.69	58.88	60.06
	R2	59.32	56.28	60.86	60.00	59.03	60.10	59.75	58.33	55.22
	R3	62.18	56.76	57.58	55.88	59.34	60.82	60.52	57.03	60.30
	R4	56.31	57.44	59.19	58.38	59.56	57.33	61.00	59.28	58.64
11	R1	55.81	59.67	60.66	55.04	59.66	56.63	60.63	56.81	61.26
	R2	58.33	56.46	59.33	59.97	58.48	59.70	57.21	57.71	55.69
	R3	60.17	56.36	59.32	57.06	59.63	61.49	59.67	57.15	61.39
	R4	55.75	55.86	59.82	58.41	57.82	59.69	59.64	57.20	59.47
12	R1	56.41	61.54	59.76	58.11	58.68	59.03	59.33	58.82	60.56
	R2	59.94	56.95	58.20	59.72	58.91	63.49	58.55	58.66	54.77
	R3	61.57	57.11	58.49	56.38	59.53	63.11	60.37	56.50	60.68
	R4	56.09	56.06	60.91	58.88	61.05	61.15	60.90	58.13	60.91
<b>PROMEDIO</b>		59.19	58.49	60.72	59.02	60.27	60.73	60.25	58.54	59.55

**ANEXO XIII. CONSUMO DE ALIMENTO SEMANAL (KG)**

Semana	R	TRATAMIENTO								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	R1	4.80	4.99	4.72	4.95	4.77	4.99	4.97	4.96	4.99
	R2	4.92	4.70	4.65	4.75	4.77	4.97	4.85	4.84	4.55
	R3	4.91	4.58	4.91	4.56	4.95	4.88	4.96	4.77	4.81
	R4	4.60	4.94	4.90	4.72	4.99	4.96	4.76	4.96	4.89
2	R1	4.73	4.95	4.91	4.92	4.82	4.97	4.97	4.95	4.98
	R2	4.81	4.68	4.65	4.73	4.85	4.87	4.77	4.86	4.58
	R3	4.88	4.52	4.78	4.42	4.89	4.86	4.93	4.67	4.75
	R4	4.57	4.92	4.95	4.63	4.88	4.87	4.65	4.94	4.81
3	R1	4.52	4.93	4.96	4.64	4.83	4.94	4.97	4.80	4.95
	R2	4.76	4.57	4.52	4.72	4.66	4.76	4.74	4.71	4.44
	R3	4.85	4.38	4.62	4.29	4.77	4.77	4.80	4.37	4.65
	R4	4.45	4.84	4.91	4.61	4.76	4.85	4.51	4.89	4.78
4	R1	4.43	4.85	4.95	4.53	4.80	4.81	4.93	4.73	4.94
	R2	4.76	4.54	4.43	4.71	4.22	4.43	4.64	4.51	4.38
	R3	4.85	4.18	4.64	4.07	4.56	4.64	4.78	4.36	4.53
	R4	4.72	4.80	4.91	4.58	4.60	4.87	4.41	4.87	4.63
5	R1	3.97	4.52	4.61	4.41	4.65	4.46	4.70	4.49	4.58
	R2	4.82	4.38	4.32	4.48	4.27	4.23	4.38	4.11	4.05
	R3	4.76	4.02	4.37	4.04	4.39	4.41	4.51	4.30	4.28
	R4	4.49	4.68	4.77	4.46	4.40	4.64	4.32	4.59	4.38
6	R1	3.89	4.16	3.95	3.91	4.19	4.11	4.22	4.18	4.13
	R2	4.36	3.95	4.05	4.06	4.16	4.18	4.08	4.04	4.09
	R3	4.23	3.77	4.19	3.57	3.97	3.97	4.26	3.94	4.00
	R4	4.25	4.23	4.51	4.06	4.14	4.16	4.02	4.35	3.92
7	R1	4.01	4.02	3.95	3.97	4.17	4.04	4.24	4.19	4.25
	R2	4.03	3.92	3.96	4.20	4.04	4.05	3.99	4.04	4.01
	R3	4.16	3.53	4.19	3.58	3.88	4.09	4.29	3.98	4.05
	R4	3.96	4.16	4.30	4.00	4.01	4.11	4.00	4.33	3.82
8	R1	4.01	4.02	3.95	3.97	4.17	4.04	4.24	4.19	4.25
	R2	4.03	3.92	3.96	4.20	4.04	4.05	3.99	4.04	4.01
	R3	4.16	3.53	4.19	3.58	3.88	4.09	4.29	3.98	4.05
	R4	3.96	4.16	4.30	4.00	4.01	4.11	4.00	4.33	3.82
9	R1	3.75	3.91	3.73	3.93	3.88	4.05	4.19	3.69	4.20
	R2	4.11	3.53	3.97	3.94	3.85	3.83	4.00	4.15	3.95
	R3	4.14	3.28	3.87	3.40	4.31	4.05	3.61	3.88	3.76
	R4	4.18	3.69	4.22	3.77	4.23	3.74	3.98	4.25	3.93
10	R1	3.79	3.73	3.21	3.41	3.46	3.56	3.89	3.13	3.76
	R2	3.86	3.85	3.43	3.49	3.67	3.56	3.64	3.54	3.78
	R3	3.42	3.15	4.35	3.15	3.73	3.83	3.34	3.67	3.59
	R4	3.52	3.62	4.08	2.71	3.84	3.55	3.54	4.07	3.98
11	R1	3.95	4.26	3.80	3.72	4.09	3.77	4.63	3.48	4.30
	R2	4.09	4.04	3.24	4.04	4.03	4.09	3.64	4.28	3.86
	R3	3.94	3.87	4.34	3.62	3.94	4.17	3.80	2.96	3.17
	R4	3.15	3.78	4.24	3.23	4.04	4.53	3.91	3.78	3.86
12	R1	3.92	4.23	3.96	3.82	4.31	3.76	4.73	3.49	4.13
	R2	4.31	4.08	3.51	3.72	3.98	3.90	4.00	4.17	3.91
	R3	4.38	3.73	4.31	3.58	4.03	4.32	3.96	3.54	3.35
	R4	3.12	3.72	3.90	3.78	4.37	4.52	4.13	3.71	4.08
<b>PROMEDIO</b>		4.25	4.18	4.29	4.08	4.30	4.32	4.32	4.23	4.23

