

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



**TESIS DE GRADO**

**EFECTO DE CUATRO NIVELES DE CALCIO EN GALLINAS  
DE LA LINEA LOHMAN BROWN  
EN LA SEGUNDA FASE DE POSTURA**

**Presentado por:**

**JUAN ABRAHAM MENDIETA MAMANI**

**La Paz – Bolivia  
2011**

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

**EFFECTO DE CUATRO NIVELES DE CALCIO EN GALLINAS  
DE LA LINEA LOHMAN BROWN  
EN LA SEGUNDA FASE DE POSTURA**

Tesis de Grado presentado como requisito  
parcial para optar el título de Licenciado en  
Ingeniería Agronómica

**JUAN ABRAHAM MENDIETA MAMANI**

**Asesores:**

M.V.Z. M.Sc. Santiago Copa Quispe .....

M.V.Z. René Juan Condori Equice .....

**Tribunales Examinador:**

M.V.Z. Marcelo Gantier Pacheco .....

Dr. José Bernardo Soliz Guerrero .....

Ing. Fanor Antezana Loayza .....

**Aprobada**

Presidente Tribunal Examinador .....

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por haberme permitido llegar hasta donde estoy.

A los docentes de la Facultad de Agronomía, por la sabiduría que me ofrecieron durante mi formación profesional.

A mi papito y mamita por todo el amor, aliento y confianza que me dieron.

A mis queridos hermanos: Fernando, Miguel, Elmer, Vilma, Elizabeth, Susana, Oscar y Jhesica, por su ayuda moral y económica.

A mi esposa Verónica Suzaño y a mi precioso hijo Harold Mendieta, que son la fuerza que me impulsan a seguir adelante y avanzar más.

A mis papas y hermanos políticos: Antonio, Francisca, Eddy, Riqui, Yesica, Mabel, Miki, Milagros, Marina y Luis, por ser tan buenos conmigo.

A mis primos Armando, David, Max, Marcelo por sacarme de apuros en varias oportunidades.

Al Dr. Santiago Copa por esa mano amiga que me permitió iniciar la tesis.

Al Dr. René Condori, Dr. Bernardo Soliz, Ing. Fanor Nava y Dr. Marcelo Gantier, por sus sabios y acertados consejos.

A todos mis amigos, muy especial a Pablo Mamani, Denis Pardo, Orlando Choque, Claudia Crispin, Ronald Coela, Gustavo Arratia, Érica Mamani, Rubén Tallacagua, Jorge Tantani, Héctor Zapata, Clemente Fernández por su ayuda y amistad incondicional.

Al pastor Antonio y su esposa Salomé, de INELA que les tengo un cariño muy especial,

A los padrinos de mi lindo bebé, José y Albita ejemplo de vida y espíritu.

A los comunarios de Huajchilla y Taipichullo (Rio Abajo) que confían en mí.

De corazón:

**JUAN ABRAHAM MENDIETA MAMANI**

## *Dedicatoria*

*A mi madre Cristina a mi padre Pedro  
A mis queridos hermanos,  
A mi precioso hijo Harold Daniel Mendieta y a mi linda esposa Verónica  
que son mi fortaleza, mi vida, mi razón de vivir y existir.  
Con gran afecto a la memoria de mis abuelitos Manuela y Juan (t).  
Por sus valerosos principios*

*Los ama:  
Juan Abraham Mendieta Mamani*

## CONTENIDO

Nº		Página
1.	<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
2.	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>2</b>
2.1.	Objetivo general.....	2
2.2.	Objetivos especifico.....	2
3.	<b>REVISION BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>3</b>
3.1.	Características de la gallina de postura.....	3
3.1.1.	Origen.....	3
3.1.2.	Escala zoológica.....	4
3.1.3.	Características generales de la línea Lohman Brown.....	4
3.2.	Situación actual de la producción de aves de postura.....	5
3.2.1.	Población de gallinas.....	5
3.2.2.	Volúmenes de producción de huevos.....	6
3.2.3.	Aporte al producto interno bruto.....	6
3.3.	Nutrición de las gallinas ponedoras.....	6
3.3.1.	Requerimientos nutricionales para gallinas de postura.....	7
3.3.2.	Importancia del calcio en la nutrición de las gallinas de postura.....	7
3.3.2.1.	Relación del calcio con el desarrollo óseo.....	9
3.3.2.2.	Relación del calcio con la calidad de la cascara.....	11
3.3.2.3.	Efectos de la deficiencia de calcio.....	13
3.4.	Características del huevo de la gallina.....	14
3.5.	Producción de huevos de la gallina.....	16
3.5.1.	Índice de producción.....	16
3.5.2.	Curva de producción de los huevos.....	17
3.5.3.	Clasificación de los huevos de las gallinas.....	18
3.5.3.1.	Peso del huevo.....	18
3.5.3.2.	Calidad de la cascara.....	18
3.6.	Estudios sobre la producción de huevos.....	19
3.7.	Técnicas para el estudio de la producción de huevos.....	23
3.7.1.	Porcentaje de producción.....	23

3.7.2.	Calidad de la cascara.....	24
3.7.3.	Costos de producción de huevos.....	24
3.7.4.	Peso del huevo.....	24
<b>4.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>25</b>
4.1.	Localización.....	25
4.1.1.	Características climáticas y ecológicas de la zona de estudio.....	25
4.1.2.	Vocación productiva de la zona de estudio.....	25
4.2.	Materiales.....	26
4.2.1.	Material Biológico.....	26
4.2.2.	Insumos Alimenticios.....	26
4.2.3.	Materiales de Campo.....	26
4.3.	Métodos.....	27
4.3.1.	Definición del lugar de estudio.....	27
4.3.2.	Elección de las líneas de gallinas de postura.....	27
4.3.3.	Preparación de instalaciones.....	27
4.3.4.	Preparación de insumos alimenticios y sanitarios.....	28
4.3.5.	Tamaño de muestra.....	29
4.3.6.	Procedimiento experimental.....	29
4.3.6.1.	Distribución de las gallinas por tratamientos.....	29
4.3.6.2.	Proceso de alimentación.....	30
4.3.7.	Técnicas de muestreo y registro de datos.....	30
4.3.7.1.	Evaluación del porcentaje de producción.....	30
4.3.7.2.	Medición de peso del huevo.....	30
4.3.7.3.	Obtención de la curva de postura.....	31
4.3.7.4.	Medición del grosor del cascarón.....	31
4.3.7.5.	Cuantificación de los huevos rotos.....	31
4.3.7.6.	Tasa de mondad de las gallinas.....	31
4.3.7.7.	Pesaje de las gallinas a las 51 y 72 semanas de edad.....	32
4.3.7.8.	Costos de producción.....	32
4.3.8.	Diseño de investigación.....	32
4.3.9.	Tratamientos.....	33
4.3.10.	Variable de respuesta.....	33

<b>5.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>34</b>
<b>5.1.</b>	Porcentaje de postura.....	34
<b>5.2.</b>	Peso del huevo.....	37
<b>5.3.</b>	Grosor del cascarón.....	41
<b>5.4.</b>	Porcentaje de los huevos rotos.....	44
<b>5.5.</b>	Índice de mortandad en las gallinas.....	47
<b>5.6.</b>	Peso vivo al final de los tratamientos.....	49
<b>5.7.</b>	Estudio económico.....	52
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>54</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>57</b>
<b>9.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>62</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>N°</b>		<b>Página</b>
1	Producción de huevos en el ámbito nacional.....	6
2	Recomendaciones nutricionales para Ponedoras.....	7
3	Distribución del peso del huevo – Estadounidense .....	18
4	Influencia del nivel de calcio en gallinas Leghorn.....	20
5	Efecto de los niveles de calcio en gallinas Leghorn.....	21
6	Comportamiento productivo de gallinas Lohman con diferentes niveles de Ca	23
7	Composición bromatológica del alimento balaceado elaborado.....	28
8	Número de animales por tratamiento.....	29
9	Prueba de T para el porcentaje de postura.....	35
10	Datos estadísticos sobre el porcentaje de postura.....	36
11	Datos estadísticos en el porcentaje de huevos medianos.....	38
12	Datos estadísticos en el porcentaje de huevos grandes.....	38
13	Datos estadísticos en el porcentaje de huevo extras.....	39
14	Datos estadísticos en el porcentaje de huevo jumbos.....	39
15	Prueba de t de los tratamientos de las cinco categorías en peso de huevos...	40
16	Prueba de T para el grosor del cascarón.....	42
17	Datos estadísticos sobre el grosor de cascaron.....	43
18	Prueba de T de huevos rotos.....	45
19	Datos estadísticos sobre la cantidad de huevos rotos.....	46
20	Prueba de t en la mortandad de gallinas.....	48
21	Datos estadísticos sobre la mortalidad de gallinas en porcentaje.....	48
22	Prueba de t del peso vivo final de las gallinas.....	50
23	Datos estadísticos sobre el peso de gallinas.....	51
24	Relación Beneficio/Costo.....	52



## INDICE DE FIGURAS

<b>N°</b>		<b>Página</b>
1	Curva de postura en gallinas Hy-Line.....	17
2	Promedio de huevos producidos por tratamiento.....	34
3	Peso del huevo en porcentaje producidos por tratamiento.....	37
4	Grosor del cascarón en mm por tratamiento.....	41
5	Grosor del cascarón en mm por tratamiento.....	44
6	Mortandad de gallinas por tratamiento.....	47
7	Peso vivo al final del tratamiento.....	49
8	Relación beneficio costo para cada tratamiento de estudio.....	53

## INDICE DE ANEXOS

<b>N°</b>		<b>Página</b>
1	Mapa de ubicación del lugar de estudio (Rio Abajo – Huajchilla).....	63
2	Disposición de los tratamientos.....	64
3	Distribución del peso del huevo - medida estadounidense.....	65
4	Alimentación de las gallinas.....	66
5	Pesado del alimento.....	66
6	Toma de peso de las gallinas.....	67
7	Toma de peso de huevo.....	67
8	Medición del grosor del cascarón.....	68
9	Estado demacrado de las gallinas del tratamiento dos (2% calcio).....	68
10	Promedio del porcentaje de postura por semana durante el estudio.....	69
11	Promedio del grosor del cascarón por semana durante el estudio.....	70
12	Cantidad de huevos pequeños por semana durante el estudio (%).....	71
13	Cantidad de huevos medianos por semana durante el estudio (%).....	72
14	Cantidad de huevos grandes por semana durante el estudio (%).....	73
15	Cantidad de huevos extras por semana durante el estudio (%).....	74
16	Cantidad de huevos jumbos por semana durante el estudio (%).....	75
17	Cantidad de huevos rotos por semana durante el estudio (%).....	76
18	Peso de las gallinas al inicio del estudio (Kg.).....	77
19	Peso de las gallinas al final del estudio (Kg.).....	78

## RESUMEN

El propósito del estudio es encontrar un nivel óptimo de la cantidad de calcio en la explotación de aves de postura, una mejor calidad de cascara que permita una menor cantidad de huevos rotos y tal vez encontrar mejor calidad de vida para la gallina durante la producción, frente a la descalcificación en gallinas que están finalizando la postura. La ubicación de la granja se sitúa en la localidad de Huajchilla, cantón Mecapaca de la Provincia Murillo. La cantidad de gallinas que fueron parte del estudio fue de 180 aves, divididos en cuatro tratamientos, de la línea Lohman Brown, con una edad de 51 semanas.

Los alimentos utilizados fueron elaborados por el método algebraico, esto para los tratamientos dos, tres y cuatro (T2, T3 Y T4), la fuente de calcio utilizado para estos tratamientos fue la conchilla con 38% de pureza. Para el testigo (T1) se utilizó un alimento comercial de gallinas en producción sin la adición de calcio.

Los resultados del estudio con la aplicación de tres niveles de calcio fueron favorables para el T3 (4%Ca), con mayor producción de huevos, en cuanto al peso de huevos no se encontraron efectos considerables, mientras para el grosor del cascara fue lineal el incremento a medida que se adicionaba el nivel de calcio en la ración de las gallinas, en este caso el T4 con 6% de calcio logró mejor calidad de cascara, al contrario el T2 con 2% de calcio obtuvo la mayor cantidad de huevos rotos debido a la mala calidad del cascara, igualmente se observó que las gallinas del T2 tuvieron un peso vivo final deprimido, ya que en este tratamiento se observó la mayor cantidad de gallinas maltratadas; los T1 y T3 fueron intermedios, mientras el T4 estaban las gallinas con pesos corporales ideales, La mortalidad fue estadísticamente no significativo entre los tratamientos,

El análisis económico establece mayores ingresos en el tratamiento tres, siendo la relación beneficio/costo 1,43, mientras el tratamiento dos tuvo un bajo ingreso en comparación a los otros tratamientos, lo que indica menor cantidad de huevos para la venta.

## 1. INTRODUCCION

Bolivia es un país productor de materia prima agrícola, como la soya, maíz, sorgo y otros; gran parte de estos se destinan como alimentos en la industria avícola, para la producción de huevo y carne de pollo. Esto ayuda de gran manera en la nutrición, ya que los productos avícolas son muy accesibles al consumidor, más aun si hablamos del huevo de gallina, que es un producto nutritivo, económico y muy adecuado para la lucha contra la desnutrición sobre todo infantil, que sufre una cantidad significativa de la población mundial.

Bajo estas condiciones se tiene como meta mejorar los rendimientos productivos en el sector avícola, buscando cada día mejores ingredientes alimenticios que satisfagan los requerimientos nutricionales de las aves. Por ende las proporciones de proteínas, energía, fibra, minerales y otros deben ser analizados cuidadosamente, porque el propósito es tener un beneficio mutuo, por ello a nivel mundial se viene fomentando la producción pecuaria.

Según documentos publicados por Whitehead (1995), se revelan la gran importancia que tiene el calcio en la alimentación de las gallinas, como resultado de ello su deficiencia se expresa en la fatiga de las aves en cuestión; constituyéndose en un problema bastante serio desde hace mucho tiempo, y se ha demostrado la deficiencia de este elemento como causante de la osteoporosis.

Los reportes establecen que el calcio se constituye en uno de los elementos esenciales para el mantenimiento y producción de huevos con gran influencia en la calidad del cascaron. Siendo el componente más abundante del esqueleto de las aves que toma parte en su formación y mantenimiento, además resulta primordial en muchas otras funciones biológicas; también como cualquier ser vivo, las gallinas experimentan en la vejes baja absorción de calcio, pero contrariamente el peso del huevo se hace mas grande, lo cual hace que exista un desequilibrio de calcio, por ello se prioriza el uso de este mineral en la alimentación de gallinas de postura.

