

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACION DEL EFECTO DE TRES NIVELES DE DL-METIONINA EN EL  
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE GALLINAS DE POSTURA DE LA  
LINEA HY LINE-BROWN EN LA ESTACION EXPERIMENTAL DE COTA COTA**

**ADRIANA CALATAYUD BAZOBERRY**

**La Paz – Bolivia**

**2015**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**EVALUACION DEL EFECTO DE TRES NIVELES DE DL-METIONINA EN EL  
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE GALLINAS DE POSTURA DE LA  
LINEA HY LINE-BROWN EN LA ESTACION EXPERIMENTAL DE COTA COTA**

*Tesis de grado presentada como requisito  
parcial para optar el Título  
de Ingeniero Agrónomo*

**ADRIANA CALATAYUD BAZOBERRY**

**ASESORES**

Ing. M. Sc. Diego Gutiérrez Gonzales .....

Ing. Ph.D. Jose Yakov Arteaga García .....

**COMITÉ REVISOR**

Ing. Fanor Antezana Loayza .....

Ing. Hector Cortez Quispe .....

M. Sc. MVZ. Marcelo Gantier Pacheco .....

**APROBADA**

Presidente Tribunal Examinador .....

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2015**

## AGRADECIMIENTOS

Expreso mis más sinceros agradecimientos a:

- A Dios por abrirme muchas puertas, guiarme siempre y bendecirme cada día.
- A la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica por acogerme como universitaria de esta prestigiosa casa superior de estudios y por haberme dado la oportunidad de realizar la presente investigación en sus instalaciones.
- A las diferentes autoridades de la E. E. de Cota Cota, que en aquel momento me acogieron con consejos y aliento en toda la etapa de investigación.
- A los docentes que han marcado mi formación como profesional durante toda la carrera.
- A mis asesores y revisores, por su apoyo y comprensión en todo momento que más que docentes fueron muy buenos amigos y siempre tendrán todo mi cariño y respeto.

### *DEDICATORIA*

*Especialmente Dedico Este Trabajo A Mis Padres René Y Dorys porque nunca perdieron la fé en mí y por el apoyo y amor brindados durante esta etapa y toda mi vida.*

*A Mis Hermanos Daniel Y Rafael porque siempre me ayudaron incondicionalmente.*

*A la persona que ocupa mi corazón y mente, Sergio gracias por siempre creer en mí.*

*Los Amo Mucho y Les Estaré Agradecida Toda La Vida.*

## INDICE GENERAL

### Contenido

Dedicatoria.....	I
Dedicatoria.....	II
Índice General.....	III
Contenido Temático.....	IV
Índice de Cuadros.....	VII
Índice de Figuras.....	VIII
Índice de Gráficos.....	IX
Anexos.....	X
Resumen.....	XI
Summary.....	XIII

## CONTENIDO TEMÁTICO

<u>Contenido</u>	<u>Página</u>
I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.2. Objetivo General.....	2
1.3. Objetivos Específicos.....	2
II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1. Generalidades de las gallinas ponedoras.....	3
2.1.1. Clasificación taxonómica.....	3
2.2. Producción de huevos de gallinas ponedoras.....	4
2.2.1. Producción de huevo a nivel nacional.....	4
2.3. Morfología, anatomía y fisiología de las gallinas ponedoras.....	5
2.3.1. Morfología.....	5
2.3.2. Anatomía y fisiología.....	6
2.3.3. Anatomía y fisiología interna.....	10
2.4. Sistemas de Producción.....	19
2.4.1. Sistema Intensivo o Confinamiento.....	19
2.4.1.1. Crianza en Jaulas o Baterías.....	20
2.4.2. Sistema Semi - Intensivo.....	21
2.5. Ambiente, instalaciones y equipos.....	23
2.5.1. Condiciones ambientales.....	23
2.5.1.1. Temperatura.....	23
2.5.2. Instalaciones.....	25
2.5.2.1. Ventilación.....	25
2.5.2.2. Iluminación.....	25
2.5.2.3. Humedad relativa.....	26
2.5.3. Equipos.....	26
2.5.3.1. Accesorios.....	26
2.6. Nutrición y Alimentación.....	27
2.6.1. Importancia de la alimentación.....	27
2.6.2. Alimentos.....	28
2.6.3. Necesidades nutritivas de las gallinas de postura.....	28
2.6.3.1. Proteína.....	28
2.6.3.2. Energía.....	28
2.6.3.3. Fibra Cruda.....	29
2.6.3.4. Suplemento de calcio.....	30

---

2.7.	Enfermedades y problemas más frecuentes en gallinas de postura.....	30
2.7.1.1.	Parásitos internos.....	30
2.7.1.2.	Parásitos externos.....	33
2.7.2.	Manejo de la producción de huevo.....	35
2.7.2.1.	Revisión y limpieza del equipo.....	40
2.7.3.	Curva de producción.....	40
2.7.5.1.	Forma.....	40
2.7.5.2.	Peso.....	41
2.7.5.3.	Color.....	41
2.7.5.4.	Resistencia.....	42
2.7.5.5.	Estructuras.....	42
2.7.5.6.	Composición.....	43
2.7.6.	Conservación.....	44
2.8.	Aminoácidos.....	45
2.8.1.	Aminoácido limitante.....	46
2.9.	Metionina.....	46
2.9.1.	Formas de obtención de la Metionina.....	46
2.9.2.	DL-Metionina.....	46
2.9.3.	Importancia de la Metionina en aves de postura.....	47
2.9.4.	Importancia de la DL-Metionina en la producción de huevo.....	49
III.	LOCALIZACIÓN.....	50
3.1.1.	Características Climáticas.....	51
IV.	MATERIALES Y METODOS.....	52
4.1.	Materiales.....	52
4.1.1.	Material Biológico.....	52
4.1.1.1.	Materiales.....	52
4.1.2.	Material de Investigación.....	53
4.1.3.	Materiales veterinarios.....	53
4.1.4.	Equipos y accesorios.....	53
4.1.5.	Materiales de gabinete.....	53
4.2.	Metodología.....	54
4.2.1.	Preparación del galpón.....	54
4.2.1.1.	Bioseguridad.....	54
4.2.1.1.1.	Desinfección.....	54
4.2.2.	Construcción de jaulas.....	55
4.2.2.1.	Construcción y acondicionamiento de las unidades experimentales.....	55

---

4.2.3.	Distribución de las gallinas en los tratamientos.....	56
4.2.4.	Descripción de las unidades experimentales.....	57
4.2.5.	Suministro de la metionina.....	57
4.2.6.	Suministro de Alimento y agua.....	57
4.3.	Procedimiento experimental.....	59
4.3.1.	Análisis estadístico.....	59
4.3.2.	Diseño experimental.....	59
4.3.3.	Modelo lineal aditivo.....	59
4.3.3.1.	Tratamientos.....	60
4.3.4.	Croquis experimental.....	61
4.4.	Variables de respuesta.....	61
4.4.1.	Peso de las aves.....	61
4.4.2.	Porcentaje de postura.....	61
4.4.3.	Peso del huevo.....	62
4.4.4.	Ganancia media diaria.....	62
4.4.5.	Conversión alimenticia.....	62
4.4.6.	Calidad externa de los huevos.....	63
4.4.7.	Porcentaje de Mortalidad.....	63
4.4.8.	Beneficio costo.....	63
V.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	64
VI.	CONCLUSIONES.....	77
VII.	RECOMENDACIONES.....	79
VIII.	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	80
IX.	ANEXOS.....	87

**INDICE DE CUADROS**

<b><u>Contenido</u></b>	<b><u>Pág.</u></b>
Cuadro 1	Bolivia: Evolución de la producción de Huevo..... 5
Cuadro 2	Temperaturas de crianza..... 23
Cuadro 3	Categorización del huevo por peso..... 41
Cuadro 4	Proporción de alimento balanceado según semana de vida..... 58
Cuadro 5	Análisis de Varianza para la Variable porcentaje de postura..... 64
Cuadro 6	Análisis de Varianza para la variable Índice morfológico..... 66
Cuadro 7	Efecto de la DL-Metionina en el índice morfológico..... 67
Cuadro 8	Análisis de Varianza para la variable Peso promedio del huevo..... 68
Cuadro 9	Análisis de Varianza para la variable Ganancia Media Diaria..... 70
Cuadro 10	Efecto de la DL- Metionina en la Ganancia Media Diaria..... 71
Cuadro 11	Análisis de Varianza para la variable Conversión alimenticia..... 73
Cuadro 12	Efecto de la DL-Metionina en la Conversión alimenticia..... 73
Cuadro 13	Análisis Económico por Tratamiento..... 76

**INDICE DE FIGURAS**

<b><u>Contenido</u></b>		<b><u>Pág.</u></b>
Figura 1	Partes que conforman una pluma.....	9
Figura 2	Diferentes tipos de crestas.....	9
Figura 3	Partes que constituyen el aparato digestivo de las aves.....	10
Figura 4	Aparato Reproductivo de las gallinas de postura.....	17
Figura 5	Curva de producción de Hy Line Brown.....	39
Figura 6	Ciclo de Producción de las Gallinas Ponedoras.....	40
Figura 7	Estructura del huevo.....	43
Figura 8	Composición nutricional del huevo.....	44
Figura 9	Ubicación de la zona de ensayo.....	50
Figura 10	Etiquetado diario de la recolección de huevos.....	62

**INDICE DE GRAFICOS**

<b><u>Contenido</u></b>		<b><u>Pág.</u></b>
Grafico 1	Porcentaje de postura por tratamiento.....	65
Grafico 2	Índice Morfológico.....	66
Grafico 3	Peso promedio del huevo.....	69
Grafico 4	Ganancia Media diaria.....	72
Grafico 5	Conversión Alimenticia.....	74

**ANEXOS**

<b><u>Contenido</u></b>	<b><u>Pág.</u></b>
Anexo 1	Croquis de distribución y dimensiones del galpón experimental..... 87
Anexo 2	Recepción de las pollonas..... 87
Anexo 3	Construcción de las Unidades Experimentales..... 88
Anexo 4	Desinfección de las Unidades Experimentales..... 88
Anexo 5	Desinfección de materiales de construcción para jaulas..... 89
Anexo 6	Distribución de Bebederos y Comederos por unidad experimental..... 89
Anexo 7	Toma de datos para las variables..... 90
Anexo 8	Preparación de la ración diaria..... 90
Anexo 9	Detalle de Ingresos y Egresos ..... 91
Anexo 10	Datos promedio por semana de peso de huevo..... 92
Anexo 11	Datos promedio por semana de diámetro de huevo..... 93
Anexo 12	Datos promedio por semana de altura de huevo..... 94
Anexo 13	Composición por cada Kg de alimento balanceado..... 95
Anexo 14	Anva de las variables-sas 9.2..... 96

## RESUMEN

El estudio de investigación se llevó a cabo en la gestión 2012, en la Estación Experimental de Cota Cota, zona Sur de la ciudad de La Paz - Bolivia, se utilizó 108 gallinas de la línea Hy Line Brown de 8 semanas de edad.

El estudio tuvo como finalidad probar la utilización de diferentes niveles del aminoácido esencial DL-Metionina (0, 0,154, 0,254 y 0,354g) como aditivo en la alimentación de Gallinas de postura de la línea Hy Line Brown desde la etapa de prepostura hasta la postura pico, para así poder determinar los beneficios de este aminoácido y el nivel ideal para la mejora de la productividad en gallinas de postura. El diseño experimental que se utilizó en el estudio fue el Diseño Completamente al Azar (DCA).

Dentro de las actividades de manejo, se realizaron estrictas medidas de bioseguridad para la recepción de las pollitas y durante toda la evaluación. Para el momento de la recepción se las alimentó con alimento balanceado para la etapa de crecimiento, posteriormente ya a las 14 semanas de edad se les proporcionó alimento para prepostura, mientras se incrementaban sus semanas de vida se procedió a la construcción de jaulas de aprox. 1m<sup>2</sup>, para 9 gallinas, teniendo un total de 12 jaulas, se distribuyó a las gallinas en sus respectivas jaulas a la semana 14, teniendo un total de 4 tratamientos con 3 repeticiones. La evaluación se realizó durante tres meses hasta la etapa de postura pico.

Para la evaluación del estudio se tomaron en cuenta las variables de respuesta: Porcentaje de postura, Calidad externa del huevo (índice morfológico), Peso del huevo, Ganancia Media diaria, Conversión alimenticia, porcentaje de mortalidad y Análisis Beneficio/Costo.

Con respecto al porcentaje de postura el tratamiento 2 (0.154gr de DL-Metionina) presento la mejor producción de huevo al cabo de los 3 meses de evaluación con un valor de 84%.

En la variable peso promedio del huevo el T2 (0.154 gr de DL-Metionina) obtuvo un mayor peso de 59.5 g, evidenciando nuevamente que la DL-Metionina si mejora los aspectos productivos en gallinas de postura.

La calidad externa de los huevos (Índice Morfológico), el T1 y T4 con una media de 77.85 y 77.19 respectivamente obtuvieron los índices más altos dando a conocer que estos tratamientos se acercan más a las características ideales de morfología establecidas con un valor de 74.

Respecto a la ganancia media diaria, T2 (0.154g de DL-Metionina), presento un promedio mayor en ganancia media diaria con 12.23 g/día

Los T4 0,354g de DL- Metionina y T3 0,254g de DL- Metionina obtuvieron una mejor conversión alimenticia con 5,24 (g/g) y 6,19 (g/g).

En la evaluación se ha obtenido un índice de mortandad de 0.00%.

El análisis económico afirma que la utilización de DL-Metionina no se obtiene rentabilidad por un elevado costo del alimento, el tratamiento 3 de 0,254g de DL-Metionina obtuvo rentabilidad, el adicionamiento de DL-Metionina genera una postura aceptable pero de costos muy elevados en la alimentación

## SUMMARY

The research study was conducted in the management 2012, at the Experimental Station of Cota Cota, South of the city of La Paz - Bolivia, 108 hens Hy Line Brown Line 8 weeks of age were used.

The study aimed to test the use of different levels of DL-Methionine (0, 0.154, 0.254 and 0,354g) essential amino acid as a feed additive for laying hens Hy Line Brown Line from the stage to the position prelaying peak, and to determine the benefits of this amino acid and ideal for improving productivity in laying hens level. The experimental design was used in the study was completely randomized (DCA).

Among the activities of management, strict biosecurity measures for receiving pullets and throughout the evaluation were conducted. By the time the reception was the fed balanced feed for the growth stage later and at 14 weeks of age were provided food for prelaying, his weeks of life were increased proceeded to build cages approx. 1m<sup>2</sup>, 9 chickens, having a total of 12 cages, the chickens were distributed in their cages at week 14, having a total of 4 treatments with 3 replications with 108 hens in the experimental process. The evaluation was conducted for three months until the stage of peak position.

For the evaluation of the study were considered response variables:

Laying percentage, egg External Quality (morphological index), egg weight, average daily gain, feed conversion, mortality rate and Benefit / Cost Analysis.

Regarding the percentage of treatment 2 position (0.154gr DL-Methionine) presented the best egg production after 3 months of evaluation with a value of 84%.

In the moving average egg weight T2 (0.154 g of DL-methionine) obtained a greater weight of 59.5 g, showing again that if the DL-Methionine improves the productive aspects in laying hens.

External quality of eggs (Morphological Index), the T1 and T4 with an average of 77.85 and 77.19 respectively had the highest indices revealing that these treatments are closer to the ideal characteristics of morphology set with a value of 74.

Regarding the average daily gain, T2 (0.154gr DL-methionine), presented a higher average daily gain with 12.23 g / day

0,354g of T4 and T3 DL-Methionine DL-Methionine 0,254g obtained a better feed conversion 5.24 (g / g) and 6.19 (g / g).

The evaluation has obtained a mortality rate of 0.00%.

The economic analysis says that the use of DL-methionine yield is obtained not by high feed costs, treatment 0,254gr 3 DL-Methionine obtained profitability, the addition of DL- Methionine have an acceptable position but generates very high costs in feed.

## I. INTRODUCCION

En Bolivia se produce alrededor de 1.200 millones de huevos al año, del cual el 70% proviene de Santa Cruz. El consumo per cápita anual es de 110 huevos. La Paz es el mayor consumidor, los Departamentos productores son Santa Cruz, Cochabamba, La Paz, Tarija y Chuquisaca. Hasta el año pasado, cerca de 200 millones de huevos se importaban a Perú y algunos países del Medio Oriente y el resto para el abastecimiento del mercado interno. Una gallina puede producir aproximadamente 300 huevos al año, dependiendo de su alimentación, raza o línea, entre otros aspectos.

La variedad Hy - Line Brown es la productora de huevo marrón más balanceada del mundo. Produce más de 320 huevos marrón durante un periodo de 74 semanas, alcanza su producción máxima alrededor del 95% y comienza una postura temprana con huevos de un tamaño óptimo. Estas características combinadas con la mejor calidad interior del huevo del mercado y una excelente viabilidad le dan a la Hy-Line Brown el balance perfecto, que significa mayores ganancias económicas para el avicultor.

La Metionina es un aminoácido esencial dentro de la producción de huevos y en el desarrollo de las gallinas, si bien es un aminoácido que se requiere en mínimas cantidades, resulta ser importante tanto para el desarrollo corporal de las gallinas como en la obtención de huevos de mayor tamaño, debido a que esta se encuentra deficiente en la alimentación, es necesario cubrir este requerimiento por medios sintéticos, para ello se tiene la DL - metionina, el cual proviene de el AHM o hidroxianálogo de metionina, ligeramente diferenciadas por el compuesto hidroxilo, pero ambas proporcionan cantidades equivalentes de metionina suplementaria convirtiéndose en L - metionina en el animal para su posterior utilización como componente de proteína. Actualmente la DL-metionina es la que se comercializa más en la actualidad. Con estos

antecedentes se propone la utilización de este probiótico para la mejora de la calidad del huevo.

El presente trabajo de investigación estableció y determinó la forma más eficiente de producción, aplicando conocimientos y criterios técnicos en la obtención de buenos índices zootécnicos, en cuanto a factores importantes; la genética, el manejo, alimentación y sanidad, además de tener mejoras económicas que es imprescindible para lograr reducción en el costo de producción e inversión y obtener mejores ganancias.

Esta investigación se refirió a la aplicación de tres niveles de DL - metionina en la alimentación de gallinas de postura, para la obtención de huevos de mayor tamaño, además de comprobar los beneficios en el desarrollo de las aves, determinando de esta manera el nivel más óptimo para una buena producción.

### **1.1. Objetivos**

#### **1.2. Objetivo General**

- Evaluar el efecto de tres niveles de DL - Metionina en el comportamiento productivo de gallinas de postura de la línea Hy Line Brown en la estación experimental de Cota Cota.

#### **1.3. Objetivos Específicos**

- Evaluar el efecto de tres niveles de DL – Metionina (0.354, 0.254, 0.154%) en los índices productivos en la etapa de postura de gallinas.
- Determinar el nivel óptimo suplementario de DL - Metionina según los resultados obtenidos.
- Determinar cuál de los tres niveles reporta mejores rendimientos.
- Realizar un análisis económico parcial en base a los tratamientos propuestos.

## II. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1. Generalidades de las gallinas ponedoras

La gallina es uno de los primeros animales domésticos que se mencionan en la historia escrita. El origen de las aves de corral se sitúa en el Sudeste de Asia. El naturalista británico Charles Darwin las consideró descendientes de una única especie silvestre, el gallo bankiva, que vive en estado salvaje desde India hasta Filipinas pasando por el Sudeste asiático. Las aves de corral están hoy distribuidas por casi todo el mundo. En los países occidentales la tendencia actual es a la especialización de la producción en granjas avícolas: algunos productores se encargan del incubado de huevos y otros de la producción de huevos para el consumo. (AVICULTURA FACIL, 2012)

La principal característica de las gallinas ponedoras, como su propio nombre indica, es la puesta abundante, que dependiendo de la raza pueden llegar a los 180-300 huevos anuales. No son recomendables por su canal, aunque en muchos casos su carne es sabrosa, por la poca carne que produce en comparación con otras razas. (AVICULTURA FACIL, 2012)

#### 2.1.1. Clasificación taxonómica

Reino:	Animal
Sub-reino:	Metazoos
Tipo:	Vertebrados
Clase:	Ovíparo
Orden:	Galliformes
Familia:	Phasianidae
Género:	Gállidos
Especie:	Gallus domesticus

Las gallinas son vertebrados de sangre caliente, su evolución se origina de los reptiles, las gallinas son organismos homeotermos (de sangre caliente) y son endotermos (generan su propio calor corporal). Las Gallinas ligeras o livianas, llamadas también aves de postura o ponedoras son las que se explotan para la producción de huevo de consumo humano. Este tipo de aves puede llegar a producir hasta 300 huevos por año, y su plumaje puede ser de color blanco o rojo - café. (UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MEXICO, 2001)

## **2.2. Producción de huevos de gallinas ponedoras**

### **2.2.1. Producción de huevo a nivel nacional**

El Deber, 2013, indica que; en el caso de la producción de huevos, según fuentes del sector, entre 2009 y 2011 creció de 1.000 a 1.300 millones por año (Cuadro 1), igual tendencia registra el consumo per cápita que, en el mismo periodo, remontó de 98 a 110 unidades.

