

**“EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DEL BALANCE  
ELECTROLITICO DIETARIO (mEq/Kg) SOBRE LA CALIDAD  
DEL HUEVO DE GALLINAS DE POSTURA”**



**UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"**

**DE ICA**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y**

**ZOOTECNIA**



**TESIS**

**"EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DEL BALANCE  
ELECTROLITICO DIETARIO (mEq/Kg) SOBRE LA CALIDAD DEL  
HUEVO DE GALLINAS DE POSTURA"**

**PRESENTADO POR**

**NOEL ROJAS QUISPE**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE**

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**CHINCHA – 2017**

*Quiero dedicarle este trabajo a Dios  
que me a dado la vida y la fortaleza  
para terminar este proyecto de investigación,  
a mis padres y hermano por estar ahí cuando  
mas los necesite; en especial ami madre por su  
ayuda y constante cooperación  
en los momentos mas dificiles*

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por su apoyo incansable, por los consejos, enseñanzas y por los ejemplos de humildad y fortaleza frente a las adversidades

A mi familia en general, por el apoyo incondicional en todo momento y expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo.

En especial agradecimiento Ph.D. Elias Salvador Tasayco, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continúa de la misma, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido a lo largo de la ejecución del proyecto.

## INDICED GENERAL

	<b>Pag.</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>II</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>III</b>
<b>INDICE GENERAL</b>	<b>IV</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>VI</b>
<b>INDICE DE FOTOS</b>	<b>VIII</b>
<b>INDICE DE ANEXOS</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>X</b>
<b>SUMARY</b>	<b>XI</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</b>	<b>4</b>
2.1 Antecedentes	4
2.2 Marco teórico	6
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>9</b>
3.1 Lugar y fecha	9
3.2 Instalaciones utilizadas	9
3.3 Materiales y equipos	10
3.4 Tipo de Investigación	10
3.5 Metodología experimental	10
3.6 Tratamientos	13
3.7 Variables en estudio	13
3.8 Diseño experimental	25
3.9 Análisis estadístico	26
<b>IV. RESULTADOS Y DESCUSIÓN</b>	<b>27</b>
4.1 Calidad del huevo	27
4.1.1 Unidad Haugh (UH)	
4.1.2 Porcentaje de cáscara de huevo	
4.1.3 Grosor de cáscara de huevo	
4.1.4 Color de cáscara de huevo	
4.2 Comportamiento productivo	35
4.2.1 Porcentaje de producción de huevos	

4.2.2	Número total de huevos	
4.2.3	Kilos de huevos totales	
4.2.4	Consumo de alimento (g/ave/día)	
4.2.5	Índice de conversión alimenticia (g/ave/día)	
4.2.6	Peso de huevo (g)	
4.2.7	Masa de huevo (g)	
4.2.8	Peso vivo inicial y final de las gallinas de postura (Kg)	
4.3	Retribución económica	51
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>53</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>55</b>
<b>VII.</b>	<b>BLOGRAFÍA</b>	<b>56</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>60</b>

## INDICE DE TABLAS

Nº	Pag.
01. Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (mEq/kg) sobre el valor de unidad Haugh de albumen de huevo de gallinas de postura .....	28
02. Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (mEq/kg) sobre el porcentaje de cáscara de huevo de gallinas de postura .....	30
03. Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/Kg) sobre el grosor de cáscara de huevo de gallinas de postura.....	32
04. Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/kg) sobre el color de cáscara del huevo de gallinas de postura.....	34
05. Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/Kg) sobre el porcentaje de producción de huevo de gallinas de postura.....	36
06. Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/Kg) sobre el número de huevo de gallinas de postura.....	38
07. Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/Kg) sobre los kilos de huevo totales de gallinas de postura.....	40
08. Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/Kg) sobre el consumo e alimento de gallinas de postura.....	42
09. Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/Kg) sobre el índice de conversión alimenticia de gallinas de postura.....	44
10. Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/Kg) sobre el peso de huevo de gallinas de postura.....	46

<b>11. Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/Kg) sobre la masa de huevo de gallinas de postura.....</b>	<b>48</b>
<b>12. Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/Kg) sobre el peso vivo de gallinas de postura.....</b>	<b>50</b>
<b>13. Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/Kg) sobre la retribución económica de gallinas de postura.....</b>	<b>52</b>

## INDICE DE FOTOS

<b>Nº</b>	<b>Pag.</b>
01. Gallinas de la línea Hy-line Brown.....	12
02. Materiales para hallar Unidad Haugh (UH).....	15
03. Obtención de la muestra para hallar Unidad Haugh (UH).....	15
04. Evaluación del peso de los huevos.....	16
05. Evaluación de la altura de albumina.....	16
06. Oreo de la cascara de huevo bajo sombra.....	18
07. Evaluación del peso de la cascara de huevo.....	18
08. Evaluación del color del huevo.....	20
09. Alimentación por bloque y tratamiento.....	22
10. Evaluación del peso de las gallinas Hy-line Brown.....	24

## INDICE DE ANEXOS

Nº	Pag.
01. Fórmulas de las dietas alimenticias por tratamiento.....	61

## **RESUMEN**

### **“EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DEL BALANCE ELECTROLITICO DIETARIO (mEq/Kg) SOBRE LA CALIDAD DEL HUEVO DE GALLINAS DE POSTURA”**

Se llevó a cabo una prueba experimental con el objetivo evaluar el efecto de diferentes niveles del Balance Electrolítico Dietario (BED) sobre la calidad de huevo, comportamiento productivo y margen bruto de gallinas de postura. Se utilizaron cien gallinas de postura de la línea HY-Line Brown de 35 semanas de edad. Se utilizaron cuatro dietas como tratamientos con niveles de BED; 150, 200, 150 y 300 mEq/Kg de dieta, que fueron ofrecidos a cuatro grupos de gallinas de postura, los que fueron distribuidos siguiendo el protocolo de un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Cada uno de los tratamientos tuvo cinco repeticiones, dando un total de 20 unidades experimentales. Se evaluaron las variables de unidad Haugh, porcentaje y grosos de cáscara, color de cáscara, producción de huevos, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia, eficiencia energética, peso y masa de huevo, peso vivo y retribución económica. Los resultados indican que los diferentes niveles del BED no afectaron la unidad Haugh, porcentaje de cáscara, color de cáscara, producción de huevos, consumo de alimento, conversión alimenticia, masa de huevos, y afectó las características de grosor de cáscara, peso de huevo, peso vivo final y retribución económica. Se concluye que, con el nivel del BED de 150 mEq/Kg se logra la mejor respuesta productiva y económica.

Palabras claves: Gallinas ponedoras; Balance Electrolítico Dietario; Comportamiento productivo

## **SUMMARY**

### **"EFFECT OF DIFFERENT LEVELS OF DIETARY ELECTROLYTE BALANCE (mEq / kg) ON EGG QUALITY OF LAYING HENS"**

It was conducted experimental testing in order to evaluate the effect of different levels of Dietary Electrolyte Balance (BED) on egg quality, performance and gross margin of laying hens. Hundred hens Hy-Line Brown of 35 weeks old were used. Four diets as treatments with BED levels were used; 150, 200, 150 and 300 mEq / kg of diet, which were offered to four groups of hens, which were distributed following the protocol of a complete block design at random (DBCA). Each of the treatments had five repetitions, giving a total of 20 experimental units. Variables of Haugh unit, percentage and shell thickness, shell color, egg production, feed intake, feed conversion ratio, energy efficiency, weight and egg mass, liveweight and gross margin were evaluated. The results indicate that different levels of BED did not affect the Haugh unit, percentage of shell, shell color, egg production, feed intake, feed conversion, egg mass, and affected the characteristics of shell thickness, egg weight , final liveweight and gross margin. It is concluded that the level of BED 150 mEq / kg achieved the best productive and economic response.

Keywords: Laying hens; Electrolytic Balance Dietario; productive performance

## I. INTRODUCCIÓN

La nutrición y la alimentación de las gallinas de postura tienen como propósito abastecer con las cantidades de energía y nutrientes en las dosis, niveles y relaciones adecuadas, a través de la formulación de una dieta balanceada, y aplicadas a estas aves bajo un programa de alimentación de acuerdo a los índices o indicadores productivos de interés económico para la empresa productora de huevos. Si bien las características productivas de producción de huevos, peso y masa de huevo, así como conversión alimenticia, entre otras, son de importancia para la empresa. Sin embargo, las exigencias del consumidor por un huevo de consumo de mejor calidad, respecto a la calidad de la cascara y características internas, es lo que lleva a un gran interés por estudiar y mejorar estas características, bajo condiciones de granja.

Tanto la calidad interna y externa de los huevos, obedecen a múltiples factores, dentro de estos, actualmente existe un gran interés acerca del efecto de los aportes de electrolitos claves como el Sodio, Potasio y Cloro, que mediante la ecuación:  $Na + K - Cl$ , nos proporciona el Balance Electrolítico Dietario y según estudios, está relacionado a las características de calidad del huevo.

Siendo la formación o producción del huevo, un proceso metabólicamente muy activo que está relacionado con el balance hídrico y el balance ácido básico, es necesario hacer estudios relacionados al balance de electrolitos en la dieta (BED) para evaluar su impacto en este proceso y determinar qué valores serían los más convenientes que contribuya a mantener las características internas y externas del huevo, y ser aplicados bajo nuestras condiciones de crianza comercial.

Por tanto, se desarrolló un estudio experimental con el objetivo de evaluar diferentes niveles de Balance Electrolítico Dietario (mEq/Kg) sobre la calidad interna y externa del huevo y la respuesta productiva y económica de gallinas de postura comercial.

La producción del huevo en la gallina es un proceso que básicamente comprende aspectos hormonales, fisiológicos, bioquímicos y

nutricionales los que deben interactuar coordinadamente para asegurar un huevo con estabilidad de sus partes principales como son la yema, albumina y cáscara, así como asegurar que su composición nutricional sea óptima y contribuya a mantener o mejorar su óptima calidad, sin embargo, este proceso es metabólicamente muy activo y depende de muchos factores entre los que tenemos la dieta, el medio ambiente, salud y estrés del ave, entre otros factores, que bajo condiciones de campo influyen en menor o mayor grado dependiendo del manejo adecuado de los mismos.