Por los antecedentes señalados, se consideró de bastante interés estudiar con propósitos de mejorar la alimentación de las gallinas ponedoras la aplicación de diferentes niveles de calcio.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar los efectos de cuatro niveles de calcio en la alimentación de gallinas de la línea *Lohman Brown* en la fase de postura dos, que comprende de 51 a 72 semanas de edad.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Determinar el porcentaje de producción y peso de huevo en las gallinas de la línea Lohman bajo el efecto de cuatro niveles de calcio.
- Evaluar la calidad de la cascara mediante el grosor y la cantidad de huevos rotos bajo el efecto de los niveles de calcio.
- Determinar el peso vivo final y la tasa de mortalidad de las gallinas de la línea Lohman Brown.
- Evaluar los costos de producción de huevos con la aplicación de diferentes niveles de calcio en la alimentación de las gallinas.

### **3. REVISION BIBLIOGRAFICA**

#### **3.1. Características de la gallina.**

Antezana (2008), señala que la gallina es la hembra del gallo, la cual se diferencia de éste en su menor tamaño, en carecer de espolones en sus patas y en tener la cresta más pequeña. Por su parte, French (1981), menciona que las gallinas abundan en muchos tamaños y colores. Ponen huevos que podrían variar en color de blancos a castaño oscuro y verde olivo a salpicado.

Para Miranda (1987) la gallina es una de las especies más conocidas y apreciadas en nuestras comunidades por su gran capacidad de producción de huevo y carne; ha convivido con el hombre y ha adaptado sus hábitos de vida a las formas de refugio que el hombre le ha proporcionado. En la actualidad este animal depende completamente del hombre para poder sobrevivir.

Por otra parte Lymbery (2002), menciona que las gallinas ponedoras conservan los comportamientos naturales de sus antepasados salvajes. Esta "Memoria Ancestral" de la manera natural de la vida de las aves se ha transmitido por generaciones de modo que las gallinas conservan la necesidad de realizar comportamientos tales como: construcción de una jerarquía, dormir en una percha, picotear y rasguñar en la tierra, bañarse con tierra, etc. Para la mayoría de las gallinas de postura del mundo, el sistema de cría hace imposible realizar la mayoría de estos comportamientos naturales.

##### **3.1.1. Origen**

Sánchez (2003), afirma que el origen de las aves de corral se sitúa en el Sudeste de Asia. El mismo autor indica que el naturalista británico Charles Darwin las considera descendientes de una única especie silvestre denominado gallo bankiva, que vive en estado salvaje, desde la India hasta las Filipinas

Así también Schopflocher (1989), señala que las gallinas como todos los animales domésticos descienden de especies silvestres, fueron domesticadas hace miles de años en el lejano Oriente, son de habito divino, omnívoras, por el consumo de diferentes alimentos.

Sánchez (2003), alega que la gallina es uno de los primeros animales domésticos que se mencionan en la historia escrita. Se hace referencia al animal en antiguos documentos chinos que indican que "Esta Criatura del Occidente" había sido introducida a China en 1400 A.C. En tallas babilónicas del año 600 A.C. aparecen gallinas, que son también mencionadas por los escritores griegos primitivos, en especial por el dramaturgo Aristófanes en el año 400 A.C. Los romanos la consideraban un animal consagrado a Marte, su «Dios de la Guerra».

### **3.1.2. Escala zoológica**

Sánchez (1995), afirma que las aves de corral pertenecen al orden de las Galliformes, la gallina domestica común o pollo, pertenece a la familia de las Fasiánidas y su nombre científico es *Gallus gallus*.

De la misma forma Amaya (2006), define la siguiente Clasificación Zoológica de las Aves.

Clase: Aves  
Orden: Galliformes  
Familia: *Phasianidae*  
Género: *Gallus*  
Nombre científico: *Gallus gallus*  
Nombre común: "Gallinas"

### **3.1.3. Características generales de la línea Lohman Brown**

Yujra (1995), cita que la línea comercial que mejor se ha adaptado a condiciones del altiplano es la Lohman Brown Classic. Línea con características de una buena ponedora de temperamento poco nerviosa, con un cuerpo mediano, son consideradas

gallinas semipesadas de color café coloradas (canelas), su peso alcanza hasta 2,200 a 2,400 Kilogramos.

A su vez Hall (2005), indica que estas líneas son robustas y que tienen cabida en numerosos mercados del mundo y muestran una buena producción de huevos, es apropiada para sistemas de alojamiento alternativo. Sánchez (2003), también indica que esta línea representa el 16,7% de la población Nacional del Perú y producen huevos marrones.

### **3.2. Situación actual de la producción de aves de postura**

Según los datos de la Asociación de Avicultores de Cochabamba, el año 2008 citado por la Red Alimentaria (2010), la producción de huevo fue de 395 millones de unidades, mientras que Santa Cruz alcanzó los 810 millones de unidades. Santa Cruz y Cochabamba tienen el control del 95 por ciento del mercado nacional en este año, el resto se reparten entre La Paz, Tarija y Chuquisaca. La producción total a nivel nacional total en 2008 fue de 1.271 millones de huevos. Las avícolas Cochabambinas y Cruceñas alcanzaron a producir 1.209 millones de unidades del total. "En huevos".

#### **3.2.1. Población de gallinas**

El Censo Avícola (2008), realizado por USAID menciona que en el Departamento de La Paz existen 23 granjas de gallinas de postura comercial, con una población de 28.670, y de 225 granjas de pollos de engorde, con una población de 237.743; esto representa un total de 266.413 aves.

#### **3.2.2. Volúmenes de producción de huevos**

En el cuadro 1. se presentan a nivel o escala nacional, las empresas productoras de huevos, por regiones y cantidades.

Cuadro 1. Producción de huevos en el ámbito nacional por empresas.

Empresa	Miles de unidades	Región
Caisy.	650	Santa Cruz
Avícola Rolon.	200	Cochabamba
Avícola Modelo.	150	Cochabamba.
Carger.	147	Santa Cruz
Inacruz.	118	Santa Cruz
Suares.	87	Santa Cruz
Avícola Mónica.	81	Santa Cruz
Avícola Vargas.	80	Cochabamba
Adolfo - El - Hage.	70	Santa Cruz
Avícola San Sebastián.	69	Santa Cruz
Avícola Hurtado.	65	Santa Cruz
Avícola MH.	65	Santa Cruz
ALG (Avícola. La Gioconda).	60	Cochabamba
Avícola Felicidad.	60	Cochabamba
Otros Productores.	764	-----
Total País.	2.666	

Fuente: (Asociación Nacional de Avicultores de Cochabamba, 2003)

### 3.2.3. Aporte al producto interno bruto.

Según la Red Alimentaria (2010), La avicultura boliviana aporta con el 3% al Producto Interno Bruto Nacional (PIB), genera un movimiento económico de unos 293 millones de dólares al año y más de 50.000 empleos directos en el ámbito nacional.

### 3.3. Nutrición de las gallinas

Sánchez (2003) menciona que las aves no tienen dientes, se tragan entero el alimento que pasa al buche donde se almacena y se mezcla con la saliva. Si palpa el buche de un ave, podrá decir si ha comido o no. El alimento pasa del buche al estómago, donde se mezcla con sus jugos antes de pasar a un órgano redondeado, de pared gruesa y musculosa llamada molleja. La molleja contiene piedrecitas pequeñas que el animal ha tragado para ayudarlo a moler el alimento para digerirlo. Los nutrientes se absorben a medida que el pienso molido pasa por el intestino.



### 3.3.1. Requerimientos nutricionales

Para Gálvez (2004), las necesidades nutricionales de las gallinas varían acorde a su edad y distingue tres tipos de alimentos: de arranque ó inicio (de 0 a 7 semanas de edad), crecimiento (8 a 17 semanas) y postura (a partir de las 19 semanas).

Cuadro 2. Recomendaciones y requerimientos nutricionales para Ponedoras.

Programa de Alimentación	Inicio 0 – 7 semanas	Crecimiento 8 – 17 semanas	Postura 19 – 52 Semanas
Energía Kcal/Kg	2.800	2.750	3.000
Proteína cruda (%)	20	16,5	16
Acido Linoleico (%)	1,5	1,2	14
Calcio (%)	1,0	0,9	3,5
Fosforo (%)	0,48	0,4	0,4
Sodio (%)	0,18	0,18	0,18
Lisina (%)	1,05	0,76	0,75
Metionina (%)	0,44	0,32	0,39

Fuente: Gálvez (2004)

Whitehead (1995), indica que las necesidades de calcio de las gallinas ponedoras se han establecido fundamentalmente sobre la base de las respuestas óptimas en producción de huevos y calidad de la cáscara.

### 3.3.2. Importancia del calcio en la nutrición de las gallinas

Según Mc Donald (1993), el calcio es el elemento mineral más abundante en el organismo animal. Es componente importante de los huesos y dientes, en los cuales se encuentra, aproximadamente el 99% del calcio total del organismo; además, es componente esencial de las células vivas y líquidos tisulares. El calcio resulta esencial para el funcionamiento de diversos sistemas enzimáticos, como los necesarios para la transmisión de los impulsos nerviosos y los responsables de las propiedades contráctiles de los músculos. Asimismo, interviene en la coagulación de la sangre. En la

sangre, el calcio se encuentra en el plasma, en cantidades que varían, en los mamíferos, entre 80 y 120mg/l; en las gallinas, la cantidad es mayor, oscilando entre 300 y 400mg/l.

Gomes, Rodríguez y Cannata (2007), afirman que en el ser humano el 99% del calcio corporal total, se encuentra en la fase mineral del hueso en forma de cristales de hidroxapatita. En el plasma se encuentra en un 50% como calcio iónico libre, un 10% ligado a aniones (citrato, bicarbonato) y un 40% ligado a proteínas (fundamentalmente albúmina). El calcio iónico es la fracción biológicamente activa y puede sufrir variaciones importantes con cambios en el pH; en situaciones de acidosis disminuye su unión a proteínas y en alcalosis aumenta.

Cuca (2005), expresa que a lo largo de los años, las necesidades de Ca de las gallinas son cada vez mayores debido a que actualmente se tienen gallinas altamente productoras de huevo, de menor peso corporal y huevos de mayor peso comparadas con gallinas de hace 30 o 50 años, donde estas eran de mayor peso corporal, producían menor número de huevos y de menor tamaño.

También indica, que el objetivo de la nutrición del calcio y fósforo durante el crecimiento de las pollitas es maximizar el crecimiento corporal y el desarrollo del hueso. Esto último es de vital importancia para conseguir las máximas reservas de calcio al iniciarse la puesta, y para compensar las pérdidas de calcio durante dicho periodo. Las necesidades de recría de pollitas para estos nutrientes, y también para la vitamina D, se establecen a menudo experimentalmente a partir de las respuestas en ganancia de peso vivo. Debido a la importancia de la calidad del hueso para la gallina, se recomienda que las normas de alimentación se establezcan en base a una máxima mineralización ósea.

En Volvamos al Campo (2006), se menciona que el momento ideal para suplementar calcio adicional son las horas de la tarde en gallinas en producción, ya que es en este momento del día cuando el ave tiene el mayor requerimiento. Debido a que resulta poco práctico suministrar el calcio en forma independiente, aparentemente la única solución es suplementario mezclado con la dieta. La gallina tiene la posibilidad de escoger y

consumir los pedazos de piedra caliza o la harina de conchas hacia el final de la tarde, cuando el calcio es requerido.

Por otra parte Cheng y Coon (1990) mencionado por Whitehead (1995), indican que las aves aparentemente son capaces de adaptarse fácilmente cuando el carbonato cálcico de la dieta se cambia de productos de alta a baja solubilidad. Existen también evidencias de que el status cálcico de las gallinas tiene una influencia importante sobre la solubilización y retención del calcio, de modo que gallinas con déficit pueden aumentar la absorción y retención del calcio de la dieta.

Antezana (2008), menciona que las dietas contienen todo el calcio requerido por el ave, en la mayoría de las circunstancias. Sin embargo, si se presentan problemas de calidad de la cascara en épocas calurosas o si las pollas han comenzado la postura demasiado jóvenes y presentan el pico de producción prematuramente, puede ser aconsejable elevar los niveles de calcio por lo menos en un 0,4%.

### **3.3.2.1. Relación del calcio con el desarrollo óseo**

Cuca (2005), expresa que el crecimiento de los huesos largos en pollos tiene lugar según el proceso de osificación endocondrial. Los condrocitos de las placas de crecimiento óseo pasan por procesos de desarrollo, proliferación y diferenciación. Durante la diferenciación, las células secretan una matriz de colágeno intracelular que permite el inicio de la mineralización con fosfato cálcico. A esto le sigue la formación del hueso por la acción de los osteoblastos. La remodelación posterior del hueso es un proceso continuo con reabsorción ósea debida a los osteoclastos, seguida de nueva formación de hueso por los osteoblastos.

El mismo autor revela que las necesidades de calcio de las pollas de recría se cubren con concentraciones de 8,0 a 9,0g/kg de pienso. No hay datos que indiquen que dar alimento con mayor contenido en calcio tenga un efecto beneficioso en incrementar la masa ósea. Sin embargo, los resultados de un reciente experimento sugieren una pequeña, pero estadísticamente significativa, mejora la calcificación ósea durante la

recría, cuando el carbonato cálcico se suministra en forma de partículas respecto a su suministro en forma de polvo.

Whitehead (1995), menciona que el ejercicio puede ser importante para alterar el balance de equilibrio entre formación de hueso y reabsorción. Sin embargo, esto parece ser más importante en animales adultos porque se ha observado que la recría de pollas en jaulas o en el suelo no influye sobre la cantidad de hueso formado durante el periodo de crecimiento.

Antezana (2008), indica que el útero de la gallina demanda Ca a una tasa de 100 a 150mg/h aproximadamente. A este ritmo, el Ca de la sangre se agotaría en 12min, si no hay aumento de la absorción del Ca del intestino y la tasa de recambio del hueso. Esto significa que la gallina posee un mecanismo homeostático importante.

Del mismo modo, señala que la homeostasis del calcio se logra por el equilibrio de la absorción eficiente del Ca intestinal, la excreción renal del calcio y del metabolismo mineral del hueso para llenar las necesidades de este elemento en las aves. Las hormonas principales que controlan este balance son la hormona paratiroidea (PTH), calcitonina, 1,25 dihidroxicolecalciferol [1,25(OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub>] y estrógenos.