ANEXO XIV. CONVERSION ALIMENTICIA SEMANAL Y ACUMULADA

Semana	R	TRATAMIENTO								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	R1	2.03	2.02	1.84	2.04	1.99	2.01	2.11	2.04	2.09
	R2	1.85	2.06	1.80	1.82	2.04	2.02	1.92	2.13	1.92
	R3	1.93	2.00	2.04	1.95	2.06	1.92	1.97	2.05	2.01
	R4	2.00	1.99	1.97	1.92	2.05	1.98	1.87	2.04	1.92
2	R1	1.99	1.95	1.85	2.07	1.94	2.03	1.97	1.95	2.05
	R2	1.85	1.92	1.87	1.92	1.88	2.06	1.89	1.99	2.01
	R3	1.98	1.88	1.89	1.85	1.93	1.86	2.08	1.87	1.85
	R4	1.97	1.91	1.87	1.93	1.88	1.89	1.94	1.91	1.96
3	R1	1.89	1.94	2.07	1.89	1.95	1.91	2.04	1.93	2.09
	R2	1.85	2.01	1.78	1.82	1.85	1.91	1.85	2.12	1.89
	R3	1.90	1.81	1.91	1.76	1.82	1.93	1.87	1.78	1.83
	R4	2.00	2.07	1.90	1.94	1.84	1.98	1.71	1.92	1.99
4	R1	1.83	1.90	1.97	1.95	1.89	1.92	1.93	1.95	1.92
	R2	1.90	1.85	1.79	1.99	1.85	1.82	1.86	2.11	1.88
	R3	2.05	1.86	1.86	1.72	1.86	1.86	2.01	1.93	1.83
	R4	2.03	1.91	1.90	1.87	1.78	2.07	1.79	1.97	1.72
5	R1	1.70	1.84	1.85	1.83	1.94	1.85	1.92	2.03	1.94
	R2	1.83	1.88	1.75	1.86	1.78	1.78	1.72	1.89	2.00
	R3	1.86	1.66	1.87	1.87	1.74	1.80	1.94	1.85	1.69
	R4	1.93	1.96	1.86	1.83	1.79	1.88	1.74	1.91	1.76
6	R1	2.13	1.93	1.98	2.16	1.88	2.09	2.49	2.30	2.23
	R2	1.76	1.78	1.98	1.82	1.93	2.02	2.22	1.94	2.45
	R3	1.94	2.08	2.11	1.88	1.78	2.64	2.06	2.28	2.43
	R4	2.19	2.19	2.46	1.82	2.18	2.06	1.92	1.97	1.85
7	R1	2.31	1.99	1.94	1.94	2.19	1.83	2.22	1.90	1.70
	R2	2.13	2.06	1.83	1.76	2.02	1.93	1.83	1.91	1.84
	R3	2.12	1.80	2.27	1.84	2.04	2.06	1.67	1.87	1.67
	R4	2.24	2.36	1.75	1.85	1.89	1.92	1.78	1.87	1.62
8	R1	1.78	1.57	1.63	1.74	1.84	1.82	1.87	1.68	1.82
	R2	1.70	1.77	1.62	1.63	1.79	1.65	1.71	1.75	1.92
	R3	1.61	1.62	1.95	1.62	1.64	1.58	1.74	1.74	1.78
	R4	1.71	1.73	1.70	1.70	1.59	1.74	1.51	1.83	1.69
9	R1	1.63	1.64	1.59	1.64	1.59	1.72	1.95	1.69	1.65
	R2	1.61	1.70	1.66	1.54	1.59	1.76	1.70	1.92	1.89
	R3	1.73	1.52	2.00	1.48	1.74	1.59	1.57	1.76	1.56
	R4	1.79	1.65	1.69	1.60	1.82	1.70	1.62	1.79	1.78
10	R1	1.82	1.69	1.48	1.67	1.73	1.74	1.78	2.12	1.84
	R2	1.76	1.90	1.57	1.61	1.94	1.91	1.69	1.84	2.14
	R3	1.62	1.92	1.99	1.66	1.65	1.66	2.04	1.79	1.98
	R4	1.79	1.75	1.92	1.60	1.79	1.72	1.71	1.76	2.42
11	R1	1.97	1.83	1.79	2.51	1.96	1.90	2.01	2.36	2.00
	R2	1.95	1.94	1.66	1.98	2.09	2.28	1.87	2.18	2.17
	R3	2.18	2.08	1.98	1.98	1.89	1.83	2.36	1.52	1.85
	R4	1.57	1.88	1.86	2.05	1.84	2.11	1.99	1.89	2.16
12	R1	1.88	1.76	1.79	1.73	2.16	1.93	2.04	1.80	1.75
	R2	2.00	1.79	1.72	1.73	2.11	1.76	1.80	2.22	2.30
	R3	2.37	1.72	1.99	1.87	1.78	1.80	2.43	2.24	1.97
	R4	1.74	1.95	1.94	1.94	1.93	1.85	1.74	1.99	1.97
<b>C.A. ACUMULADA</b>		1.90	1.88	1.86	1.84	1.88	1.90	1.91	1.94	1.93