Este proceso al ser muy susceptible a los efectos de los factores mencionados, trae como consecuencia que la producción de huevos y la calidad externa e interna se vean afectada. En el metabolismo de las gallinas de postura, el Na y  $H_2CO_3$  tiene una gran importancia en la productividad del huevo y la formación de la cáscara. La formación de la cáscara de los huevos en las gallinas ponedoras se ve afectada por el equilibrio ácido-base en la sangre debido a que la tasa de ácido-base en la sangre es un factor restrictivo para la acumulación de  $CaCO_3$  en la cáscara de huevo (Mehner y Hartfiel, 1983), por lo que influye sobre su calidad.

En este sentido y considerando que la calidad de la cáscara de huevo es de gran importancia para la industria del huevo en todo el mundo, pueden verse afectados por el BED (Hughes, 1988). Hoy en día la Industria de la producción de huevos, cada vez persisten los problemas de la calidad del huevo, principalmente los huevos rotos, fracturados, incoloro, porosos, etc., lo que implica una reducción de la rentabilidad de la empresa, afectando su sostenibilidad.

Es de gran importancia determinar los niveles adecuados de sodio (Na), potasio (K) y el cloruro (Cl) en la dieta, ya que influyen en gran medida el equilibrio ácido-base del organismo para mantener el pH fisiológico y una respuesta productiva óptima. Un cambio a condiciones ácidas o básicas, los procesos metabólicos se alteran para mantener el pH. El balance electrolítico en la dieta (BED) se describe mediante la fórmula  $(Na^+ + K^+ - Cl^-)$  y se expresa como mEq/kg de dieta. Generalmente un BED de alrededor de 250 mEq/kg de dieta es adecuado para un crecimiento óptimo. Para ser eficaces, el nivel de cada uno de ellos en la dieta debe situarse dentro de márgenes aceptables, ni insuficientes ni excesivos. En

las dietas para postura, se requiere mayor investigación para determinar los requerimientos de electrolitos, especialmente en situaciones de estrés calórico y en la fase final de postura, donde disminuye la calidad de la cáscara.

Por lo que, el presente estudio tiene el propósito de evaluar qué nivel de BED es el adecuado para mejorar la calidad externa e interna del huevo y contribuir con información de interés a los productores de huevo y puedan reducir las grandes pérdidas que actualmente experimentan por una baja calidad del huevo.

## II. REVISION DE BIBLIOGRAFIA

### 2.1 ANTECEDENTES

Se realizó un estudio experimental, llevado a cabo por Ghasemi *et al.* (2014) con el objetivo de determinar los efectos de diferentes niveles de proteína cruda (PC) y el balance de electrolitos en la dieta (BED) sobre el comportamiento productivo, calidad del huevo, y los parámetros bioquímicos de la sangre de las gallinas ponedoras criadas durante los meses calurosos del verano. Las temperaturas medias mínimos y máximos registrados entre las 32-42 semanas de edad fueron 27,2 y 36,5 ° C, respectivamente, con una humedad relativa de entre 48 a 56%. Se asignó un total de 144 gallinas ponedoras Lohmann LSL-Lite a cada uno de cuatro tratamientos dietéticos con seis jaulas como repeticiones de seis aves cada una. Los tratamientos fueron los siguientes: CP 15,4% + BED 165 mEq / kg (grupo 1), CP 15,4% + BED 250 mEq / kg (grupo 2), CP 13,9% + BED 165 mEq / kg (grupo 3), y CP 13,9% + BED 250 mEq / kg (grupo 4). En los grupos 3 y 4, se redujo el índice de conversión y ácido úrico en sangre ( $P < 0.05$ ); pero el nivel de triglicéridos en plasma se incrementó ( $P < 0,05$ ) en comparación con los grupos 1 y 2. La dieta baja en CP con BED 250 (grupo 4) también indujo un aumento significativo de la producción promedio de huevos y el grosor de la cáscara en comparación con el grupo 1. El pH sanguíneo, Na + y HCO<sub>3</sub> - valores también fueron superiores ( $P < 0,05$ ) en los grupos 2 y 4 que en los otros grupos. Estos resultados indican que, bajo condiciones tropicales, utilizando un BED de 250 mEq / kg se consigue una corrección de la acidosis metabólica inducida por la postura e induce un efecto positivo en la calidad de la cáscara del huevo cuando las gallinas ponedoras fueron alimentadas con una dieta baja en proteína Santos de Oliveira *et al.* (2012) llevaron a cabo un estudio con el objetivo fue evaluar el efecto del balance de electrolitos en las dietas con proteína reducida en gallinas ponedoras semipesadas.

Bovans Goldline, en el segundo ciclo de producción. El diseño fue completamente al azar con cinco tratamientos y siete repeticiones de seis aves por unidad experimental. Tratamiento 1 consistió de una dieta control con 165,0 g de proteína cruda (PC)/Kg, formulado con la adición de DL-metionina para satisfacer los requerimientos de las aves durante el período experimental. En los tratamientos 2-5 (BE149, BE167, BE185 y BE203), se formuló una dieta basal con la proteína reducida (135,0 g / kg CP) suplementado con aminoácidos sintéticos DL-metionina, L-lisina, treonina L, L-valina y L-triptófano. Esta dieta basal se suplementó con carbonato de potasio, a fin de proporcionar cuatro niveles de potasio (5,86, 6,56, 7,26 y 7,96 g / kg) correspondiente al equilibrio de electrolitos de 171, 149, 167, 185 y 203 mEq/Kg, respectivamente. Hubo un aumento de efecto lineal para el consumo de alimento y una disminución de efecto lineal para el peso del albumen y porcentaje de yema de huevo y efecto cuadrático para la conversión por docena y por masa de huevo. Se recomienda un nivel de proteína cruda en 135.0 g/Kg con 6,77 g/Kg de potasio y un balance de electrolitos de 172.51 mEq/Kg en la dieta de gallinas ponedoras semipesadas en el segundo ciclo de producción.

Nobakht *et al.* (2007) realizaron un estudio para evaluar los efectos del balance de electrolitos en la dieta ( $BED = Na^+ + K^+ - Cl^-$ ) sobre su comportamiento productivo y la calidad de la cáscara de huevo de ponedoras en su período de inicio de postura. Doscientos cincuenta y seis gallinas ponedoras de la línea Hy-Line, de 24 a 34 semanas de edad, fueron asignadas al azar a 4 tratamientos dietarios. Los niveles del BED fueron 0, 120, 240 y 360 mEq/Kg y se obtuvieron por adición de NaCl, NaHCO<sub>3</sub>, KHCO<sub>3</sub> y NH<sub>4</sub>Cl conforme fue necesario. La producción de huevos, consumo de alimento, la masa de huevo y la conversión alimenticia (FCR) no fueron afectadas significativamente en ninguno de los tratamientos, mientras que la calidad de la cáscara de huevo se vio afectada significativamente ( $p < 0,05$ ). La gravedad específica de la cáscara, peso de la cáscara, grosor de la cáscara y ceniza de la cáscara fueron incrementado con el aumento del BED

desde 120 a 360 mEq/Kg relativo a la dieta control. Se concluyó que la alta tasa del BED (360 mEq/Kg) puede mejorar la calidad de la cáscara del huevo en el período de inicio de postura.

Nizamettin *et al.* (2005) realizaron un estudio, formulando diferentes valores de BED: 176, 204, 225 Y 242 mEq/Kg y alimento a las gallinas de postura desde las 22 a 30 semanas de edad. Ellos reportaron que la producción de huevos, calidad de la cascara del huevo, consumo de alimento, masa de huevo y la relación de conversión alimenticia no fueron significativamente afectado por los diferentes BED.

## **2.2 MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1 Electrolitos**

Los "Electrolitos" son compuestos, que se disuelven y se disocia en iones positivamente y negativamente en una medio adecuado. Este término, de uso común en los animales se refiere principalmente a la nutrición de sodio ( $\text{Na}^+$ ), potasio ( $\text{K}^+$ ) y cloruro ( $\text{Cl}^-$ ) (Hooge, 1995).

Estos electrolitos monovalentes tienen papel importante en el mantenimiento de la homeostasis ácido-base corporal (NRC, 1994). Estos minerales son esenciales para la síntesis de proteínas de los tejidos, el mantenimiento de homeostasis intracelular y extracelular y el potencial eléctrico de las membranas celulares, reacciones enzimáticas, presión osmótica y el equilibrio ácido-base (Borges *et al.*, 2003).

### **2.2.2 Balance Electrolítico Dietario (BED)**

Bajo condiciones normales es difícil medir la excreción mineral y la producción endógena de ácido, ya que es más fácil controlar la composición mineral de la dieta, Mongín (1981) sugiere que se debería utilizar como criterio de evaluación el Balance Electrolítico Dietario (BDE) o balance dietario catión-anión ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$ ), debido a que estos son los de mayor influencia e importancia en el balance ácido-base. De hecho, Mongín y Sauveur (1977) encontraron una

relación directa entre la composición mineral de la dieta ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$ ) en mEq/kg de dieta y la concentración plasmática de  $\text{HCO}_3^-$ ; además, destacan que cuando el BED es alterado, muchas vías metabólicas involucradas en procesos de producción, desplazan su función hacia mecanismos homeostáticos, regulados principalmente por el riñón (Carlson, 1997).

Normalmente estos electrólitos se manejan en la dieta en términos porcentuales y se hace necesario convertirlos a mEq con el fin de realizar el BED. Por ejemplo, si una dieta contiene 0.17% de Na, 0.80% de K y 0.22% de Cl, se procede de la siguiente manera (Leeson *et al.*, 1995):

$$\text{a. mEq Na/kg} = (0.17 \times 10.000)/23 = 73.9$$

$$\text{b. mEq K/kg} = (0.80 \times 10000)/39.1 = 204.6$$

$$\text{c. mEq Cl/kg} = (0.22 \times 10.000)/35.5 = 62.0$$

Nótese que el denominador corresponde al peso atómico de cada elemento.

$$\text{BED} = 73.9 + 204.6 - 62.0 = 216.5 \text{ mEq/kg.}$$

Mongín (1981) concluye que se requiere un balance dietario de electrólitos de 250 mEq/kg de alimento para el crecimiento óptimo del pollo de engorde; Jhonson y Karunajeewa (1985) encontraron que un balance electrolítico menor de 180 mEq/kg de alimento y mayor de 300 mEq/kg de alimento, deprime el peso del pollo de engorde a los 42 días siendo el óptimo de 250-300 mEq/kg. Recientemente dos trabajos realizados en Brasil (Murakami, *et al.*, 2001 y Oviedo-Rondón, 2000), encontraron diferencias entre los rangos de BED para pollos en pre-iniciación y para pollos en finalización. Estos hallazgos indican que el rango para pollitos en pre iniciación es más amplio (250 a 319 mEq/kg. de dieta), que el valor para iniciación (249 a 261 mEq/kg. de dieta). La manipulación del BED tiene una influencia significativa en el comportamiento de los pollos de engorde, debido a su efecto sobre el balance ácido base (Karunajeewa, 1986 y Lopez y Austic, 1993), por lo que se requieren estudios que permitan dilucidar los niveles adecuados bajo factores ambientales diferenciales.