En gallinas en postura, la demanda de Ca aumenta durante el período de producción y se cubre por un incremento en la absorción de Ca del intestino y una reducción de la excreción del calcio por el riñón. También se ha reportado que la absorción de Ca en el intestino aumenta en gallinas con dietas bajas en calcio suplementadas con vitamina D<sub>3</sub>. En condiciones de bajo consumo de calcio, se produce más 1,25(OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub> por el riñón. El esqueleto también responde a la restricción de Ca aumentando la absorción de este mineral, y el riñón aumenta la reabsorción tubular del calcio (Cuca, 2005).

### **3.3.2.2. Relación del calcio con la calidad de la cascara**

Según Gutiérrez (2008), el calcio es uno de los elementos necesarios para el mantenimiento, producción de huevo y buena calidad del cascarón. Por su parte, Cuca (2005), señala que es importante la deposición de Ca en el cascarón, que pesa de 5 a

6g y contiene cerca de 2g de Ca y el peso típico de las gallinas es de  $\pm$  2kg. El esqueleto de las gallinas contiene un total de aproximadamente 20g de calcio. Consecuentemente, cada huevo contiene cerca del 10% del total del calcio corporal. Si se considera que el ciclo ovulatorio de la gallina de postura es de 25-26 horas, se puede estimar la necesidad/gallina 1g de Ca/kg de peso corporal/día para la formación del cascarón. Los requerimientos de Ca para las gallinas en producción son considerables, el transporte eficiente de calcio hacia el útero es de enorme importancia.

Por otra parte, Cheng y Coon (1990) mencionado por Whitehead (1995), indican que la cáscara del huevo está compuesta básicamente de carbonato cálcico, constituyendo el 10% del peso/huevo. Una gallina que produzca un huevo de 56g necesita consumir al menos 2,2g de Ca/día. Cuando el Ca se provee en forma de carbonato en polvo, una retención en 60% significa que el contenido de calcio en la dieta será al menos 3,75% cuando el consumo diario de pienso es de 100g. Estudios recientes reportan mejoras de calidad de la cáscara, por consumos mayores a 4g de Ca/día.

La mejora sustancial en la calidad de la cascara, según Gutiérrez (2005) es proporcionar parte del calcio de la dieta en forma de harina de conchas o de pequeños trozos de piedra caliza; sin embargo, los requerimientos de calcio de la gallina es relativamente baja, excepto durante el momento en que se está llevando la formación de la cascara; la fuente de calcio durante esta fase proviene del alimento residual en el tracto digestivo y de las reservas presentes en el hueso medular.

Cuca (2005), expresa que es importante mencionar que en la avicultura utilizan más Ca a medida que las gallinas se hacen viejas, sin justificación científica de que esto sea de beneficio para mejorar la calidad del cascarón; la razón por la cual la industria avícola realiza, es debido a la edad y las necesidades de Ca para la formación del cascarón se incrementan por el aumento de su peso, que sucede por el aumento del peso del huevo. Sin embargo, la habilidad de las gallinas de absorber Ca del intestino y movilizar desde los huesos medulares, se reduce con la edad debido a la pérdida de Ca de los huesos.

Lera (2005) señala, a medida que las ponedoras envejecen, se observa una disminución neta de la calidad de la cascara; para lo cual, cita diversos factores que participan en este fenómeno:

- El peso de la cascara aumenta con la edad, generalmente lo hace de manera menos rápida que el aumento del peso del huevo.
- Al aumentar el porcentaje de peso de la cáscara, consecuentemente el peso específico de los huevos disminuyen con la edad de las aves.
- Se registran fenómenos fisiológicos, como la reducción de la capacidad del intestino para asimilar el Ca de la dieta y otros no completamente conocidos juegan un papel en esta degradación de la calidad.

Por esta razón, se aconseja adecuar los niveles de Ca y P asimilable de la dieta, no solo en función del consumo del alimento real, sino de la edad de las aves para garantizar una mejor persistencia de la calidad de la cascara.

### **3.3.2.3. Efectos de la deficiencia de calcio**

Para Sánchez (2003), la falta de calcio en el pienso puede originar:

- Curvamiento de los huesos de las patas, con lo que las aves no caminan bien.
- Huevos de cascara delgada o huevos sin cascara.

Mc Donald (1993), indica que si la ración de los animales jóvenes en crecimiento es deficiente en calcio, no puede realizarse la osificación normal y se presenta el raquitismo. Los síntomas del raquitismo son: huesos mal formados, engrosamiento de las articulaciones, cojeras y rigidez.

El mismo autor menciona que en los animales adultos, la deficiencia de calcio determina la osteomalacia, en la que el calcio movilizado de los huesos no es reemplazado. En la osteomalacia, los huesos se hacen frágiles y se fracturan con facilidad. En las gallinas, la deficiencia origina el ablandamiento del pico y los huesos,

retraso del crecimiento y extremidades arqueadas; la cascara de los huevos es muy fina, y la producción descende. Los síntomas correspondientes al raquitismo y la osteomalacia no son específicos para el calcio.

Whitehead (1995), menciona que la osteoporosis resulta de cambios importantes en la biología de las células que se originan al comienzo de la etapa reproductiva y no parece posible prevenir con una buena alimentación. Sin embargo, una alimentación inadecuada puede acelerar la aparición de la osteoporosis; por ello resulta vital de evitar deficiencias en Ca, P y vitamina D, durante el periodo reproductivo; de lo contrario, causa osteomalacia, que también puede resultar en un aumento de la reabsorción de minerales del hueso reticular, originando osteoporosis.

Así también indica, que la osteoporosis puede producir severas consecuencias en relación con el bienestar y la productividad de las aves. La pérdida de médula espinal deja expuesto a los nervios espinales, causando parálisis. El debilitamiento de otros huesos conduce a una mayor susceptibilidad a fracturas durante la fase de puesta, el vaciado de las naves y transporte a la planta de procesado, así como en el curso del procesado de las canales.

Una encuesta europea reciente en granjas de gallinas en batería ha mostrado que el 10% de las aves tiene fracturas durante la puesta y que otro 16% sufre fracturas durante su transporte, hasta un 98% de las canales de gallinas de desvieje pueden contener uno o más huesos rotos durante el procesado, esto puede suponer problemas de calidad de la carne debido a la presencia de astillas de huesos (Whitehead, 1995).

### **3.4. Características del huevo de la gallina**

Murillo (2008) indica que el huevo en promedio pesa 58g y tiene un volumen de 53cc. Del total, 39g corresponden a agua (67%), 7g a proteínas (12%), 6,2g a lípidos (10,7%), 0,3g a hidratos de carbono (0,5%), 2g a calcio (3,4%), y el resto a minerales, oligoelementos y otros. La totalidad de los lípidos que contiene el huevo se encuentran en la yema, la proteína está compartida entre la yema (3,3g) y clara (3,5g), prácticamente todos los minerales y calcio están presentes en la cascara.

Hafez-Hafez (2000), señala que el huevo está formado básicamente por tres componentes: la yema, que es equivalente al óvulo microscópico de los mamíferos; la albúmina, o clara del huevo, que es secretada por el aparato reproductor; cascarón que proporciona la protección y los minerales al embrión en desarrollo. Cada uno de estos componentes principales es física y químicamente complejo.

La clara rodea a la yema, y su acción bactericida asume una verdadera función protectora, se pueden distinguir cuatro capas de claras: 1º es espesa y envuelve a la yema, que corresponde al 3% de la clara y a su vez envuelve a la chalaza membrana que mantiene a la yema en el centro del huevo, 2º es fluida corresponde al 17%, 3º es espesa con el 57%, y la 4º capa es fluida es del 23% de la clara, que está envuelta por la membrana del huevo, le sigue la fáfara que se divide en dos la fáfara exterior que conforma la cámara de aire (Antezana, 2008).

La yema es la parte central del huevo, de color amarillo y varía según la alimentación de la gallina ponedora; el color no es un indicativo de su contenido nutricional. Es una fuente importante de vitaminas, minerales, de la mitad de la proteína y de toda la grasa y colesterol del huevo. El disco germinativo es la leve depresión poco perceptible a un lado de la yema (Sánchez, 2007).

Así también Barroeta (S/A) menciona que la cascara se sitúa sobre las membranas testáceas (interna y externa) y está cubierta por la cutícula orgánica; tiene un grosor aproximado de 0.35mm, siendo el 90% carbonato cálcico, presentando entre 7000 y 15000 poros que permiten el intercambio gaseoso con el exterior. El autor divide la cáscara en las membranas:

- Las membranas testáceas (interna y externa, representan un 3%) están formadas por un entramado de fibras constituidas por un núcleo proteico rodeado por una cubierta hidrocarbonada. Ambas membranas están fuertemente adheridas excepto en la zona de la cámara de aire, cuyo volumen aumenta en función del tiempo y condiciones de almacenamiento. Además de que las dos ejercen un papel protector de la contaminación microbiana, la membrana externa tiene la función de soporte de la verdadera estructura cristalina que se constituye como cascara.



- La capa mamilar está constituida por núcleos o conos anclados a las fibras de la membrana testácea externa y sobre los que se realiza la calcificación.
- La capa en empalizada constituida por las columnas de carbonato cálcico que se van formando y entrelazando.
- Capa de cristales verticales, donde la cristalización cambia de dirección.
- La cutícula cubre los poros y le da el aspecto brillante. Se mantiene húmeda unos minutos tras la puesta.

### **3.5. Producción de huevos de gallina**

La hembra tiene sus órganos sexuales compuestos por un ovario y el oviducto. El ovario posee pequeñas e innumerables unidades llamadas óvulos, los que a partir de los 5 a 6 meses de edad inician su maduración uno a uno. Diariamente o cada dos o tres días termina su maduración uno de estos óvulos (la yema del futuro huevo) y sale hacia el oviducto o canal a través del cual se le incorporará la clara y la cáscara, completándose la formación del huevo y expulsándose a través de la cloaca (Crianza casera de aves, 1989)

Volvamos al Campo (2006), durante la postura en piso y al concluir la etapa de levante (18 a 20 semanas de edad), comienza el periodo de producción o de posturas; en estas semanas se colocan los ponederos y se les cambia el alimento de levante por el de postura, cuidando el nivel de la ración de manera que no falte alimento y además que el consumo no sea excesivo.

#### **3.5.1. Índices de producción**

French (1981) menciona que el número de huevos que una gallina pone en un año varía de cero a 290, o sea uno diario. Las gallinas ponedoras comúnmente comienzan a producir huevos entre los seis y ocho meses de edad, dependiendo de su salud y de la época del año; las crianzas mejoradas comienzan a poner de los cinco a los seis meses de edad, y bajo buenas condiciones pondrían entre 180 y 365 huevos al año, con una parvada promedio de cien aves produciendo de 240 a 280 huevos por ponedora.

### 3.5.2. Curva de producción de huevos

La puesta suele iniciarse en aves reproductoras livianas alrededor de la semana 20, la producción aumenta con gran rapidez y suele alcanzar su máximo hasta la semana 30, este período se conoce como *fase pico*, aquí la intensidad de puesta se sitúa entre el 90 y el 97%. Una vez rebasado el máximo, la curva de puesta va descendiendo progresivamente reduciendo la producción hasta un 80 a 85%, este periodo se lo conoce como *fase I* (31 a 50 semanas). De las 51 hasta 72 semanas de edad se denomina *fase II*, en el cual la producción de huevos reduce alrededor del 70% dependiendo de las líneas, (Antezana, 2008).

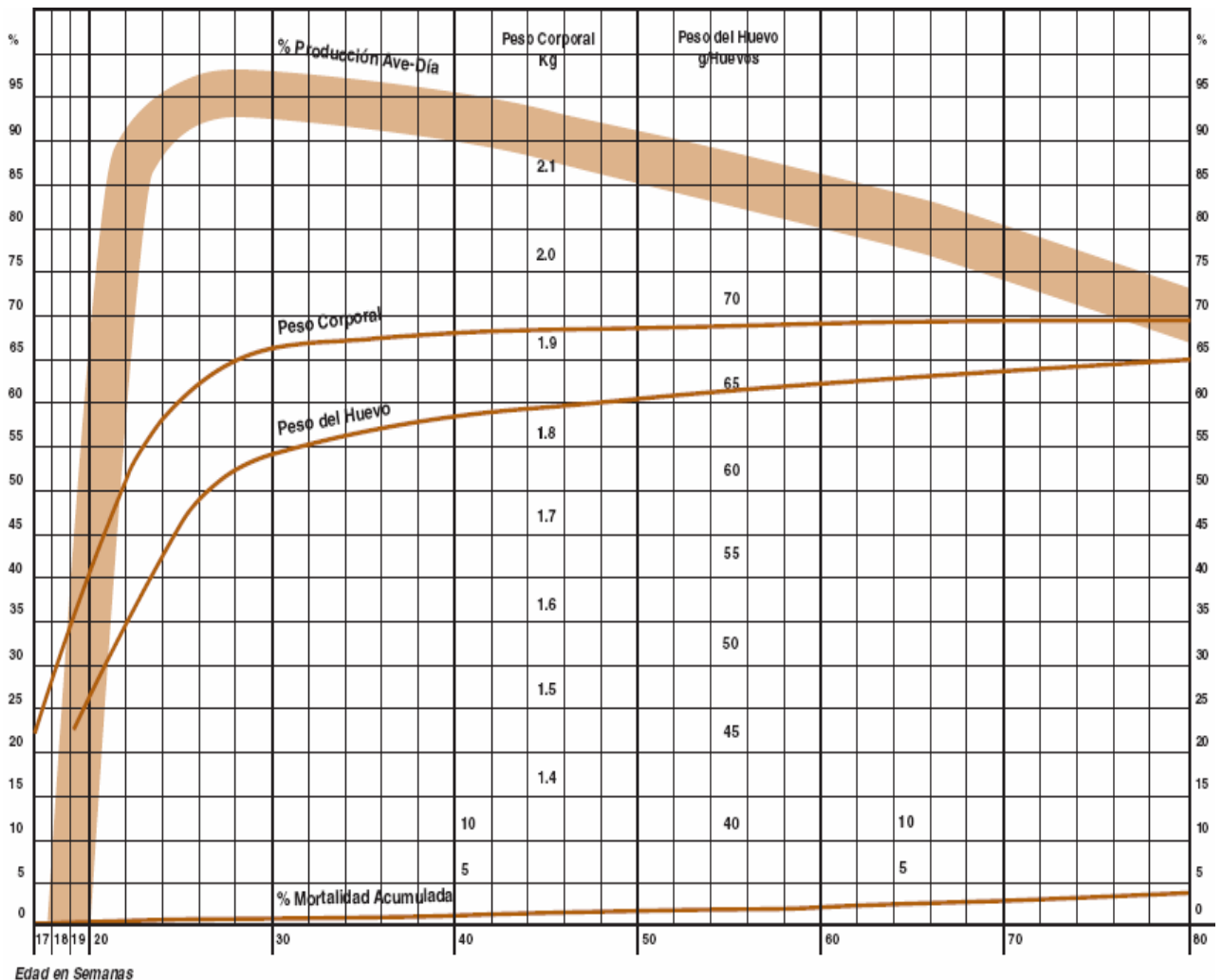


Figura 1. Curva de producción de huevos (Guía de Manejo Comercial, 2005 – 2007).