Santa Cruz continúa siendo el mayor productor de huevo del país, seguido por Cochabamba. El primero aporta un 70% de la producción total.

**Cuadro 1. Bolivia: Evolución de la producción de Huevo  
(Expresado en miles de Unidades)**

**AÑO: 1993 - 2010**

Año	CBBA.	PART. %	SCZ.	PART. %	OTROS	PART. %	TOTALES	VAR %
1993	118,820	23,78	356,958	71,45	23,789	4,76	499,567	-
1994	155,120	28,70	359,603	66,54	25,736	4,76	540,459	8,19
1995	190,100	30,22	408,958	65,01	30,000	4,77	629,058	16,39
1996	198,700	31,91	394,024	63,27	30,000	4,82	622,724	-1,01
1997	196,100	29,24	443,636	66,14	31,000	4,62	670,736	7,71
1998	205,570	26,05	552,033	69,96	31,500	3,99	789,103	17,65
1999	214,650	26,16	572,855	69,83	32,880	4,01	820,385	3,96
2000	206,550	25,80	559,881	69,94	34,030	4,25	800,461	-2,43
2001	211,940	25,87	572,404	69,87	34,850	4,25	819,194	2,34
2002	214,520	25,68	585,200	70,05	35,690	4,27	835,410	1,98
2003	220,960	27,19	554,986	68,29	36,760	4,52	812,706	-2,72
2004	228,870	26,86	585,757	68,74	37,560	4,41	852,187	4,86
2005	297,820	31,87	592,969	63,46	43,660	4,67	934,449	9,65
2006	327,690	31,08	681,120	64,61	45,406	4,31	1,054,216	12,82
2007	362,010	31,77	722,396	63,40	54,970	4,82	1,139,376	8,08
2008	364,039	28,62	815,174	64,09	92,727	7,29	1,271,940	11,63
2009	399,398	27,47	888,146	61,09	166,375	11,44	1,453,919	14,31
2010	382,890	27,91	833,132	60,72	156,069	11,37	1,372,091	-5,63

Fuente: ADA S.C. Y ADA Cbba.

Elaboración: ADA – Unidad Análisis Económico. (ADA Asociación de Avicultores de Santa Cruz, 2012)

## 2.3. Morfología, anatomía y fisiología de las gallinas ponedoras

### 2.3.1. Morfología

Botanical (2012), indica que: La gallina es una gallinácea, como es también el faisán, el pavo, la perdiz o codorniz. El gallo es el macho de la gallina. Como ave que es, la gallina tiene el cuerpo recubierto de plumas que les protegen del frío y el calor, de la humedad, de los rayos del sol y de los arañazos. La gallina tiene una serie de protuberancias en la cabeza: los barbillones y la cresta.

Estos son caracteres sexuales secundarios y tienen una importante función en la parada nupcial en el gallo, esto es, para atraer a las hembras. La cresta también sirve para termorregulación, es decir para regular la temperatura corporal del animal.

### **2.3.2. Anatomía y fisiología**

#### **2.3.2.1. Anatomía y fisiología externa**

##### **Características externas y tegumento común (piel).-**

Con relación a este sistema, la principal diferencia con los mamíferos, es la presencia de plumas. Estas le dan la característica al cuerpo de las aves de aerodinámicas, unido a la transformación de las extremidades torácicas en alas. (RAUL, 2002)

##### **Piel:**

Es fina, laxa y fácilmente desgarrable. Presenta poca cantidad de vasos sanguíneos y nervios que comprueba su poco sangrado ante la presencia de heridas, a diferencia de los mamíferos. Las aves parecen insensibles a la manipulación de la piel. El color de la piel es generalmente amarillo, pero puede ser menos pigmentada en las extremidades pelvianas desprovistas de plumaje. Las crestas, barbillas y lóbulos auriculares (y la cresta o proceso frontal de los pavos). Son crecimientos de la piel en diferentes zonas de la cabeza, son blandas y de carácter ornamental. La dermis de estas estructuras es más gruesa y más vascularizada; pero la epidermis es más delgada que el resto del cuerpo, lo que genera mayor facilidad de herida. Los bordes de la barbilla se emplean para aplicar inyecciones intradérmicas. (RAUL, 2002)

**Pico:**

Equivale a los labios de los mamíferos, constituye una cubierta protectora de sustancia córnea para los huesos premaxilar y para la mandíbula. Esta sustancia crece continuamente para compensar su desgaste. (RAUL, 2002)

**El espolón:**

Se desarrolla en la superficie caudomedial del metatarso del gallo y le sirve como arma de ataque. La eliminación de la papila del espolón en pollitos inhibe su crecimiento. La longitud y anillos de este sirven de referencia para calcular la edad. Las únicas glándulas anexas presentes en la dermis de las aves son:

- Glándula de meibomio (párpado)
- Glándulas holocrinas (Canal auditivo externo)
- Glándula Uropigial
- Glándula de la cloaca.

**1. La glándula Uropigiana.-**

Es el más grande, bilobulada de unos 2 cm de diámetro, localizada dorsalmente a las vértebras caudales. Su secreción la emite por dos orificios situados en el extremo de una pequeña papila cutánea. La secreción es utilizada para la limpieza e impermeabilización de la piel y plumas; esta glándula está ausente en algunas especies. (RAUL, 2002)

**2. Plumas.-**

Son proteínas principalmente. Intervienen en el vuelo, termorregulación, protección a la piel, función mimética y de parada nupcial en las aves. Existen 6 tipos de plumas:

a. **Plumas de Contorno:**

Dan la apariencia a las alas y la cola.

b. **Plumas Coberteras:**

Se ubican entre las anteriores cubriendo los espacios vacíos.

c. **Plumón:**

Son plumas de raquis corto; se ubican debajo de las anteriores actuando como capa aislante. Crean una cámara de aire que aísla térmicamente al cuerpo.

d. **Filoplumas:**

Ubicadas por todo el cuerpo, parecidas a pelos con un mechón terminal, tienen terminaciones nerviosas e informan sobre la posición del resto de plumas.

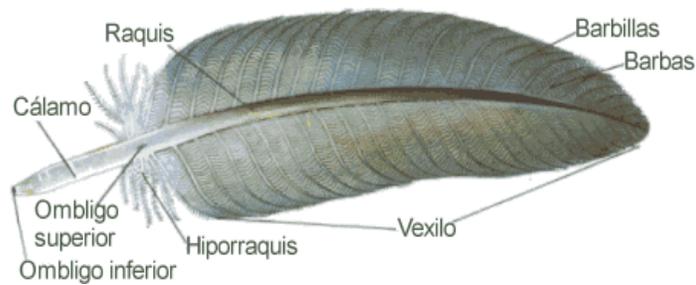
e. **Vibrisas:**

Se encuentran alrededor de los ojos, nariz y boca de ciertos pájaros. Se cree que sirven para la percepción.

f. **Polvo de Plumas:**

Estas crecen y se desintegran en polvillo blanco, protegen la piel.

La porción visible de una pluma de cubierta típica, está formada por un eje o mastil principal denominado el raquis; del que parte a ambos lados una estructura en forma de vela denominada el vexillum que está formada por estructuras de menor tamaño denominadas barbas. Estas últimas son ramas que parten del eje principal en ángulo de 45°. En la superficie interna de la pluma, el eje o raquis presenta un surco longitudinal que termina en una depresión (umbilicus distal). La parte oculta (cañón, calamus) de la pluma ocupa el folículo de la pluma (folículo plumoso) al pie del cual se ubica el músculo plumo – erector. (Figura 1) (RAUL, 2002)

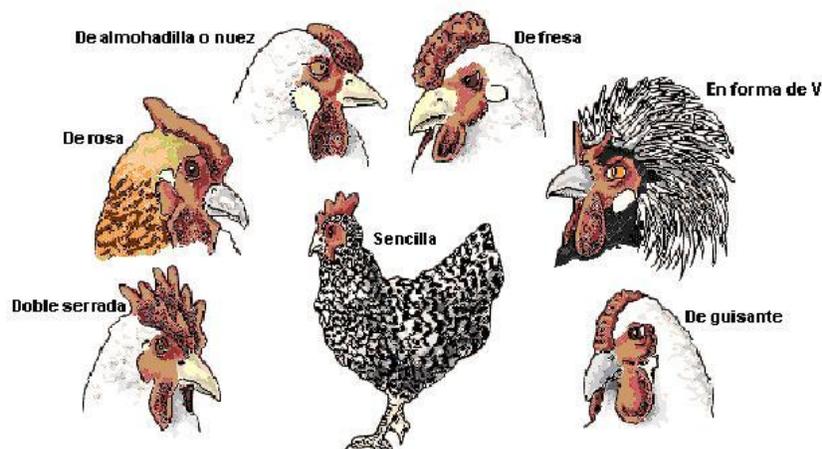


**Figura 1. Partes que conforman una pluma**

*Fuente: (RAUL, 2002)*

### 3. Variaciones en las crestas

La cresta de las aves de corral, una protuberancia carnosa sin plumas situada en la parte superior de la cabeza, está más desarrollada en el macho. Varían desde crestas sencillas, serradas, erectas o flácidas a formas más complejas, dependiendo de la variedad del ave. (RAUL, 2002)



**Figura 2. Diferentes tipos de crestas**

*Fuente: RAUL (2002)*

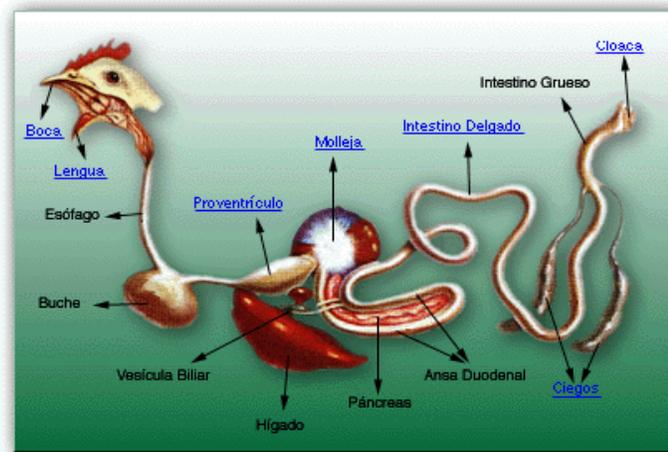
### 2.3.3. Anatomía y fisiología interna

#### a) Anatomía y fisiología del aparato digestivo

##### i. Características generales

Los órganos digestivos de las aves son obviamente diferentes al de los mamíferos. No existen labios ni dientes, elementos que son reemplazados por el pico y el estómago muscular o molleja. Presenta una hendidura media larga a manera de paladar que comunica con la cavidad nasal. Mas caudal a esta se encuentra una hendidura infundibular, más corta, que es un orificio común donde confluyen las trompas auditivas o de eustaquio.

El aparato digestivo se encuentra constituido por orofaringe, esófago, estómago, duodeno, yeyuno, íleon, un par de ciegos y colon. Este último desemboca en la cloaca, que es un segmento final también para el aparato urinario y genital. El hígado y páncreas secretan sus productos al intestino delgado. UABCS (2001)



**Figura 3. Partes que constituyen el aparato digestivo de las aves**

*Fuente: UABCS (2001)*

## **ii. Descripción de las partes que constituyen el aparato digestivo de las aves**

### **I. Orofaringe.-**

Este término se aplica a la cavidad que va desde el pico al esófago, ya que las aves no poseen paladar blando y por tanto no existe división entre cavidad oral y faringe como los mamíferos. El techo de esta cavidad lo conforma el paladar, y el suelo la mandíbula, lengua y la elevación o prominencia laríngea. En las aves están ausentes los dientes, está presente un buche bien desarrollado y una molleja, el ciego es doble y falta el colon. Tales diferencias anatómicas significan diferencias en los procesos digestivos. (UABCS, 2001)

### **II. Pico.-**

El pico es el representante en las aves de las mandíbulas, de los labios y en parte de los carrillos. Su fundamento es óseo y está revestido por una vaina córnea de dureza variable, según la especie de ave. La valva superior del pico se compone de la raíz o base, el lomo (dorso del pico) y el borde. La valva inferior consta de una parte media impar (gonium), de la cual salen las ramas que comprenden el ángulo maxilar. Las gallinas poseen esta membrana solamente en la base del pico. Está provista de numerosas terminaciones sensitivas del trigémino, que la convierten en un órgano táctil. La mayor parte de estas terminaciones nerviosas se encuentran en la punta del pico. El alimento solo permanece un tiempo en la cavidad del pico. El pico es la principal estructura prensil. El alimento se retiene en la boca sólo por corto tiempo. (UABCS, 2001)

### **III. Cavidad Bucal.-**

Las circunstancias que concurren en la boca de las aves la hacen difícilmente comparable con las cavidades bucal y faríngea de los mamíferos. No existe

separación neta entre la boca y la faringe. En las paredes de la cavidad bucal se hallan numerosas glándulas salivares. La cantidad de saliva segregada por la gallina adulta en ayunas en 24 horas varía de 7 a 25 ml siendo el promedio de 12 ml. El color de la saliva es gris lechoso a claro; el olor, algo pútrido. La reacción es casi siempre ácida, siendo el promedio del pH 6.75. La amilasa salival está siempre presente. También se encuentra una pequeña cantidad de lipasa. (UABCS, 2001)

#### **IV. Lengua.-**

La lengua de las aves es generalmente mucho menos móviles que la de los mamíferos. Su forma depende en gran medida de la conformación del pico. Así en la gallina es estrecha y puntiaguda. Toda la lengua está revestida por una mucosa tegumentaria, recia, muy cornificada sobre todo en la punta y en el dorso en la gallina. En el dorso de la lengua de la gallina existe una fila transversal de papilas filiformes o cónicas dirigidas hacia atrás. En la mucosa lingual hay además corpúsculos nerviosos terminales, que sirven para la percepción táctil. Las yemas gustativas se presentan sólo aisladas. La actividad funcional de la lengua consiste en la prensión, selección y deglución de los alimentos. (UABCS, 2001)

#### **V. Esófago.-**

El esófago está enseguida, situado a lo largo del lado inferior del cuello, sobre la tráquea, pero se dirige ya hacia el lado derecho en el tercio superior de este. Después se sitúa en el borde anterior derecho, donde está cubierto solamente por la piel, hasta su entrada en la cavidad torácica. El esófago es algo amplio y dilatado, sirviendo así para acomodar los voluminosos alimentos sin masticar. De allí se encuentra en la gallina una evaginación extraordinariamente dilatado, dirigida hacia delante y a la derecha, que es lo que se llama buche. (UABCS, 2001)

## **VI. Buche.-**

El buche es un ensanchamiento estructural diversificado según las especies que cumplen distintas funciones, pero fundamentalmente dos: almacenamiento de alimento para el remojo, humectación y maceración de los alimentos y regulación de la repleción gástrica. Además, colabora al reblandecimiento e inhibición del alimento junto a la saliva y secreción esofágica, gracias a la secreción de moco. En el buche no se absorben sustancias tan simples como agua, cloruro de sódico y glucosa. La reacción del contenido del buche es siempre ácida. La reacción promedio es, aproximadamente de un pH 5. En cuanto a la duración promedio del tiempo que tiene el alimento en el buche es de dos horas. La actividad motora del buche está controlado por el sistema nervioso autónomo y presenta dos tipos de movimientos: contracciones del hambre con carácter peristáltico y vaciamiento del buche gobernado reflejamente por impulsos provenientes del estómago fundamentalmente. UABCS (2001)

## **VII. Estómago.-**

Consta en las aves domésticas de dos porciones o cavidades, claramente distinguibles exteriormente, que son el estómago glandular y el estómago muscular.

## **VIII. Estómago glandular.-**

También denominado proventrículo. Este es un órgano ovoide, situado a la izquierda del plano medio, en posición craneal con respecto al estómago muscular. Se estrecha ligeramente antes de su desembocadura en el estómago muscular. Constituye en gran manera un conducto de tránsito para los alimentos que proceden del buche y que se dirigen hacia la molleja. Está recubierto externamente por el peritoneo. Le sigue la túnica musculosa, compuesta de una capa externa, muy fina de fibras longitudinales y de otra

interna, de fibras circulares. La mucosa del estómago glandular contiene glándulas bien desarrolladas, visibles macroscópicamente, de tipo único, que segregan HCl (ácido clorhídrico) y pepsina. La formación de pepsina y probablemente también de HCl se hallan bajo la influencia del sistema nervioso parasimpático.

#### **IX. Estómago muscular.-**

O molleja, se adhiere a la porción caudal del proventrículo y está cubierto en su extremo anterior de los dos lóbulos hepáticos. Es desproporcionadamente grande y ocupa la mayor parte de la mitad izquierda de la cavidad abdominal. Su forma es redondeada y presenta sus lados aplanados. En esta parte no se segrega jugo digestivo. Por su adaptación al tipo de alimento, la molleja es particularmente fuerte y bien desarrollada en las aves granívoras. Sin embargo, este órgano no es absolutamente indispensable para la vida, pero su función si, pues su función principal consiste en el aplastamiento y pulverización de granos, cedidos por el buche y su eficacia se incrementa por la presencia en su interior de pequeñas piedritas (grit) que ingiere el animal y que pueden ser considerados como sustitutivos de los dientes. (UABCS, 2001)

#### **X. Intestino Delgado.-**

El intestino delgado se extiende desde la molleja al origen de los ciegos. Es comparativamente largo y de tamaño casi uniforme por todas partes. Se subdivide en:

##### **a) Duodeno.-**

Sale del estómago muscular (molleja) por su parte anterior derecha, se dirige hacia atrás y abajo a lo largo de la pared abdominal derecha, en el extremo de la cavidad dobla hacia el lado izquierdo, se sitúa encima del primer tramo duodenal y se dirige hacia delante y arriba. De este modo

se forma un asa intestinal, la llamada asa duodenal, en forma de "U", cuyas dos ramas están unidas por restos de mesenterio. Entre ambos tramos de dicha asa se encuentra un órgano alargado, el páncreas. La reacción del contenido del duodeno es casi siempre ácida, presentando un pH de 6.31, por lo que posiblemente el jugo gástrico ejerce aquí la mayor parte de su acción. (UABCS, 2001)

**b) Yeyuno.-**

Empieza donde una de las ramas de la U del duodeno se aparta de la otra. El yeyuno de la gallina consta de unas diez asas pequeñas, dispuestas como una guirnalda y suspendidas de una parte del mesenterio. Presenta un pH de 7.04. (UABCS, 2001)

**c) Íleon.-**

Cuya estructura es estirada y se encuentra en el centro de la cavidad abdominal. El pH es de 7.59. En el lugar del íleon, donde desembocan los ciegos, empieza en el intestino grueso. (UABCS, 2001)

**XI. Intestino Grueso.-**

Se subdivide también en tres porciones, las cuales son:

**a) Ciegos:**

Las aves domésticas, como son las gallinas, poseen dos ciegos, que son dos tubos con extremidades ciegas, que se originan en la unión del intestino delgado y el recto y se extienden oralmente hacia el hígado.. La porción terminal de los ciegos es mucho más ancha que la porción inicial. Se cree que la función de los ciegos es de absorción, que están relacionados con la digestión de celulosa. (UABCS, 2001)

**b) Colon-Recto:**

En las aves el colon es muy corto en comparación con el de los mamíferos. Pero, con todo y su pequeño tamaño, realiza muchas funciones importantes en las aves de corral. Recibe el producto de la digestión del intestino delgado y, en forma intermitente, del ciego. En esta parte, es donde se realiza la absorción de agua y las proteínas de los alimentos que allí llegan. Encontramos que tiene un pH de 7.38. Siendo las dos últimas porciones del intestino grueso el segmento final. Los principales productos de la digestión incluyen aminoácidos, carbohidratos simples como glucosa y fructosa, ácidos grasos, mono y diglicéridos y otros lípidos, vitaminas, minerales y agua. (UABCS, 2001)

**XV. Glándulas anexas****i. Glándulas salivales.-**

Posee pocas glándulas salivales, por lo que la saliva es secretada en pequeñas cantidades y ayuda a reblandecer el alimento.