### **2.2.3 Niveles de Sodio, Potasio y Cloro en las dietas avícolas**

La determinación de los niveles óptimos de sodio, cloruro y potasio para cada ciclo de producción de las aves es de gran importancia, ya que estos electrolitos juegan papeles importantes en diversos procesos fisiológicos, tales como el mantenimiento de la presión osmótica, la síntesis de proteínas de los tejidos, el mantenimiento de la homeostasis intra y extracelular, el mantenimiento del potencial eléctrico de la membrana celular, la homeostasis ácido-base, así como el funcionamiento de las enzimas y nervios. La dieta debe ser muy bien equilibrada con los electrolitos esenciales para ser utilizados en las funciones bioquímicas y fisiológicas del organismo (Borges *et al.*, 2003).

### **2.2.4 Relación del Balance Electrolítico Dietario y el nivel de proteína dietaría**

La reducción de proteína cruda en las dietas en aves, puede influir en los niveles de Potasio de la dieta, generalmente en una reducción en los niveles de potasio causado por la disminución de la harina de soya en la dieta (Murakami *et al.*, 2003), ya que la reducción de la proteína cruda en las dietas es dado por la disminución de la harina de soya, ingrediente responsable del suministro de potasio para la formulación de las dietas y resultando en cambios en el balance de electrolito (Savaris *et al.*, 2009) de las dietas.

El manejo del balance de electrolitos en la dieta ha sido propuesto como una manera de mejorar el rendimiento de las aves alimentadas con dietas bajas en proteína bruta. El balance de electrolitos en la dieta varía con el nivel de proteína de la dieta de la proteína, donde el crecimiento de los animales alimentados con dietas bajas en proteínas disminuye cuando el balance de electrolitos dietario se modifica mediante la adición de Na y K (Murakami *et al.*, 2003). Muchos estudios se han dirigido al desarrollo de expresiones simplificadas de balance de electrolitos, con el fin de identificar las relaciones críticas de electrolitos para su uso en las formulaciones de alimentos (Vieites *et al.*, 2004).

### III. MATERIALES y METODOS

#### 3.1 LUGAR Y FECHA DE EJECUCION

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica, ubicada en el Ex Fundo Hijalla - Chincha – Ica – Perú.

El periodo de la prueba fue en los meses de enero a marzo del 2016, y con un tiempo de duración de 6 semanas.

##### 3.1.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA Y METEOROLOGICA

Latitud .....	13°27'45”
Longitud .....	76°08'00”
Altitud .....	50 msnm
Temperatura min. promedio ...	19.25°C
Temperatura max. promedio ...	26.95°C
Relative humedad m. promedio...	58.75 %
Relative humedad M. promedio ...	93.25 %

Fuente: Estación Meteorológica de Chincha (FONAGRO - 2014)

#### 3.2 INSTALACIONES UTILIZADAS

El estudio experimental se llevó a cabo en la Granja Experimental en gallinas de postura y el Laboratorio de Nutrición R & D de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica.

### **3.3 MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **3.3.1 INSTALACIONES Y JAULAS**

Se utilizaron las instalaciones y equipos convencionales del Galpón Experimental, la misma que tiene las siguientes características:

- Longitud : 30 m.
- Ancho : 10 m.
- Altura lateral : 2.40 m.
- Altura central : 3.50 m
- Techo de columna: a 2 agua
- Malla de nylon alrededor del galpón
- Piso de tierra
- Zócalo de 20 cm. de al altura

Dentro del galpón están ubicados los módulos de jaulas, tipo batería donde fueron alojadas las gallinas de postura comercial.

### **3.4 TIPO DE INVESTIGACION**

Se desarrolló un estudio de tipo experimental con el objetivo de evaluar diferentes niveles de Balance Electrolítico Dietario (mEq/Kg) sobre la calidad interna y externa del huevo y la respuesta productiva y económica de gallinas de postura comercial.

### **3.5 METODOLOGIA EXPERIMENTAL**

#### **3.5.1 ETAPA PRE-EXPERIMENTAL**

Esta etapa tuvo una duración de 3 semanas aproximadamente.

Durante la etapa pre-experimental se acondicionó las instalaciones, jaulas y equipos respectivos que se utilizó en la prueba, así también se tomaron las medidas necesarias de bioseguridad.

Cada uno de los casilleros tuvo un comedero independiente para efectos de determinar el consumo del alimento y se confeccionaron

registros para la toma de los datos en cada una de las variables a evaluar.

Se pesaron las gallinas para seleccionar las gallinas de peso uniforme. Así mismo, en esta etapa se midió el consumo de alimento y producción de huevos para uniformizar estas características antes del inicio de la prueba.

### **3.5.2 ETAPA EXPERIMENTAL**

La etapa experimental se inició con la aplicación de los tratamientos y de acuerdo al diseño experimental establecido y comprendió un periodo de 6 semanas.

### **3.5.3 FORMULACIÓN DE LAS DIETAS Y ALIMENTACION**

Para la formulación de las dietas se utilizaron ingredientes alimenticios clásicos como el maíz molido, torta de soya, subproducto de trigo, soya integral, aceite de soya, carbonato de calcio, fosfato di cálcico y fuentes de minerales y vitaminas, así como aditivos nutricionales y no nutricionales. Para la confección de las fórmulas de las dietas alimenticias se utilizó el Software de formulación OPTIMAL 2000 (2004) y el programa de formulación LP de máxima rentabilidad **(Guevara, 2004)**

La alimentación fue controlada de acuerdo a tabla, registrándose al sétimo día el consumo determinado por el método de diferencia de la cantidad ofrecida menos cantidad residual.

Las fórmulas utilizadas, se encuentran en anexo.

### **3.5.4 DE LAS GALLINAS DE POSTURA COMERCIAL**

Se utilizaron 100 gallinas de postura comercial de la línea Hy-line Brown de 35 semanas de edad, de peso y tamaño uniforme.

**FOTO 1. Gallinas de la línea Hy-line Brown**



### 3.5.5 PROGRAMA SANITARIO Y DE MANEJO

Todas las gallinas de postura seleccionadas para la prueba recibieron un programa sanitario, alimentación, manejo y condiciones ambientales similares, siguiendo los protocolos que normalmente se emplean bajo las condiciones la granja.

### 3.6 TRATAMIENTOS

Se establecieron cuatro tratamientos experimentales en base a cuatro balances electrolíticos dietarios (BED):

T-1: BED = 150 mEq/Kg

T-2: BED = 200 mEq/Kg

T-3: BED = 250 mEq/Kg

T-4: BED = 300 mEq/Kg

### 3.7 VARIABLES EN ESTUDIO

#### 3.7.1 VARIABLE INDEPENDIENTE:

- Valores del BED (mEq/Kg)

#### 3.7.2 VARIABLES DEPENDIENTES:

##### 3.7.2.1 Calidad del huevo:

###### a. **Unidad Haugh (UH)**

Se determinó de acuerdo a la metodología de Eisen *et al.* (1962), utilizando la siguiente fórmula:

$$UH = 100 \log (H - 1.7W^{0,37} + 7.57)$$

Donde:

UH : Unidad Haugh

H : altura del albumen en mm

W : peso del huevo en gramos

7.57: factor de corrección para la altura de Albumen

1.7: factor de corrección para el peso del huevo

El huevo primero es pesado, luego quebrado 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. La unidad Haugh se

determinó por una relación logarítmica entre el peso del huevo y la altura del albumen. Esta evaluación mide la calidad del albumen o clara del huevo.

El muestreo para esta evaluación se realizó 3 días consecutivos antes del fin de cada periodo, donde 4 huevos de cada unidad experimental fueron muestreados e identificados con el número de cada repetición y tratamiento.

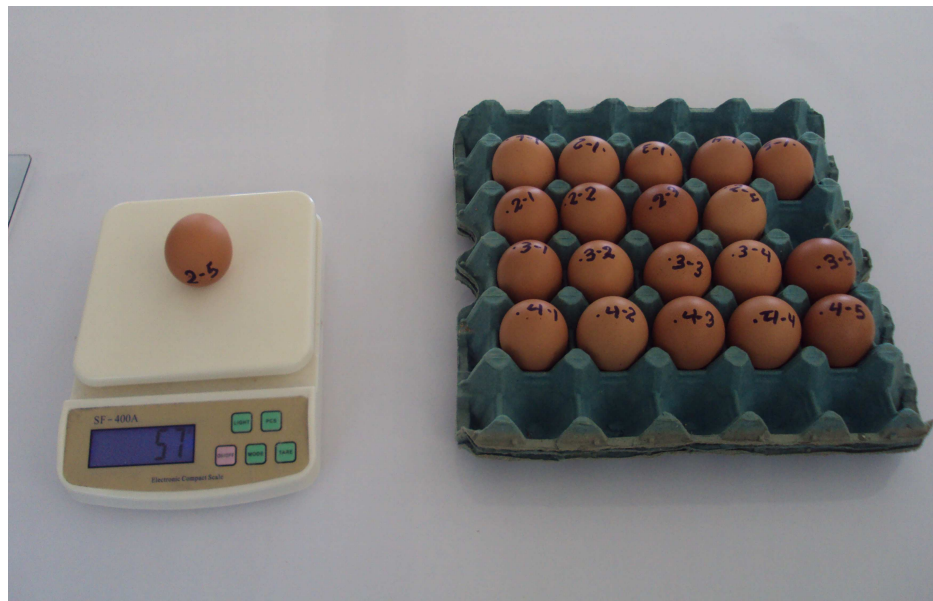
**FOTO 2. Materiales para hallar Unidad Haugh (UH)**