### 3.5.3. Clasificación del huevo de gallina

Sainsbury (2002), mencionado por Cornejo (2006), realiza una clasificación de los huevos por su forma en: redondeados, achatados y alargados etc., todas estas formas son tomadas como defectos de forma y no son incluidos como huevos comerciales por que muchas veces tienen ausencia de yema presentando solo albúmina. También presenta problemas por su forma, con relación al empaque

Con respecto al tamaño, varían según las empresas y para la clasificación por el color del huevo es separar de color blanco de los de color café. El factor que determina el color de la cascara es la raza de la ponedora Las gallinas Rhode Island rojas ponen huevos cafés y las Leghorn ponen huevos blancas (Cornejo, 2006).

Sánchez (2007), menciona la clasificación de huevos por dígitos:

- 0 = para la producción ecológica.
- 1 = para la producción campera.
- 2 = para la producción en el suelo.
- 3 = para la producción en jaulas.

#### 3.5.3.1. Peso del huevo

La distribución del huevo según el peso, la Guía de Manejo Comercial (2005 2007) establece la siguiente clasificación (Cuadro 3.)

Cuadro 3. Distribución y clasificación del huevo de acuerdo al peso (gramos) – Estadounidense

Bajo	Pequeño	Mediano	Grande	Extra Grande	Jumbo
< 43g	43 – 50g	50 – 57g	57 – 64g	64 – 71g	> 71g

Guía de Manejo Comercial, 2005 – 2007.

### **3.5.3.2. Calidad de la cascara**

Lera (2005) menciona que la calidad de la cascara de los huevos es uno de los aspectos de calidad de mayor trascendencia en la producción de huevos comerciales. El incremento de los intercambios de huevos en cascara, las últimas generaciones de máquinas clasificadoras, con métodos cada vez más sofisticados que detectan roturas y las exigencias son cada vez mayores de los centros de comercialización de huevos etc. Son muchos los factores que condicionan la calidad externa del huevo, como:

- Genética
- Fisiología: edad, ciclos de puesta...
- Condiciones ambientales: temperatura, ventilación...
- Instalaciones y equipo: tipo de baterías, sistemas de recogida. .
- Estado sanitario: bronquitis, neumovirus, mycoplasma, etc.
- Manejo: programas de iluminación, edad a la madurez sexual...
- Nutrición: niveles y disponibilidad de Ca y P, vitamina D, oligoelementos...

El mismo autor indica la importancia de estudiar con cierta profundidad las posibles causas que pueden incidir en un aumento del porcentaje de roturas, sin olvidar que, frecuentemente, pueden deberse a lo que se podrían denominar causas ajenas al ave, como mantenimiento defectuoso de las baterías y sistemas de recogida, deficiencia en la recogida y manipulación de los huevos etc.

### **3.6. Estudios sobre la producción de huevos**

Se sabe desde 1920 que la restricción de calcio en la dieta de las gallinas en postura produce una reducción de la producción de huevos y que el cascarón es más delgado. Se conoce que una disminución severa en el grosor del cascarón está asociada con la edad de la gallina y es un problema serio en las ponedoras, lo cual provoca que haya más huevos rotos durante la producción y el procesamiento (Cuca, 2005).

Roland (1996), mencionado por Cuca (2005) establece, cuando alimentó gallinas de 21 a 32 semanas de edad con seis niveles de Ca (2,5-5% con intervalos de 0,5) encontró

que al aumentar el nivel de calcio en la dieta incrementó linealmente la producción de huevo con el consumo de alimento y la gravedad específica del huevo. El peso del huevo tuvo una respuesta cuadrática como se indica en el cuadro 4.

Cuadro 4. Influencia del nivel de calcio en las variables productivas y en la calidad del cascarón en gallinas Leghorn (20-32 semanas de edad).

Niveles de calcio (%)	Producción de huevo (%)	Gravedad específica	Peso del huevo (g)	Consumo de alimento (g)
2,5	(*L) 74,2	(*L) 1,0822	(LQ) 49,4	(*L) 80,5
3,0	74,9	1,0839	49,3	80,1
3,5	76,5	1,0860	49,4	81,4
4,0	76,8	1,0874	50,2	81,8
4,5	77,0	1,0880	49,5	82,4
5,0	72,2	1,0885	49,6	83,5

\*L = Lineal \*LQ = Efecto cuadrático.

Roland et al., 1996

Cuca (2005), realizó un experimento con gallinas de segundo ciclo de postura (79 semanas de edad) para evaluar cinco niveles de calcio 2,75; 3,25; 3,75; 4,25 y 4,75% en tres períodos de postura. Las variables evaluadas fueron: huevos producidos, consumo de alimento, conversión alimenticia, gravedad específica, peso del huevo y grosor del cascarón; estableciendo, que el nivel de calcio en la dieta afectó ( $P < 0,05$ ) el peso del huevo, grosor del cascarón, pero no la producción de huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia y gravedad específica. A medida aumenta la edad incrementa el consumo de alimento, producción de huevo, conversión alimenticia y gravedad específica del huevo y el grosor del cascarón disminuye, pero no el peso del huevo.

Al respecto, Keshavarz y Nakajima (1993) no encontraron diferencias en la producción de huevos, consumo de alimento, peso y masa del huevo, gravedad específica y conversión alimenticia, al aumentar el nivel de Ca de 3,5 a 5,5% por etapas o el total del experimento como se aprecia en el cuadro 5.

Cuadro 5.- Efecto de los niveles de calcio en gallinas Leghorn de 20 a 64 semanas de edad en la producción de huevos

Niveles de calcio (%)	Producción de huevo (%)	Conversión alimenticia	Peso del huevo (g)	Consumo de alimento (g)	Gravedad específica
3,5	79,9	2,26	58,9	106	1,0788
4,0	80,7	2,28	58,4	107	1,0797
4,5	80,1	2,27	58,8	106	1,0799
5,0	81,1	2,27	58,6	107	1,0800
5,5	80,0	2,28	58,7	106	1,0799

Modificado de Keshavarz y Nakajima, 1993

Del mismo modo Keshavarz y Nakajima (1993), mencionan que 3,75% de Ca es adecuado para la formación del cascarón y que las gallinas en postura pueden tolerar altos niveles de Ca (6g/gallina/día) sin tener efectos negativos en postura, consumo de alimento, etc.

García et al., (2002), utilizaron gallinas de Hy-Line W-98 de 23 a 38 semanas de edad, para evaluar el efecto de cinco niveles de calcio (2,75; 3,25; 3,75; 4,25 y 4,75%) en la calidad del cascarón y las variables productivas, observaron que el nivel de calcio no afectó ( $P>0,05$ ) el grosor del cascarón, el peso individual, ni la gravedad específica; en cambio, el porcentaje de postura, producción de huevo, consumo de alimento y la conversión alimenticia fueron afectados y el análisis de regresión lineal mostró que la producción de huevo más alta se logró con 4,25% de calcio, mientras que la mejor conversión alimenticia con 4,56%. Por su parte, Cuca (2005) indica que el peso del huevo no aumentó al incrementarse los niveles de Ca de 2,68 a 3,86%.

Chandramoni et al. (1998), en un experimento con gallinas White Leghorn, probaron cinco niveles de calcio (26,0; 29,0; 32,5; 36,0 y 39,0g/kg) por un período de 120 días, e informaron que el consumo de alimento y peso del huevo no se afectaron con los niveles de calcio; en cambio, la producción de huevo, peso y grosor del cascarón se mejoraron conforme se incrementó el nivel de calcio en la dieta ( $P<0,05$ ), obteniéndose la mejor respuesta con el nivel de 39g/kg.

Reddy et al. (1968), mencionan que el requerimiento de Ca es mayor de 3.0% en la dieta. Se ha demostrado con Ca radioactivo que de los parámetros medidos, solamente la retención de Ca fue diferente (mayor) para las gallinas que producían cascarones gruesos contra las que producían cascarón delgado. Probablemente las necesidades de calcio para producción de huevo son diferentes a las que se requieren para cascarones gruesos.

Bar et al. (2002), llevaron a cabo tres experimentos con gallinas de segundo ciclo de postura, de 401 a 648 días de edad, de la línea Lohman, utilizaron dietas con diferentes niveles de calcio (25 a 50g/kg de Ca), proporcionados a diferentes edades; los resultados sugieren que los requerimientos de calcio para la calidad de cascarón en gallinas adultas fue mayor que 3,25% recomendado por el NRC (1994), dichos resultados se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Comportamiento productivo de gallinas Lohman con diferentes niveles de calcio.

Nivel de calcio (%)	Consumo de alimento (g/día)	Producción de huevo (gallina/día)	Peso del huevo (g)	Peso del cascarón (g)	Grosor del cascarón (mg/cm <sup>2</sup> )
401 a 456 días de edad					
3,5	103	0,91	67a	5,83	75,9b
4,8	104	0,93	65b	5,87	77,3 <sup>a</sup>
462 a 543 días de edad					
2,4	116	0,79b	70	5,64c	71,2c
3,6	117	0,85a	69	5,96b	75,4b
4,9	118	0,86a	69	6,12a	77,4 <sup>a</sup>
565 a 648 días de edad					
4,0	126	0,86	72	6,13b	76,0b
5,0	127	0,88	72	6,30a	78,2a

(P>0.05) Modificado de Bar et al., 2002.

### 3.7. Técnicas para el estudio de la producción de huevos

#### 3.7.1. Porcentaje de producción

Antezana (2008), indica que el porcentaje de postura se mide con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Postura} = (\text{N}^\circ \text{ de huevos día} / \text{N}^\circ \text{ de gallinas totales}) \times 100$$

### 3.7.2. Calidad de la cascara

Cuca (2005), menciona los siguientes métodos para la medición de la calidad de la cascara.

**Indirectos:** Son métodos no destructivos, que permiten muchas medidas y el huevo puede después utilizarse.

- Gravedad específica: Es el más usado para estimar el grosor del cascarón debido a la rapidez, práctico y económico. Puesto que la gravedad específica de un huevo está relacionada con el grosor del cascarón, a medida que la gravedad específica aumenta, indica un mayor grosor del cascarón y fuerza estructural.
- Deformación no destructiva: es una propiedad del cascarón para doblarse o desviarse cuando se aplica una fuerza.

**Directos:** Es un método que forzosamente se debe sacrificar un número determinado de huevos, para su medición con pie de rey.

### 3.7.3. Costos de producción de huevos

En la relación beneficio costo es común encontrar para su análisis económico, al respecto, Salinas (2002) mencionado por Morales (2009), señala 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 perdida.

$$\text{Beneficio/Costo} = \text{Beneficio en efectivo/Costo de producción}$$

### 3.7.4. Peso del huevo

La clasificación por peso es la más sencilla; bastara con separar los huevo en lotes de un peso lo más uniforme posible, con un peso promedio por huevo va de 35g hasta los 70g (Gutiérrez, 2005).



## **4. MATERIALES Y METODOS**

### **4.1. Localización**

El presente estudio se desarrolló en una granja privada, ubicado en la comunidad de Huajchilla, del cantón Mecapaca, segunda sección de la provincia Murillo. Al norte limita con el municipio de La Paz, al este con Palca, al sur con las provincias de Aroma y Loayza y al oeste con el municipio de Achocalla (INE, 1999).

El lugar de estudio se encuentra distante a 17,3km de la sede de gobierno, a una altitud de 3039m.s.n.m. geográficamente se esta ubicada entre los paralelos 16° 37'43,42" de latitud Sur y 68° 03'23,22" de longitud Oeste. (Google Eart, 2010).

#### **4.1.1. Características topográficas y climáticas de la zona de estudio**

El relieve topográfico del sector se caracteriza por presentar pendientes fuertes en la parte superior de la sub-cuenca y pendientes bajas en el lecho de deyección del curso de agua que la conforma, siendo estas terrazas bajas aledañas al río La Paz. (Vargas y Hayacawa 1997).

La zona presenta clima templado con una temperatura promedio anual de 18°C con temperaturas mínimas en invierno de 1°C y máximas extremas que llegan hasta 30°C. (Ahenke 1997).

## **4.2. Materiales**

### **4.2.1. Material Biológico**

Para el siguiente estudio se emplearon 180 gallinas de la línea Lohman Brown de 51 semanas de edad.

### **4.2.2. Insumos Alimenticios**

- Afrecho de trigo
- Conchilla
- Maíz amarillo (frangollo)
- Pre-mezclas (minerales y vitaminas)
- Sal común
- Sorgo
- Torta de soya

### **4.2.3. Materiales de Campo**

- Balanza digital calibrado (1g)
- Balanza tipo reloj (capacidad máxima de 50kg)
- Cal viva (desinfectante de calzados)
- Cámara fotográfica
- Cinco baldes
- Cuatro bebederos tipo canaleta (artesanal)
- Diclovan (desparasitante de galpones)
- Maples
- Ocho comederos rectos de metal (artesanal)
- Registros
- Tablero de campo
- Termómetro (máximos y mínimos)
- Vernier digital calibrado (0,01mm)

### **4.3. Métodos**

#### **4.3.1. Características del ambiente**

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo en un galpón con dimensiones de: 12m de largo y de 3,8m de ancho, con orientación Este a Oeste. Los vientos provenientes del Sur se aminoraron con la parte posterior del galpón (pared cerrada) que no permitió el ingreso de corrientes frías al interior del ambiente. La ventilación principal que tuvo el galpón fue la pared orientada al Norte, esta es de adobe en su parte inferior con 0,8m de alto, y 1,2m de alambre tejido, lo que sumados hacia 2m de altura.