**ANEXO XV. UNIDADES HAUGS (UH)**

		<b>TRATAMIENTO</b>								
<b>PRUEBA</b>	<b>R</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>
1	R1	100.01	106.33	110.44	102.86	106.34	110.40	107.46	104.75	106.76
	R2	107.65	105.43	106.49	106.37	111.76	111.11	102.05	105.33	109.25
	R3	109.75	103.39	103.98	101.64	100.94	106.18	109.05	98.95	102.47
	R4	104.49	105.07	108.54	103.38	104.17	108.86	108.67	110.71	105.57
2	R1	103.05	103.34	98.65	104.90	102.24	102.95	102.60	101.26	106.10
	R2	106.21	99.05	104.60	110.75	112.11	106.04	108.77	104.17	102.14
	R3	101.93	106.74	101.52	99.97	103.42	102.12	103.83	98.99	102.88
	R4	105.76	105.10	106.29	109.04	103.15	106.42	107.47	109.00	107.85
3	R1	93.95	106.48	103.13	104.21	100.59	105.34	104.19	103.17	100.97
	R2	104.46	105.34	104.62	101.84	108.09	97.59	91.91	104.59	106.89
	R3	101.52	103.29	101.12	103.49	101.53	102.31	96.87	108.62	107.35
	R4	100.60	94.13	102.08	96.83	100.65	106.15	101.58	105.31	101.71
4	R1	103.64	104.52	98.85	111.29	101.64	99.10	103.46	105.26	101.37
	R2	101.78	102.10	102.78	107.00	101.29	104.02	100.70	102.73	108.91
	R3	102.83	104.70	98.65	96.46	92.92	99.89	108.48	102.67	102.43
	R4	107.87	102.39	101.00	96.46	101.07	100.04	112.00	103.26	101.89
<b>PROMEDIO</b>		103.47	103.59	103.30	103.53	103.24	104.28	104.32	104.30	104.66

**ANEXO XVI. GROSOR DE CASCARA DE HUEVO (mm)**

PRUEBAS	R	TRATAMIENTO								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	R1	0.33	0.37	0.35	0.34	0.37	0.37	0.37	0.39	0.31
	R2	0.38	0.32	0.34	0.35	0.37	0.34	0.34	0.37	0.33
	R3	0.30	0.35	0.33	0.35	0.35	0.38	0.32	0.34	0.33
	R4	0.32	0.33	0.35	0.36	0.33	0.31	0.34	0.35	0.34
2	R1	0.37	0.34	0.34	0.32	0.35	0.32	0.41	0.36	0.36
	R2	0.35	0.38	0.32	0.33	0.30	0.32	0.35	0.38	0.29
	R3	0.33	0.33	0.36	0.35	0.37	0.36	0.33	0.31	0.31
	R4	0.34	0.34	0.34	0.32	0.32	0.33	0.36	0.34	0.33
3	R1	0.34	0.33	0.32	0.35	0.35	0.34	0.36	0.35	0.33
	R2	0.32	0.30	0.34	0.34	0.35	0.33	0.39	0.35	0.33
	R3	0.32	0.33	0.34	0.32	0.35	0.36	0.37	0.33	0.34
	R4	0.34	0.37	0.33	0.31	0.32	0.33	0.35	0.35	0.35
4	R1	0.34	0.35	0.35	0.37	0.37	0.33	0.35	0.35	0.33
	R2	0.36	0.33	0.37	0.33	0.35	0.35	0.34	0.35	0.35
	R3	0.32	0.33	0.34	0.35	0.34	0.37	0.32	0.34	0.35
	R4	0.33	0.33	0.30	0.39	0.35	0.32	0.34	0.33	0.35
<b>PROMEDIO</b>		0.34	0.34	0.34	0.34	0.35	0.34	0.35	0.35	0.33