**FOTO 3. Obtención de la muestra para hallar Unidad Haugh (UH)**



**FOTO 4. Evaluación del peso de los huevos**



**FOTO 5. Evaluación de la altura de albumina**



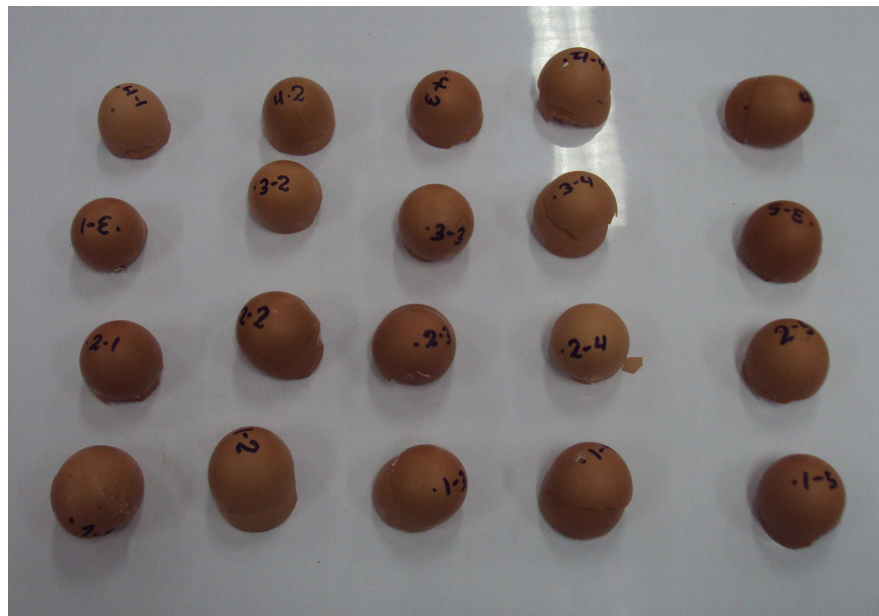
**b. Porcentaje y grosor de cáscara**

Se utilizó la metodología de **Parra (1993)** que consiste en lavar las cáscaras de cada uno de los huevos con agua corriente para eliminar residuos de albumen y se dejó secar por 24 horas a temperatura ambiente, sin eliminar la membrana. Luego se pesaron las cáscaras para determinar el porcentaje de las mismas por la siguiente fórmula:

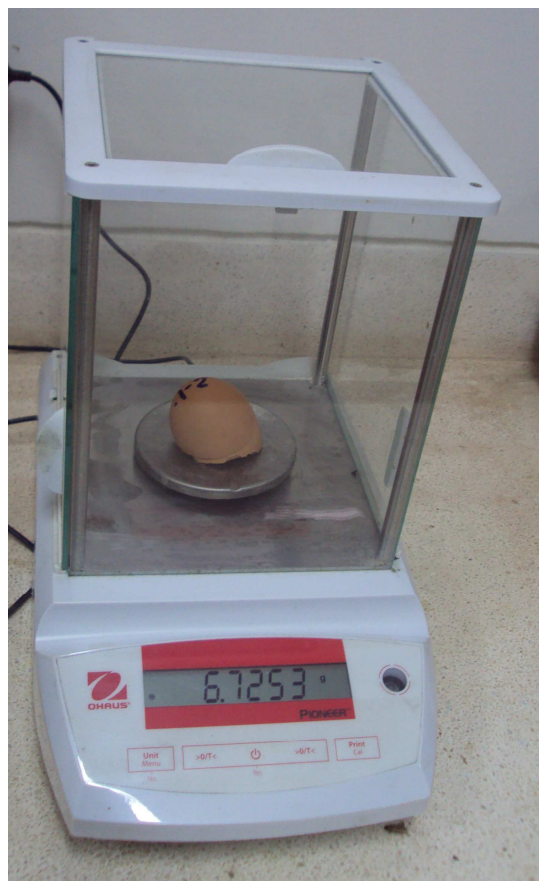
$$\% \text{ cáscara} = \frac{\text{Peso de cáscara}}{\text{Peso de huevo}} \times 100$$

Una vez obtenidos los datos de peso de cáscara, se realizó la medición del grosor de cáscara, utilizando un micrómetro con precisión de 0,001, tomando cuatro trozos de la cáscara en la zona ecuatorial y obtener el promedio de las mismas.

**FOTO 6. Oreo de la cascara de huevo bajo sombra**



**FOTO 7. Evaluacion del peso de la cascara de huevo**



**c. Clasificación general del Color externo de la cáscara**

- Color blanco
- Color marrón claro
- Color marrón estándar
- Color marrón intenso

**FOTO 8. Evaluación del color del huevo**



### **3.7.2.2 Comportamiento productivo**

#### **a. Producción de huevos**

La recolecta de huevos fue realizada durante dos veces al día, una por la mañana y otra por la tarde se registró las cantidades y los pesos totales. La producción de huevos fue registrada diariamente por cada unidad experimental y tabulada cada 14 días (duración de un periodo), obteniéndose el porcentaje de producción de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Postura, (\%)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ huevos recolectados}}{\text{Total de gallinas}} \times 100$$

#### **b. Consumo del alimento**

El consumo de alimento fue registrado semanalmente para cada unidad experimental y el consumo correspondió a la diferencia de la cantidad de alimento ofrecido y la cantidad de alimento residual en un ciclo de 168 horas (g/gallina/día).

**FOTO 9. Alimentación por bloque y tratamiento**



**c. Índice de conversión alimenticia (ICA)**

Se obtuvo como resultado de la división del consumo de alimento (g) entre la masa de huevo (g) acumulado por cada periodo:

$$\text{ÍCA} = \frac{\text{Consumo de alimento (g)}}{\text{Masa de huevo (g)}}$$

**d. Peso de huevo**

Los huevos recolectados diariamente por cada unidad experimental se pesaron y fueron divididos entre el número de huevos recolectados para obtener el peso de huevo promedio. Se utilizó una balanza electrónica de precisión de 0,01 g.

**e. Masa de huevo**

Se obtuvo del producto entre el valor promedio del porcentaje de postura por el peso de huevo promedio obteniéndose la masa en g, de acuerdo a la fórmula:

$$\text{Masa de huevo (g)} = \% \text{ de producción} \times \text{peso de huevo}$$

**f. Peso vivo inicial y final (g/ave)**

Se pesaron todas las gallinas al inicio del experimento para el análisis estadístico y distribución de los grupos. Posteriormente se realizó el registro del peso final.

**FOTO 10. Evaluacion del peso de las gallinas Hy-line Brown**



### 3.7.2.3 Retribución económica (RE) :

La retribución económica se calculó tomando como base los costos de las dietas alimenticias, costo de alimentación y el ingreso por venta de masa de huevos. Se aplicó la siguiente fórmula para su cálculo:

$$RE = I - C$$

Donde:

RE = Retribución económica

I = Ingreso por kg de masa de huevo

C = Costos de la alimentación/kg de masa de huevos

## 3.8 DISEÑO EXPERIMENTAL

Las gallinas de postura fueron distribuidas siguiendo el protocolo de un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), siendo el criterio para la formación de los bloques, la altura de las jaulas que estuvieron a dos niveles del piso. Cada uno de los tratamientos tuvo cinco repeticiones, dando un total de 20 unidades experimentales.

Se utilizó el siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + e_{ij}$$

Donde:

i = 4 tratamientos

j = 5 repeticiones

Y<sub>ij</sub> = Calidad de la cáscara del huevo, comportamiento productivo y retribución económica de las gallinas ponedoras obtenidas en la ijk -ésima unidad experimental.

U = Media general

T<sub>i</sub> = Efecto del i-ésimo tratamiento

B<sub>j</sub> = Efecto del j-ésimo bloque

e<sub>ij</sub> = Error experimental en la unidad j del tratamiento i

### **3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los datos obtenidos de todas las variables evaluados, fueron procesados y analizados estadísticamente mediante los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de homogeneidad de variancia
- Análisis de Normalidad
- Análisis de varianza
- Análisis de covarianza
- Prueba de comparación de medias de Tukey

Para los análisis estadísticos se utilizó el procedimiento del Modelo General Lineal de SAS (SAS Institute, 2008), versión 9.2. Se fijó un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ .

Los datos obtenidos de la variable producción de huevos medidos en porcentaje fueron transformados a valores ArcoSeno para su análisis de variancia y determinar su significancia estadística, mientras que los promedios de esta variable son presentados en el cuadro de resultados con los datos originales.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Calidad de huevo

#### 4.1.1 Unidad Haugh

En la Tabla 1, se presentan los resultados de los valores de Unidad Haugh obtenidos como respuesta a los niveles de balance electrolítico dietario (BED), en la que se aprecia que al análisis de varianza (ANVA) no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre estos valores. Aunque se observa una diferencia numérica a favor del tratamiento con un BED de 250 mEq/Kg, representando un valor más alto de aproximadamente 2 unidades respecto a los valores restantes (T1, T-2 y T-4). Este resultado nos indica que la calidad el albumen, medida como unidad Haugh, responde de manera similar a los valores de 150 a 300 mEq/Kg estudiado. Una explicación podría deberse a que esta variable de calidad no dependería directamente de las concentraciones de sodio, potasio y cloro, y probablemente bajo las condiciones del estudio, los aportes de estos nutrientes quizás fueron lo suficiente para asegurar una estabilidad adecuada del albumen, que más podría estar relacionado a otros factores como son sus componentes de la proteína o aminoácidos, lo que no fueron modificados.

Los resultados obtenidos con este estudio concuerda con el estudio de Aldrigui *et al.* (2013) quienes evaluaron los niveles del BED de 140, 210, 280 y 350 mEq/Kg en gallinas de postura de la línea genética Lohmann de 24 semanas de edad y no encontraron efecto significativo sobre la variable unidad Haugh.