La pared orientada al Este es de adobe y el ingreso al galpón es por la parte Oeste del galpón con una puerta de 1m de ancho y 1.8m de alto. El depósito de alimentos y huevos es un pequeño ambiente antes del ingreso al galpón, con medidas de 3,8m x 2,5m.

#### **4.3.2. Elección de las líneas de gallinas de postura**

La granja cuenta con gallinas de la línea Lohman Brown; mayormente las granjas avícolas para la producción de huevos en la zona, utilizan esta línea debido a sus buenos rendimientos y capacidad adaptativa a las condiciones locales.

#### **4.3.3. Preparación de instalaciones**

- El interior del galpón fue dividido en 4 compartimientos, con malla (alambre tejido) y madera, Las dimensiones fueron: 4m de largo, 3,8m de ancho y 2,3m de alto.
- Cada compartimiento tenía 12 nidales (de adobe) sobrepuestos, 6 arriba y 6 abajo, cada uno de 40cm de ancho, 35cm de fondo y 35cm de alto.
- Los compartimientos contaban con dos comederos rectos de metal (artesanal) de 2m de largo y 30cm de ancho. El bebedero tipo canaleta con agua constante estaba

instalado a una bomba automática que mantenía el agua a un mismo nivel, y este se hallaba adherido a la pared de división de los bloques.

- Dos semanas antes del experimento como medida de bioseguridades, el galpón en general fue desinfectado con Diclovan, utilizando una mochila fumigadora de 20 litros de capacidad, con el fin de eliminar el acaro rojo de la gallina, o cualquier otro paracito perjudicial. Las gallinas se encontraban en el interior del galpón ya que el producto menciona que es inofensivo para la salud de las aves.
- Previo al experimento, las gallinas de la granja consumían alimento balanceado comercial, que posteriormente fue utilizado como testigo del estudio.

#### 4.3.4. Preparación de insumos alimenticios y sanitarios

En el tratamiento uno (T1=Testigo) las aves de postura recibieron alimento balanceado comercial para la producción de huevos. En cambio para los tratamientos dos, tres y cuatro (T2, T3 y T4) se elaboraron un balanceado propio, para lo cual se utilizó el método algebraico que permitió determinar las cantidades necesarias de cada uno de los insumos. La ración se formuló en base a dos componentes: energía metabolizable y proteína bruta y el porcentaje de fibra cruda (FC) esta dentro de lo requerido con un 3.69%, según, Volvamos al Campo (2006) acepta hasta un 6% de FC máximo en ponedoras. En el cuadro 7. se presenta la composición química e insumos empleados.

Cuadro 7. Composición bromatológica en 100 kilogramos del alimento balanceado elaborado, para alimento de aves de postura en la granja.

Insumo	Cantidad kg	PC	EM	Aporte				
				PC %	EM Mcal	Fibra	Ca	P
Maíz	51,31	0,088	0,0337	4,515	1,729	1,129	0,0103	0,0513
Sorgo	21,99	0,085	0,0322	1,869	0,708	0,484	0,0066	0,0198
Afrecho	7,34	0,148	0,0126	1,086	0,092	0,954	0,0088	0,0169
T. Soya	19,36	0,440	0,0243	8,518	0,470	1,123	0,053	0,0542
	100,00			15,99	2,999	3,69	0,079	0,142

Para la compensación de vitaminas, aminoácidos y minerales, se utilizaron una premezcla; donde la fuente de calcio para las raciones establecidas fue a base de conchilla de mar con un porcentaje de pureza del 38,0% y esta ración formulada fue mezclada adecuadamente e uniformemente.

Con respecto a los niveles de calcio, esta se incorporó en proporciones del 2,0%, 4,0% y 6,0% para los tratamientos dos, tres y cuatro respectivamente, sobre la ración mencionada anteriormente.

#### **4.3.5. Tamaño de muestra**

Cada tratamiento contaba con 45 gallinas. El total de gallinas de estudio fue de 180, esta cantidad está dada por la dimensión y su capacidad del galpón (5gallinas/m<sup>2</sup>), para la tabulación de datos se obtuvo los promedios de los siete días de la semana. Obteniendo un total de 22 datos por tratamiento desde el principio hasta el final de estudio

#### **4.3.6. Procedimiento experimental**

##### **4.3.6.1. Distribución de las gallinas por tratamientos**

Para la confiabilidad de los datos del estudio se dividió en cuatro bloques, en cada “bloque” se dispuso 45 gallinas de la misma edad como muestra el siguiente cuadro (8).

Cuadro 8. Número de aves de postura por tratamiento (con diferentes raciones).

<b>Alimentación</b>	<b>Nº de gallinas</b>
Alimento Comercial (testigo)	45
Ración balanceada (2,0% Ca)	45
Ración balanceada (4,0% Ca)	45
Ración balanceada ( 6,0% Ca)	45
<b>Total</b>	<b>180</b>

#### **4.3.6.2. Proceso de alimentación**

Durante el estudio la alimentación se distribuyó dos veces por día; el primero a las 8:00a.m. y el segundo a las 3.00p.m. Cada bloque fue un tratamiento con diferentes niveles de calcio entre estos. La cantidad de alimento ofrecido por gallina fue de 112g/día según la guía de manejo comercial (2005-2007).

Las bebedores en los bloques se lavaron diariamente en las mañanas en forma preferencial; para posteriormente ser llenados con agua limpia para todo el día.

#### **4.3.7. Técnicas de muestreo y registro de datos**

##### **4.3.7.1. Evaluación del porcentaje de producción**

La cantidad de huevos producidos fue registrado en porcentaje, mediante la formula de porcentaje de postura mencionado por Antezana (2008). Cada fin de semana los datos de los siete días de cada tratamiento fueron promediados con el fin de ser utilizados en la tabulación de datos.

$$\% \text{ Postura} = (\text{N}^\circ \text{ de huevos día} / \text{N}^\circ \text{ de gallinas totales}) \times 100$$

##### **4.3.7.2. Medición de peso de huevo**

El pesado de huevos se realizó semanalmente, utilizando una balanza de precisión. Para la categorización del tamaño del huevo se emplearon la tabla de distribución del peso de huevo (Sistema americano) descrito en la guía de manejo comercial (2005-2007). Todos los datos fueron transformados en porcentaje para una mejor interpretación.

#### **4.3.7.3. Obtención de curva de postura**

Este parámetro fue calculado con la fórmula citada por Antezana (2009). La cual permitía tener la cantidad de huevos en porcentaje y de esta manera llevarlo a la tabla de curva de postura para ver el comportamiento en la producción de huevos por cada tratamiento.

$$\% \text{ Postura} = (\text{N}^\circ \text{ de huevos día} / \text{N}^\circ \text{ de gallinas totales}) \times 100$$

#### **4.3.7.4. Medición del grosor del cascarón**

Semanalmente se midió en milímetros el grosor del cascarón de siete huevos por tratamiento, siendo un total de 28 muestras por semana de los cuatro tratamientos, estos fueron escogidos al azar, el instrumento utilizado fue un vernier digital calibrado a 0,01mm,

#### **4.3.7.5. Cuantificación de huevos rotos**

Uno de los indicadores de la dureza del cascarón fue la cantidad de huevos rotos por tratamiento, este dato se obtuvo con una simple regla de tres. La presencia de estos datos se registró generalmente al final del día; para ello se aplicó la siguiente expresión matemática.

$$\% \text{ H. rotos} = (\text{N}^\circ \text{ de huevos rotos día} / \text{N}^\circ \text{ de huevos totales}) \times 100$$

#### **4.3.7.6. Tasa de mortandad de gallinas**

Cuando se presentaban bajas dentro de un tratamiento, estas se registraron, para que al final del estudio se calculara la tasa de mortandad en porcentaje. De la misma manera que la anterior variable de estudio este se cálculo por la regla de tres.

#### 4.3.7.7. Pesaje de las gallinas a las 51 y 72 semanas de edad

Se tomo los pesos de las gallinas al inicio del tratamiento con el fin de conocer la uniformidad de los mismos y así tener datos más confiables. Según la prueba de t de Student, realizada entre los pesos iniciales de los tratamientos no fue significativo; lo cual permite viabilizar el estudio en cuestión. De la misma manera se tomó los pesos de las gallinas al final del tratamiento (semana 72), esto con el fin de conocer si hubo algún efecto del tratamiento sobre el peso de las gallinas. El material utilizado para tomar el peso de las gallinas fue una balanza de precisión calibrada a 1g.

#### 4.3.7.8. Costos de producción

Se tomo en cuenta la parte económica de la producción de huevos con los diferentes niveles de calcio, para este fin se analizó la relación beneficio-costo, según CIMMYT, (1988).

$$\text{Relación beneficio costo} = \text{Beneficio en efectivo/Costo de producción}$$

#### 4.3.8. Diseño de investigación

Para la evaluación del presente trabajo se empleo la prueba de diferencias entre medias t (Student), según la fórmula citada por Reyes (1995).

$$T = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Donde:

- $S^2$  = Varianza de la muestra
- $n$  = Tamaño de la muestra
- $\bar{X}$  = Promedio de la muestra



Para el cálculo de t (t calculado) se establecieron valores de significancia para los niveles de 0,05, con un nivel de confianza de 95% de precisión, donde  $\alpha = 0,05$ ; para 22 grados de libertad.

#### **4.3.9. Tratamientos**

**T1** = Alimento balanceado comercial (% de Ca desconocido)

**T2** = Ración balanceada (2% Ca)

**T3** = Ración balanceada (4% Ca)

**T4** = Ración balanceada (6% Ca)

La ración balanceada está compuesta por maíz amarillo (frangollo), sorgo molido, torta de soya, afrecho de trigo y pre mezcla de vitaminas y minerales. El calcio adicionado a las raciones del tratamiento dos, tres y cuatro fue a base de conchilla de mar con 38,0% de pureza.

#### **4.3.10. Variable de respuesta**

- Peso a las 51 y 72 semanas de edad (Kg).
- Curva de postura (%).
- Peso de huevo (g).
- Grosor del cascaron (mm).
- Huevos rotos (%).
- Costo de producción (B/C).

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

De acuerdo a los datos analizados para las diferentes variables en el estudio de niveles de aplicación de calcio en raciones para la alimentación de gallinas de postura, se llegaron a los siguientes resultados.

### 5.1. Porcentaje de postura

En la figura 2. se observa que el tratamiento tres (T3) tuvo un porcentaje de postura de 75,74% siendo el tratamiento con la mayor producción de huevos, seguido del tratamiento cuatro (T4) con 75,37% de producción, seguido de los tratamientos uno (T1) con 71,56%, y el tratamiento dos (T2) con un promedio de solo de 69,65%.

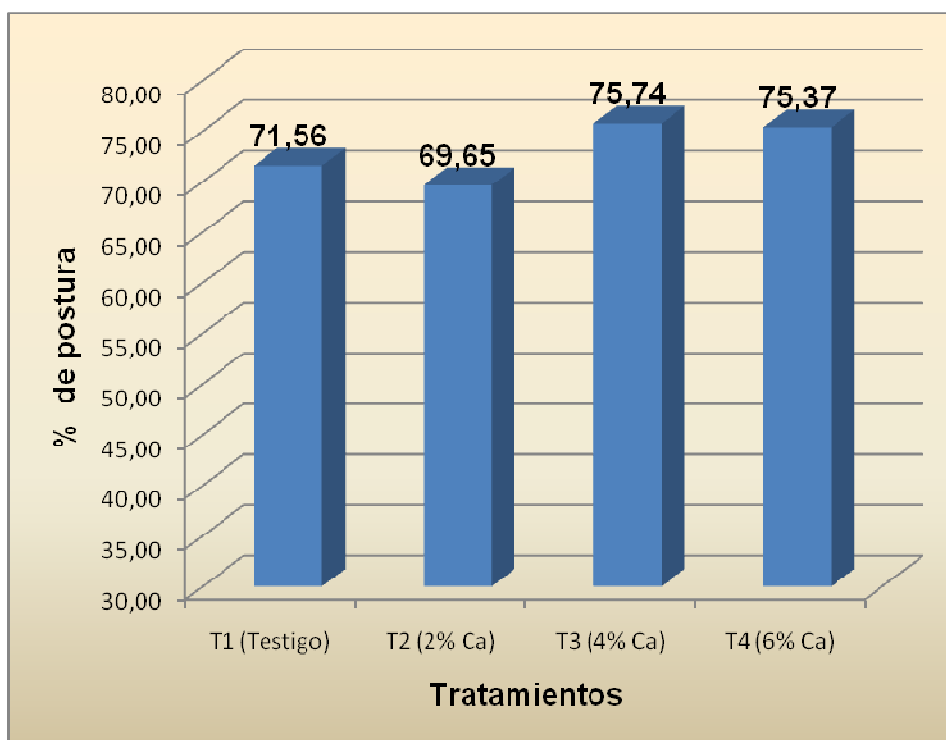


Figura 2. Promedio de huevos producidos por tratamiento con diferentes niveles de Calcio.

Respecto al porcentaje de producción de huevos, según el cuadro 9. se puede establecer la similitud al analizar por comparaciones de medias T1/T2, T1/T3, T1/T4, T2/T4 y T3/T4, donde la producción con diferentes niveles de calcio en la segunda fase de postura no produjeron efectos significativos en esta variable. Datos similares obtuvo Hernández (2003) cuando evaluó diferentes niveles de calcio; 2,75; 3,25; 3,75; 4,25 y 4,75%, los resultados establecen que el nivel de calcio en la dieta afectó el peso del huevo, grosor del cascarón, pero no la producción de huevo.

De igual manera Keshavarz y Nakajima, (1993) no encontraron diferencias en la producción de huevo al aumentar el nivel de Ca de 3,5 a 5,5%. también los mismos autores indican que este resultado se debe probablemente a la capacidad de retención absoluta de calcio del alimento en el intestino a medida que avanza la edad de las gallinas.

Cuadro 9. Prueba de T para el porcentaje de postura en gallinas Lohman Brown

Comparación	T calculado	Valores
T1/T2	0,596	N.S.
T1/T3	-1,687	N.S.
T1/T4	-1,531	N.S.
T2/T3	-2,041	Ж
T2/T4	-1,910	N.S.
T3/T4	0,167	N.S.

*T* tab. 2,018    N.S.= No significativo    Ж = significativo

Con relación a la comparación de medias del tratamiento T2/T3, se registra la existencia de diferencia significativa en cuanto a la producción de huevos con respecto a los otros tratamientos. Similar resultado encontró Cuca (2005) al alimentar gallinas de 21 a 32 semanas de edad con seis niveles de Ca (2,5-5% con intervalos de 0,5%); estableciendo que al aumentar el nivel de calcio en la dieta se incrementa linealmente la producción de huevo.