**ii. Hígado-**

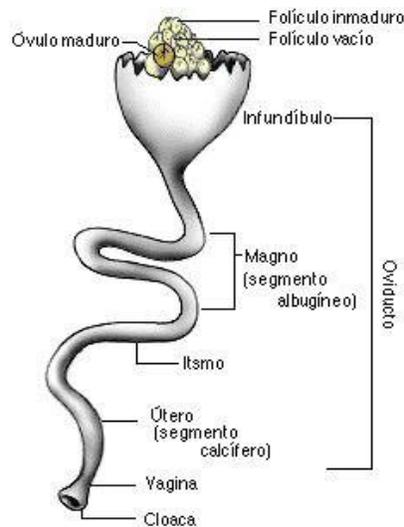
El hígado está formado por lóbulos derecho e izquierdo, unidos cranealmente. De mayor tamaño el lóbulo derecho y en su cara visceral se encuentra la vesícula biliar que no está presente en palomas y algunas psitácidas. Este lóbulo derecho está perforado por la vena cava caudal. El lóbulo izquierdo está dividido.

**iii. Páncreas.-**

Es alargado situado en el asa duodenal formado por dos lóbulos, uno dorsal y otro ventral conectados distalmente. Posee dos o tres conductos que llevan el jugo pancreático al duodeno.

## b) Anatomía y fisiología del aparato urinario y genital

Duran (2006), Menciona que el aparato reproductor está conformado por dos partes, el ovario y el oviducto, a continuación el autor indica cada una de estas partes.



**Figura 4. Aparato Reproductivo de las gallinas de postura**

*Fuente: Duran (2006)*

### I. Ovario.

El ovario está ubicado a la altura de la espalda de la gallina, arriba de la cola, está formado por un racimo de yemas, en toda la vida útil producen aproximadamente 4000 óvulos, que están protegidas cada una por una membrana, el tamaño de esta aumenta, en la época de mayor producción o pico de producción.

En el periodo de postura las yemas maduras, se desprenden de la membrana y el folículo se rompe en el punto de su envoltura que está exento de vasos sanguíneos, conocido como estigma, cuando comienza la ovulación comienza el recorrido de la yema por el oviducto donde se forma el huevo (Duran 2006).

## **II. Oviducto**

El oviducto es un órgano en forma de tubo, en el cual se deposita la yema madura y se transforma en huevo, está colocado a lo largo de la columna vertebral y consta de 5 partes. Escobar (1996), Indica que el paso del ovulo del huevo por el oviducto dura aproximadamente entre 24 a 48 horas esto depende directamente de la fisiológica del ave (Duran, 2006).

## **III. Infundíbulo.**

El infundíbulo mide aproximadamente 8 cm y en él se deposita la yema, es en esta parte, antes de comenzar su recorrido, donde recibe el espermatozoide del gallo, el que ha de fecundar el embrión. Escobar (1996), refiere que en esta primera porción en la que se forma el 45% de la clara, sobre todo la fracción rica en mucina y permanece el huevo aproximadamente un periodo de 3 horas (Duran, 2006).

## **IV. Magno.**

Tiene alrededor de 37cm de largo, aquí la yema comienza a ser cubierta y protegida por una sustancia llamada albumina, en esta parta se obtiene más de la mitad de la clara antes de pasar al istmo (Duran, 2006).

## **V. Istmo.**

En esta parte se completa la formación de la clara y la membrana de la cascara formando una telilla envolvente (Duran, 2006).

## **VI. Útero.**

En el útero se completa la formación de la clara y recubre la membrana del huevo, se observa la formación de la cutícula protectora o cascara y la pigmentación característica de color marrón o blanco. Explica, Escobar (1996), en este tramo el huevo permanece el tiempo más largo, aproximadamente 20 horas (Duran, 2006).

## **VII. Vagina.**

El huevo está listo para que se produzca la postura, pasa rápidamente por la vagina y se lleva a la pared externa del oviducto, con ello se cierra la cloaca, lo que explica que el huevo salga de la vagina limpia, es el final del proceso de formación del huevo y ha pasado aproximadamente 24 horas (Duran, 2006).

### **2.4. Sistemas de Producción**

Vargas (2012), Inca que; los sistemas de explotación avícola se clasifican de acuerdo con la cantidad de terreno a disposición de las aves y del capital invertido; como tales tenemos:

#### **2.4.1. Sistema Intensivo o Confinamiento.**

Este sistema comprende: Manejo de aves en jaula y manejo de aves en piso. Las altas densidades que en este sistema maneja, requiere un esfuerzo económico por parte del productor para poder proveer alojamiento, agua, alimento y todas aquellas condiciones que permitan un óptimo desempeño productivo de las aves. (Vargas, 2012)

#### 2.4.1.1. Crianza en Jaulas o Baterías

El Sitio avícola (2011), indica que; este tipo de explotación es el más utilizado en la industria avícola nacional. La jaula más utilizada actualmente en la industria es la de tipo industrial. Y normalmente se alojan de 3 a 6 gallinas por jaula.

Entre las ventajas que presenta este tipo de explotación son:

- Un mayor número y control de huevos puestos por gallina alojada.
- Mayor control sanitario, tomando en cuenta el estado de salud del ave, pues estas presentan menos parasitismo.
- Mejor higiene del huevo, reduciendo el número de huevos sucios; menor necesidad de personal.

Entre las desventajas que presenta este tipo de explotación se tiene:

- Se requiere mayor inversión económica.
- En cuanto al estado de salud de las aves estas son más sometidas a estrés, presentando así problemas como canibalismo, e incluso presentan mayor degradación del emplume.
- En cuanto a calidad de huevo el alojamiento en jaula reduce la calidad del cascarón del huevo.
- Si hablamos de bienestar animal, el tipo de explotación que menos problemas presenta es el tipo de explotación en jaula, pues no hay hacinamiento
- Las aves alojadas en jaula tienden a ser más agresivas. Aunque el sistema de explotación en jaula presente problemas con el bienestar animal, un sistema de explotación en piso inadecuado también puede presentar problemas. (El Sitio avícola, 2011)

#### **2.4.1.2. Sistema de crianza en piso**

El Sitio avícola (2011), indica que; el tipo de explotación de gallinas ponedoras sobre suelo es poco utilizado en la industria avícola; sin embargo si hablamos de la avicultura de traspatio, este tipo de explotación es el usado principalmente. En este tipo de instalaciones se debe tomar como equipo los nidales, el material de cama, bebederos y comederos.

Los nidales sirven para alojar los huevos puestos. La proporción de nidales recomendada es de 5 aves por nidal. Y estos deben ser elevados y con un material de cama confortable como la viruta, paja o cascarilla de arroz. El material de cama debe tener un estado confortable y no compactado.

Vargas (2012), indica que: entre las ventajas de ambos sistemas intensivos de producción se tiene:

- Mayor producción
- Mejor aprovechamiento del alimento
- Mayor y mejor control de todo tipo de enfermedades
- Mayor número de animales por m<sup>2</sup>
- Más facilidad y eficiencia en el manejo.
- Más seguridad para animales contra depredadores y ladrones.
- Permite al productor observar más de cerca las aves
- Permite especializar la producción de huevos (Vargas, 2012)

#### **2.4.2. Sistema Semi - Intensivo.-**

Vargas (2012), manifiesta que los galpones son rústicos elaborados con materiales de la región como ramas, listones de madera o guadua, tejas de cartón, zinc, o aluminio, paja, etc.

Los galpones deben estar rodeados por una cerca que no permita la dispersión de las aves; tiene la ventaja de un bajo costo en la construcción y alimentación debido a que las aves aprovechan insectos, hierbas, lombrices, etc.

El cerco perimetral de los galpones puede ser construido en malla, madera redonda u otro material que exista en la región y que garantice el objetivo. Durante el día las aves deambulan por el cercado y en la noche se les encierra en el gallinero situado dentro del galpon. Los comederos y bebederos pueden estar ubicados dentro del patio o bien dentro del gallinero.

Ventajas:

- Es adecuado para la producción de huevo a escala comercial (nivel doméstico)
- Su manejo es fácil para la familia campesina
- No requiere equipo costoso y puede ser construido con materiales de la región
- Brinda seguridad a las aves y huevos contra depredadores
- No exige altas inversiones económicas
- A través del pastoreo, el ave ayuda a su sostenimiento

Desventajas:

- Incidencia de enfermedades parasitarias.
- Exige demasiada área.
- No permite especializar la producción.

## 2.5. Ambiente, instalaciones y equipos

### 2.5.1. Condiciones ambientales

#### 2.5.1.1. Temperatura

El control de la temperatura en el interior del galpón es muy importante sobre todo en los primeros días de vida de las pollitas BB ya que todavía no ha absorbido el saco vitelino que contiene nutrientes, el calor ayuda en la absorción, en el Cuadro 2, se especifica la temperatura a la cual es recomendable mantener el interior del galpón para que las pollitas BB puedan desarrollarse de la mejor manera, existe un mayor cuidado al manejar la temperatura debido a que el exceso de calor puede causar estrés o la muerte por asfixia al igual que si el galpón se encuentra frío.

**Cuadro 2. Temperaturas de crianza**

Edad	Temperatura
Día 1 - 3	35 - 37°C
Día 4 - 7	32 - 34°C
Día 8 - 14	29 - 31°C
Día 15 - 21	26 - 29°C
Día 22 - 28	24 - 26°C
Día 29 - 35	21 - 23°C
Día 36...	21°C

*Fuente: Duran (2006)*

### 2.5.2. Instalaciones

Martínez (1987). Indica que, Los galpones para cría deben ser:

➤ **Económicos:**

Es necesario evitar los gastos en detalles innecesarios y priorizar en las cosas esenciales.

➤ **Bien Orientados:**

Cuando los vientos fríos del Sur y del Sudoeste, conviene orientar los locales con sus frentes hacia el Norte y el Sur. Se aseguran de esta forma una buena circulación de aire sin exposición inmediata al viento y sol.

➤ **Bien Ubicados:**

Los terrenos bajos son húmedos y mal aireados y constituyen el medio para la proliferación de enfermedades. Por esto, los locales deben ubicarse en terrenos altos que permitan el buen drenaje de las aguas.

➤ **Aislados:**

Del medio ambiente externo y del terreno circundante, ambas condiciones son necesarias al confort que exigen las aves para su normal desarrollo.

➤ **Bien ventilados:**

La ventilación es muy importante en un local de cría; para eliminar la humedad del medio ambiente, producida por las deyecciones y la respiración de las aves. Para que las aves respiren aire puro con poca concentración de anhídrido carbónico. Para eliminar el amoníaco que se desprende de las deyecciones. Para regular el exceso de calor durante el verano.

➤ **Bien dispuestos interiormente:**

Todo gallinero moderno, para estar de acuerdo a la época en que vivimos y para ahorrar la mayor cantidad posible de mano de obra debe ser funcional.

➤ **Tipos de locales:**

El tipo de local que generalmente se usa, es un galpón con techo a dos aguas. Cuando el número de aves es inferior a 300 puede; ser un local con una sola agua.

➤ **Dimensiones:**

Las dimensiones necesariamente, deben estar en relación al número de aves que se crían. Las recomendaciones de espacio para pollitos recién nacidos indican de 20 a 30 cm<sup>2</sup> para cada uno; al calcular la superficie hay que tener en cuenta los requerimientos en superficie de un ave adulta que es de 5 por m<sup>2</sup>.

### **2.5.2.1. Ventilación**

La ventilación debe utilizarse como la herramienta principal de manejo para proveer un micro-ambiente óptimo. Es esencial proveer a cada ave un abastecimiento adecuado de oxígeno y remover el dióxido de carbono producido por las aves y las partículas de polvo que se han aerosolizado.

La ventilación controlada puede hacer mucho para diluir los organismos patogénicos al igual que proveer un medio ambiente óptimo. La temperatura y la humedad de la caseta deben estar en el rango de 18 – 27°C y 40 – 60% de humedad. Como regla general para determinar la capacidad de ventilación requerida es un movimiento de aire de 4 m<sup>3</sup> por hora por cada kilogramo de peso corporal (1 pie<sup>3</sup> por minuto por libra de peso corporal). (HY - LINE BROWN, 2011)

### **2.5.2.2. Iluminación**

Según MAG (2012), los propósitos de establecer un programa de iluminación consisten en lograr la máxima tasa de producción de huevos y el óptimo

tamaño de los mismos; para lograr estos propósitos se deben seguir las siguientes reglas básicas:

- No aumentar con iluminación la longitud del día durante el desarrollo.
- No disminuir la longitud del día durante la postura.
- El estímulo de luz debe programarse para iniciar la producción con el peso corporal, desarrollo y condición correctos.
- Proveer a las aves de 17 horas luz (natural más artificial)
- Debe comenzarse a las 18 semanas de edad.

### **2.5.2.3. Humedad relativa**

Según Animales y producción (2014), la humedad relativa debe variar entre 50 y 75 %. En caso de no ser así se debe evitar el hacinamiento, disminuir el número de animales y utilizar ventiladores y extractores.

### **2.5.3. Equipos**

#### **2.5.3.1. Accesorios**

##### **a) Nidos**

Los nidos deben ser del tamaño adecuado para que la gallina se sienta confortable. En los nidos individuales conviene que el ancho sea no menor de 30 cm, por 30 de profundidad y 30 de alto. Un nido individual es suficiente para cinco gallinas en postura. Animales y Producción (2014)

**b) Bebederos**

Es necesario que cada gallina cuente con 2.5 cm de borde de bebedero tipo canal.

Si se usan bebederos de campana, será necesario uno por cada 50 gallinas. La altura del borde del bebedero debe quedar un poco más alta que la espalda de las gallinas, para evitar que derramen el agua. La profundidad del nivel del agua en los bebederos no debe ser inferior de 1.25 cm.

Los bebederos deben distribuirse simétricamente en toda el área de la caseta. Animales y Producción (2014)

**c) Comederos**

Una gallina en postura debe disponer de 8 cm de comedero de canal, o bien si se dispone de comederos colgantes de tubo, estos nos servirán para 50. Animales y Producción (2014)

**d) La Cama**

El material que cubre el piso, es decir la cama, debe ser absorbente.

Materiales adecuados son la viruta de madera, cascarilla de arroz. Materiales muy finos como aserrín fino no debe usarse ya que afecta las vías respiratorias y los ojos de las gallinas. (VARGAS, 2012)

## **2.6. Nutrición y Alimentación**

### **2.6.1. Importancia de la alimentación**

Castillo (1999), describe que la alimentación de las aves, es uno de los factores más importantes que influye sobre los costos de producción; se debe pretender obtener la eficiencia en la conversión alimenticia con niveles de proteínas de acuerdo a la edad de las aves.

### **2.6.2. Alimentos**

North (1993), define alimento como un conjunto de sustancias nutritivas que están conformadas por carbohidratos, proteína, minerales y vitaminas que cumplen la función de satisfacer las necesidades nutricionales de las gallinas de postura, menciona que muchos de los alimentos se encuentran en diferentes formas como granos enteros o triturados.

Alcázar (2002), señala que alimento, es un conjunto de sustancias, que son asimiladas por un organismo vivo y este a su vez transforma en energía, proteína y otras sustancias que se utiliza para su manutención, formación, reproducción y producción de las aves.

### **2.6.3. Necesidades nutritivas de las gallinas de postura**

#### **2.6.3.1. Proteína**

Barvera (2000), explica que la proteína es el principal constituyente de los músculos, órganos, piel, carne y huesos, además forma parte de la composición química de muchas hormonas y enzimas.

Alcázar (1997), menciona que las proteínas están, conformado por un conjunto de aminoácidos, que combinan los materiales para la formación de tejidos de los seres vivientes, constituyen un grupo de compuestos afines y con diferentes fisiologías especiales que son indispensables para los organismos, existen entre 200 aminoácidos y solo 20 aminoácidos forman parte de las proteínas y de estos, solo 10 aminoácidos se incluyen en la dieta de las aves.

### **2.6.3.2. Energía**

Escobar (1996), afirma que la energía es el componente que se encuentra en un mayor valor dentro de la ración balanceada y las fuentes más comunes de energía se hallan en los carbohidratos y grasas, los alimentos altamente energéticos son los más costosos y constituyen un factor muy importante para el crecimiento de las aves en general. Alcázar (2002), indica que es un conjunto de elementos, que producen energía utilizable en los procesos fisiológicos como el mantenimiento y la producción, que se trata de utilizar la menor cantidad de ingredientes.

Barvera (2000), es la unidad preferida para expresar la energía eléctrica, mecánica y química, la calorías es la energía requerida para elevar en un grado, un gramo de agua. Se relaciona con el julio mediante la expresión  $1 \text{ caloría} = 4.184 \text{ julios}$ , siendo que los múltiplos de la energía media e indican que  $1 \text{ mega caloría (Mcal)} = \text{equivale a } 1.000 \text{ kcal} = 1.000.000 \text{ calorías}$ .

### **2.6.3.3. Fibra Cruda**

Cañas (1995), en un conjunto de compuestos químicos que no tienen un análisis común y corresponden a la fracción de carbohidratos que resisten la acción acididad básica y estas formadas por las hemicelulosas y ligninas, siendo la celulosa no soluble al proceso digestible, Alcázar (2002), demuestra que

existe una restricción y recomendación para aves de postura, que se utilice del 15 al 25% de afrecho de trigo dentro de la ración.

#### **2.6.3.4. Suplemento de calcio**

##### **a) Conchilla**

Es el suplemento esencial, que está constituido por carbonato cálcico de 95 a 99%, constituye una buena fuente de calcio para toda clase de aves, el diámetro de este, no tiene importancia para las aves ponedoras (FEDNA, 2005).

Barvera (2000), indica que la conchilla se caracteriza por el aporte de calcio y es utilizada por su bajo costo, contiene un 94% de carbonato de calcio y aporta 38% de calcio.

#### **2.7. Enfermedades y problemas más frecuentes en gallinas de postura**

##### **2.7.1.1. Parásitos internos**

Los parásitos internos se refieren básicamente a aquellos parásitos que afectan el tracto digestivo. Algunos de estos consisten de una sola célula, como los coccidios, que son protozoarios y no pueden verse a simple vista.

Estos parásitos causan pérdidas millonarias a la avicultura en el mundo entero; sin embargo, muy pocos productores tienen la costumbre de buscar la presencia de parásitos en forma periódica, en el excremento de las aves. Es muy importante, con este tipo de parásitos, que el avicultor; en el caso que tenga sospechas de la presencia de algún tipo de parásito en las heces, debe enviar muestras al laboratorio para ser analizadas y posteriormente poder aplicar el tratamiento correspondiente. (CRISTIAN ,2003)

## **A) Protozoarios**

### **Coccidiosis**

Es producida por un protozoario que ataca el sistema digestivo; en especial el intestino delgado, los ciegos y el intestino grueso. La coccidiosis es una enfermedad que ataca tanto a los pollos como a los pavos y muchos otros animales. Los coccidios son parásitos muy específicos en cuanto al huésped, así la especie que afecta a las gallinas no afectará a los pavos ni a otros animales.

Son tan específicos, que algunas especies de coccidios afectan sólo una determinada área del tracto digestivo, como en el caso de las aves de corral. Se conocen nueve especies diferentes de coccidios, pero son cinco las que causan los mayores daños en la avicultura mundial. Cada una de las especies afecta una porción diferente del tracto: *Eimeria acervulina* (mitad superior del intestino delgado), *E. tenella* (ciegos), *E. necatrix* (mitad media del intestino delgado), *E. maxima* (mitad inferior del intestino delgado) y *E. brunetti* (mitad inferior del intestino delgado, recto y cloaca).

Estos organismos destruyen las células del tracto digestivo que normalmente son las que absorben los alimentos. Las formas agudas de la coccidiosis producen serios daños en los tejidos, causando hemorragias y al final hasta la muerte.

## **B) Lombrices**

Estas son los parásitos más grandes que afectan a las aves. Las lombrices afectan el desarrollo y productividad de todas las aves infestadas, aumentando por eso los costos de alimentación. Además, cuando el ave se debilita por la

infestación de las lombrices, éstas son más susceptibles a ser atacadas por otros organismos.