**Tabla 01: Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (mEq/kg) sobre el valor de unidad Haugh de albumen de huevo de gallinas de postura**

<b>TRATAMIENTOS</b>	Unidad Haugh (Promedio $\pm$ DS)
T-1: BED = 150 mEq/Kg	95.97 <sup>a</sup> $\pm$ 1.5345
T-2: BED = 200 mEq/Kg	95.74 <sup>a</sup> $\pm$ 1.7101
T-3: BED = 250 mEq/Kg	97.00 <sup>a</sup> $\pm$ 2.2159
T-4: BED = 300 mEq/Kg	95.02 <sup>a</sup> $\pm$ 0.7190
<b>ANVA</b>	
Efecto de bloque	0.0263 *
Efecto de tratamiento	0.1385 NS
CV (%)	1.28
RMSE	1.231

(<sup>a</sup>)=letras como superíndice similares entre los valores promedios indica diferencia no significativa ( $P>0.05$ ) al análisis de Tukey. \* = significancia estadística ( $P<0.05$ ). NS=no significativo. DS= Desviación estándar. CV= coeficiente de variación. RMSE = raíz del error cuadrático medio.

#### **4.1.2 Porcentaje de cáscara del huevo**

De acuerdo al análisis de varianza, se encontró que los diferentes niveles del BED no tuvieron efecto significativo ( $P>0.05$ ) sobre el porcentaje de cascara de huevo. Lo que indicaría que el abastecimiento de sodio, potasio y cloro en la dieta estarían dentro de una relación adecuada suficiente que no afectó esta variable. Se podría fundamentar esta respuesta en base a que el porcentaje de cascara estaría dependiendo directamente a los niveles de calcio y aminoácidos en la dieta, los que no fueron variados en este estudio, consecuentemente no alteró esta variable.

En los estudios de Nobakht *et al.* (2006) y Nobakht *et al.* (2007) encontraron que el BED de  $360 \text{ mEq.kg}^{-1}$  determino mejorías en la calidad da la cáscara, tanto en la fase inicial de postura como en la fase pos pico.

**Tabla 02: Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (mEq/kg) sobre el porcentaje de cáscara de huevo de gallinas de postura**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Cáscara (%) (Promedio ± DS)</b>
T-1: BED = 150 mEq/Kg	10.20 <sup>a</sup> ± 0.2347
T-2: BED = 200 mEq/Kg	10.45 <sup>a</sup> ± 0.1957
T-3: BED = 250 mEq/Kg	10.37 <sup>a</sup> ± 0.3939
T-4: BED = 300 mEq/Kg	10.10 <sup>a</sup> ± 0.5660
<b>ANVA</b>	
Efecto de bloque	0.7194 NS
Efecto de tratamiento	0.5182 NS
CV (%)	3.90
RMSE	0.401

(<sup>a</sup>)=letras como superíndice similares entre los valores promedios indica diferencia no significativa (P>0.05) al análisis de Tukey. \* = significancia estadística (P<0.05). NS=no significativo. DS = Desviación estándar. CV= coeficiente de variación. RMSE = raíz del error cuadrático medio.

### 4.1.3 Grosor de cáscara de huevo

Como se observa en la Tabla 3, al análisis de varianza, los diferentes valores del balance electrolítico dietario (BED) afectaron significativamente ( $P < 0.05$ ) el grosor de la cáscara de huevo. Conforme el valor de BED aumenta desde 150 a 300 mEq/Kg, el grosor de cáscara disminuye ( $P = 0.007$ ). Los valores del BED de 150 y 200 mEq/Kg lograron los valores más altos, mientras que el valor del BED de 300 mEq/Kg logró el valor más bajo de grosor de cáscara. Lo que indica que este balance electrolítico estaría directamente relacionado a esta variable y este efecto se podría explicar que bajo las condiciones del estudio (ambiente de calor con 29°C en promedio) un exceso de cationes sería perjudicial que afectaría la deposición de carbonato de calcio adecuadamente en la cascara del huevo. En esta línea el estudio llevado a cabo por Aldrigui *et al.* (2013), está en concordancia con nuestros resultados, ya que ellos encontraron que el nivel de BED por encima de 280 mEq.kg<sup>-1</sup> determinó una reducción en la espesura de cáscara.

**Tabla 03: Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/Kg) sobre el grosor de cáscara de huevo de gallinas de postura**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Grosor cáscara (mm) (Promedio ± DS)</b>
T-1: BED = 150 mEq/Kg	0.451 <sup>a</sup> ± 0.0155
T-2: BED = 200 mEq/Kg	0.441 <sup>a</sup> ± 0.0133
T-3: BED = 250 mEq/Kg	0.432 <sup>ab</sup> ± 0.0144
T-4: BED = 300 mEq/Kg	0.415 <sup>b</sup> ± 0.0122
<b>ANVA</b>	
Efecto de bloque	0.2778 NS
Efecto de tratamiento	0.0071 *
CV (%)	3.041
RMSE	0.0132

<sup>(a,b)</sup>=letras como superíndice no comunes entre los valores promedios indica diferencia significativa (P<0.05) al análisis de Tukey. \* = significancia estadística (P<0.01). NS=no significativo. DS= Desviación estándar. CV= coeficiente de variación. RMSE = raíz del error cuadrático medio.

#### **4.1.4 Color de cáscara de huevo**

En la Tabla 4, se observan los resultados del análisis de varianza, donde se aprecia que el color de cáscara del huevo no fue afectado estadísticamente ( $P > 0.05$ ) por los diferentes niveles del BED evaluados. Lo que indicaría que esta variable estaría relacionada a otros factores, dentro de lo que se podría mencionar los microminerales como Zinc, Cobre, Hierro, entre otros.

**Tabla 04: Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/kg) sobre el color de cáscara del huevo de gallinas de postura**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Score de color (Promedio )</b>
T-1: BED = 150 mEq/Kg	5.034 <sup>a</sup>
T-2: BED = 200 mEq/Kg	5.232 <sup>a</sup>
T-3: BED = 250 mEq/Kg	4.600 <sup>a</sup>
T-4: BED = 300 mEq/Kg	4.540 <sup>a</sup>
<b>Kruskal-Wallis</b>	
Efecto de tratamiento	0.3893 NS
CV (%)	15.45
RMSE	0.7499

(<sup>a</sup>)=letras como superíndice comunes entre los valores promedios indica diferencia no significativa ( $P>0.05$ ) al análisis de Tukey. NS=no significativo. CV= coeficiente de variación. RMSE = raíz del error cuadrático medio.

## **4.2 Comportamiento productivo**

### **4.2.1 Porcentaje de producción de huevos (%)**

En la Tabla 5 se observan los resultados al análisis de varianza, donde se encontró que el porcentaje de producción de huevos no fue afectado estadísticamente ( $P>0.05$ ) por los diferentes valores del BED evaluados. Lo que indicaría que esta variable en estudio depende de otros factores principalmente.

Este resultado está en concordancia con el estudio de Nobakht *et al.* (2006) quienes al evaluar diferentes niveles del BED desde 0, 120, 240 y 360 mEq/Kg en dietas de gallinas de postura Hy-Line de 55 semanas de edad, no encontraron diferencias significativas en el porcentaje de producción de huevos.

**Tabla 05: Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/Kg) sobre el porcentaje de producción de huevo de gallinas de postura**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Porcentaje de producción (%) (Promedio ± DS)</b>
T-1: BED = 150 mEq/Kg	93.90 <sup>a</sup> ± 3.1832
T-2: BED = 200 mEq/Kg	90.57 <sup>a</sup> ± 8.9184
T-3: BED = 250 mEq/Kg	93.90 <sup>a</sup> ± 2.8239
T-4: BED = 300 mEq/Kg	94.85 <sup>a</sup> ± 3.4078
<b>ANVA</b>	
Efecto de bloque	0.3408 NS
Efecto de tratamiento	0.5773 NS
CV (%)	5.431
RMSE	5.0683

(<sup>a</sup>)=letras como superíndice comunes entre los valores promedios indica diferencia no significativa (P>0.05) al análisis de Tukey. NS=no significativo. DS= Desviación estándar. CV= coeficiente de variación. RMSE = raíz del error cuadrático medio.

#### **4.2.2 Número de huevos totales**

En la Tabla 6 se observan los resultados al análisis de varianza, donde se encontró que la producción de huevos, medido como número de huevos totales, no fue afectado estadísticamente ( $P>0.05$ ) por los diferentes valores del BED evaluados. Lo que indicaría, similar al variable porcentaje de producción de huevos, que esta variable en estudio depende de otros factores principalmente.

**Tabla 06: Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/Kg) sobre el número de huevo de gallinas de postura**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Número de huevos (Promedio ± DS)</b>
T-1: BED = 150 mEq/Kg	197.20 <sup>a</sup> ± 6.685
T-2: BED = 200 mEq/Kg	190.20 <sup>a</sup> ± 18.726
T-3: BED = 250 mEq/Kg	197.20 <sup>a</sup> ± 5.932
T-4: BED = 300 mEq/Kg	199.20 <sup>a</sup> ± 7.155
<b>ANVA</b>	
Efecto de bloque	0.3410 NS
Efecto de tratamiento	0.5767 NS
CV (%)	5.431
RMSE	10.643

(<sup>a</sup>)=letras como superíndice comunes entre los valores promedios indica diferencia no significativa (P>0.05) al análisis de Tukey. NS=no significativo. DS= Desviación estándar. CV= coeficiente de variación. RMSE = raíz del error cuadrático medio.

### **4.2.3 Kilos de huevos totales**

En la Tabla 7 se observan los resultados al análisis de varianza, donde se encontró que la producción de huevos medidos en kilos totales no fue afectado estadísticamente ( $P>0.05$ ) por los diferentes valores del BED evaluados. Lo que indicaría, similar a la variable producción de huevos y número de huevos totales, que esta variable en estudio depende de otros factores principalmente.

**Tabla 07: Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/Kg) sobre los kilos de huevo totales de gallinas de postura**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Kilos de huevos (Promedio <math>\pm</math> DS)</b>
T-1: BED = 150 mEq/Kg	12.410 <sup>a</sup> $\pm$ 0.3051
T-2: BED = 200 mEq/Kg	11.423 <sup>a</sup> $\pm$ 1.141
T-3: BED = 250 mEq/Kg	11.668 <sup>a</sup> $\pm$ 0.195
T-4: BED = 300 mEq/Kg	12.078 <sup>a</sup> $\pm$ 0.541
<b>ANVA</b>	
Efecto de bloque	0.7146 NS
Efecto de tratamiento	0.1750 NS
CV (%)	5.879
RMSE	0.6994

(<sup>a</sup>)=letras como superíndice comunes entre los valores promedios indica diferencia no significativa ( $P>0.05$ ) al análisis de Tukey. NS=no significativo. DS= Desviación estándar. CV= coeficiente de variación. RMSE = raíz del error cuadrático medio.