Posiblemente corresponda a lo indicado por Monje (1997) quien menciona que la calidad del alimento es uno de los factores importantes para una buena producción de huevos. Al respecto, Cuca (2005), corrobora esta sustentación, debido que la restricción de calcio en la dieta de las gallinas en postura llega a afectar una reducción en la producción de huevos.

Bajo estas condiciones se asume que la ración del tratamiento tres (4% Ca) satisface las necesidades nutricionales de las aves en porcentaje de calcio en comparación del tratamiento dos con 2% de calcio que demostró una baja producción de huevos.

Por otra parte, el exceso de calcio (6% Ca) del tratamiento cuatro no incrementa la producción de huevos, al contrario, existe una pequeña disminución respecto al tratamiento tres (4% Ca) de 75,74 a 75,37. Probablemente se deba a que el exceso de calcio consumido por la gallina fue expulsado en forma de fosfato de calcio, desequilibrando de esta manera el organismo del ave para la producción de huevos. En el siguiente cuadro (10) se presenta los datos estadísticos obtenidos para el porcentaje de postura por tratamiento.

Cuadro 10. Datos estadísticos sobre el porcentaje de postura en las gallinas Lohman Brown

Nº	Tratamientos	Nº	Datos	X ± S	Valores extremos (%)	
					Mínimos	Máximos
1	Testigo	45	22	71,56±9,06	59,5	86,97
2	2% de Calcio	45	22	69,65±11,95	51,5	86,70
3	4% de calcio	45	22	75,74±7,24	60,08	84,10
4	6% de calcio	45	22	75,37±7,34	59,14	85,70

## 5.2. Peso del huevo

En la figura 3. se observa el comportamiento (%) del peso del huevo por categorías que registraron los cuatro tratamientos durante las 22 semanas que duró el estudio.

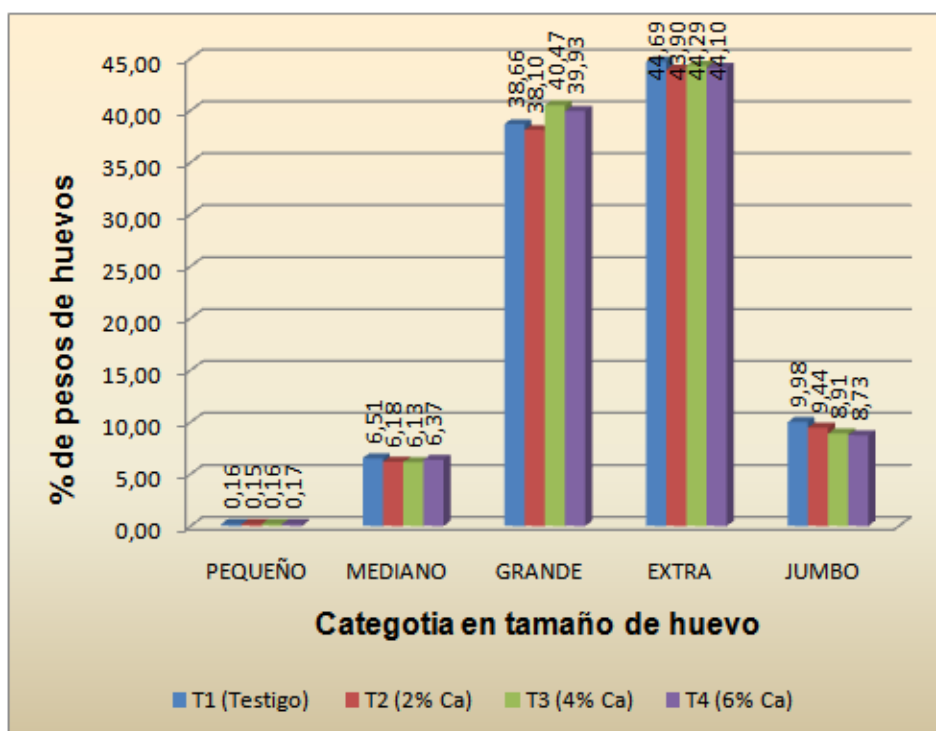


Figura 3. Peso del huevo por categoría en porcentaje producidos/tratamiento

La cantidad de huevos pequeños (43 - 50g) producidos, según la figura 3. se puede ver claramente que el tratamiento con mayor porcentaje de huevos de esta categoría fue el T4 con un 0,17%, seguido de los tratamientos tres y uno (T3) y (T1) con un valor de 0,16%, y el tratamiento con menor cantidad de huevos pequeños para el tratamiento dos (T2) con sólo 0,15%. De acuerdo a la prueba de media *t*, en esta categoría de huevos no se establecieron diferencias significativas entre los diferentes niveles de calcio estudiados.

En cuanto al porcentaje de huevos medianos (50 - 57g) del total de producción, los cuatro tratamientos no registraron diferencias según la prueba de medias t. Esto indica la falta de efecto del calcio en la proporción de huevos medianos, ya que se tiene datos de 6,51% para el tratamiento uno (T1), 6,37% para el tratamiento cuatro (T4), 6,18% para el tratamiento dos (T2) y por último se tiene 6,13% para el tratamiento tres (T3) como se indica en el cuadro 11.

Cuadro 11. Datos estadísticos obtenidos para el porcentaje de huevos medianos.

Nº	Tratamientos	Nº	Datos	X ± S	Valores extremos (%)	
					Mínimos	Máximos
1	Testigo	45	22	6,51±2,19	3,14	10,25
2	2% de Calcio	45	22	6,18±2,53	2,03	11,07
3	4% de calcio	45	22	6,13±2,45	1,59	10,12
4	6% de calcio	45	22	6,37±2,48	1,30	9,92

Asimismo, el cuadro 12. muestra el porcentaje de huevos grandes (57 – 64g) para los cuatro tratamientos, donde el tratamiento tres (T3) es superior con un 40,47% de huevos grandes, seguido del tratamiento cuatro (T4) con un 39,93%, el tratamiento uno (T1) obtuvo un porcentaje de 38,66%, y por último el tratamiento dos (T2) con 38,1% de huevos grandes.

Cuadro 12. Datos estadísticos obtenidos para el porcentaje de huevos grandes.

Nº	Tratamientos	Nº	Datos	X ± S	Valores extremos (%)	
					Mínimos	Máximos
1	Testigo	45	22	38,66±4,63	28,02	43,60
2	2% de Calcio	45	22	38,10±5,08	28,67	46,15
3	4% de calcio	45	22	40,47±2,81	34,34	46,37
4	6% de calcio	45	22	39,93±1,69	37,12	42,86

Al igual que en los anteriores casos, no registraron diferencias significativas entre tratamientos, como se muestra en el cuadro 15.

Con referencia al porcentaje de huevos extra grandes, en el cuadro 13. se presenta una pequeña superioridad del T1 con 44,69%, seguido de los tratamientos T3 y T4 con 44,29%; 44,1% y el T2 ocupó la proporción más baja con 43,9%.

Cuadro 13. Datos estadísticos obtenidos para el porcentaje de huevo extras.

Nº.	Tratamientos	Nº.	Datos	X ± S	Valores extremos	
					Mínimos	máximos
1	Testigo	45	22	44,69±3,67	37,00	52,51
2	2% de Calcio	45	22	43,90±4,84	34,76	56,00
3	4% de calcio	45	22	44,29±3,09	39,64	50,20
4	6% de calcio	45	22	44,10±3,22	39,73	49,04

De acuerdo al cuadro 15, la prueba de medias muestran la no significancia del efecto de los diferentes niveles de calcio de la semana 51 a la semana 72 de postura, en la producción de huevos extras (64 – 71g) respectivamente.

En el cuadro 14. se presenta la categoría de los huevos jumbos donde el primer tratamiento tiene un 9,89% de huevos de este tamaño, seguido por el tratamiento dos con 9,44%, seguido del tratamiento tres con 8,91% y por último el tratamiento cuatro con un 8,73% de huevos jumbo.

Cuadro 14. Datos estadísticos obtenidos para el porcentaje de huevo jumbos.

No.	Tratamientos	N	Datos	X ± S	Valores extremos	
					mínimos	máximos
1	Testigo	45	22	9,98±2,24	6,77	13,86
2	2% de Calcio	45	22	9,44±3,51	4,03	16,57
3	4% de calcio	45	22	8,91±2,26	6,05	14,51
4	6% de calcio	45	22	8,73±2,23	6,13	13,23

En el siguiente cuadro (15) se tienen concentrados los valores de la prueba de t para los cinco categorías de huevos; en el cual se establecen las diferencias no significativas entre los tratamientos establecidos; en tal sentido, se presume que los diferentes

niveles de calcio establecidos no influyeron de manera significativa en la cantidad de huevos mayores a 71g de peso.

Cuadro 15. Valores de la prueba de t para los tratamientos de las cinco categorías en peso de huevos durante el estudio

Comparación	T calculado									
	Pequeño		Mediano		Grande		Extra		Jumbo	
T1/T2	0,1297	NS	0,4635	NS	0,3792	NS	0,6085	NS	0,6178	NS
T1/T3	-0,0207	NS	0,5392	NS	-1,5722	NS	0,3835	NS	1,5862	NS
T1/T4	-0,1365	NS	0,1957	NS	-1,2099	NS	0,5622	NS	1,8637	NS
T2/T3	-0,1375	NS	0,0627	NS	-1,9157	NS	-0,3236	NS	0,5936	NS
T2/T4	-0,2614	NS	-0,2545	NS	-1,6008	NS	-0,1634	NS	0,7986	NS
T3/T4	-0,1010	NS	-0,3219	NS	0,7790	NS	0,2033	NS	0,2651	NS

*N.S. = No significativo*

Respecto a los resultados obtenidos en el presente estudio, existen similares valores que fueron obtenidos por Keshavarz y Nakajima, (1993), quienes al realizar estudios con diferentes niveles de calcio (3,5 a 5,5%) no encontraron diferencias en el peso y en la masa del huevo.

Chandramoni et al., (1998) tampoco encontraron diferencias significativas en el peso del huevo al estudiar diferentes niveles de calcio (26; 29; 32,5; 36 y 39g/kg) en gallinas White Leghorn, por un período de 120 días.

La Guía de Manejo Comercial (2005-2006), expresa en su tabla de distribución del peso de huevos (Sistema estadounidense), que las gallinas Hy-Line a partir de la semana 51 tienden a colocar solo 0.1% de huevos pequeños, 4,1 a 3,0% de huevos medianos, 32,4 a 24,9 y 48,8 a 48% de huevos extra grandes y 14,6 a 24,0% de huevos jumbos, en caso concreto los huevos pequeños disminuyen y los huevos grandes tienden a aumentar.

Los reportes establecen que los tamaños de huevos está en función de la edad de las gallinas, a la proporción de proteínas en el alimento y no así en función al porcentaje de



calcio consumido; lo cual es respaldado por Monje (1997), quien establece que el tamaño de huevo se debe a la maduración de la gallina, esto a medida que aumenta de edad se produce menor cantidad de huevos pequeños y mayor cantidad de huevos grandes.

### 5.3. Grosor del cascarón

En la figura 4. se presentan el promedio del grosor del cascarón de los huevos que registraron los diferentes tratamientos. En primer lugar está el tratamiento cuatro (T4) con un promedio de 0,36mm de grosor de cascaron, posteriormente está el tratamiento tres (T3) con 0,357mm, el testigo (T1) tiene 0,349mm y por último el tratamiento dos (T2) con 0,346mm de grosor respectivamente.

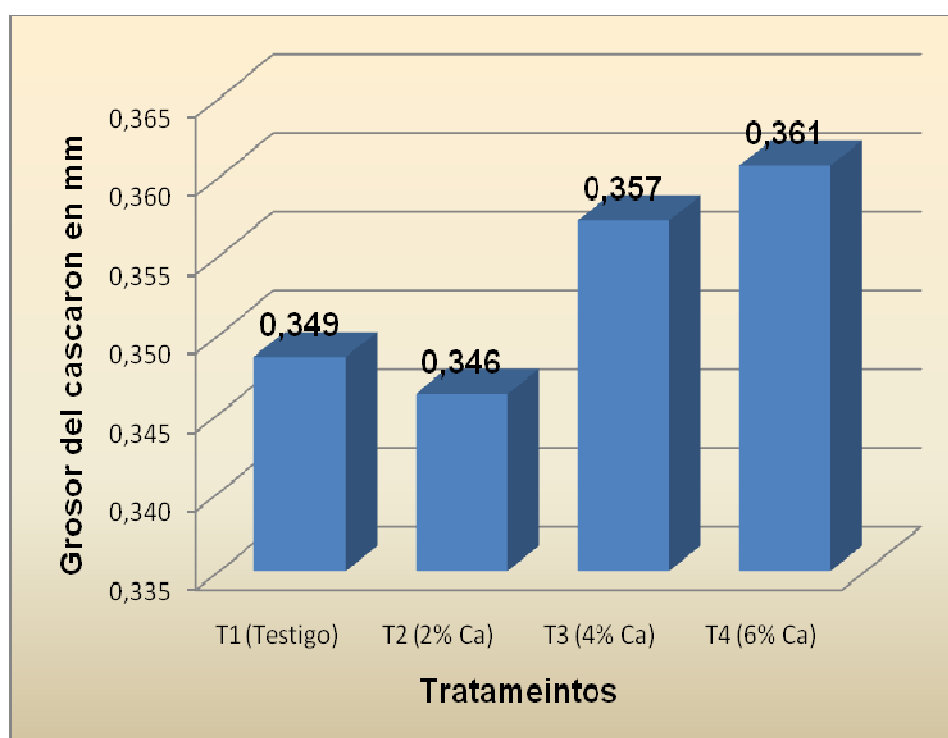


Figura 4. Grosor del cascarón de los huevos (mm) para los cuatro tratamientos.

En el cuadro 16. se reportan la existencia de diferencias significativas mediante la comparación de medias (T1/T3), (T1/T4), (T2/T3) y (T2/T4); lo cual revela que los niveles de calcio de los tratamientos mencionados tuvieron efectos sobre el grosor del cascarón, como resultado de la adición de 2,0% de Ca en el tratamiento dos (T2), a 4% y 6% de Ca para los tratamientos tres (T3) y cuatro (T4) respectivamente. Esta adición mejora el grosor del cascarón de los huevos producidos durante la segunda fase de postura (51 a 72 semanas de edad).