**ANEXO XVII. PESO INICIAL, FINAL Y GANANCIA DE PESO**

	Peso		Ganancia de peso (g)
	Inicial (kg)	Final (kg)	
<b>T-1</b>	1.43	1.65	216.67
	1.37	1.74	376.67
	1.38	1.70	319.67
	1.43	1.61	173.33
<b>T-2</b>	1.40	1.85	453.33
	1.38	1.69	303.33
	1.43	1.69	256.67
	1.37	1.65	283.33
<b>T-3</b>	1.38	1.58	198.67
	1.43	1.68	243.33
	1.40	1.73	330.00
	1.38	1.63	248.33
<b>T-4</b>	1.43	1.79	360.67
	1.37	1.75	378.33
	1.38	1.77	386.67
	1.43	1.73	291.67
<b>T-5</b>	1.40	1.71	308.33
	1.38	1.67	290.00
	1.43	1.74	301.67
	1.37	1.68	311.67
<b>T-6</b>	1.38	1.85	461.67
	1.43	1.85	416.67
	1.40	1.80	401.67
	1.38	1.68	291.67
<b>T-7</b>	1.43	1.70	263.33
	1.37	1.58	215.00
	1.38	1.67	281.67
	1.43	1.68	248.33
<b>T-8</b>	1.40	1.79	390.00
	1.38	1.60	220.00
	1.43	1.87	433.33
	1.37	1.73	365.00
<b>T-9</b>	1.38	1.84	456.67
	1.43	1.87	438.33
	1.40	1.80	396.67
	1.38	1.83	443.33

**ANEXO XVIII CONSUMO DE METIONINA+CISTINA**

<b>F.V</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-Value</b>	<b>P-Value</b>	<b>Significancia</b>
Proteína	2	57	28.5	0.03	0.969	NS
metionina+cistina	2	161863	80931.7	88.24	0	*
Proteína*met-cis	4	5167	1291.8	1.41	0.258	NS
Error	27	24762	917.1			
Total	35	191850				

**ANEXO XIX CONSUMO DE PROTEINA**

<b>F.V</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F-Value</b>	<b>P-Value</b>	<b>Significancia</b>
Proteína	2	0.0264	0.0132	0.03	0.968	NS
metionina+cistina	2	65.0704	32.5352	79.94	0	*
Proteína*met-cis	4	2.3	0.575	1.41	0.257	NS
Error	27	10.9894	0.407			
Total	35	78.3861				

## ANEXO XX

## TEMPERATURA DEL GALPON

TEMPERATURA (°C)															
	PROM	MAX	MIN		PROM	MAX	MIN		PROM	MAX	MIN		PROM	MAX	MIN
23/12/2015	20.4	23.5	18.9	13/01/2016	22.5	26.7	18.7	03/02/2016	25.3	29.4	22.5	24/02/2016	25.2	30.9	22.8
24/12/2015	21.2	24.9	19.3	14/01/2016	21.9	24.6	20.5	04/02/2016	25.7	30.9	21.7	25/02/2016	25.7	30.1	23.0
25/12/2015	21.3	26.9	19.2	15/01/2016	22.8	26.9	20.3	05/02/2016	25.4	31.7	20.2	26/02/2016	26.5	32.4	21.7