#### **4.2.4 Consumo de alimento (g/ave/día)**

Como se observa en la Tabla 8, los diferentes niveles del BED no afectaron significativamente ( $P>0.05$ ) el consumo de alimento de las gallinas de postura. Probablemente las cantidades y las relaciones de los cationes (Sodio y Potasio) y el anión Cloro en la dieta fueron los adecuados, bajo las condiciones, por las que no tuvo efecto.

Los resultados del presente estudio concuerdan con los resultados de Murakami *et al.* (2003) quienes realizaron un estudio con diferentes niveles de sodio en la dieta y valores del BED de 174 a 256 mEq/Kg, en gallinas de postura de la línea genética Lohmann de 25 semanas de edad y no encontraron diferencias significativas en el consumo de alimento.

**Tabla 08: Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/Kg) sobre el consumo e alimento de gallinas de postura**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Consumo de alimento (Promedio ± DS)</b>
T-1: BED = 150 mEq/Kg	108.71 <sup>a</sup> ± 3.165
T-2: BED = 200 mEq/Kg	105.42 <sup>a</sup> ± 7.180
T-3: BED = 250 mEq/Kg	101.77 <sup>a</sup> ± 1.83
T-4: BED = 300 mEq/Kg	108.18 <sup>a</sup> ± 2.76
<b>ANVA</b>	
Efecto de bloque	0.5663 NS
Efecto de tratamiento	0.0985 NS
CV (%)	4.138
RMSE	4.38

(<sup>a</sup>)=letras como superíndice comunes entre los valores promedios indica diferencia no significativa (P>0.05) al análisis de Tukey. NS=no significativo. DS= Desviación estándar. CV= coeficiente de variación. RMSE = raíz del error cuadrático medio.

#### **4.2.5 Índice de conversión alimenticia (g/ave/día)**

Como se observa en la Tabla 9, los valores del BED no afectaron significativamente ( $P>0.05$ ) el índice de conversión alimenticia, lo que nos indica que los niveles y relaciones estudiados fueron adecuados para mantener el aprovechamiento de nutrientes de la dieta.

**Tabla 09: Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/Kg) sobre el índice de conversión alimenticia de gallinas de postura**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Conversión alimenticia (Promedio ± DS)</b>
T-1: BED = 150 mEq/Kg	1.842 <sup>a</sup> ± 0.0722
T-2: BED = 200 mEq/Kg	1.958 <sup>a</sup> ± 0.2407
T-3: BED = 250 mEq/Kg	1.832 <sup>a</sup> ± 0.0172
T-4: BED = 300 mEq/Kg	1.885 <sup>a</sup> ± 0.0867
<b>ANVA</b>	
Efecto de bloque	0.5116 NS
Efecto de tratamiento	0.4745 NS
CV (%)	7.208
RMSE	0.135

(<sup>a</sup>)=letras como superíndice comunes entre los valores promedios indica diferencia no significativa ( $P>0.05$ ) al análisis de Tukey. NS=no significativo. DS= Desviación estándar. CV= coeficiente de variación. RMSE = raíz del error cuadrático medio.

#### 4.2.6 Peso de huevo (g)

En la Tabla 10, se muestran los resultados al análisis de varianza, como se puede apreciar, el peso de huevo fue afectado significativamente ( $P < 0.05$ ) por los valores del BED evaluados, donde el valor de 150 mEq/Kg fue el que logró el más alto peso de huevo, donde a medida que aumenta los valores del BED el peso de huevo fue disminuyendo ( $P = 0.0083$ ). Un estudio efectuado por Gezen *et al.* (2005), donde evaluaron niveles del BED desde 170 a 330 mEq/Kg en gallinas de postura de la línea genética Lohmann de 47 a 55 semanas de edad y encontraron diferencias significativas en el peso de huevo, siendo el valor del BED de 256 mEq/Kg el grupo que logró el más alto peso de huevo (62.76 g). Balnave y Muheereza () y Choct *et al.* () obtuvieron el más alto peso de huevos cuando las gallinas fueron alimentados con dietas que incluían 1.00 % de  $\text{NaHCO}_3$  o con un BED igual a 182 mEq/Kg, valor que está cercano a lo encontrado en este estudio.

**Tabla 10: Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/Kg) sobre el peso de huevo de gallinas de postura**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Peso de huevo (Promedio ± DS)</b>
T-1: BED = 150 mEq/Kg	62.94 <sup>a</sup> ± 1.095
T-2: BED = 200 mEq/Kg	60.07 <sup>b</sup> ± 2.189
T-3: BED = 250 mEq/Kg	59.19 <sup>b</sup> ± 0.848
T-4: BED = 300 mEq/Kg	60.64 <sup>ab</sup> ± 1.130
<b>ANVA</b>	
Efecto de bloque	0.4848 NS
Efecto de tratamiento	0.0083 *
CV (%)	2.352
RMSE	1.428

<sup>(a,b)</sup>=letras como superíndice no comunes entre los valores promedios indica diferencia significativa (P<0.05) al análisis de Tukey. NS=no significativo. \* = significativo. DS= Desviación estándar. CV= coeficiente de variación. RMSE = raíz del error cuadrático medio.

#### **4.2.7 Masa de huevo (g)**

La masa de huevo no fue afectado estadísticamente ( $P=0.1751$ ) por los diferentes niveles de BED evaluados, si bien el peso de huevo fue diferente, sin embargo dado que el porcentaje de producción de huevos no fue diferente, por consiguiente la masa de huevo solo presentó diferencia numérica a favor del tratamiento con 150 mEq/Kg, tal como se observa en la Tabla 11.

**Tabla 11: Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/Kg) sobre la masa de huevo de gallinas de postura**

<b>TRATAMIENTOS</b>	Masa de huevo (Promedio $\pm$ DS)
T-1: BED = 150 mEq/Kg	59.09 <sup>a</sup> $\pm$ 1.451
T-2: BED = 200 mEq/Kg	54.39 <sup>a</sup> $\pm$ 5.438
T-3: BED = 250 mEq/Kg	55.56 <sup>a</sup> $\pm$ 0.930
T-4: BED = 300 mEq/Kg	57.51 <sup>a</sup> $\pm$ 2.577
<b>ANVA</b>	
Efecto de bloque	0.7148 NS
Efecto de tratamiento	0.1751 NS
CV (%)	5.88
RMSE	3.33

(<sup>a</sup>)=letras como superíndice comunes entre los valores promedios indica diferencia no significativa ( $P>0.05$ ) al análisis de Tukey. NS=no significativo. DS= Desviación estándar. CV= coeficiente de variación. RMSE = raíz del error cuadrático medio.

#### **4.2.8 Peso vivo inicial y final de las gallinas de postura (Kg)**

En la Tabla 12, se observan los pesos iniciales y finales tanto al análisis de varianza y covarianza respectivamente, donde se indica que los pesos iniciales no fueron diferentes significativamente. Sin embargo, al evaluar el peso final, y considerando como covariable el peso inicial, se encontró que hubo diferencia significativa, donde el BED de 150 mEq/Kg y el BED de 300 mEq/Kg fueron los que lograron los más altos pesos vivo comparado a los otros grupos de estudio.

**Tabla 12: Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/Kg) sobre el peso vivo de gallinas de postura**

TRATAMIENTOS	Peso vivo inicial (Kg)	Peso vivo final (Kg)
T-1: BED = 150 mEq/Kg	1.78 <sup>a</sup> ± 0.109	1.827 <sup>a</sup> ± 0.069
T-2: BED = 200 mEq/Kg	1.78 <sup>a</sup> ± 0.044	1.794 <sup>ab</sup> ± 0.049
T-3: BED = 250 mEq/Kg	1.74 <sup>a</sup> ± 0.054	1.709 <sup>b</sup> ± 0.068
T-4: BED = 300 mEq/Kg	1.77 <sup>a</sup> ± 0.097	1.831 <sup>a</sup> ± 0.117
ANVA		<u>COVARIANZA</u>
Efecto de bloque	0.9267 NS	0.2191 NS
Efecto de tratamiento	0.8826 NS	0.0452 *
CV (%)	5.138	2.908
RMSE	0.0908	0.052

(<sup>a</sup>)=letras como superíndice comunes entre los valores promedios indica diferencia no significativa (P>0.05) al análisis de Tukey. NS=no significativo. \* = significativo. DS= Desviación estándar. CV= coeficiente de variación. RMSE = raíz del error cuadrático medio.

### **4.3 Retribución económica**

En la Tabla 13, se observa que los diferentes niveles del balance electrolítico dietario (mEq/Kg) afectaron el margen bruto sobre el costo de alimentación de la producción de huevos, donde el grupo de gallinas que recibieron la dieta con el nivel de 150 mEq/Kg del BED, lograron la mejor retribución económica (64.43%) comparado al nivel de 200 mEq/Kg (T-2) del BED que logró la más baja retribución económica.

**Tabla 13: Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/Kg) sobre la retribución económica de gallinas de postura**

RUBRO	T-1	T-2	T-3	T-4
Huevo total producido, (Kg/gallina)	2.481	2.284	2.333	2.415
Precio de huevo, (S/Kg)	2.90	2.90	2.90	2.90
Ingreso bruto por venta de huevo,(S/.)	7.1949	6.6239	6.7657	7.0035
Alimento consumido total, (Kg)	4.5658	4.4276	4.2743	4.5435
Precio del alimento, (S/./Kg)	1.330	1.342	1.356	1.370
Costo total de alimentación, (S/.)	6.072	5.941	5.796	6.224
<b>RETRIBUCION ECONOMICA</b>				
Por producción total de huevos, (S/.)	1.1229	0.6829	0.9697	0.7795
Por kg huevo, (S/kg huevo)	0.4525	0.2989	0.4156	0.3227
Porcentaje (%)	164.43	100.00	141.99	114.14

## V. CONCLUSIONES

5.1 Los diferentes niveles del balance electrolítico dietario no afectó significativamente ( $P>0.05$ ) el valor de unidad Haugh del huevo.

5.2 Los diferentes niveles del balance electrolítico dietario no afectó significativamente ( $P>0.05$ ) el porcentaje de cáscara del huevo.

5.3 Los diferentes niveles del balance electrolítico dietario afectó significativamente ( $P<0.05$ ) el grosor de cáscara del huevo, siendo el nivel de 300 mEq/Kg el que produjo el más bajo grosor.