Los datos registrados concuerda con los reportes de Castillo (2002), quien evaluó cinco niveles de calcio (2,96; 3,22; 3,83; 4,31 y 4,82%), los resultados revelan que el grosor del cascaron de los huevos fueron afectados por la aplicación de diferentes niveles de calcio. También las aseveraciones anteriores, son reforzadas por Cuca (2005) quien realizó un experimento con gallinas de segundo ciclo de postura (79 semanas de edad) para evaluar cinco niveles de calcio (2,75 – 4,75% con intervalos de 0,5%); los resultados establecen aumentos del grosor del cascaron a mayores porcentajes de Ca.

Cuadro 16. Valores de la prueba de T para el grosor del cascarón.

Comparación	T calculado	Valores
T1/T2	1,2916	N.S.
T1/T3	-3,8593	Ж
T1/T4	-4,8112	Ж
T2/T3	-5,1771	Ж
T2/T4	-5,8945	Ж
T3/T4	-1,2756	N.S.

*T* tab. 2,018    N.S.= No significativo    Ж = significativo

La comparación de medias para T1/T2 y T3/T4 registran la no significancia, se asume que la capacidad de aporte de calcio al cascarón del huevo de las raciones en ambos tratamientos (2% Ca) y (Testigo) son similares; es decir, ambos tratamientos resultaron tener el cascarón de menor medida debido al bajo porcentaje de calcio suministrado en el alimento, esta alegación es respaldado por Sánchez (2003) quien indica que, la falta

de calcio en el alimento puede originar huevos de cascara delgada o huevos sin cascara.

Con respecto al valor de T3/T4 (no significativo), que registró mayor grosor del cascarón en relación a los tratamientos T1 y T2; este resultado indica que ambos tratamientos tienen un nivel de calcio favorable para la producción de huevos con cascarones de buenas características. Sin embargo, la adición de 4% a 6% de Ca, no mejora la calidad del cascaron en grosor, ya que ambos muestran la misma capacidad de aporte de calcio a la variable en cuestión. En el Cuadro 17. presentan los valores estadísticos para el grosor del cascaron para los diferentes niveles de Ca.

Cuadro 17. Estimación de datos estadísticos para el grosor de cascaron de huevos.

Nº	Tratamientos	Nº	Datos	X ± S	Valores extremos	
					mínimos	máximos
1	Testigo	7	22	0,349±0,0065	0,338	0,361
2	2% de Calcio	7	22	0,346±0,0056	0,332	0,357
3	4% de calcio	7	22	0,357±0,0082	0,370	0,373
4	6% de calcio	7	22	0,361±0,0099	0,331	0,373

#### 5.4. Porcentaje de huevos rotos

En la figura 5. se observa que el tratamiento dos (T2) tuvo un mayor porcentaje de huevos rotos con 1,73%, seguido del tratamiento uno (T1) con 0,28% de huevos rotos y el tratamiento cuatro (T4) con 0,23%, y por último el tratamiento tres (T3) presentó un promedio de huevos rotos de 0,20%.

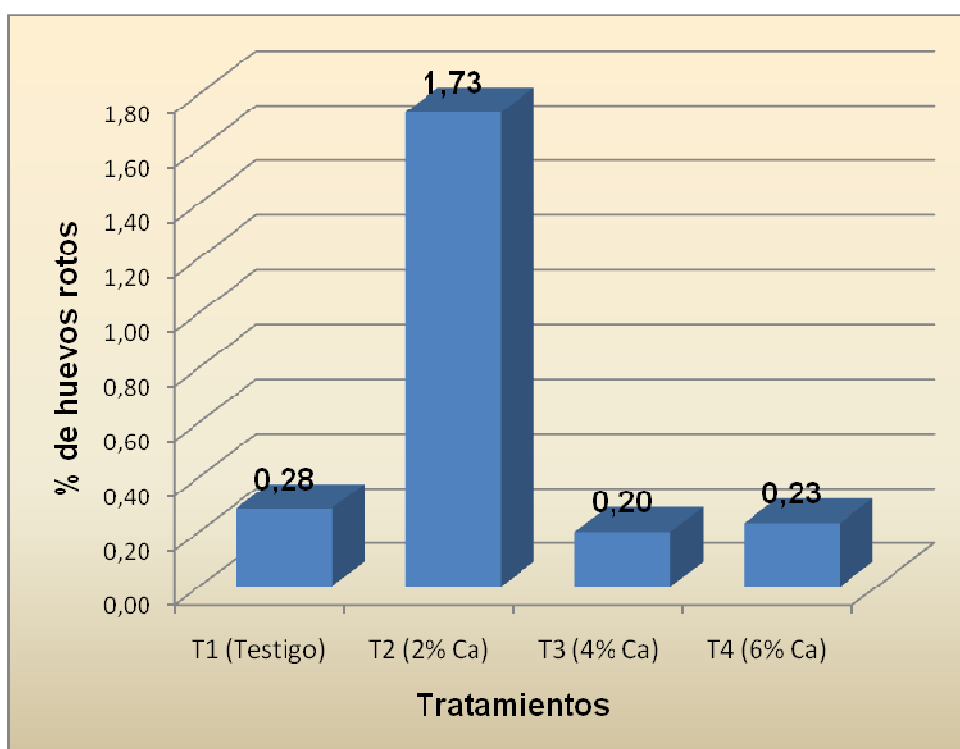


Figura 5. Promedio diario de huevos rotos por tratamiento.

En el análisis de comparación de medias sobre los huevos rotos se revelan datos significativos y no significativos (Cuadro 18), entre los no significativos se encuentran las comparaciones; (T1/T3), (T1/T4) y (T3/T4); lo cual revela que los tratamientos uno, tres y cuatro (T1), (T3) y (T4) tuvieron mayor resistencia a la ruptura del cascarón del huevo por tener bajos porcentajes de huevos rotos.

Las comparaciones de medias del tratamiento dos con relación a los otros tratamientos (T2/T1), (T2/T3) y (T2/T4), que establecen la existencia de efectos significativos del calcio sobre la ruptura del cascaron. Siendo el tratamiento dos, más afectado al quiebre del cascarón, debido probablemente a un menor grosor del mismo, ó a efectos secundarios que tuvo la deficiencia del calcio en la ración.

Cuadro 18. Valores de la prueba de T de huevos rotos durante el estudio.

Comparación	T calculado	Significancia
T1/T2	-2,8004	Ж
T1/T3	0,6038	NS
T1/T4	0,4033	NS
T2/T3	2,9806	Ж
T2/T4	2,9326	Ж
T3/T4	-0,2675	N.S.

*T tab. 2,018    N.S.= No significativo    Ж = significativo*

La diferencia registrada es marcada entre el tratamiento dos con relación a los tratamientos: uno, tres y cuatro; lo cual podría atribuirse a la deficiencia de calcio del alimento balanceado del tratamiento dos. En cambio los tratamientos uno, tres y cuatro tuvieron bajo porcentaje de huevos rotos, demostrando que la calidad del alimento balanceado de estos tratamientos tuvieron niveles de calcio favorables para el grosor del cascaron.

Al respecto Cuca (2005), menciona, que la restricción de calcio en la dieta de las gallinas en postura trae como consecuencia cascarones más delgados; también menciona que una disminución severa en el grosor del cascarón está asociada con la edad de la gallina y que este es un problema serio en las ponedoras, lo cual provoca que haya más huevos rotos durante la producción y el procesamiento.

Este variable de estudio es considerada de gran importancia, ya que los huevos rotos es el producto de un cascaron delgado debido al déficit de calcio o vitamina D en la ración, obviando el mantenimiento defectuoso y la recogida de huevos. Con relación al

calcio el tratamiento dos (2% Ca) revela el efecto que tuvo el bajo contenido de este macro mineral trayendo como consecuencia una mayor ruptura de los cascarones de este tratamiento.

En cambio los tratamientos uno, tres y cuatro, con menor cantidad de huevos rotos indican que el calcio en su ración contribuyó a mejorar la calidad de la cascara, de esta manera tuvieron mayor resistencia a los golpes. En el cuadro 19. se presentan los valores estadísticos para las cantidades de huevos rotos por cada tratamiento.

Cuadro 19. Valores estadísticos para la cantidad de huevos rotos.

Nº.	Tratamientos	Nº.	Datos	X $\pm$ S	Valores extremos	
					mínimos	máximos
1	Testigo	45	22	0,28 $\pm$ 0,50	0,00	1,81
2	2% de Calcio	45	22	1,73 $\pm$ 2,38	0,00	9,15
3	4% de calcio	45	22	0,20 $\pm$ 0,42	0,00	1,61
4	6% de calcio	45	22	0,23 $\pm$ 0,35	0,00	1,12

### 5.5. Índice de Mortandad en las gallinas.

La cantidad de gallinas muertas por tratamiento se muestra en la figura 6. en el cual se aprecia que el tratamiento dos (T2) tiene el mayor porcentaje de gallinas muertas, en este caso 13.32%, seguido del tratamiento uno (T1) con 6.66% de gallinas muertas, los tratamientos tres y cuatro (T3 y T4) tuvieron similares datos, con 4.44% de gallinas muertas.

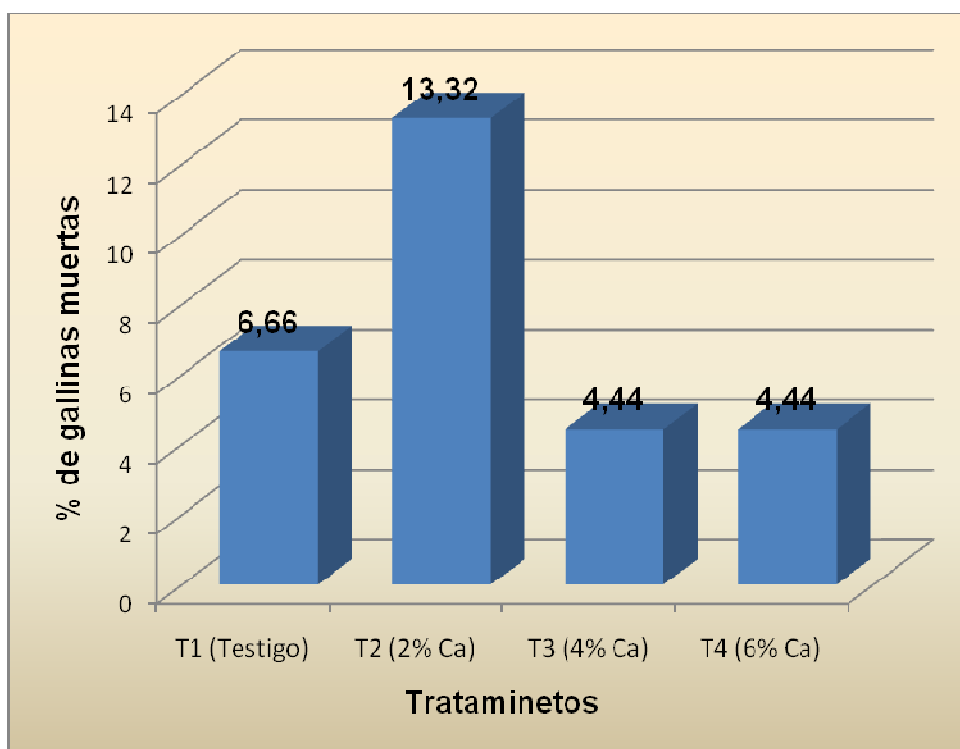


Figura 6. Mortandad de gallinas por tratamiento durante el estudio.

En el cuadro 20. se observa la ausencia de efecto estadístico significativo, ya que todos los resultados encontrados ( $t$  calculado) están dentro del rango de  $t$  tabulado. Que significa que los diferentes niveles de calcio estudiados no tuvieron efectos sobre la mortandad de las gallinas de postura.

La mortandad acaecida se debió generalmente al canibalismo entre gallinas, sobre todo del tratamiento dos. Es de destacar que las aves de estudio no estaban despicadas y por tal motivo el índice de mortandad fue mayor a lo registrado en relación a los reportes de otros autores que realizaron estudios bajo condiciones de despique.

Cuadro 20. Valores de la prueba de t en la mortandad de gallinas.

Comparación	T calculado	Valores
T1/T2	-1,1114	NS
T1/T3	0,4653	NS
T1/T4	0,4653	NS
T2/T3	1,5718	NS
T2/T4	1,5718	NS
T3/T4	0,0000	NS

*T* tab. 2,018    *N.S.*= No significativo    *Ж* = significativo

En la tabla de ejecución de la Hy-Line Brown, mencionado por la Guía de Manejo Comercial (2005-2007), establece la existencia de 1,5% de mortandad en gallinas de segunda fase de postura (51-72 semanas de edad), esto bajo condiciones de despique.

En cambio, en estudios realizados en gallinas no despicadas se registro 7,5% de mortandad, Padilla (2008), quien estudio los efectos de niveles de amaranto en gallinas bajo condiciones de no despicado. En cuadro 21 registra los valores extremos de mortandad de gallinas para los diferentes niveles de Ca.

Cuadro 21. Datos estadísticos sobre la mortandad de gallinas en porcentaje.

Nº.	Tratamientos	Nº.	Datos	X ± S	Valores extremos	
					Mínimos	Máximos
1	Testigo	45	22	3,303±0,780	0,00	2,22
2	2% de Calcio	45	22	0,605±1,012	0,00	2,22
3	4% de calcio	45	22	0,202±0,653	0,00	2,22
4	6% de calcio	45	22	0,202±0,653	0,00	2,22



## 5.6. Peso vivo al final del tratamiento.

El promedio del peso vivo final de las gallinas se muestra en la figura 7. como se puede observar, las gallinas del tratamiento cuatro fueron las que mayor peso vivo tuvieron, marcando como promedio 1,84kg de peso vivo final, a esto le sigue el tratamiento tres con 1,74kg, en tercer lugar está el tratamiento uno con 1,69kg, y en último está el tratamiento dos con sólo de 1,65kg de peso vivo final.