### **Ascaris**

La lombriz grande, *Ascaridia galli*, es una de las más comunes que afecta a las aves. Estas pueden medir entre cuatro y ocho cm de longitud, redondas, de un cuerpo relativamente grueso y de color blanco amarillento.

Cada hembra produce gran cantidad de huevos (unos 5.000 por día), los cuales son expulsados, en forma inembrionada, junto con las heces. Una vez fuera del ave, si existe buena humedad y altas temperaturas, se vuelven infecciosos en un período de unos diez días. En ésta última forma, cuando son ingeridos por otra ave, pueden desarrollarse nuevamente hasta llegar al estado de lombriz adulta. Las lombrices adultas se pueden observar a simple vista en la excreta de las aves.

Tratamiento: El uso de piperazina es el más indicado para eliminar el ascaris.

### **Cecales**

La lombriz cecal, *Heterakis gallinae*, es idéntica al ascaris, en su presentación y su ciclo de vida; excepto por su tamaño, la cual puede medir unos 12 mm.

Las lombrices adultas pueden observarse con facilidad en los "ciegos" de las aves infestadas.

Tratamiento: Al igual que el ascaris, la piperazina es el producto a usar para el control de la lombriz cecal.

## Tenias

También llamadas lombrices planas o "solitarias", por su aspecto chato; son segmentados y de color blanco, con aspecto de una cinta.

Este parásito se adhiere a la mucosa del intestino mediante unas ventosas que posee en la cabeza. Los segmentos, cada uno de los cuales tiene los órganos sexuales masculinos y femeninos se forman detrás de la cabeza; los cuales se desprenden cuando llegan al extremo posterior del cuerpo; en esta etapa están llenos de huevos.

Una vez fuera del cuerpo del huésped no infectan al ave, éstos deben ser ingeridos por un huésped intermedio como los caracoles, babosas, etc., para los cuales si son infecciosos. El tipo de huésped intermedio depende de la especie de tenia. El ave luego ingiere al huésped intermedio y ahí es cuando vuelve a infestarse.

Tratamiento: Se recomienda el uso de vermífugos triple para la eliminación de las tenías, el cual también elimina las otras lombrices redondas. CRISTIAN S. R., 2003

### 2.7.1.2. Parásitos externos

Los parásitos que afectan externamente el cuerpo de las aves, se alimentan principalmente de células muertas de la piel y plumas (como los piojos) o bien extraen la sangre o jugo de los tejidos (linfa), como los ácaros, garrapatas, pulgas, chinches mosquitos, etc. (CRISTIAN S. R., 2003)

## **Piojos**

Son los parásitos más comunes en las aves. Éstos son ácaros de un color amarillo-parduzco, los cuales se pueden ver al examinar la piel y plumas del ave. Entre las cuarenta o más especies de piojos que afectan a las aves, el más grande mide unos 2,5 mm. Los piojos pasan toda su vida sobre las aves y sus huevos o "liendres" se adhieren a las plumas en forma de racimos. Su ciclo vital se completa en dos o tres semanas, desde el estado de huevo al de adulto. Los piojos más comunes son los que afectan la cabeza, el del cuerpo, el de la cánula de la pluma y el del ala. (CRISTIAN ,2003)

Tratamiento: Si encuentra liendres o piojos adultos, se debe atomizar todos los animales con malatión, a razón de 3-4 ml por litro de agua. La aplicación deberá realizarse con preferencia en horas de la noche y con un mínimo de luz, cuando los animales estén en reposo o más tranquilos. Se recomienda entrar al galpón con cuidado y comenzar la aplicación muy despacio, con el fin de no asustarlas con el ruido de la bomba aspersora. (CRISTIAN ,2003)

## **Garrapatas**

La garrapata, pariente mayor de los ácaros, no es un problema común en las aves, aunque a veces se presenta en climas cálidos y secos. Por la sangre que chupan, causan anemia y reducen la producción, además de ser portadoras de varias enfermedades infecciosas. Su control se realiza también con malatión. (CRISTIAN ,2003)

## **Acaros**

Los ácaros son muy pequeños y apenas visibles a simple vista. Existen varias especies y en su mayoría succionan sangre, provocando anemia y malestar al huésped.

Los ácaros "rojos" o de "las perchas" son los más comunes, y pasan la mayor parte del tiempo fuera del ave. Los síntomas que provocan son anemia, baja producción de huevos y que las aves rehúyan poner en los nidales.

Los ácaros de las plumas viven casi continuamente sobre el ave. Igual que los ácaros rojos, éstos también succionan sangre. Se pueden detectar observando la piel de las aves, que suele tener un aspecto sucio. Esta especie ataca al ave cerca de la base de las plumas, causando irritación al hacer su madriguera; esto a su vez incita al ave a arrancarse las plumas.

El ácaro de la "pata escamosa" hace su madriguera en las zancas y piel (cresta y barbillones), produciendo escamas o costras. Se recomienda desechar las aves severamente afectadas.

Tratamiento: El tratamiento es similar al de los piojos, es decir se atomizan las aves con malatión, de 3-4 ml por litro de agua, pudiendo repetir si fuera necesario. (LUIS A., 2009)

## **El piojillo Arador (*Dermanyssus avium*)**

Es un piojillo colorado que parasita en todas las especies de aves, pudiendo encontrarse también sobre el ser humano. El desarrollo de este parásito es interesante desde el punto de vista de su comportamiento, porque durante el día permanece en los escondites de los gallineros, galpones o jaulas y ataca a las aves solo por las noches. Así se explica por qué las aves amanecen

enfermas e incluso en ataques masivos pueden aparecer muertas por la mañana sin que se encuentre un solo parásito sobre ellas. (CRISTIAN ,2003)

## **2.7.2. Manejo de la producción de huevo**

### **2.7.2.1. Revisión y Limpieza del Equipo.**

- Revisar que los telones o cortinas de la caseta estén en buen estado, completos y sin aberturas por donde puedan entrar corrientes de aire, las que son muy perjudiciales para la salud de las gallinas.
- Poner a funcionar el sistema de agua para detectar fugas en la cañería, bebederos o depósitos de agua.
- Lavar todo el equipo con agua jabonosa, restregar muy bien con un cepillo de cerdas duras, enjuagar con agua limpia y a continuación sumergir en una pileta o en un recipiente que contenga una solución fuerte de agua y desinfectante (cloro 2ppm). Se deja por veinte minutos y se guarda sin enjuagar en un sitio limpio hasta el momento en que va a ser introducido a la caseta.
- Al recibo de las gallinas estas deben disponer de agua más electrolitos y dos horas posteriores a su llegada se coloca el concentrado. (JAIRO y RODAS, 2001)

### **2.7.2.2. Actividades Cotidianas**

El manejo de las gallinas en producción se vuelve bastante rutinario. Básicamente se reduce a las siguientes actividades:

- Recoger los huevos dos a tres veces al día, los que se almacenan en cajillas especiales y luego se seleccionan por tamaño y calidad.

- Aprovisionar a las gallinas de alimento y agua.
- Limpiar diariamente los bebederos y desinfectarlos por lo menos una vez por semana con un producto recomendado para tal fin.
- Revisar el funcionamiento de los comederos y bebederos.
- Revisar la cama, sacar aquella que esté húmeda y reemplazarla por seca.
- Revisar el material de cama de los nidos y cambiarlo si está muy sucio.
- Sacar las gallinas muertas y llevarlas de inmediato al lugar de deshecho, para ser enterradas o quemadas.
- Sacar gallinas lisiadas o con aspecto enfermizo. Es conveniente examinar aquellas gallinas enfermas para averiguar qué es lo que las está afectando.
- Sacar gallinas improproductivas. Esta operación puede hacerse una vez por semana para no alterar a las gallinas con demasiada frecuencia.
- Sacar las gallinas cluecas y darles el tratamiento adecuado para que reinicien el ciclo de postura.
- Llenar los registros de producción con la información diaria que se debe llevar para cada grupo de gallinas.

La información necesaria que debe llevar un avicultor eficiente comprende lo siguiente.

1. Registro diario de alimento consumido por gallina en la caseta.
2. Registro del número de gallinas existentes en la caseta cada día.
3. Registro de gallinas muertas por día.
4. Registro de gallinas inferiores o lisiadas que han sido eliminadas.
5. Registro de la conversión alimento / huevos.
6. Registro de huevos rotos o inservibles para la venta.

Además deben llevar gráficos de los rendimientos obtenidos y compararlos con los gráficos que para tal efecto proporcionan los criadores de la raza o las casas comerciales que las representan.

Las desviaciones deben ser analizadas cuidadosamente. En el análisis económico de su negocio, el avicultor debe efectuar con regularidad los cálculos del costo de los huevos que produce en función del costo de alimento, mano de obra, gastos totales, depreciaciones y todos aquellos factores que inciden en el costo de la producción. De esta manera podrá conocer en cada momento la rentabilidad de su empresa. (JAIRO H; RODAS E., 2001)

### **2.7.3. Curva de producción**

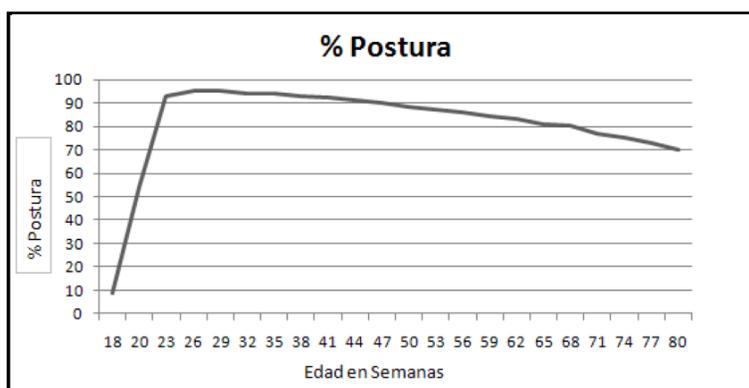
BENITEZ (2009), indica que, para llegar a la producción de huevos generalmente depende de cuatro requerimientos:

- Edad cronológica mínima, la cual es generalmente a las 17 semanas.
- Peso corporal mínimo de 1550 -1600 gramos.
- Consumo de nutrimentos suficientes para mantener la producción.
- Luz del día constante o en un aumento de por lo menos en 12 horas.

Si se cumple con los cuatro requisitos fundamentales, el ciclo de postura comenzaría en la semana 19. En la figura 5, se puede observar la curva de producción de las gallinas Hy Line Brown, el período de postura inicia en la semana 19 con el 9% de producción luego ésta va creciendo de forma incremental hasta la semana 26 donde alcanza el pico de producción y se

mantiene por varias semanas, el porcentaje de postura disminuye lentamente hasta la semana 80 donde llega al 70%.

Según Paredes (2009), la curva de producción de un lote de gallinas en "Avícola Valeria" en condiciones normales varía más o menos en 2% a lo largo de la vida productiva en comparación con la curva de referencia de Hy Line Brown, pero si un lote de gallinas sufre alguna enfermedad o si la dotación de nutrientes en la formulación del concentrado no es la adecuada durante la fase de producción, la curva se ve afectada.



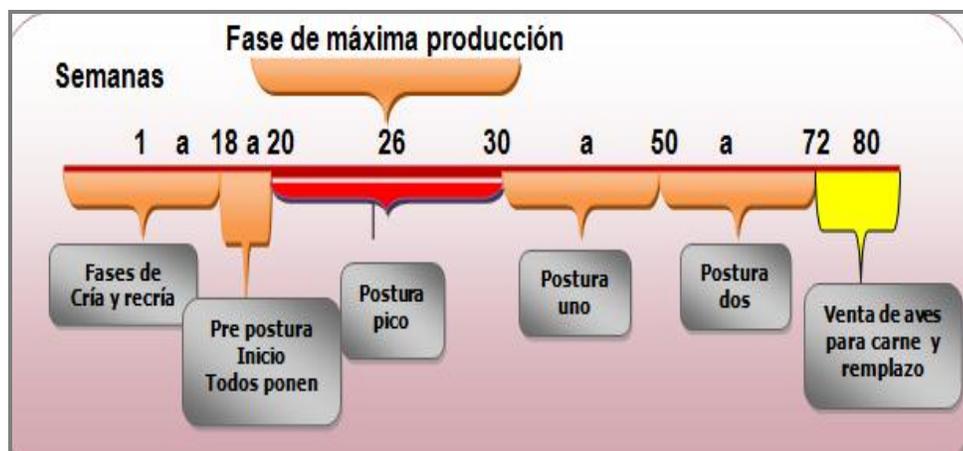
**Figura 5. Curva de producción de Hy Line Brown**

Fuente: Hy Line Brown, guía comercial 2005-2007. En BENITEZ P. A. S. (2009).

#### 2.7.4. Ciclos de Producción de las Gallinas de Postura

Según Antezana (2011), en Bolivia la fase productiva comienza con la cría y la re cría que comprende: de 1 a 18 semanas, de 18 a 20 semanas es la fase de pre - postura (todas las aves homogenizan la postura), de 20 - 30 semanas se conoce como fase de postura pico en esta fase se produce el mayor porcentaje de postura, de la semana 30 a 50 se conoce como la fase de postura uno que implica que las aves son jóvenes con todo su potencial productivo, en esta fase se reduce tanto la proteína como la energía en la alimentación, de la semana 50 a 72 se conoce como la fase de postura dos en esta fase se adiciona calcio en el alimento por que las gallinas ya no generan

calcio a través de los huesos modulares, como se observa claramente en la Figura 6.



**Figura 6. Ciclo de Producción de las Gallinas Ponedoras**

*Fuente: Antezana, 2011*

### 2.7.5. Morfología del huevo

Según lecciones sobre el huevo (2011), el huevo es uno de los primeros alimentos utilizados por el hombre y su consumo está ampliamente distribuido en la población mundial. Es tan común que a veces olvidamos que es parte del proceso de reproducción de las aves, por ello contiene todos los nutrientes necesarios para el desarrollo de un hipotético futuro embrión.

La formación de un huevo supone un gran esfuerzo fisiológico por parte de la gallina que es capaz de depositar alrededor de 7.7 g de proteína, 7 g de lípidos, 2 g de calcio y 40 g de agua, entre otros, casi cada día.

#### 2.7.5.1. Forma

HICA (2011), indica que, los huevos de gallina doméstica exhiben una forma elíptica típica. Su forma es de especial interés para facilitar el envasado y transporte de los huevos. Los huevos muy largos están especialmente expuestos a daños mecánicos, mientras que los huevos esferoidales y muy gruesos ofrecen dificultad para ser introducidos en los envases preformados.

El huevo tiene una estructura diseñada por la naturaleza con el fin de proteger y mantener el futuro embrión hasta su eclosión y dar lugar a un pollito. Por ello su contenido es de gran valor nutritivo.

### 2.7.5.2. Peso

HICA (2011), indica que se establecen cuatro categorías para la comercialización de los huevos de categoría A, en función del peso que presenten:

**Cuadro 3. Categorización del huevo por peso**

Peso del huevo	Categoría	Sigla
73 o mas	Súper Grandes	XL
De 63 a 73	Grandes	L
De 53 a 63	Medianos	M
Menos de 53	Pequeños	S

*Fuente: HICA (2011)*

El tamaño indica el peso neto mínimo requerido por cada docena de huevos. No se refiere a las medidas del huevo ni al tamaño que tiene a la vista. Los huevos de cualquier peso (tamaño) pueden ser de diferente calidad. La mayoría de las recetas que se publican requieren que se utilicen huevos de tamaño grande.

### 2.7.5.3. Color

Según El huevo.org (2014), el color de la cáscara, que puede ser blanco o marrón según la raza de la gallina, depende de la concentración de pigmentos, denominados porfirinas, depositados en la matriz cálcica y no afecta a la calidad, ni a las propiedades nutritivas del huevo. Los diferentes niveles de coloración dependen del estado individual de la gallina. La alimentación o el

sistema de cría no influyen en el color de la cáscara (blanco o moreno) y tampoco en su intensidad (si se trata de un huevo de color).

#### **2.7.5.4. Resistencia**

La calidad o resistencia de la cáscara depende principalmente del metabolismo mineral de la gallina y, a su vez, de una adecuada alimentación. Otros factores que influyen sobre la calidad de la cáscara son la genética, el estado sanitario y la temperatura ambiente. (El huevo.org, 2014)

#### **2.7.5.5. Estructuras**

Un huevo contiene, básicamente, una yema central rodeada por el albumen o clara y todo ello envuelto por una cáscara externa que lo protege. Aunque existen variaciones debidas a distintos factores como edad, estirpe, nutrición, etc., las proporciones medias de estos componentes son 31% para la yema y un 58% y 11% para el albumen y cáscara, respectivamente. Sin embargo la estructura de huevo es mucho más compleja y viene esquematizada en la Figura 7.

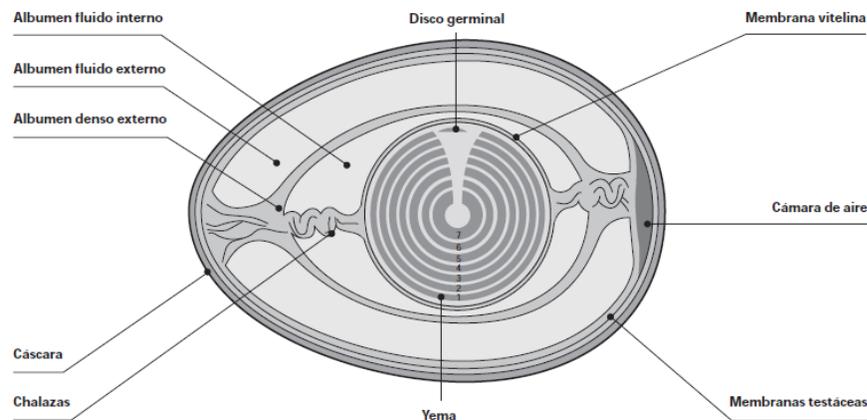
La yema está rodeada por una membrana transparente, la membrana vitelina constituida por cuatro capas, dos de origen ovárico y las dos más externas sintetizadas en el oviducto. En la superficie de la yema encontramos el disco germinal que es lugar de división de las células embrionarias cuando el huevo está fecundado.

El albumen inicialmente presenta cuatro zonas diferenciadas en un huevo fresco:

- Densa interna (1g; 3%) dispuesta en forma de filamentos que van desde la yema hasta los dos extremos del huevo constituyendo las chalazas que son las responsables de asegurar la suspensión de la yema en el centro del huevo.

- Interna fluida (6 g; 17%)
- Densa externa, (20 g; 57%) masa gelatinosa que rodea la anterior y se extiende a ambos extremos del huevo.
- Fluida externa, representa un 23% del total de la clara (8 g), está en contacto con las membranas testáceas y se visualiza al abrir el huevo.

La cáscara se sitúa sobre las membranas testáceas (interna y externa) y está cubierta por la cutícula orgánica. Tiene un grosor aproximado de 0.35 mm, siendo el 90 % carbonato cálcico, presentando entre 7000 y 15000 poros que permiten el intercambio gaseoso con el exterior. (Lecciones sobre el huevo, 2011)



**Figura 7. Estructura del huevo**

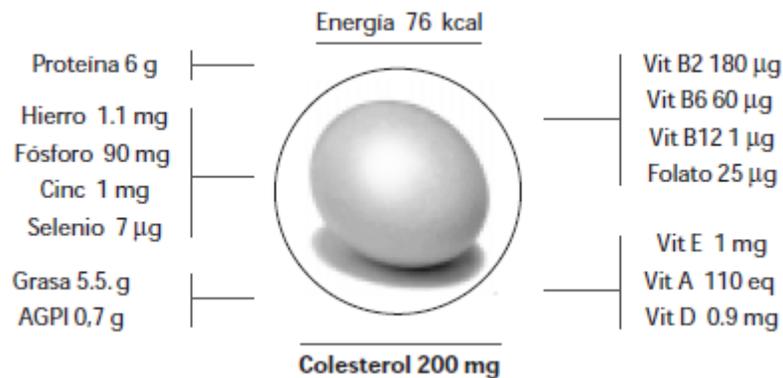
*Fuente: Lecciones sobre el huevo, 2011*

#### **2.7.5.6. Composición**

Lecciones sobre el huevo, 2011, indica que, el huevo ha sido uno de los alimentos más apreciados, puesto que suponía una de las fuentes más económicas para obtener proteína de la mejor calidad. Además, también era reconocido por su aporte elevado de micronutrientes (elementos minerales y vitaminas).