5.4 Los diferentes niveles del balance electrolítico dietario no afectó significativamente ( $P>0.05$ ) el color de cáscara del huevo.

5.5 Los diferentes niveles del balance electrolítico dietario no afectó significativamente ( $P>0.05$ ) el porcentaje de producción, número y kilos de huevos totales.

5.6 Los diferentes niveles del balance electrolítico dietario no afectó significativamente ( $P>0.05$ ) el consumo de alimento de las gallinas de postura.

5.7 Los diferentes niveles del balance electrolítico dietario no afectó significativamente ( $P>0.05$ ) el índice de conversión alimenticia de las gallinas de postura.

5.8 Los diferentes niveles del balance electrolítico dietario afectó significativamente ( $P<0.05$ ) el peso de huevo de las gallinas de postura, siendo el nivel de 150 mEq/Kg el que logro el más alto peso.

5.9 Los diferentes niveles del balance electrolítico dietario no afectó significativamente ( $P>0.05$ ) la masa de huevo de las gallinas de postura.

5.10 Los diferentes niveles del balance electrolítico dietario afectó significativamente ( $P < 0.05$ ) el peso vivo final de las gallinas de postura, siendo el nivel de 150 y 300 mEq/Kg los que lograron los más altos pesos.

5.11 La Retribución económica fue más alta para el grupo de gallinas de postura que recibieron la dieta con un BED de 150 mEq/Kg.

## **VI. RECOMENDACIONES**

6.1 Continuar con los estudios sobre el balance electrolítico dietario en gallinas de postura en la última fase de producción.

6.2 Desarrollar estudios evaluando diferentes fuentes de sodio, potasio y cloro.

6.3 Desarrollar estudios sobre el BED en relación a niveles de aminoácidos esenciales en las dietas de gallinas de postura.

## VII. BIBLIOGRAFIA

1. Aldrigui, L.G.; Filardi, R.S.; Tedeschi, L.; Garcia-Neto. M.; Neves, F.A.; Domingues, R.M. 2013. Influencia del balance electrolítico y la relación electrolítica en la productividad de las gallinas ponedoras. Congreso científico de Avicultura, SIMPOSIO WPSA, AECA. 8 p.
2. Balnave. D.; Muheereza S.K. 1997. Improving eggshell quality at high temperatures with dietary sodium bicarbonate. *Poult Sci.*76, 588-593.
3. Borges, S.A.; Fischer, S.A.V.; Ariki, J. 2003. Dietary electrolyte balance for broiler chickens under moderately high ambient temperatures and humidity. *Poultry Science*, v.82, p.301-308.
4. Borges, S.A.; Fischer, D.A.; Silva,A.V.; Ariki, J.; and Hooge,D.M. 2003. Dietary electrolyte balance for broiler chickens exposed to thermoneutral or heat-stress environments. *Poult. Sci.*, 82: 428-435.
5. Carlson, G. 1997. Fluid, electrolyte and acid-base balance. En: *Clinical biochemistry of domestic animals*. Edited by Kaneko J, Harvey J and Bruss M. Academic Press, fifth edition. 485-516 pp.
6. Gezen, S.S.; Eren, M.; Deniz, G. 2005. The effect of different dietary electrolyte balances on eggshell quality in laying hens. *Revue Méd. Vét.*, 2005, 156, 10, 491-497.
7. Choct, M., Roberts, J.; Brown, S.W. 1999. The significance of wet droppings in laying hens. Rural Industries Research, Development Corporation, RIRDC Report Project No : UNE-55A, June 1999.
8. Ghasemi, R.; Toriki, M.; Ghasemi, H. 2014. Effects of dietary crude protein and electrolyte balance on production parameters and blood biochemicals of

9. laying hens under tropical summer condition. *Tropical Animal Health and Production*. June , Volume 46, Issue 5, pp 717-723.
10. Hooge, D.M., 1995. Dietary electrolytes influence metabolic processes of poultry. *Feedstuffs*, 12: 14-21.
11. Hughes, R.I., 1988. Inter-relationships between eggshell quality, blood acid-base balance and dietary electrolytes. *Worlds Poult. Sci. J.*, 44: 30-40.
12. Johnson, R. and Karunajeewa, H. 1985. The effects of dietary minerals and electrolytes on the growth and physiology of the young chick. *J. Nut.* 115:1680-1690.
13. Karunajeewa, H and Box, M. 1986. Effect of dietary phosphorus concentration and electrolyte balance on the growth performance of broiler chickens. *British Poultry Sc*, 27:601-612.
14. Leeson, S.; Summers, J. and Díaz, G. 1995. *Poultry metabolic disorders and mycotoxins*. University Books. Ontario, Canadá. 112-121p
15. López, B. and Austic, R. 1993. The effect of selected minerals on the acid-base balance of growing chicks. *Poultry Sc*, 72:1054-1062.
16. Mehner, M.N. and Hartfiel, W. 1983. *Hanbuch der geflügerphysiologie*. Teil. I., 519: 333-337.
17. Mongín, P. and Sauveur, B. 1977. Interrelationships between mineral nutrition, acid-base balance growth and cartilage abnormalities. In: *Growth and Poultry Meat Production*, ed Borman and Wilson. British Poultry Science Ltd, Edinburgh, 235-247p.
18. Mongín, P. 1981. Recent advances in dietary anion-cation balance: applications in poultry. *Proc. Nutr. Soc*, 40: 285-294.

19. Murakami, A.; Oviedo-Rondón, E.; Martins, E.; Pereira, M. and Scapinello, C. 2001. Sodium and chloride requirements of growing chickens (twenty-one to forty-two days of age) fed corn-soybean diets. *Poultry. Sc*, 80: 289 – 294.
20. Murakami, A.E.; Franco, J.R.G.; Martins. E.M. 2003. Effect of electrolyte balance in low- protein diets on broiler performance and tibial dyschondroplasia incidence. *The Journal of Applied Poultry Research*, v.12, p.207-216.
21. Murakami, A.E.; Figueiredo, D.F.; , Peruzzi, A.Z.; Franco, J.R.G.; , Sakamoto, M.I. 2003. Níveis de Sódio para Poedeiras Comerciais no Primeiro e Segundo Ciclos de Produção. *R. Bras. Zootec.*, v.32, n.6, p.1674-1680, 2003 (Supl. 1).
22. National Research Council (NRC), 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th Rev. Ed. National Academy Press, Washington, DC.
23. Nizamettin, S.H.; Akyurek, H.; Ersin, H.; Agma, A. 2005. Assessment the impacts of dietary electrolyte balance levels on laying performance of commercial white layers. *Pak. J. Nutr.*, 4: 423-427.
24. Nobakht, A.; Shivazad, A.; Chamany, M.; Safameher, A.R. 2006. The Effects of Dietary Electrolyte Balance on Performance of Laying Hens Exposed to Heat - Stress Environment in Late Laying Period. *International Journal of Poultry Science*, v. 5, n. 10, p. 955-958.
25. Nobakht, A.; Shivazad, M.; Chamany, M.; Safameher, A.R. 2007. The Effects of Dietary Electrolyte Balance on the Performance and Eggshell Quality in the Early Laying Period. *Pakistan Journal of Nutrition* 6 (6): 543-546.

26. Oviedo-Rondón, E.; Murakami, A.; Furlan, A. y García, J. 2000. Exigencias nutricionais de sodio e cloro e estimativa do melhor balanço electrolítico da racao para frangos de corte na fase pre-inicial (1-7 días de Idade). Rev. Br. Zoot, 29 :1162-1166.
27. Savaris, V.D.L.; Ferreira, R.A.; Pozza, P.C. 2009. Balanço eletrolítico em rações para suínos. Serrana Nutrição Animal. Available at: Accessed on: Dec. 12, 2009.
28. Santos de Oliveira, C.F.; Perazzo Costa, F.G; Vilar da Silva, J. H.; Goulart, C.; Saraiva, E.P.; Naves, P. E.; Vieira, G. B; Bezerra, R. M. 2012. Electrolyte balance in diets with reduced protein for semi-weighted laying hens in the second production cycle. R. Bras. Zootec., v.41, n.7, p.1671-1675.
29. Vieites, F.M.; Moraes, G.H.K.; Albino, L.F.T. 2004. Balanço eletrolítico e níveis de proteína bruta sobre parâmetros sangüíneos e ósseos de frangos de corte aos 21 dias de idade. Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, p.425-437.

## **VIII. ANEXOS**

## ANEXO I. FÓRMULAS DE LAS DIETAS ALIMENTICIAS POR TRATAMIENTO

### T-1: BED 150 mEq/Kg

Plant: AVES  
 BatchSize(PEN/kg): 25.0000  
 Cost in PEN/kg: 1.079  
 BatchCost(in PEN):  
 26.966

### Composition Chart

### IngredientRestrictions

Ingredient	Price (PEN)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(PEN)	Shadow
Maiz	0.95			65.05	16.262	15.452	
Torta de soya	1.6			10.303	2.576	4.129	
Carbonato de calcio	0.18			8.65	2.163	0.389	
SP Trigo post	0.57		12	7.291	1.823	1.03	
Concentrado nutricional	2.4		5	5	1.25	3	
Aceite soya	2		2	2	0.5	1	
Fosfato dicalcico	2.1			0.816	0.204	0.429	
Bicarbonato de sodio	2.3			0.233	0.058	0.174	
Sal comun	0.3			0.139	0.035	0.008	
Secuestrante MICOTOXINAS	6	0.1	0.1	0.1	0.025	0.15	
Choline Cl -60%	3.3	0.1	0.1	0.1	0.025	0.083	
DL-Methionine	23			0.097	0.024	0.558	
L-LysineHCl	9			0.071	0.018	0.159	
VitaminPremix	12.5	0.05	0.05	0.05	0.013	0.156	
Promotor crec. antibiotico	7.5	0.05	0.05	0.05	0.013	0.094	
Mineral Premix	12.5	0.05	0.05	0.05	0.013	0.156	
				100%	25.00 kilos		

## NutrientRestrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
ArginineDig	62	%			0.782	
Arginine T	61	%			0.873	
Avail. Phos.	60	%	0.37		0.37	0.116
BED		mEq/Kg	150	150	150	
Calcium	1	%	3.74		3.74	0.011
Chlorine	34	%	0.16	0.25	0.182	
Choline	42	mg/g			1070.283	
CrudeFiber	22	%			2.995	
Cystine T	13	%			0.244	
DryMatterFed	6	%			89.041	
Etherextract	11	%			5.319	
Gly + Ser T	4	%			0.989	
Glycine T	3	%			0.699	
Histidine T	8	%			0.404	
Isoleucine T	43	%			0.664	
Leucine T	41	%			1.313	
LinoleicAcid	35	%			2.678	
LysineDig	16	%			0.649	
Lysine T	15	%	0.75		0.75	
Met + CysDig	26	%			0.605	0.098
Met + Cys T	25	%	0.66		0.66	
Metab. Energy	20	kcal/kg	2830		2830	0.216
Methionine T	17	%			0.43	
Phe + Tyr T	45	%			0.936	
Phenylalanine T	37	%			0.73	
Potassium	36	%			0.505	
Protein	62	%	14.57		14.57	
Sodium	53	%	0.16		0.16	0.011
ThreonineDig	52	%			0.499	0.012
Threonine T	51	%	0.56		0.581	
Total Phos.	54	%			0.627	
TryptophanDig	39	%			0.188	
Tryptophan T	38	%	0.17		0.216	
Tyrosine T	50	%			0.55	
ValineDig	57	%			0.716	
Valine T	56	%			0.792	

## T-2: BED 200 mEq/Kg

Plant: AVES

BatchSize(PEN/kg): 25.0000

Cost in PEN/kg: 1.089

BatchCost(in PEN):

27.235

### Composition Chart

### IngredientRestrictions

Ingredient	Price (PEN)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(PEN)	Shadow
Maiz	0.95			65.2	16.3	15.491	
Torta de soya	1.6			10.539	2.635	4.231	
Carbonato de calcio	0.18			8.649	2.162	0.389	
SP Trigo post	0.57		12	6.503	1.626	0.908	
Concentrado nutricional	2.4		5	5	1.25	3	
Aceite soya	2		2	2	0.5	1	
Fosfato dicalcico	2.1			0.822	0.206	0.432	
Bicarbonato de sodio	2.3			0.667	0.167	0.421	
Sal comun	0.3			0.103	0.026	0.008	
Secuestrante MICOTOXINAS	6	0.1	0.1	0.1	0.025	0.15	
Choline Cl -60%	3.3	0.1	0.1	0.1	0.025	0.083	
DL-Methionine	23			0.098	0.024	0.563	
L-LysineHCl	9			0.068	0.017	0.152	
VitaminPremix	12.5	0.05	0.05	0.05	0.013	0.156	
Promotor crec. antibiotico	7.5	0.05	0.05	0.05	0.013	0.094	
Mineral Premix	12.5	0.05	0.05	0.05	0.013	0.156	
				100%	25.00 kg		

## NutrientRestrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
ArginineDig	62	%			0.783	
Arginine T	61	%			0.873	
Avail. Phos.	60	%	0.37		0.37	0.116
BED		mEq/K g	200	200	200	
Calcium	1	%	3.74		3.74	0.011
Chlorine	34	%	0.16	0.25	0.16	0.008
Choline	42	mg/g			1070.703	
CrudeFiber	22	%			2.929	
Cystine T	13	%			0.245	
DryMatterFed	6	%			89.076	
Etherextract	11	%			5.303	
Gly + Ser T	4	%			0.989	
Glycine T	3	%			0.698	
Histidine T	8	%			0.404	
Isoleucine T	43	%			0.665	
Leucine T	41	%			1.316	
LinoleicAcid	35	%			2.67	
LysineDig	16	%			0.649	
Lysine T	15	%	0.75		0.75	
Met + CysDig	26	%			0.606	0.098
Met + Cys T	25	%	0.66		0.66	
Metab. Energy	20	kcal/kg	2830		2830	0.216
Methionine T	17	%			0.431	
Phe + Tyr T	45	%			0.939	
Phenylalanine T	37	%			0.732	
Potassium	36	%			0.5	
Protein	62	%	14.57		14.57	
Sodium	53	%	0.16		0.263	0.011
ThreonineDig	52	%			0.501	
Threonine T	51	%	0.56		0.582	
Total Phos.	54	%			0.621	
TryptophanDig	39	%			0.188	
Tryptophan T	38	%	0.17		0.216	
Tyrosine T	50	%			0.552	
ValineDig	57	%			0.717	
Valine T	56	%			0.793	

### T-3: BED 250 mEq/Kg

Plant: AVES

BatchSize(PEN/kg): 25.0000

Cost in PEN/kg: 1.100

BatchCost(in PEN):

27.503

## Composition Chart

### IngredientRestrictions

Ingredient	Price (PEN)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(PEN)	Shadow
Maiz	0.95			65.364	16.341	15.53	
Torta de soya	1.6			10.797	2.699	4.334	
Carbonato de calcio	0.18			8.647	2.162	0.389	
SP Trigo post	0.57		12	5.644	1.411	0.787	
Concentrado nutricional	2.4		5	5	1.25	3	
Aceite soya	2		2	2	0.5	1	
Bicarbonato de sodio	2.3			1.1	0.275	0.668	
Fosfato dicalcico	2.1			0.829	0.207	0.436	
Sal comun	0.3			0.105	0.026	0.008	
Secuestrante MICOTOXINAS	6	0.1	0.1	0.1	0.025	0.15	
Choline Cl -60%	3.3	0.1	0.1	0.1	0.025	0.083	
DL-Methionine	23			0.099	0.025	0.568	
L-LysineHCl	9			0.065	0.016	0.146	
VitaminPremix	12.5	0.05	0.05	0.05	0.013	0.156	
Promotor crec. antibiotico	7.5	0.05	0.05	0.05	0.013	0.094	
Mineral Premix	12.5	0.05	0.05	0.05	0.013	0.156	
				100%	25.00 kg		

## NutrientRestrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
ArginineDig	62	%			0.785	
Arginine T	61	%			0.873	
Avail. Phos.	60	%	0.37		0.37	0.116
BED		mEq/K g	250	250	250	
Calcium	1	%	3.74		3.74	0.011
Chlorine	34	%	0.16	0.25	0.16	0.008
Choline	42	mg/g			1071.161	
CrudeFiber	22	%			2.856	
Cystine T	13	%			0.245	
DryMatterFed	6	%			89.114	
Etherextract	11	%			5.286	
Gly + Ser T	4	%			0.989	
Glycine T	3	%			0.697	
Histidine T	8	%			0.404	
Isoleucine T	43	%			0.667	
Leucine T	41	%			1.319	
LinoleicAcid	35	%			2.662	
LysineDig	16	%			0.649	
Lysine T	15	%	0.75		0.75	
Met + CysDig	26	%			0.606	0.098
Met + Cys T	25	%	0.66		0.66	
Metab. Energy	20	kcal/kg	2830		2830	0.216
Methionine T	17	%			0.432	
Phe + Tyr T	45	%			0.942	
Phenylalanine T	37	%			0.733	
Potassium	36	%			0.495	
Protein	62	%	14.57		14.57	
Sodium	53	%	0.16		0.38	0.011
ThreonineDig	52	%			0.502	
Threonine T	51	%	0.56		0.583	
Total Phos.	54	%			0.614	
TryptophanDig	39	%			0.187	
Tryptophan T	38	%	0.17		0.216	
Tyrosine T	50	%			0.554	
ValineDig	57	%			0.718	
Valine T	56	%			0.793	

## T-4: BED 300 mEq/Kg

Plant: AVES

BatchSize(PEN/kg): 25.0000

Cost in PEN/kg: 1.111

BatchCost(in PEN):

27.772

### Composition Chart

### IngredientRestrictions

S

Ingredient	Price (PEN)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(PEN)	Shadow
Maiz	0.95			65.529	16.382	15.568	
Torta de soya	1.6			11.055	2.764	4.436	
Carbonato de calcio	0.18			8.645	2.161	0.389	
Concentrado nutricional	2.4		5	5	1.25	3	
SP Trigo post	0.57		12	4.785	1.196	0.665	
Aceite soya	2		2	2	0.5	1	
Bicarbonato de sodio	2.3			1.533	0.383	0.915	
Fosfato dicalcico	2.1			0.835	0.209	0.439	
Sal comun	0.3			0.106	0.027	0.008	
Secuestrante MICOTOXINAS	6	0.1	0.1	0.1	0.025	0.15	
DL-Methionine	23			0.1	0.025	0.573	
Choline Cl -60%	3.3	0.1	0.1	0.1	0.025	0.083	
L-LysineHCl	9			0.062	0.016	0.139	
VitaminPremix	12.5	0.05	0.05	0.05	0.013	0.156	
Promotor crec. antibiotico	7.5	0.05	0.05	0.05	0.013	0.094	
Mineral Premix	12.5	0.05	0.05	0.05	0.013	0.156	
				100%	25.00 Kg		

## NutrientRestrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
ArginineDig	62	%			0.786	
Arginine T	61	%			0.873	
Avail. Phos.	60	%	0.37		0.37	0.116
<b>BED</b>		<b>mEq/Kg</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	
Calcium	1	%	3.74		3.74	0.011
Chlorine	34	%	0.16	0.25	0.16	0.008
Choline	42	mg/g			1071.618	
CrudeFiber	22	%			2.783	
Cystine T	13	%			0.245	
DryMatterFed	6	%			89.153	
Etherextract	11	%			5.269	
Gly + Ser T	4	%			0.99	
Glycine T	3	%			0.696	
Histidine T	8	%			0.404	
Isoleucine T	43	%			0.669	
Leucine T	41	%			1.321	
LinoleicAcid	35	%			2.654	
LysineDig	16	%			0.65	
Lysine T	15	%	0.75		0.75	
Met + CysDig	26	%			0.607	0.098
Met + Cys T	25	%	0.66		0.66	
Metab. Energy	20	kcal/kg	2830		2830	0.216
Methionine T	17	%			0.432	
Phe + Tyr T	45	%			0.945	
Phenylalanine T	37	%			0.735	
Potassium	36	%			0.49	
Protein	62	%	14.57		14.57	
Sodium	53	%	0.16		0.497	0.011
ThreonineDig	52	%			0.503	
Threonine T	51	%	0.56		0.584	
Total Phos.	54	%			0.608	
TryptophanDig	39	%			0.187	
Tryptophan T	38	%	0.17		0.215	
Tyrosine T	50	%			0.556	
ValineDig	57	%			0.719	
Valine T	56	%			0.793	