26/12/2015	21.6	26.3	19.0	16/01/2016	23.0	28.6	18.4	06/02/2016	25.1	30.0	20.3	27/02/2016	27.3	33.0	22.2
27/12/2015	20.9	23.5	19.5	17/01/2016	23.7	29.1	20.0	07/02/2016	25.1	30.7	20.4	28/02/2016	25.3	29.4	22.3
28/12/2015	22.6	28.9	19.5	18/01/2016	24.1	29.9	19.2	08/02/2016	23.5	27.7	21.9	29/02/2016	25.3	29.4	22.3
29/12/2015	23.3	28.7	18.5	19/01/2016	22.9	27.3	19.1	09/02/2016	24.3	30.4	21.6	01/03/2016	30.0	30.0	30.0
30/12/2015	21.7	26.2	19.3	20/01/2016	23.3	28.2	18.6	10/02/2016	24.4	29.0	21.6	02/03/2016	26.1	30.4	22.1
31/12/2015	21.0	25.4	18.8	21/01/2016	23.7	27.9	21.0	11/02/2016	24.6	29.3	21.8	03/03/2016	24.8	30.2	20.5
01/01/2016	20.8	25.9	18.1	22/01/2016	23.7	28.1	19.9	12/02/2016	24.2	29.0	21.6	04/03/2016	25.3	29.8	20.7
02/01/2016	22.5	28.4	16.0	23/01/2016	23.6	28.1	21.3	13/02/2016	25.2	31.0	20.5	05/03/2016	25.4	31.0	21.7
03/01/2016	22.5	28.3	16.9	24/01/2016	22.6	25.2	21.0	14/02/2016	24.6	29.5	20.5	06/03/2016	25.5	31.1	21.3
04/01/2016	23.0	28.1	18.7	25/01/2016	23.7	28.8	19.3	15/02/2016	24.4	29.2	20.6	07/03/2016	24.3	29.7	21.6
05/01/2016	23.9	29.1	20.8	26/01/2016	25.1	30.3	21.2	16/02/2016	26.0	30.6	21.9	08/03/2016	26.2	32.0	20.8
06/01/2016	24.2	30.1	20.1	27/01/2016	24.0	29.5	19.5	17/02/2016	26.5	31.0	21.7	09/03/2016	25.5	31.5	21.2
07/01/2016	22.0	24.0	18.7	28/01/2016	24.4	29.0	21.9	18/02/2016	25.3	29.9	21.6	10/03/2016	25.2	30.7	20.7
08/01/2016	21.8	25.6	19.4	29/01/2016	25.5	30.6	22.2	19/02/2016	24.9	29.9	22.0	11/03/2016	25.5	30.7	21.6
09/01/2016	22.5	27.9	19.7	30/01/2016	24.8	29.3	21.5	20/02/2016	25.3	30.7	21.6	12/03/2016	25.0	29.9	20.7
10/01/2016	23.1	28.2	18.6	31/01/2016	25.9	30.7	22.1	21/02/2016	25.5	30.3	20.8	13/03/2016	25.4	31.7	21.2
11/01/2016	23.3	28.2	20.4	01/02/2016	23.9	28.2	20.5	22/02/2016	26.2	31.1	21.8	14/03/2016	25.2	32.0	20.1
12/01/2016	23.5	28.4	20.4	02/02/2016	24.4	29.2	21.8	23/02/2016	25.8	30.3	22.6	15/03/2016	24.6	29.8	21.3