La Figura 8 resume, de una forma mucho más concreta la composición nutricional del huevo. Como vemos, es bastante importante la diversidad de

nutrientes de los diferentes grupos que pueden destacarse en el huevo, a lo que puede añadirse que su aporte energético es moderado, debido a que su contenido graso es también razonable. De esta forma, si hablamos en términos de densidad nutricional (g, mg ó mg de nutriente/1000 kcal alimento), podemos ver como el huevo es realmente un alimento muy aconsejable, si se compara con otros alimentos proteicos a los que puede sustituir en la dieta.



**Figura 8. Composición nutricional del huevo**

*Fuente: Lecciones sobre el huevo, 2011*

### 2.7.6. Conservación

Según lecciones sobre el huevo (2011), durante el almacenaje, en los huevos se producen dos fenómenos que le hacen perder calidad: pérdida de vapor de agua y de anhídrido carbónico.

Al respecto, Organic HACCP (2005), indica que, uno de los aspectos importantes a controlar en este paso es la temperatura. Si la Salmonella está presente en los huevos y bajo condiciones favorables, el germen puede multiplicarse rápidamente en un corto espacio de tiempo (ej: 20–40 °C).

La pérdida del sabor y consistencia aumenta a medida que la temperatura se eleva.

## 2.8. Aminoácidos

FEDNA (1999), indica que, los aminoácidos son moléculas nitrogenadas simples con cadenas hidrocarbonadas de bajo peso molecular. Todos los aminoácidos, a excepción de la glicina, tienen dos formas estructurales o estereoisómeros: L y D. En las proteínas animales todos los aminoácidos presentes pertenecen a la serie L. Sin embargo, en ciertos casos el animal dispone de la capacidad enzimática precisa para aprovechar la forma D, previa transformación a la forma L correspondiente. Así, por ejemplo, para la Metionina ambas formas son totalmente disponibles. Para el triptófano la equivalencia está en torno al 90-100% en porcinos pero solo es del 55 al 85% en aves. Los isómeros D de lisina y treonina no son biológicamente activos por lo que no tienen valor para el animal. Lisina, metionina, treonina y triptófano son los aminoácidos actualmente disponibles a precios competitivos para la fabricación del pienso.

Alcázar (1997), menciona que: en las primeras 24 horas de vida de un animal, moléculas mayores de proteína pueden pasar la barrera intestinal por pinocitosos. En la absorción de aminoácidos, media “el transporte activo” que se define como: “el movimiento de iones o moléculas a través de la membrana celular y capas de tejido, generalmente en contra de una gradiente de concentración y con un gasto de energía”. La absorción de los aminoácidos depende de la eficiencia con la que se lleva a cabo la hidrólisis de la proteína. Esta eficiencia es un factor que contribuye al valor nutritivo de la proteína dietética junto al equilibrio de los aminoácidos.

### **2.8.1. Aminoácido limitante**

NOVUS (2003), señala que, en las aves la metionina es el primer aminoácido limitante, por lo que, si no hay cantidades suficientes de metionina en la dieta, las aves no podrán crecer o producir proteína a tasas óptimas.

## **2.9. Metionina**

La metionina es un aminoácido esencial y más limitante en la nutrición de las aves. Los nutricionistas han usado la opción de satisfacer los requerimientos adicionándola al alimento. Ha sido demostrado que es más económico y nutricionalmente más razonable evitar niveles excesivos de proteína desbalanceada en el alimento ya que hace más costoso y perjudicial al desarrollo del animal (Binder y Lemme, 2007).

Piccioni (1970), Reyna (1995), y Luna (2005), mencionan que, la Metionina se caracteriza por la presencia de un grupo metílico libre que es fácilmente utilizado por el quimismo fisiológico, estas características diferencian de los restantes aminoácidos. La acción biológica de la Metionina es específica y múltiple, viene a constituir parte integrante de las proteínas de tejidos sintetizados en el transcurso del crecimiento y puede transformarse en otros aminoácidos azufrados, especialmente cistina, que es importante en la formación de plumas. También es importante en la síntesis de creatina, colina y acetil colina.

### **2.9.1. Formas de obtención de la Metionina**

#### **2.9.2. DL-Metionina**

DEGUSA (1998), en Reyes (2008), indica que la DL - Metionina, es un producto blanco y cristalino, manufacturado a un nivel de pureza que supera el

99%, la cual fluye fácilmente con una densidad alta. Estos factores la distinguen fácilmente de la forma líquida del análogo de metionina.

La metionina se comercializa actualmente en dos formas: DL-metionina y DL - Metionina hidroxianálogo (DL - 2 hidroximetilbutanoico o HMB). La DL - metionina se obtiene por síntesis química a partir del propileno, metilol, metano y amoníaco. El producto sólido comercial tiene una riqueza superior al 99%, mientras que la presentación líquida (sal sódica), menos utilizada por la industria, tiene una riqueza en metionina del 40%. Por su naturaleza química su contenido en Na y S es alto (6.2 y 8.6%, respectivamente). El hidroxianálogo está disponible en forma líquida con un 88% de riqueza en el producto original, o en forma sólida, como sal con un 12% de calcio. Se obtiene por síntesis química a partir del óxido de calcio y de ácido 2-hidroxi 3 - metilbutanoico. La equivalencia en metionina del precursor ha sido objeto de profundas discusiones en los últimos 20 años. Valores entre el 60 y el 100% han sido publicados en la literatura, con las cifras más bajas obtenidas normalmente con dietas semi sintéticas.

### **2.9.3. Importancia de la Metionina en aves de postura**

Según Probiotics and Health (2013), La metionina es requerido nutricionalmente en la dieta de los seres humanos y el ganado, incluyendo aves de corral. Los pollos son incapaces de producir metionina y, por tanto, deben obtenerla a través de su dieta.

Generalmente, la metionina es uno de los primeros aminoácidos limitantes en la nutrición de las aves de corral y típicamente en la mayoría de las dietas, este aminoácido tiene que ser añadido a la alimentación de las aves. En EE.UU, aproximadamente el 90 % de la alimentación de aves de corral se compone de maíz y soja, ambos son insuficientes para satisfacer los requerimientos de metionina del ave. La industria avícola orgánica se enfrenta a un reto aún más

difícil con respecto a la suplementación con metionina en la alimentación de las aves de corral orgánica. Actualmente, el alimento avícola orgánico formulado contiene cantidades insuficientes de metionina cuando se alimenta a las aves, teniendo como resultados la reducción de las tasas de crecimiento de los pollos de engorde, así como el reducido peso del huevo en las gallinas ponedoras.

La metionina es un aminoácido esencial y debe ser complementado en la mayoría de las dietas para el crecimiento y la función normal del cuerpo. La suplementación de Metionina en la producción avícola es conocida como promotor de la eficiencia en la alimentación, aumento de la síntesis de proteínas, y mejora de los sistemas inmunes.

Los niveles de metionina suficientes en la dieta se ha demostrado que sea necesario para el mantenimiento de la normalidad, inmunocompetencia y el logro de la producción máxima de huevos en las gallinas ponedoras en condiciones subtropicales. Bunchasak y Silapasorn informó de que las gallinas ponedoras en condiciones tropicales alimentados con un bajo nivel de proteína en la dieta (14 % de proteína cruda) suplementado con 0,44 % de metionina mejora la producción de huevos y el peso del huevo. En el mismo estudio de aves la mortalidad se redujo y grosor de la cáscara de huevo mejoró cuando éstas gallinas fueron apoyadas con metionina en la alimentación. Por el contrario, insuficiente metionina en la alimentación orgánica mostró una mayor incidencia de ampollas en el pecho en pollos de engorde o el canibalismo en gallinas Hyline. La reducción del contenido de metionina también disminuyó el porcentaje de huevos grandes y extra grandes en gallinas ponedoras Brown. Actualmente, la metionina se produce por procesos químicos o proteínas que se hidrolizan. Sin embargo, la síntesis química es cara y produce una mezcla de D - y L - metionina. (Probiotics and Healt, 2013)

#### **2.9.4. Importancia de la DL-Metionina en la producción de huevo**

La metionina, ayuda a aumentar el tamaño y el peso del huevo. Todos los aminoácidos sobre todo los esenciales, tienen funciones específicas sobre el crecimiento de las aves y su producción, por ejemplo la lisina tiene mucho que ver con el buen crecimiento de las plumas. Entonces lo que se trata al formular a base de aminoácidos es equiparar la composición de la canal del ave o del huevo en aminoácidos, con aquellos que le debemos proporcionar. (Engormix, 2008)

### III. LOCALIZACIÓN

La investigación se realizó en la Estación Experimental de Cota Cota dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicada al Sudoeste de la ciudad de La Paz.

Geográficamente está ubicado a  $16^{\circ} 32'04''$  de Latitud Sur y  $68^{\circ} 03'44''$  de Longitud Oeste a una altitud de 3445 m.s.n.m. y una distancia aproximada de 20 Km al Sur de la Ciudad de La Paz (IGM, 2005).

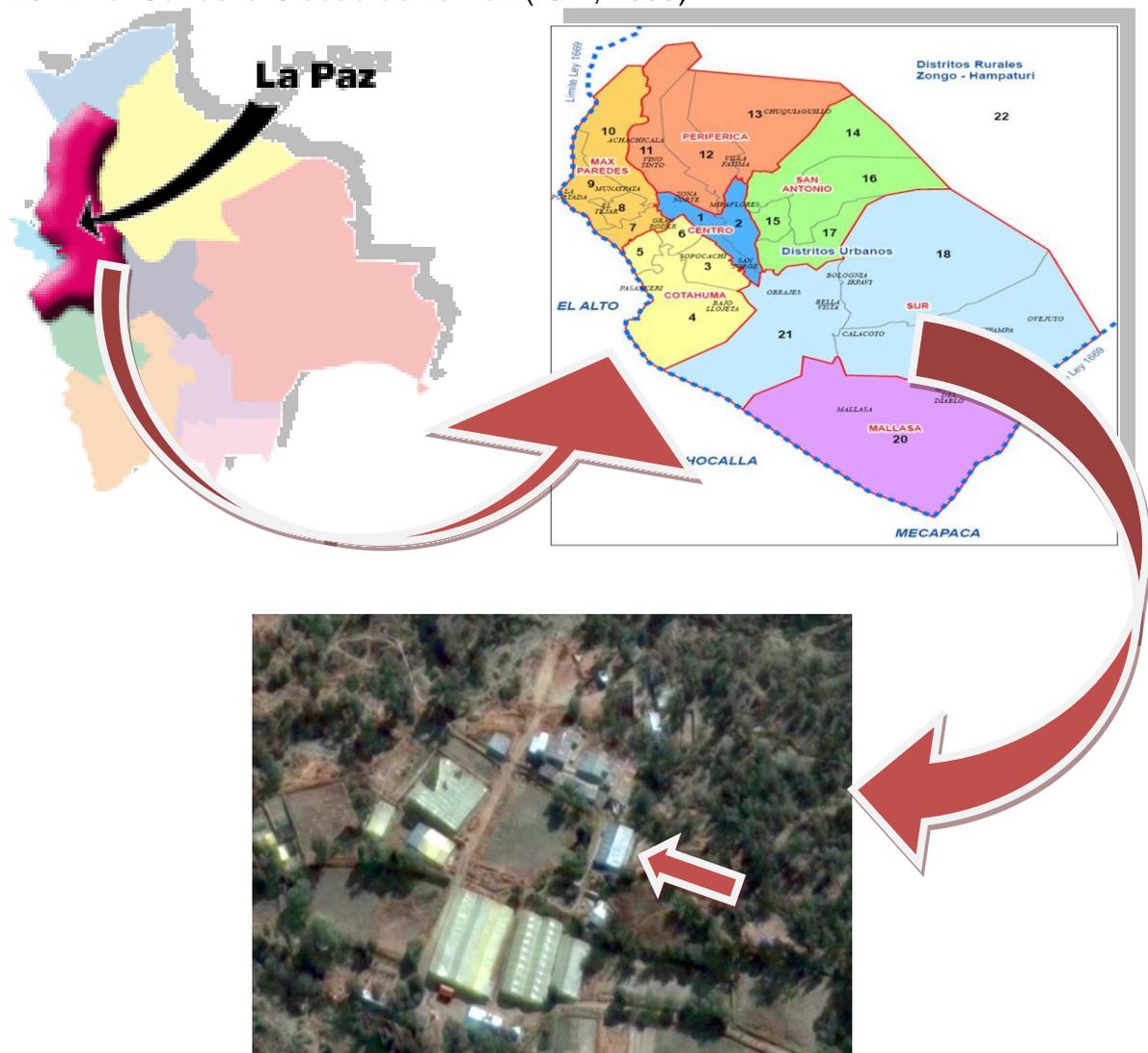


Figura 9. Ubicación de La Estación Experimental de Cota Cota y de la zona de ensayo.

### **3.1.1. Características Climáticas**

Las condiciones agro climáticas son de cabecera la temperatura media es de 11.5°C teniendo temperaturas mínimas de 3°C y temperaturas máximas de 25°C, en los meses de Agosto y Noviembre se presentan vientos fuertes con dirección Este, con una precipitación media anual de 600 mm. Las heladas se manifiestan en 15 días del año con temperaturas por debajo de 0°C, la humedad relativa es 46% (SENAMHI, 2010)

## IV. MATERIALES Y METODOS

### 4.1. Materiales

Los materiales utilizados en la presente investigación fueron los siguientes

#### 4.1.1. Material Biológico

Se empleó 108 gallinas de la línea Hy Line Brown de 8 semanas de edad,

##### Material de campo

- **Jaulas** Se construyeron tres jaulas de madera y alambre de dimensiones iguales, luego fueron posteriormente divididas en 4 de acuerdo a los tratamientos correspondientes.
- **Nidales** Se construyeron en total 12 nidales dobles, una para cada tratamiento.
- **Comederos** Se utilizaron en total 12 comederos tipo tolva.
- **Bebedores** se utilizaron en total 12 bebederos tipo tolva.
- **Termómetros**, para el control de la temperatura se utilizó un termómetro de máximas y mínimas.
- **Regulador de luz**, para cubrir las horas luz que necesitaban las gallinas se instaló un medidor regulador de luz.

##### 4.1.1.1. Materiales

- Uniforme de trabajo
- Baldes
- Viruta
- Cal
- Formol
- Detergente
- Garrafa

**4.1.2. Material de Investigación**

- Aminoácido en polvo DL-Metionina

**4.1.3. Materiales veterinarios**

- Desparasitante externo en polvo Bolfo
- Vacuna óculo Nasal
- Antibiótico
- Vitamina Promotor L

**4.1.4. Equipos y accesorios**

- Balanzas tipo reloj con capacidad de 60 kg (2 unidades)
- Balanza digital de precisión con capacidad de 3 Kg (1 unidad)
- Balanza digital con capacidad de 20 Kg. (1unidad)
- Vernier digital (1 unidad)
- Jaulas de recuperación (2 unidades)
- Flameador a gas (1 unidad)
- Mochila aspersora (1 unidad)
- Maples para recolección de huevos (300 unidades)
- Cámara fotográfica (1 unidad)
- Garrafa de gas (1 unidad)

**4.1.5. Materiales de gabinete**

- Calculadora
- Talonarios de recibo
- Computadora
- Impresora
- Hojas bond tamaño carta
- Folders
- Tablero de apuntes
- Cuaderno de registro

- Programa estadístico (SAS y Excel) 2011

## **4.2. Metodología**

En la investigación se utilizaron 108 gallinas de postura de la Línea Hy Line Brown, la evaluación se realizó a partir de la semana 24 de edad al inicio de la postura. El estudio consistió en evaluar los efectos de diferentes niveles de DL-Metionina como aditivo para mejorar la producción de huevos en gallinas ponedoras.

### **4.2.1. Preparación del galpón**

En esta etapa se procedió primero a las refacciones del galpón, tales como cementado de rajaduras y desniveles, reparación de puertas y ventanas, reparando rajaduras, limpiando sistemas de drenaje, desinfección del ambiente y materiales, acondicionando el sistema de ventilación, sistema eléctrico y el equipamiento necesario para la recepción de las pollitas y para el desarrollo completo del procedimiento experimental.

#### **4.2.1.1. Bioseguridad**

##### **4.2.1.1.1. Desinfección**

Se siguieron todos los procedimientos de bioseguridad, tales como: limpieza y lavado de las instalaciones, posteriormente flameadas especialmente las esquinas más inaccesibles. Posterior al limpiado y lavado de paredes, jaulas, puertas, comederos y bebederos, etc. Se procedió al fumigado del galpón con una preparación de Formol y Agua en una relación de 1000cc por 1000lts. De agua, con la ayuda de una mochila aspersora se procedió a fumigar paredes, techo, puertas y ventanas, este procedimiento se realizó una semana antes de

la llegada de las pollitas, también se procedió con el respectivo lavado de todos los implementos como comederos, bebederos y baldes con agua, utilizando detergente y lavandina.

Como última medida de bioseguridad, se procedió al encalado del piso en el área de la cama de viruta de madera donde serían recibidas las pollitas, esto en una relación de 1Kg de cal viva/4m<sup>2</sup>; esta actividad fue realizada tres días antes de la llegada de las pollitas. Además de la constante limpieza de todo el alrededor del galpón, vale decir el deshierbe de un metro alrededor del mismo y la limpieza del piso de cemento que rodeaba al galpón.

#### **4.2.2. Construcción de jaulas**

Para las unidades experimentales se realizó la construcción de jaulas, teniendo como materiales tablones de madera, clavos y alambre tejido, previamente lavados con detergente, lavandina y fumigados con una mezcla de agua y formol al 10%. Se construyó una jaula para cada cuatro tratamientos, obteniendo un total de tres jaulas cuyas dimensiones se calcularon en función a la cantidad de gallinas por tratamiento según la densidad requerida en crianza en piso (7-10 gallinas/m<sup>2</sup>) y para los respectivos implementos como: comederos bebederos y niales por unidad experimental.

##### **4.2.2.1. Construcción y acondicionamiento de las unidades experimentales**

Inicialmente se determinaron las dimensiones adecuadas del galpón de cría para gallinas ponedoras, estos se calcularon de acuerdo a los requerimientos en espacio o densidad por m<sup>2</sup> por el método de crianza en piso, también se consideró el espacio disponible dentro del galpón, tomando en cuenta aspectos ambientales, debido a que se estaba ingresando a una etapa fría en la zona de la misma manera también se tomó muy en cuenta la ventilación.

Posteriormente se determinaron las divisiones de cada unidad para el proceso experimental, obteniendo así la ubicación de las jaulas experimentales, puerta de ingreso, ventanas para el sistema de ventilación, etc, siguiendo el croquis experimental propuesto, tomando en cuenta las características del método de crianza en piso para gallinas ponedoras y los implementos necesarios como bebederos, comederos y nidales. Considerando todos estos aspectos se determinó la construcción del galpón experimental siguiendo el croquis y ubicación detallados en Anexo 1.

#### **4.2.3. Distribución de las gallinas en los tratamientos**

Transcurridas las 10 semanas de cuidados desde la recepción, las pollonas fueron distribuidas en las unidades experimentales en espera de su prepostura y posterior postura: Para ello se realizó un proceso de selección con una cantidad de 9 pollonas por unidad experimental obteniendo un total de 108 pollonas en toda la evaluación. Cada unidad experimental contaba con un área de 1,8m x 0,96m, lo necesario para cada 9 gallinas y sus respectivos implementos (comedero, bebedero y nidal).

Distribuidas las gallinas a las unidades experimentales se procedió a suministrarles agua con azúcar para reducir los efectos del estrés causados por la redistribución y el nuevo aislamientos de las pollonas en relación de 1gr. /20 l. de agua de bebida durante 5 días en horas de la mañana para garantizar la totalidad de su consumo. El cambio del alimento de prepostura a postura se realizó a las 15 semanas de edad hasta las 80 semanas de continua postura.

#### **4.2.4. Descripción de las unidades experimentales**

Para el estudio se utilizaron pollitas de 8 semanas de edad con un peso promedio de 688 gr. Las pollonas, entran a la fase de pre postura y son redistribuidas en sus respectivas unidades experimentales.

#### **4.2.5. Suministro de la metionina**

Los tratamientos aplicados fueron diferentes niveles de DL- Metionina; Los cuales se detallan a continuación:

**T1:** 0 gr DL-Metionina/día/gallina

**T2:** 0,154 gr DL- Metionina/día/gallina

**T3:** 0,254 gr DL-Metionina/día/gallina

**T4:** 0,354 gr DL-Metionina/día/gallina

Cada tratamiento con tres repeticiones, teniendo un total de 12 tratamientos. Se los aplicó de la siguiente manera:

El pro biótico en estudio o DL- Metionina en polvo se suministraba diariamente en las dosis establecidas, teniendo primero que pesar las diferentes dosis de DL-Metionina y mezclarlas diariamente con la ración de alimento que se les proporcionaba por las mañanas.

#### **4.2.6. Suministro de Alimento y agua**

La proporción de alimento se realizó dos veces al día, la mitad de la ración a horas de la mañana antes de la primera colecta de huevo y la segunda en la tarde antes de la tercera y última colecta de huevo.

El incremento del suministro de alimento se determinó de acuerdo a las semanas de edad y los controles de peso semanal de las gallinas.

Los datos del (Cuadro 4), muestran la alimentación proporcionada a partir de las 17 semanas de edad, etapa en la que comienza la postura, hasta la semana 36 que es la postura pico. Con respecto a la proporción de agua, esta se la realizaba de manera constante, hasta cinco veces al día en época de calor y cuatro en época fría. Teniendo mucho cuidado en que ésta se encuentre fresca y limpia para el total consumo de las gallinas.

**Cuadro 4. Proporción de alimento balanceado según semana de vida**

<b>SEMANAS DE EDAD</b>	<b>CONSUMO DE ALIMENTO gramos/día por ave</b>
17	80
18	85
19	90
20	95
21	100
22	105
23	106
24	106
25	108
26	110
27	110
28	110
29	110
30	110
31	110
32	110
33	110
34	110
35	110
36	110

*Fuente: Guía de manejo, ponedoras Hy Line Brown, 2014.*

### **4.3. Procedimiento experimental**

La toma de datos se efectuó para cada variable de respuesta de manera diaria y semanal durante 3 meses exactos, desde la etapa de postura hasta la postura pico de las gallinas. Estos datos fueron cuidadosamente registrados, tabulados y analizados por el programa estadístico SAS 9.1.

#### **4.3.1. Análisis estadístico**

Para realizar el análisis estadístico se utilizaron medidas de tendencia de dispersión como coeficiente de variación, varianza, desviación estándar y análisis de varianza para cada variable de respuesta.

#### **4.3.2. Diseño experimental**

El diseño experimental que se utilizó en el estudio fue el Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres repeticiones, debido a las condiciones ambientales uniformes controladas que se tuvo en el galpón (la igualdad en el manejo de las aves y los materiales utilizados).

Al respecto PADRON (1996), Indica que, el diseño Completamente al Azar es el diseño más simple y se usa cuando las unidades experimentales son homogéneas, y la variación entre ellas es muy pequeña. Tal es el caso de experimentos de laboratorio, invernadero, gallineros, porcinos, etc. En experimento en los que las condiciones ambientales son controladas, tal diseño es una prueba con un solo criterio de clasificación.

#### **4.3.3. Modelo lineal aditivo**

La Evaluación se la realizó mediante un diseño completamente al azar (DCA) Se muestra a continuación el Modelo Lineal Aditivo para dicho diseño que describen (Ochoa 2009).

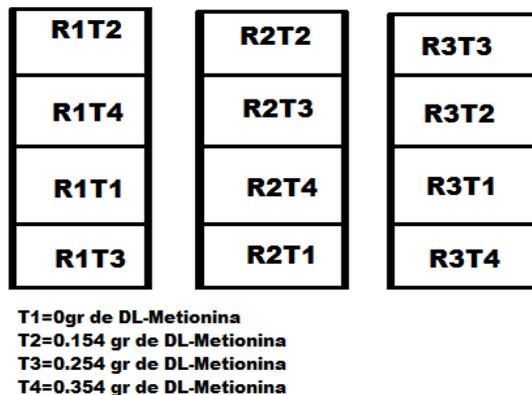
$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \xi_{ij}$$

Donde:

- $Y_{ij}$  = Una observación cualquiera  
 $\mu$  = Media poblacional  
 $\alpha_i$  = Efecto del i - esimo del factor A  
 $\xi_{ij}$  = Error experimental

#### 4.3.3.1. Tratamientos

Se determinó una dosis mayor y otra menor con reducción de 100mg de DL-Metionina en relación al requerimiento diario de las gallinas (0,354 g/ave). Obteniendo como tratamientos cuatro niveles de DL- metionina. Estableciendo un total de cuatro tratamientos y tres repeticiones. Como indica el siguiente diagrama:



**Unidades experimentales: 12**

Esto es corroborado por Blas (1987), en Luna (2005), que manifiesta que el exceso de un aminoácido puede intoxicar al animal. El ejemplo clásico es el de la metionina que pudiera darse en la práctica por dosificación incorrecta de la Metionina sintética. Niveles de DL- metionina dobles o triples a los

recomendados deprimen el consumo. Dosis superiores en 8 – 10 veces a lo normal producen síntomas claros de toxicidad.

#### **4.3.4. Croquis experimental**

El trazado de las unidades experimentales y distribución de los tratamientos se ejecutó considerando el aislamiento espacial, la distribución de las unidades experimentales fue de acuerdo al diseño propuesto, a las densidades adecuadas para la cantidad de individuos por repetición y a los implementos utilizados por las aves (nidales, comederos y bebederos) ,para las delimitaciones se manejaron lienzos de madera, clavos, alambre tejido, y la construcción de accesos para la recolección de huevos, cuyas dimensiones adecuadas se calcularon en función al material a utilizar y a las densidades requeridas por las aves. Obteniendo unidades experimentales como muestra el Anexo 1.

#### **4.4. Variables de respuesta**

##### **4.4.1. Peso de las aves**

El pesaje se realizó cada semana, se tomaron muestras representativas de aproximadamente un 45% de cada tratamiento un equivalente a 4 gallinas de 9 que se encontraban en cada jaula o unidad experimental, esta actividad se la realizaba con la balanza digital de capacidad de 20 Kg.

##### **4.4.2. Porcentaje de postura**

La recolección de huevos se realizó de manera diaria en dos ocasiones por la mañana y por la tarde, el conteo y el respectivo etiquetado se lo realizó al final del día para su posterior estudio individual y registro. Figura 10.



**Figura 10. Etiquetado diario de la recolección de huevos**

#### **4.4.3. Peso del huevo**

Para la determinación de esta variable se procedió al pesaje diario de cada huevo, con la ayuda de una balanza de precisión, para su posterior registro y determinación de la media semanal.

#### **4.4.4. Ganancia media diaria**

Para la determinación de esta variable, se registró el peso de las gallinas al inicio del estudio y luego se pesaron semanalmente, para determinar la magnitud de la ganancia media diaria aplicando la siguiente fórmula (UNA, 2011)

$$\text{GMD} = \frac{\text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}}{\text{N}^\circ \text{ de días}}$$

#### **4.4.5. Conversión alimenticia**

Alcázar (2002), la define como la transformación del alimento que consume el animal en productos animales (huevos, carne, leche, etc) y responde a la siguiente fórmula:

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

#### 4.4.6. Calidad externa de los huevos

Para determinar la calidad externa de los huevo se realizó la evaluación de las características externas (altura y diámetro) de cada huevo por tratamiento cada tres días, esta medición se la realizaba posterior al pesaje con la ayuda del Vernier digital, vale aclarar que las medidas que se tomaron fueron el diámetro transversal y el diámetro longitudinal de cada huevo, con estos datos se determinó el índice morfológico del huevo.

Posteriormente utilizamos la siguiente formula (Sholtyssek, 1996)

$$\text{Índice morfológico (IM)} = \frac{\text{Ancho del huevo}}{\text{Longitud del huevo}} \times 100$$

#### 4.4.7. Porcentaje de Mortalidad

Alcázar (1997), determina con la relación entre el número de animales vivos menos el número de animales muertos por un total para el porcentaje

$$\%M = \frac{\text{Nº muertos}}{\text{Total criados}} \times 100$$

#### 4.4.8. Beneficio costo

El análisis económico se evaluó mediante la relación beneficio costo que muestra la cantidad de dinero actualizado que se recibe por cada unidad monetaria invertida. (Paredes 1999)

$$\text{Relación beneficio/costo} = \frac{\text{Beneficio costo}}{\text{Costos totales}}$$

## V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1. Porcentaje de postura

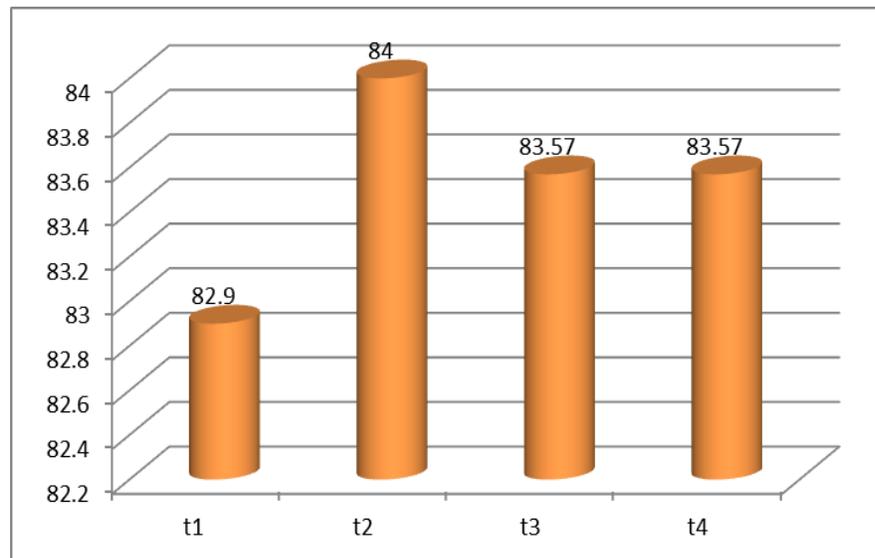
El Cuadro 5, el Análisis de Varianza para la variable porcentaje de postura indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

**Cuadro 5. Análisis de Varianza para la Variable porcentaje de postura**

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr>F
Niveles de DL-Metionina	3	1,85	0,62	0,08NS	0,97
Error Exp.	8	63,39	7,92		
Total	11	65,25			
Coefficiente de Variación		3,37			

Los resultados que muestra el análisis de varianza entre los tratamientos, el porcentaje de postura en T2, T3 y T4, (0,154; 0,254 y 0,354g de DL-Metionina respectivamente), muestra un incremento respecto a T1 (0g de DL-Metionina) o testigo como muestra el Grafico 1, esto indica que la proporción de DL-Metionina mejoró el porcentaje de postura.

Al respecto UNAM (2001) indica que, La adición de DL-Metionina a la alimentación de las aves de postura mejora el porcentaje de postura, peso del huevo, gramos de huevo por ave día, etc, mejorando de esta manera todos los aspectos productivos de las aves, los cuales son afectados por la presencia de taninos en el sorgo.



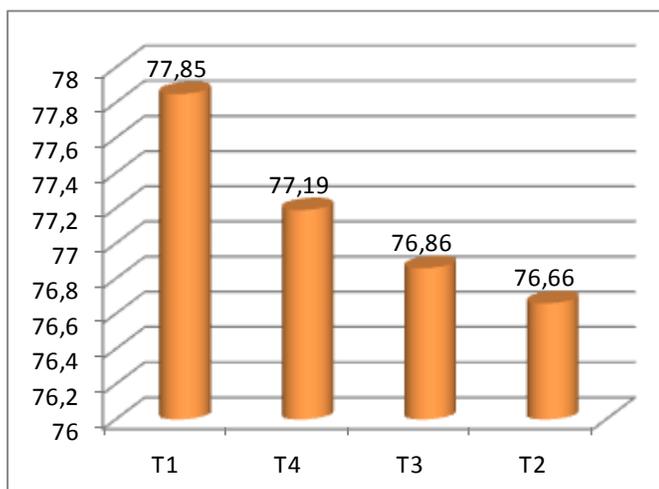
**Gráfico 1. Porcentaje de postura por tratamiento**

Monje (1997), Indica que existen dos factores importantes que determinan la cantidad de huevos en el proceso de producción, estos son el factor genético, la maduración sexual de las aves y la calidad del alimento.

También Duran (2006), afirma que el punto pico de producción es un valor muy variable y se alcanza en el momento de máxima producción, los factores que lo determinan son de carácter medio ambientales, nutricionales y genéticos.

Los resultados obtenidos en esta variable se deben también a lo que son las características medioambientales de la zona donde se realizó el estudio y las características nutricionales del alimento suministrado.

## 5.2. Calidad externa del huevo (Índice Morfológico)



**Gráfico 2. Índice Morfológico**

En el Gráfico 2 se detalla el promedio de índice morfológico donde T1 con T4, obtuvieron un mayor índice morfológico similar entre sí de 77,85 y 77,19 sucesivamente, se afirma que son altamente diferenciados entre ellos a diferencia de T3 y T2 con un índice morfológico de 76,86 y 76,66.

**Cuadro 6. Análisis de Varianza para la variable Índice morfológico**

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr>F
Niveles de DL-Metionina	3	2,461	0,820	4,80*	0,0338
Error Exp.	8	1,367	0,171		
Total	11	3,828			
Coefficiente de Variación		0,413			

El Cuadro 6, el análisis de varianza para el índice morfológico muestra que si existe diferencia significativa entre los tratamientos con un nivel de significancia del 99%.

**Cuadro 7. Efecto de la DL-Metionina en el índice morfológico**

Tratamiento	Promedio (%)	Duncan
T1	77,85	A
T4	77,19	AB
T3	76,86	B
T2	76,66	B

El Cuadro 7, de la prueba de Duncan muestra que T1 (0g de DL-Metionina) y T4 (0,354 g de DL-Metionina), con una media de 77,85 y 77,19 respectivamente, valor es superior al segundo grupo (B) en T3 (0.254 g de DL-Metionina) y T2 (0,154 g de DL-Metionina), representan una media de 76,86 y 76,66 respectivamente, esto nos muestra que existe una diferencia entre los dos grupos.

Al respecto, OCW, 2011, menciona que los huevos de gallina miden por término medio 4.2 cm de ancho y 5.7 cm de longitud por lo que le corresponde un índice morfológico de 74. Los resultados obtenidos en lo que respecta a la variable de índice morfológico, muestran que los valores obtenidos son aceptables dentro de los parámetros considerados de buena calidad en la producción de huevo de consumo.

Así mismo, Sholtissek (1996), Explica que la importancia del índice morfológico, radica en que al tomar en cuenta la forma de los huevos, se atribuye un porcentaje máximo en la incubación y su forma homogénea facilita el embalado y transporte de los huevos disminuye la pérdida.

### 5.3. Peso del huevo

**Cuadro 8. Análisis de Varianza para la variable Peso promedio del huevo**

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr>F
Niveles de DL-Metionina	3	2,829	0,943	0,34NS	0,7955
Error Exp.	8	22,018	2,752		
Total	11	24,847			
Coeficiente de Variación		2,818			

El Cuadro 8 muestra el análisis de Varianza para la variable peso promedio del huevo a un nivel de significancia del 99% y una probabilidad de ( $P < 0.795$ ) indicando que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

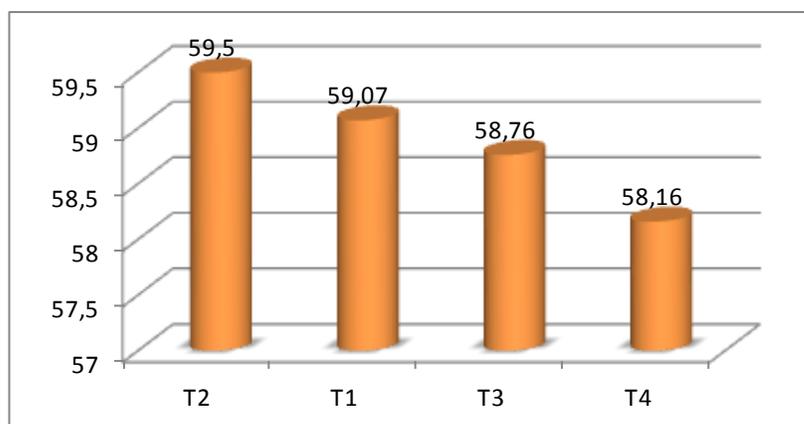
Así mismo el coeficiente de variación registrado para dicha variable es de 2.8179% valor muy inferior al 30% y que afirma que los datos obtenidos en campo son confiables.

Esto es corroborado por Watsett (2000), que indica que a medida que aumenta la producción de huevos las unidades tienden a aumentar de peso, el mismo autor indica, que la calidad de alimento es decisiva para este efecto.

En lo que respecta a la variable peso del huevo, es muy importante saber y aclarar que la influencia de la DL-Metionina sobre ésta se atribuye también a otros factores nutricionales adicionales para la mejora de esta variable, según El Sitio avícola (2012), los principales factores nutricionales que tienen una influencia muy significativa en el tamaño de huevo durante la postura son: nivel de energía, ácido linoléico, aceite o grasa adicional y nivel de aminoácidos digestibles. La gallina necesita un consumo diario mínimo de energía

metabolizable de 280 kcal/kg para asegurar un adecuado tamaño de huevo; para mejorarlo – especialmente al inicio de producción – es recomendable que la dieta contenga no menos de 1,5% de ácido linoleico y grasa adicional, en especial aceites vegetales hasta un nivel de 4%; acompañados de niveles adecuados de aminoácidos indispensables. El nivel de metionina tiene a su vez un efecto específico en peso de huevo, más allá del efecto del resto de los aminoácidos.

Al respecto Bunchasak y Silapasorn en Probiotics and health (2013), informan de que las gallinas ponedoras en condiciones tropicales alimentados con un bajo nivel de proteína en la dieta (14 % de proteína cruda) suplementado con 0,44 % de metionina mejora la producción de huevos y el peso del huevo.



**Gráfico 3. Peso promedio del huevo**

El Grafico 3 muestra el peso promedio por tratamiento a la semana 31, donde el T2 (0.154 g de DL-Metionina) obtuvo un mayor peso de 59,5 g seguidamente T1 (0.000g de DL-Metionina) con un peso de 59,07g y los T3 y T4 (0.254 g y 0.354 g de DL- Metionina) con un peso de 58,76 y 58,16 gramos sucesivamente, en esta variable el T2 (0.154 g de DL\_ Metionina) fue el mayor peso a diferencia de los demás tratamientos.

Condiciones ambientales de alta temperatura y humedad pueden generar una disminución significativa del consumo de nutrientes y pérdida de peso corporal. Temperaturas de sobre 28°C deprimen primero el peso del huevo antes que la producción o que la calidad de la cáscara. La prevención efectiva de intoxicaciones provocadas por micotoxinas, especialmente la producida por aflatoxina, es también importante para mantener tamaño de huevo. (El sitio avícola, 2012). Debido a lo afirmado anteriormente, se puede atribuir los resultados obtenidos para esta variable a las temperaturas extremas durante la evaluación, y la asimilación de ésta por las gallinas lo cual afectó en lo que respecta al peso del huevo.

#### 5.4. Ganancia Media Diaria

**Cuadro 9. Análisis de Varianza para la variable Ganancia Media Diaria**

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr>F
Niveles de DL-Metionina	3	99,682	33,227	2,37*	0,0256
Error Exp.	8	49,507	6,188		
Total	11	149,189			
Coeficiente de Variación		28,899			

El Cuadro 9 muestra el análisis de Varianza para la variable Ganancia media diaria un nivel de significancia del 99% y una probabilidad de ( $P < 0.0256$ ) indica que si existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Así mismo el coeficiente de variación registrado para dicha variable es de 28,899% valor inferior al 30% que afirma que los datos obtenidos en campo son confiables.