**ANEXO XXI. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LA GALLINA HY-LINE BROWN, PARA LA PRIMERA FASE DE PRODUCCIÓN**

NUTRIENTE	REQUERIMIENTO		
	2778 - 2911		
Energía metabolizable, kcal/kg			
Consumo, g/día por ave	90	100	110
Lisina %	0.98	0.88	0.80
Metionina %	0.47	0.42	0.39
Metionina+Cistina %	<b>0.86</b>	<b>0.78</b>	<b>0.71</b>
Treonina %	0.74	0.66	0.61
Triptófano %	0.22	0.20	0.18
Arginina %	1.00	0.90	0.82
Isoleucina %	0.75	0.68	0.62
Valina %	0.87	0.78	0.71
Proteína bruta %	<b>18.00</b>	<b>16.50</b>	<b>15.00</b>

**ANEXO XXII. CONSUMO DE PROTEÍNA Y AMINOÁCIDOS AZUFRADOS**

Tratamientos	Proteína	Met-cis	Consumo de proteína g/gallina por día	Consumo de met-cis mg/gallina por día
1	15.00	0.71	15.19	719.29
2	15.00	0.78	14.93	776.86
3	15.00	0.86	15.33	879.16
4	16.50	0.71	16.00	688.89
5	16.50	0.78	16.87	797.83
6	16.50	0.86	16.97	884.80
7	18.00	0.71	18.49	729.48
8	18.00	0.78	18.12	785.54
9	18.00	0.86	18.11	865.70
Proteína (%)	15.00		15.15 <sup>c</sup>	791.77 <sup>a</sup>
	16.50		16.62 <sup>b</sup>	790.5 <sup>a</sup>
	18.00		18.24 <sup>a</sup>	793.57 <sup>a</sup>
Met-cis (%)	0.71		16.56 <sup>a</sup>	712.55 <sup>c</sup>
	0.71		16.64 <sup>a</sup>	786.74 <sup>b</sup>
	0.86		16.80 <sup>a</sup>	876.55 <sup>a</sup>
			Probabilidad	
	Proteína		NS	NS
	Met-cis		0	0
	Proteína X met-cis		NS	NS