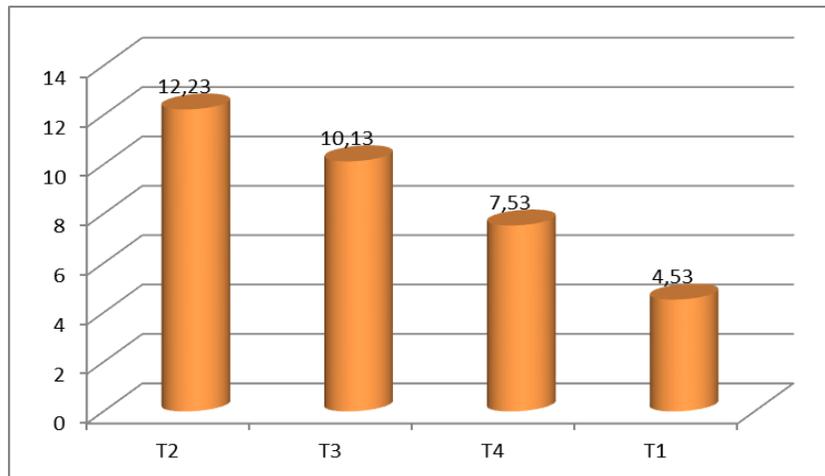
AL respecto Buxade (2000), manifiesta que para que una gallina pueda expresar su potencial genético de producción, se debe conseguir un desarrollo anatómico – fisiológico (una madurez sexual correcta, uniformidad de peso del lote, alimentación y nutrición adecuada y un conocimiento de los programas de vacuna).

**Cuadro 10. Efecto de la DL- Metionina en la Ganancia Media Diaria**

Tratamiento	Promedio (g)	Duncan
T2	12,23	A
T3	10,13	A
T4	7,53	BA
T1	4,53	B

Según el Cuadro 10, Duncan muestra que existen diferencias significativas, por tal razón los divide en tres grupos. El T2 (0,154gr de DL-Metionina), presentó un promedio mayor en ganancia media diaria en peso con 12,23 g/día, también expresa que los demás tratamientos (T1 0,000 gr de DL-Metionina., T3 0,254g de DL-Metionina. y T4 0,354g de DL-Metionina) con ganancia media diaria de 4,53g/día, 7,53g/dio y 10,13g/día, respectivamente. Los separo en otros 2 grupos ya que se puede observar mayor ganancia media diaria en peso en el T2 (0,154gr de DL-Metionina).

De acuerdo a Buxade Carbo, C, (2000), el consumo de alimento por parte del ave, va a depender de factores tales como: las características propias del pienso, la forma de presentación, las condiciones ambientales, el estado de la nave y de las instalaciones (comederos, bebederos, distribución de los mismos), el nivel de ingestión de agua, el estado sanitario de las aves.



**Gráfico 4. Ganancia Media diaria**

De acuerdo al Gráfico 4 se observa que las aves tienen un buen comportamiento con respecto a la variable de ganancia media diaria, se tiene el mayor valor en T2 (0,154 g de DL-Metionina) en comparación a los demás tratamientos (T1 0,000 g de DL-Metionina., T3 0,254 g de DL-Metionina. y T4 0,354g de DL-Metionina). Con ganancia media diaria de 4,53g/día, 7,53g/dio y 10,13g/día, respectivamente.

Según Isa Brown (2010), es primordial fomentar el crecimiento en lugar de la madurez sexual. Un peso vivo demasiado bajo al inicio de la puesta traerá caídas post-pico, riesgo de elevada mortalidad en producción con posibilidad de aparición de prolapsos.

### 5.5. Conversión alimenticia

**Cuadro 11. Análisis de Varianza para la variable Conversión alimenticia**

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr>F
Niveles de DL-Metionina	3	7,060	2,353	14,93*	0,012
Error Exp.	8	1,261	0,158		
Total	11	8,321			
Coeficiente de Variación		6,20			

El Cuadro 11 muestra el análisis de Varianza para la variable conversión alimenticia a un nivel de significancia del 99% y una probabilidad de ( $P < 0,012$ ) indica que si existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 6,20 lo que indica que los datos son confiables.

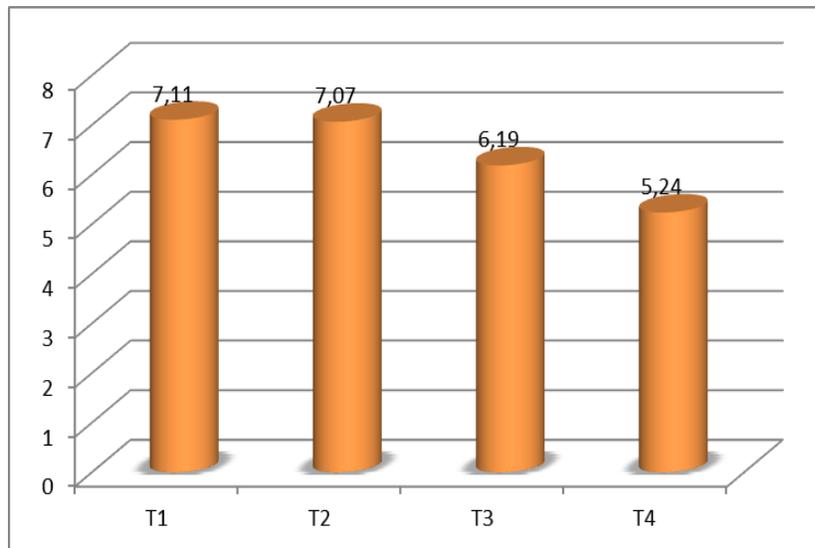
**Cuadro 12. Efecto de la DL-Metionina en la Conversión alimenticia**

Tratamiento	Promedio	Duncan
T1	7,11	A
T2	7,07	A
T3	6,19	B
T4	5,24	C

El Cuadro 12 muestra la prueba de Duncan dividido en tres grupos A, B y C, estableció que el nivel del 0,354g de DL-Metionina) presento una mejor conversión alimenticia de 5,24 (g/g), también expresa que el nivel (0,254 g de DL-Metionina) con una conversión alimenticia de 6,19 (g/g), el nivel de 0,154g

de DL-Metionina obtuvo una conversión alimenticia de 7,07 (g/g) mientras que el nivel de 0,000gr de DL- Metionina (Testigo) obtuvieron una conversión alimenticia de 7,11 (g/g).

Así mismo Isa Brown (2000), indica que la conversión alimenticia como optimo tiene un valor de 2,2g/g.



**Gráfico 5. Conversión Alimenticia**

De acuerdo al Grafico 5 se puede observar la conversión alimenticia de las aves.

Los T4 0,354g de DL- Metionina y T3 0,254g de DL- Metionina obtuvieron una mejor conversión alimenticia con 5,24 (g/g) y 6,19 (g/g), respectivamente. En comparación a los tratamientos T2 0,154g de DL-Metionina y T 0,000g de DL-Metionina con una conversión alimenticia de 7,07 (g/g) y 7,11 (g/g) respectivamente.

De acuerdo al grafico se puede decir que el peor resultado fue el que tuvo mayor cantidad en g de DL-Metionina (0,354g de DL-Metionina), en comparación con el tratamiento testigo que fue 0,000g de DL- Metionina.

Por lo antes manifestado podemos mencionar que en lo que respecta a la conversión alimenticia se obtuvieron resultados bastante positivos, pero como se puede apreciar en la Grafico 5, con respecto al suministro de DL-Metionina,

se observa que niveles bajos o nulos de este aminoácido provoca un valor negativo en lo que respecta a esta variable.

Los requerimientos de aminoácidos son en gran medida dependientes del índice de conversión del alimento, y por tanto de la edad. En este motivo por el cual en pollitas jóvenes, los requerimientos expresados en mg de aminoácidos por g de crecimiento, Isa Brown (2010)

### **5.6. Porcentaje de Mortandad**

En el presente trabajo de investigación se tuvo un porcentaje de mortandad de 0%, no se registraron pérdidas en ninguno de los tratamientos.

Al respecto Bunchasak y Silapasorn en Probiotics and Health (2013). informaron de que en el estudio de aves la mortandad se redujo cuando estas gallinas fueron apoyadas con metionina en la alimentación

### **5.7. Beneficio/Costo**

Salinas (2002), Al respecto menciona que la relación B/C es la comparación sistemática entre el beneficio de una actividad y el costo de realizar esa actividad. Al mismo tiempo indican que una buena relación de B/C, es cuando el cociente resulta mayor que la unidad entonces la actividad es rentable y no existirá pérdida.

Al respecto, Morales, 2009 indica que el análisis económico permite comprobar la existencia del retorno económico para el productor, cualquiera sea la especialidad en producción, al comercializar en mínima o máxima cantidad se considera los costos, para posterior cambiar de una práctica a otra y los beneficios económicos que resultan de dicho cambio, a continuación el cuadro 19 muestra los resultados obtenidos.

Para los costos variables se consideró: el precio de los insumos en los tratamientos, costos fijos se tomó en cuenta la compra de las pollonas, referentes al manejo, mano de obra, energía eléctrica y otros.

**Cuadro 13. Análisis Económico por Tratamiento Considerando:  
Egresos, Ingresos, Beneficio Neto y Beneficio/ Costo**

TRATAMIENTOS	Nivel de DL-M (g)	Egresos	Ingresos	Beneficio Neto	B/C
Tratamiento 1	0	9138,50	1749,6	7388,9	0,81
Tratamiento 2	0,154	9173,42	1564,8	7608,62	0,83
Tratamiento 3	0,254	9196,1	1454,45	7741,65	0,84
Tratamiento 4	0,354	9218,78	1659,75	7559,03	0,82

#### **DL-M=DL-Metionina**

Se observa en el cuadro 13 el análisis sobre costos de producción por tratamiento, se puede observar que existe mayor beneficio neto de 7741,65 en el tratamiento 3 de 0,254g de DL-Metionina a diferencia de los demás tratamientos 0.000, 0.254 Y 0.354g de DL-Metionina con 7388,9, 7608,62 y 7559,03 respectivamente, en cuanto al beneficio costo no existe rentabilidad por el elevado costo del alimento y por el menor precio del producto obtenido. El detalle de los costos de producción se puede observar en el (anexo 3).

Salinas (2002), Al respecto menciona que la relación B/C es la comparación sistemática entre el beneficio de una actividad y el costo de realizar esa actividad. Al mismo tiempo indican que una buena relación de B/C, es cuando el cociente resulta mayor que la unidad entonces la actividad es rentable y no existirá pérdida.

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a la investigación realizada se llegó a las siguientes conclusiones.

- Con respecto al porcentaje de postura el tratamiento 2 (0,154gr de DL-Metionina) presentó la mejor producción de huevo al cabo de los 3 meses de evaluación con un valor de 84%, sin embargo los demás tratamientos (0,000 gr 0,254gr y 0,354gr de DL- Metionina) alcanzaron a los 3 meses 82,9%, 83,6% y 83,6% de porcentaje de postura respectivamente. Estos valores se consideran muy óptimos dentro de los parámetros aceptables de producción de huevo; por lo tanto se puede concluir que el suministro de DL- Metionina si mejoró el porcentaje de Postura.
- Respecto al peso promedio de huevo el T2 (0,154 g de DL-Metionina) obtuvo un mayor peso de 59,5 g seguidamente T1 (0,000g de DL-Metionina) con un peso de 59,07g y los T3 y T4 (0,254 g y 0,354 g de DL- Metionina) con un peso de 58,76 y 58,16 gramos sucesivamente.
- La calidad externa de los huevos describe que para la variable Índice Morfológico se tienen un grupo (A), de T1 (0% de metionina) y T4 (0.354 gr de DL-Metionina), que presenta una media de 77,85 y 77,19 respectivamente superior al segundo grupo (B) en los T3 (0,254 gr. De DL- Metionina) y T2 (0,154 gr. De DL-Metionina), representan una media de 76,86 y 76,66 respectivamente, se observa que existe una diferencia entre los dos grupos, también se da a conocer que estos tratamientos se acercan más a la características ideales de morfología el que se encuentra establecido en un valor de 74.
- Con respecto a la ganancia media diaria, T2 (0.154g de DL-Metionina), presento un promedio mayor en ganancia media diaria con 12.23 g/día, también expresa que los demás tratamientos (T1 0.000 g de DL-Metionina., T3 0.254g de DL-Metionina. y T4 0.354g de DL-Metionina) con ganancia media diaria de 4.53g/día, 7.53g/dio y 10.13g/día, respectivamente. Los separo en

otros 2 grupos ya que se puede observar mayor ganancia media diaria en peso en el T2 (0.154g de DL-Metionina).

- Los T4 0,354g de DL- Metionina y T3 0,254g de DL- Metionina obtuvieron una mejor conversión alimenticia con 5,24 (g/g) y 6,19 (g/g), respectivamente. Acercándose a un valor de 2.2 g/g, considerada una conversión alimenticia óptima.
- En la evaluación se ha obtenido un índice de mortandad de 0.00%.
- El análisis económico afirma que la utilización de DL-Metionina no se obtiene rentabilidad por su elevado costo del alimento, el tratamiento 3 de 0,254g de DL-Metionina obtuvo rentabilidad, el adicionamiento de DL-Metionina genera una postura aceptable pero de costos muy elevados en la alimentación.

## VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Realizar trabajos de investigación en los cuales se utilice la DL-Metionina en dosis más altas conjuntamente con diferentes niveles de proteína con el fin de obtener mejores resultados en producción y calidad de producto.
- Realizar un estudio del efecto que tiene la DL-Metionina sobre la ganancia de peso en aves de carne, para determinar su rentabilidad.
- Efectuar un estudio con la adición de DL-Metionina a la ración a partir de las cuarenta semanas para adelante en gallinas de postura, con las mismas variables de respuesta en estudio.
- Se recomienda la elaboración propia de la ración para de esta manera reducir costos e interactuar la Metionina con otros aspectos de la ración como nivel de proteína, taninos, etc.
- Se recomienda realizar estudios con DL-Metionina para la segunda etapa de postura para ver los efectos en gallinas de edad avanzada.
- Se recomienda realizar estudios con DL-Metionina en diferentes líneas de Gallinas de postura.
- Realizar estudios con DL-Metionina en gallinas tanto de postura como de engorde en diferentes altitudes.

**VIII. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

- ALCAZAR. P., 1997. Bases para la alimentación animal y formulario manual de raciones, Ed. La Palabra, La Paz – Bolivia.
- ALCAZAR, P. 2002. Ecuaciones simultáneas y programación lineal como instrumento para formulación de raciones, Ed. La Palabra, La Paz – Bolivia p 14.
- ALCAZAR, J. F. 1997. Bases para la alimentación Animal y la Formulación manual de raciones 1 ed. La Paz – Bolivia. Ed. Génesis. Pp 156.
- ANGULO E. 2012. Virbac Al Día. Revista informativa. Publicación trimestral nº13. Fisiopatología del tracto respiratorio de las aves. Ed. Virbac S.A. Guadalajara- México. Pp. 2-5.
- ANTEZANA, F. 2011. Guía de Avicultura. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 65 p.
- BENITEZ P.A.S. 2009. Estudio de factibilidad para el incremento de la producción de huevos de gallina. Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Administración de Agronegocios en el Grado Académico de Licenciatura. Carrera de Administración de Agronegocios. Zamorano-Honduras Pp 15-22.
- BINDER, M; LEMME, A. 2007. The characteristics of the methionine/hydroxy analoguecalcium salt MHA-Ca (as a methionine source for the feed industry). Amino News. Degussa 08(02): 2-3.
- CRISTIAN S. R. 2003. Crianza, Razas y Comercialización de Gallinas Ponedoras. Ed. Ripalme. Lima – Perú. 136p.
- DURAN, F. 2006. Manual de Explotación de Aves de Corral Ed. Grupo Latino Ltda. Impreso en Colombia 816 pág.
- DURAN, F. 2006. Manual de Explotación de Aves de Corral Ed. Grupo Latino Ltda. Impreso en Colombia 816 pág.

- ESCOBAR, E. 1996. Manejo de gallinas de puesta para micro empresarios Ed. Educativo. Buenos Aires-Rep. Argentina. pág. 89 - 90 - 125.
- FEDNA, 2005. (Fundación Española para el Desarrollo de la nutrición animal). Madrid España. (En línea) consultado 1 de febrero del 2013. Disponible en <http://www.fedna.org.es/des.ntric/fii.htm>.
- FEDNA, 1999. Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos C. De BLAS, G.G Mateos y P.G. Rebollar (Eds). Fundación Española para el desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid - España. 496 p.
- HY LINE BROWN. 2011, Guía de manejo Comercial. Revista Hy Line International. Ed. West Desmoines. Iowa – Estados Unidos pp 27-49.
- HY-LINE BROWN. 2014, Guía de Manejo Comercial. Revista Hy-Line International. Ed. West Demoines. Iowa – Estados unidos pp 17– 19.
- I.G.M. 2005.Instituto Geográfico Militar. Determinación de Coordenadas y Altitud.
- JAIRO H.; RODAS E. 2001, Manual de Explotación de gallinas ponedoras. Manual Técnico. Ed. Zabalketa. Zamorano-Honduras. Pp. 3-7.
- LECCIONES SOBRE EL HUEVO, 2011, Instituto De Estudios Del Huevo. Ed. Torre Angulo Artes gráficas S.A. Madrid- España. Pp176.
- LUNA N. P. A. 2005. Alimentación con diferentes niveles de DL-metionina para la producción de pelo en conejos angora. Tesis de Grado. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. pp: 15 -16.
- MARTINEZ R. O. 1987. Gallinas Ponedoras, Ed. Albatros, Buenos Aires Argentina, pp 122-125.
- MAG, 2012. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Guía para el manejo de Gallinas Ponedoras. Programa de Reproducción Animal. Ed. Mega. Cantón El Matazano – San Salvador. pp. 7-8.
- MONJE, R. 1996. Manual de Avicultura Universidad Mayor de San Simón Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias pág. 91.

- OCHOA, T. R., 2009. Diseños Experimentales, UMSA, Facultad de agronomía, La Paz - Bolivia. 299 pág.
- PADRON C. E., 1996. Diseños Experimentales con Aplicación a la Agricultura y la Ganadería, Ed. Trillas, México D. F. 215 p.
- PASCUALI, J., 2006. Apuntes de diseños experimentales I. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.
- PROBIOTICS AND HEALTH. 2013. Possibility for Probiotic Sources of Methionine for Organic Poultry Nutritional Supplementation: An Early Review. Bulletin informative 1-2013. Center for Food Safety and Department of Food Science, University of Arkansas, Fayetteville, USA.
- RAUL G. M. 2002. Producción Aviar de huevo – Anatomía y Fisiología de la Gallina. Editorial Albatros. Bogotá – Colombia. 135 p.
- REYES B. A. 2008. Comparación equimolar de dos fuentes de Metionina Sintética (DL-Metionina Vs HMB ó ALIMET) en raciones de pollos parrilleros. Tesis de Grado. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. pp: 10-14.
- SALINAS, DR. 2002. Utilización del Suplemento Proteico en la Alimentación de Pollos. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias —Martin Cárdenas|| Tesis de Grado. Cochabamba – Bolivia 78 pág.
- SANCHEZ R. C. 2003. Crianza, Razas y Comercialización de Gallinas Ponedoras, Ed. Ripalme. Lima - Perú. Pp. 111.
- SHOLTYSSSEK, 1996. Manual de Avicultura moderna. Universidad Hohenhein. Escuela Superior de Agricultura. Ed. Acribia. Zaragoza – España. pp: 476.
- UNA. 2011. Universidad Agraria – Facultad de Ciencia Animal. Trabajo de Graduación. Evaluación productiva en gallinas de patio alimentadas con tres tipos de raciones caseras bajo condiciones de libertad, en la

comunidad Los Ángeles, Malacatoya, municipio de Granada. Managua – Nicaragua. Pp 65.

### **DOCUMENTOS ELECTRONICOS**

- AVICULTURA FACIL, 2012. Cuaderno de avicultura - Gallinas ponedoras, 2012, Disponible en:  
<http://avicultura.scienceontheweb.net/iniciarse/gallinasponedoras.html>  
(Consulta: 18 de Mayo, 2013)
- ANIMALES Y PRODUCCION (2014). Construcción de galpón para gallinas ponedoras. Disponible en:  
[http://mundo-pecuario.com/tema199/aves/galpon\\_ponedoras-1122.html](http://mundo-pecuario.com/tema199/aves/galpon_ponedoras-1122.html)  
(Consulta: 12 de Abril, 2014)
- ADA Asociación de Avicultores de Santa Cruz, 2012. Bolivia, Evaluación de la producción del huevo, Disponible en:  
<http://www.adascz.com/Pages/pgSeccion.aspx?id=15>  
(Consulta: 22 de Mayo, 2013)
- BARVERA, JK. 2000. Interacción nutrición y reproducción de aves. (en línea).  
(Consultado el 20 de diciembre de 2010)  
[http://www.fagro.edu.uy/web/AVI\\_FASE%20aGRARIA%202008.PDF](http://www.fagro.edu.uy/web/AVI_FASE%20aGRARIA%202008.PDF)
- Botanical, 2012. Cría de animales - La gallina, Disponible en:  
<http://www.botanical-online.com/animales/gallina.htm>  
(Consulta: 20 de Noviembre, 2013)
- El Sitio Avícola, 2011. Tendencias Avícolas Mundiales 2011, Disponible en:  
[www.elsitioavicola.com/articles/2144/tendencias-avacolas-mundiales-2011](http://www.elsitioavicola.com/articles/2144/tendencias-avacolas-mundiales-2011)  
(Consulta: 1 de Febrero, 2013)
- EL DEBER, 2013. El Deber.com.bo, noticia impresa 2012, Disponible en:  
<http://www.eldeber.com.bo/vernotaeconomia.php?id=121012230641>

- El Sitio Avícola, 2011. Comparación de crianza ponedora en piso y jaula. Disponible en:  
<http://www.elsitioavicola.com/articulos/1967/comparacion-de-patas-de-ponedoras-en-piso-y-jaula>  
(Consulta: 11 de Abril, 2014)
- EL HUEVO.ORG. (2014). Artículo sobre el huevo 32. Disponible en:  
[http://www.huevo.org.es/el\\_huevo\\_estructura.asp](http://www.huevo.org.es/el_huevo_estructura.asp)  
(Consulta: 11 de Abril, 2014)
- Foro de opiniones, Engormix.com, 2008, Aminoácidos esenciales gallinas ponedoras. Disponible en:  
<http://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/foros/aminoacidos-esenciales-gallinas-ponedoras-t13306/141-p0.htm>  
(Consulta: 19 de Abril, 2012)
- HICA, 2011, Universidad de Murcia, Artículo publicado, estudio del huevo, Disponible en:  
<http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/higiene-inspeccion-y-control-alimentario/1/practicas-1/protocolos-control-de-calidad-huevos.pdf>
- ISA BROWN, 2010, Guía de Manejo de la nutrición de ponedoras comerciales. Institute of Animal Selection B.V. Disponible en:  
[info.isa@hentrix-genetics.com](mailto:info.isa@hentrix-genetics.com)
- JAIRÓ H. J. 2001. Manual Técnico. Manual de explotación de gallinas ponedoras. Disponible en:  
[http://www.zabalketa.org/files/documentos/tecnicos/manual\\_gallinas\\_ponedoras.pdf](http://www.zabalketa.org/files/documentos/tecnicos/manual_gallinas_ponedoras.pdf)  
(Consulta: 14 de Abril, 2014)
- LUIS A. 2009. Artículo. Ponedoras, enfermedades y parásitos, Adiveter. Disponible en:  
<http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=ria&ved=0CEkQFjAE&url=http%3A%2F%2Fphthiraptera.info%2Fsites%2Fp>

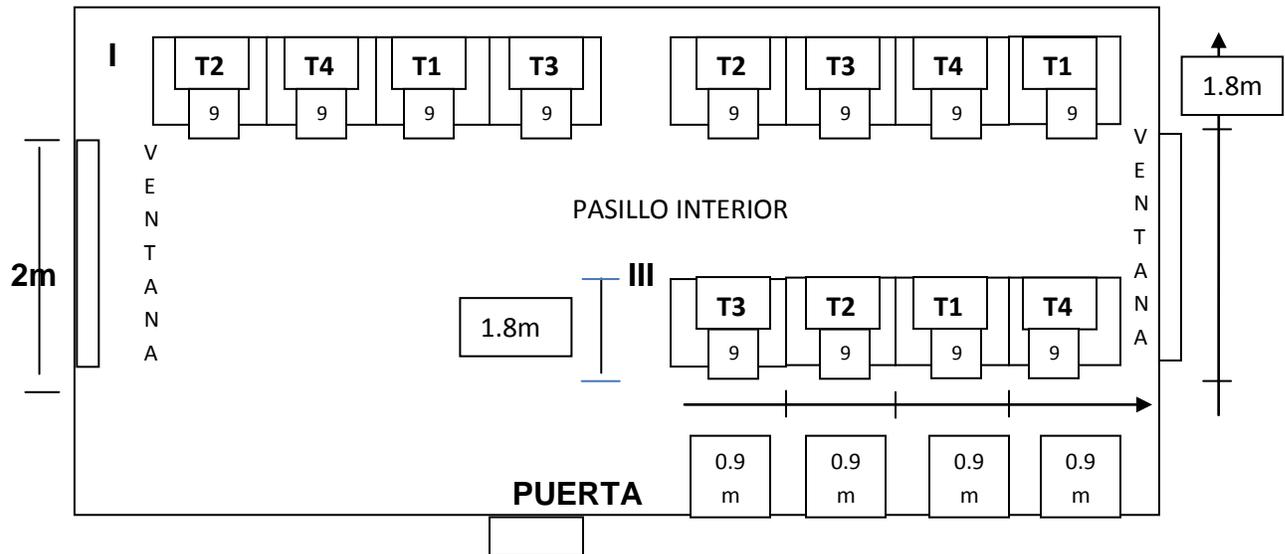
[hthiraptera.info%2Ffiles%2F43475.pdf&ei=tkOeUrjGNlBkAeH5lGwCQ&usg=AFQjCNEabCN4dRkRZtqykZnmJJRgLpkxtA&bvm=bv.57155469,d.eW0](http://hthiraptera.info%2Ffiles%2F43475.pdf&ei=tkOeUrjGNlBkAeH5lGwCQ&usg=AFQjCNEabCN4dRkRZtqykZnmJJRgLpkxtA&bvm=bv.57155469,d.eW0)

- ORGANIC HACCP. 2005. Producción y envasado de huevos. Control de la calidad y seguridad en la producción orgánica. Ediciones de horticultura S. L. Disponible en:  
[http://orgprints.org/4933/1/8\\_HUEVOS.pdf](http://orgprints.org/4933/1/8_HUEVOS.pdf)  
(Consulta: 22 de Abril, 2014)
- OCW, 2011. Open courseware Universidad de Murcia. Boletín Informativo Disponible en:  
<http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/higiene-inspeccion-y-control-alimentario-1/practicas-1/protocolos-control-de-calidad-huevos.pdf>  
(Consulta: 24 de Septiembre, 2014)
- SENAMHI, 2010. Boletín climatológico. Disponible en:  
[www.senamhi.gov.bo/metereologia/climatologia.php](http://www.senamhi.gov.bo/metereologia/climatologia.php)
- UABCS. 2001. Sistema digestivo de las aves. Disponible en:  
<http://www.uabcs.mx/maestros/descartados/mto01/digestivo.htm>  
(Consulta: 13 de diciembre, 2013)
- UNAM, 2001. UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MEXICO. Presentación PDF – crianza de aves de postura, 2001. Disponible en:  
[http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/pollos/m2\\_5.pdf](http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/pollos/m2_5.pdf)  
(Consulta: 03 de Junio, 2013)
- UABCS, 2012. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Boletín Informativo. Disponible en:  
<http://www.uabcs.mx/maestros/descartados/mto01/postura.htm>  
(Consulta: 03 de Julio, 2014)
- VARGAS A. C. R. 2012. SENA – CEDE- AGRO. Manual De Gallina Ponedora. Documento PDF. Disponible en:

- WATSETT, M. 2000. Estudio de Producción de Gallinas Negras Universidad de la Molina Lima - Perú. 136 pág.  
<http://www.youblisher.com/p/268891-MANUAL-DE-GALLINA-PONEDORA/>  
(Consulta: 11 de Abril, 2014)

## IX. ANEXOS

## Anexo 1. Croquis de distribución y dimensiones del galpón experimental.



## Anexo 2. Recepción de las pollonas



**Anexo 3. Construcción de las Unidades Experimentales**



**Anexo 4. Desinfección de las Unidades Experimentales**



**Anexo 5. Desinfección de materiales de construcción para jaulas**



**Anexo 6. Distribución de Bebederos y Comederos por unidad experimental**



Anexo 7. Toma de datos para las variables



Anexo 8. Preparación de la ración diaria

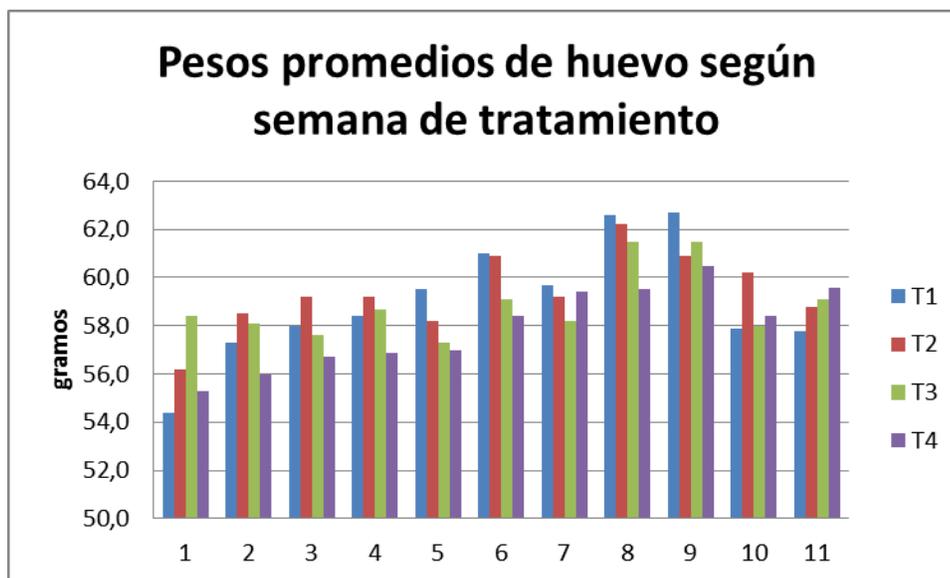


## Anexo 9. Detalle de Ingresos y Egresos

Detalle	T1	T2	T3	T4
<b>EGRESOS</b>				
<b>Costos Variables</b>				
<b>Alimento consumido (kg)</b>	<b>7628</b>	<b>7628</b>	<b>7628</b>	<b>7628</b>
<b>Costo del aminoácido DL-Metionina (Bs/g)</b>	<b>0</b>	<b>34,92</b>	<b>57,6</b>	<b>80,28</b>
<b>Costo alimento consumido (Bs)</b>	<b>8848,5</b>	<b>8848,5</b>	<b>8848,5</b>	<b>8848,5</b>
<b>Costos Fijos</b>				
<b>Compra de pollonas (Bs)</b>	<b>264</b>	<b>264</b>	<b>264</b>	<b>264</b>
<b>Sanidad</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>Mano de obra</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>Otros</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>9138,5</b>	<b>9173,42</b>	<b>9196,1</b>	<b>9218,78</b>
<b>INGRESOS</b>				
<b>Costo del huevo (Bs)</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,65</b>	<b>0,75</b>
<b>Cantidad de huevos</b>	<b>2037</b>	<b>2064</b>	<b>2053</b>	<b>2053</b>
<b>Costo total de huevos (Bs)</b>	<b>1629,6</b>	<b>1444,8</b>	<b>1334,45</b>	<b>1539,75</b>
<b>Venta de gallinaza</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>
<b>Cantidad de gallinas</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>27</b>
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>1749,6</b>	<b>1564,8</b>	<b>1454,45</b>	<b>1659,75</b>
<b>BENEFICIO NETO (IE)</b>	<b>7388,9</b>	<b>7608,62</b>	<b>7741,65</b>	<b>7559,03</b>
<b>BENEFICIO/COSTO (B/C)</b>	<b>0,81</b>	<b>0,83</b>	<b>0,84</b>	<b>0,82</b>

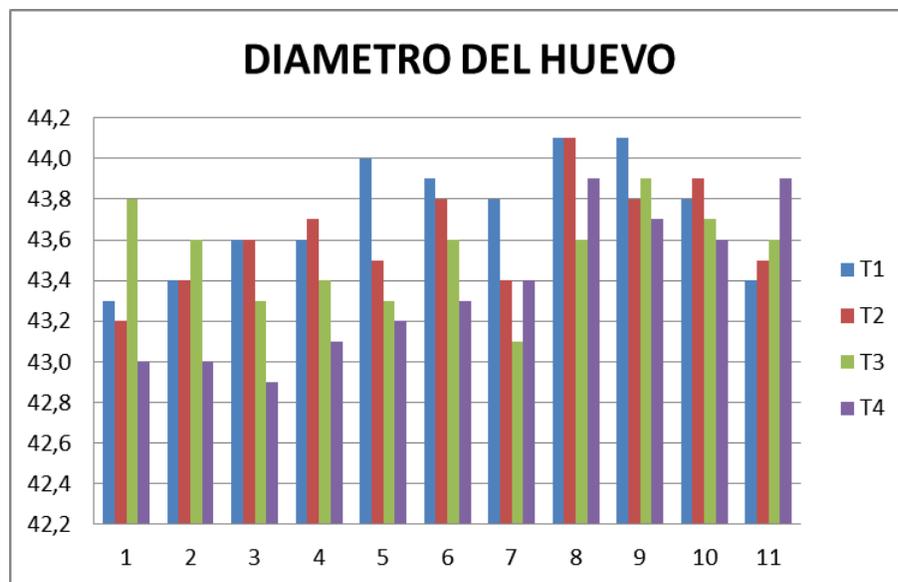
## Anexo 10. Datos promedio por semana de peso de huevo

PROMEDIOS PESO DE HUEVO				
SEMANA	T1	T2	T3	T4
1	54,4	56,2	58,4	55,3
2	57,3	58,5	58,1	56
3	58	59,2	57,6	56,7
4	58,4	59,2	58,7	56,9
5	59,5	58,2	57,3	57
6	61	60,9	59,1	58,4
7	59,7	59,2	58,2	59,4
8	62,6	62,2	61,5	59,5
9	62,7	60,9	61,5	60,5
10	57,9	60,2	58	58,4
11	57,8	58,8	59,1	59,6



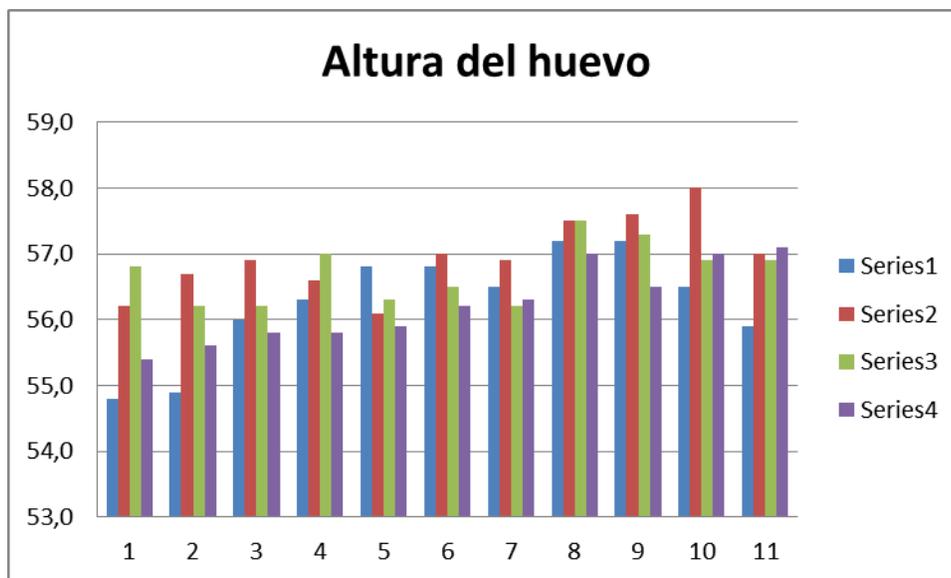
## Anexo 11. Datos promedio por semana de diámetro de huevo

PROMEDIOS DIAMETRO DE HUEVO				
SEMANA	T1	T2	T3	T4
1	43,3	43,2	43,8	43
2	43,4	43,4	43,6	43
3	43,6	43,6	43,3	42,9
4	43,6	43,7	43,4	43,1
5	44	43,5	43,3	43,2
6	43,9	43,8	43,6	43,3
7	43,8	43,4	43,1	43,4
8	44,1	44,1	43,6	43,9
9	44,1	43,8	43,9	43,7
10	43,8	43,9	43,7	43,6
11	43,4	43,5	43,6	43,9



## Anexo 12. Datos promedio por semana de altura de huevo

PROMEDIOS ALTURA DE HUEVO				
SEMANA	T1	T2	T3	T4
1	54,8	56,2	56,8	55,4
2	54,9	56,7	56,2	55,6
3	56	56,9	56,2	55,8
4	56,3	56,6	57	55,8
5	56,8	56,1	56,3	55,9
6	56,8	57	56,5	56,2
7	56,5	56,9	56,2	56,3
8	57,2	57,5	57,5	57
9	57,2	57,6	57,3	56,5
10	56,5	58	56,9	57
11	55,9	57	56,9	57,1



**Anexo 13. Composición por cada Kg de alimento balanceado**

<b>Componente</b>	<b>%</b>
<b>Proteína</b>	16
<b>Grasa</b>	4
<b>Fibra bruta</b>	3,1
<b>Lisina</b>	0,75
<b>Metionina</b>	0,36
<b>Metionina + Cistina</b>	0,64
<b>Triptófano</b>	0,19
<b>Treonina</b>	0,57
<b>Calcio</b>	3
<b>Fosforo disponible</b>	0,45
<b>Energía metabolizable</b>	(Kcal/Kg) 2860

## Anexo 14. Anva de las variables-sas 9.2

### Porcentaje de Postura

Sistema SAS 16:50 Friday, June 19, 2009 1

Procedimiento ANOVA

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
trat	4	t1 t2 t3 t4

Número de observaciones leídas	12
Número de observaciones usadas	12

2009 2 Sistema SAS 16:50 Friday, June 19,

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: pp

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	1.85583333	0.61861111	0.08	0.9701
Error	8	63.39333333	7.92416667		
Total corregido	11	65.24916667			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	pp Media
0.028442	3.370909	2.814990	83.50833

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	3	1.85583333	0.61861111	0.08	0.9701

Prueba del rango múltiple de Duncan para pp

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	8
Error de cuadrado medio	7.924167

Número de medias	2	3	4
Rango crítico	5.300	5.523	5.648

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	trat
A	84.000	3	t2
A	83.567	3	t3
A	83.567	3	t4
A	82.900	3	t1

**Índice Morfológico**

Sistema SAS 19:23 Monday, June 30, 2008 2

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: pim

	R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	pim Media
	0.642980	0.413330	77.13833	

F.V.	G.L.	S.C	C.M.	F c	F t
Tratamientos	3	2.46143333	0.82047778	4.80	0.0338
Error Experimental	8	1.36673333	0.17084167		
Total	11	3.82816667	C.V. 0.53 %		

Duncan Agrupamiento	Media	trat
A	77.8500	t1
B A	77.1900	t4
B	76.8567	t3
B	76.6567	t2

**Ganancia media diaria**

Sistema SAS 19:12 Monday, June 30, 2008 1

Procedimiento ANOVA

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
trat	4	t1 t2 t3 t4

Número de observaciones leídas 12

Número de observaciones usadas 12

Sistema SAS 19:12 Monday, June 30, 2008 2

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: gmd

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	99.6825000	33.2275000	5.37	0.0256
Error	8	49.5066667	6.1883333		
Total corregido	11	149.1891667			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	gmd Media
0.668162	28.89800	2.487636	8.608333

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	3	99.68250000	33.22750000	5.37	0.0256

Duncan Agrupamiento	Media	N	trat
A	12.233	3	t2
A	10.133	3	t3
B A	7.533	3	t4
B	4.533	3	t1

**Conversión Alimenticia**

Sistema SAS 07:42 Monday, June 30, 2008 1

Procedimiento ANOVA

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
trat	4	t1 t2 t3 t4

Número de observaciones leídas 12  
 Número de observaciones usadas 12

Sistema SAS 07:42 Monday, June 30, 2008 2

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: pim

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	7.06046667	2.35348889	14.93	0.0012
Error	8	1.26100000	0.15762500		
Total corregido	11	8.32146667			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	pim Media
0.848464	6.200211	0.397020	6.403333

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	3	7.06046667	2.35348889	14.93	0.0012

Sistema SAS 07:42 Monday, June 30, 2008 3

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango múltiple de Duncan para pim

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	8
Error de cuadrado medio	0.157625

Número de medias	2	3	4
Rango crítico	.7475	.7790	.7966

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Duncan Agrupamiento	Media	N	trat
A	7.1100	3	t1
A	7.0733	3	t2
B	6.1933	3	t3
C	5.2367	3	t4