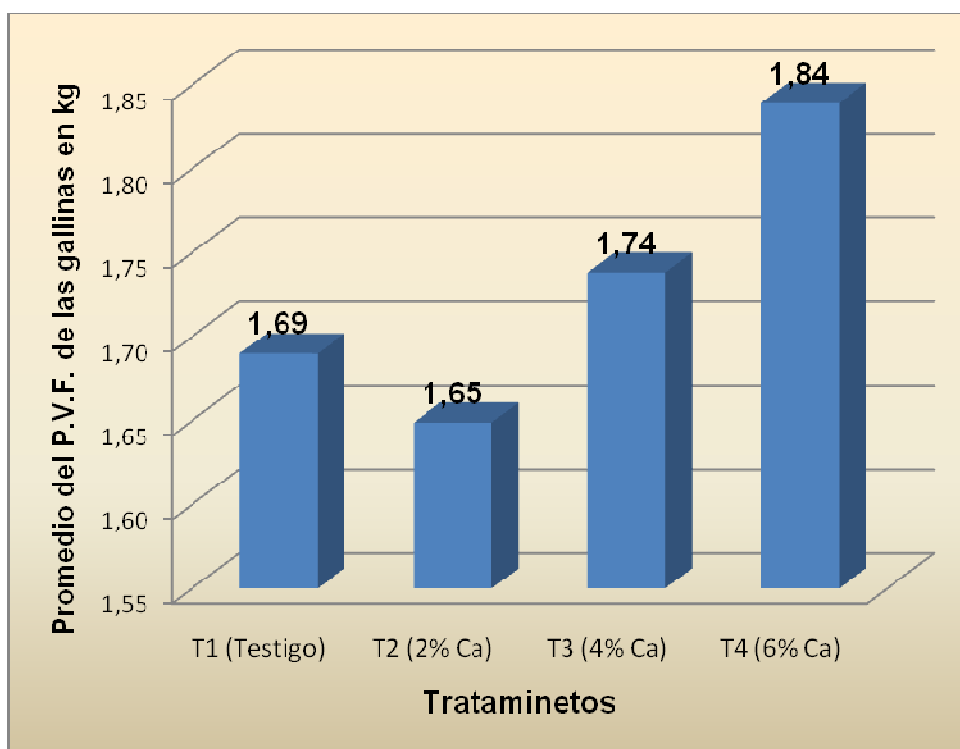


Figura 7. Cuantificación de los pesos vivos de las gallinas al final del tratamiento.

En el cuadro 22. se observa el efecto de los diferentes niveles de calcio que existe sobre el peso vivo al final del tratamiento (semana 72), en el cual se puede observar los efectos significativos mediante el análisis de la comparación de medias; (T1/T3),

(T1/T4), (T2/T3), (T2/T4) y (T3/T4), mientras para el tratamiento T1/T2 se tiene como resultado un efecto no significativo.

Cuadro 22. Valores de t para el peso vivo final de las gallinas.

Comparación	T calculado	Valores
T1/T2	1,7230	NS
T1/T3	-2,1616	Ж
T1/T4	-4,7304	Ж
T2/T3	-3,8530	Ж
T2/T4	-5,8918	Ж
T3/T4	-3,3384	Ж

T tab. 1,995    N.S.= No significativo    Ж = significativo

Los tratamientos uno y dos tienen como promedio de peso vivo final de 1,69 y 1,65kg respectivamente, estadísticamente por comparación de medias ambos tratamientos no son significativos en sus niveles de calcio; sin embargo, según la Tabla de Rendimiento de la Línea Lohman Brown Classic, varía entre 1,9 a 2,1kg de peso vivo al final de la producción; comparando este dato con los resultados obtenidos en los tratamientos uno y dos, se puede decir que hubo un desgaste corporal de parte de las gallinas en los tratamientos indicados.

El peso corporal al inicio del estudio (semana 51) fue de 1,94 y 1,90kg de los tratamientos uno y dos respectivamente. En el caso del tratamiento uno (T1) hubo una disminución de peso de 0,25kg, y en el tratamiento dos (T2) la reducción fue de 0,26kg. Este efecto puede ser por una mayor descalcificación de los huesos medulares, puesto que el calcio juega un papel importante en el cascaron del huevo, como consecuencia se registra un menor peso corporal.

Al respecto Whitehead (1995) indica que una alimentación inadecuada puede acelerar la aparición de la osteoporosis. En este sentido, es vital evitar deficiencias en calcio, fósforo o vitamina D, durante el periodo reproductivo, ya que aunque la producción de huevos pueda ser elevada, las reservas medulares de calcio desaparecen.

El tratamiento tres es significativo y diferente de los tratamientos uno y dos, esto significa que el nivel de calcio de este tratamiento en su ración es benéfico para las gallinas y en consecuencia para la postura.

El tratamiento cuatro registró superioridad en peso vivo al final, superando significativamente a los tratamientos uno, dos y tres; como se puede observar en la figura 6. este tratamiento tiene un promedio en peso vivo final de 1,84kg, similar al de la Tabla de Rendimiento de la Línea Lohman Brown Classic mencionado anteriormente, donde se indica de 1,9 a 2,1kg de P.V.F. en gallinas de esta línea.

Este efecto, posiblemente se debe a la baja descalcificación que presentaron los huesos medulares de las gallinas del indicado tratamiento; de tal manera que el calcio para la producción de huevos se estabilizará con la ración balanceada.

Cuadro 23. Valores de datos estadísticos sobre el peso de gallinas.

Nº.	Tratamientos	Nº.	X ± S	Valores extremos	
				mínimos	máximos
1	Testigo	41	1,691±0,105	1,500	1,880
2	2% de Calcio	39	1,649±0,114	1,461	1,891
3	4% de calcio	43	1,638±0,095	1,539	1,890
4	6% de calcio	43	1,839±0,175	1,638	2,330

## 5.7. Análisis económico

En la evaluación económica para los diferentes tratamientos del estudio, se aplicaron los indicadores económicos para estimar la relación de beneficio/costo (B/C). El mismo fue obtenido sobre la base del método de presupuesto parcial como lo señala Salinas (2002) mencionado por Morales (2009); en este análisis no se consideran los costos financieros, ni administrativos.

Cuadro 24. Relación de Beneficio/Costo entre los tratamientos del estudio al cabo de 22 semanas de estudio.

DESCRIPCIÓN	RACIONES			
	T1 (Testigo)	T2 (2% de Ca)	T3 (4% de Ca)	T4 (6% de Ca)
Ingresos				
Venta de Huevos	3068,6	2832,25	3232,4	3228,45
Venta de Gallinaza	135	135	135	135
Venta de carne de gallina	504	468	516	516
<b>Total ingresos</b>	<b>3707,6</b>	<b>3435,25</b>	<b>3883,4</b>	<b>3879,45</b>
Egresos				
Alimentación	1807,92	1707,82	1811,70	1843,91
Compra de Gallinas	675	675	675	675
Servicios básicos	83,75	83,75	83,75	83,75
Faenado	84	78	86	86
Transporte	60,00	60,00	60,00	60,00
<b>Total Egresos</b>	<b>2710,67</b>	<b>2604,57</b>	<b>2716,45</b>	<b>2748,66</b>
<b>Utilidad</b>	<b>996,93</b>	<b>830,68</b>	<b>1166,95</b>	<b>1130,79</b>
<b>Relación B/C</b>	<b>1,37</b>	<b>1,32</b>	<b>1,43</b>	<b>1,41</b>

Costo aproximado por gallina en la semana 51 de Bs.15,00.-

En el anterior Cuadro (24), se contabiliza los ingresos totales por tratamiento, producto de la venta de huevos, gallinaza (estiércol) y carne de gallinas. Las ganancias de los huevos fueron calculados según los precios vigentes en el mercado de los diferentes tamaños. Dentro de los egresos se tomaron en cuenta los costos de las gallinas, alimentación, transporte, servicios básicos (agua y luz) y el costo de la mano de obra por el faenado; los cuales determinaron los costos totales de producción. Finalmente muestra la utilidad alcanzada y la relación beneficio costo que resultó superior a la Unidad.

Bajo estas observaciones, se puede descifrar que el tratamiento tres (T3) obtuvo la mejor utilidad con 1166,95Bs. y una relación B/C de 1,43. Le sigue el tratamiento cuatro

(T4) con una utilidad de 1130,79Bs. con una relación B/C de 1,41. El tratamiento uno (T1) tiene una utilidad de 996,93Bs., mientras el tratamiento registró 1,37 de B/C, en cambio el tratamiento dos (T2) ocupó el último lugar con una utilidad de 830,68Bs. y una relación B/C de 1,32; en la siguiente gráfica (8) se presenta esquemáticamente las respectivas relaciones de B/C para cada uno de los tratamientos (Niveles de calcio).

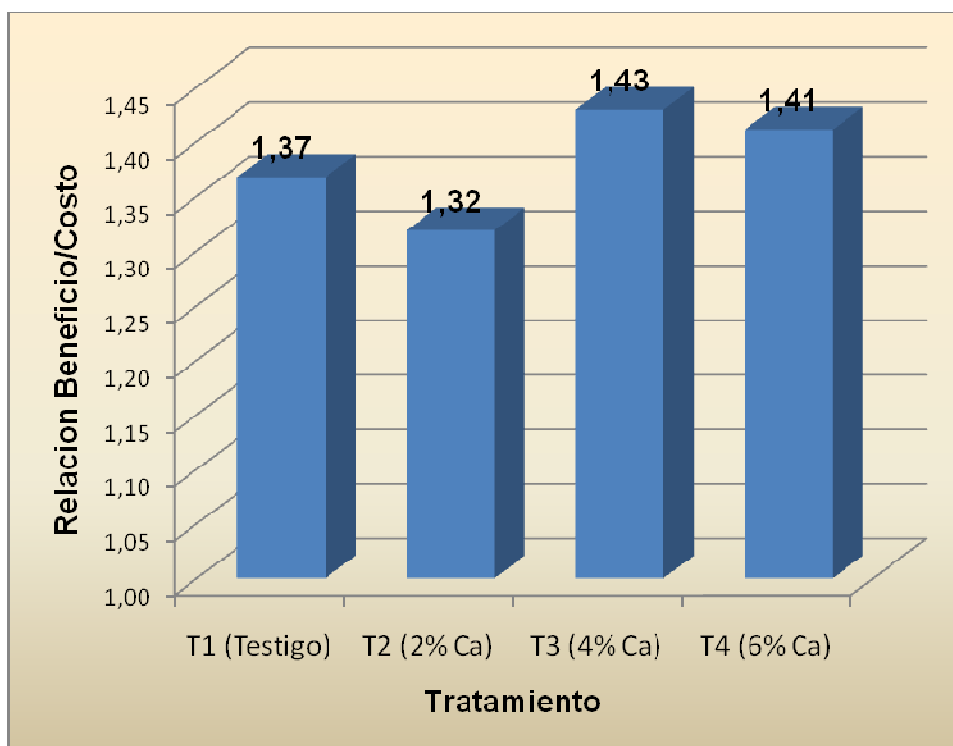


Figura 8. Relación beneficio costo para cada uno de los tratamientos de estudio.

De acuerdo a los Beneficios económicos de los tratamientos, se puede obtener mejores ingresos con los tratamientos tres, cuatro y uno en relación a la comparación al T2 que tiene la menor relación de beneficio costo; sin embargo, con ninguno de los tratamientos aplicados en el estudio no se registra pérdidas; es decir, los valores obtenidos se encuentran por encima de una unidad.

## 6. CONCLUSIONES

La investigación con cuatro niveles de Ca en la alimentación de aves de postura, llegó a las siguientes conclusiones.

- No existe efecto alguno en el porcentaje de postura del T1 (testigo) frente a los diferentes niveles de calcio estudiados, al igual que el tratamiento cuatro (6% Ca) frente a los tratamientos dos (2% Ca) y tres (4% Ca), presumiendo que los tratamientos mencionados tuvieron niveles de calcio indistintos, En cambio el incremento significativo de postura del tratamiento tres (4% Ca) frente al tratamiento dos (2% Ca) revela un efecto, que las raciones con 4% de calcio en la segunda fase de postura mejora la producción de huevos en relación a balanceados que tienen 2% de calcio.
- La aplicación de diferentes niveles de calcio que se estudiaron no produjeron incrementos, ni disminución en el tamaño de los huevos; sin embargo, parece que es afectado por la proteína y energía de las raciones utilizadas, también se detectó una correlación estrecha con la edad de las aves, puesto que los huevos pequeños tienden a disminuir a medida que la gallina madura, lo contrario ocurre con los huevos de tamaño grande.
- La calidad de la cascara del huevo, expresado por su grosor T1y T2 (2% Ca) presentaron cascarones más delgados frente a los T3 y T4 (4% y 6% Ca); lo cual revela un efecto del calcio sobre la calidad (dureza), razón a ello se establece que raciones mayor al 2% aumenta el grosor del cascaron; sin embargo, el incremento de calcio de 4% a 6% no tiene efecto significativo en el grosor del cascaron.

- La mayor cantidad de huevos rotos se registraron en el T2 (2% Ca), en relación al T1, T3 y T4, estos tratamientos presentaron porcentajes bajos de huevos rotos; lo cual estaría relacionado a una ración acertada que favorece la calidad del cascaron.
- La mortandad de las gallinas para los cuatro tratamientos, estadísticamente fueron uniformes y se registraron diferencias no significativas; lo cual revela que este factor es afectado por otras causas ajenas al calcio, como ser enfermedad, manejo y otras causas.
- El peso vivo final de las gallinas fue afectado por los diferentes niveles de calcio aplicados, a excepción del T1 frente al T2 que presentaron similares resultados en el peso vivo final; en cambio a medida que se incrementó el calcio en la ración de las gallinas, los pesos vivos de las gallinas se incrementaron.
- El estudio económico realizado para los cuatros niveles de calcio, muestra que el T3 (4% Ca) registró mayor relación beneficio/costo (1,43) en relación a los otros tratamientos (T4, T1 y T2) con 1,41; 1,37 y 1,32 de relación B/C respectivamente. Ello indica que el nivel de calcio en la ración de las gallinas resulta beneficioso para el avicultor.

## 7. RECOMENDACIONES

Según los datos obtenidos en el presente estudio se dan las siguientes recomendaciones.

- La ración balanceada de gallinas en la segunda fase de postura, requieren 4% de Ca para lograr mejor calidad de cascaron con el fin de obtener la menor cantidad de merma por ruptura de la cascara del huevo.
- Se recomienda hacer nuevos estudios con otras líneas de gallinas ponedoras, para ver el efecto del calcio sobre la calidad del cascaron y mayor producción de huevo.
- Realizar estudios sobre el tema tomando en cuenta el grado de osteoporosis en gallinas, y de esta forma encontrar un alimento balanceado que beneficie el bienestar del ave.
- Se recomienda realizar este estudio en la etapa de pre-postura, (dos a tres semanas antes del inicio de postura) ya que este es el momento ideal para evitar posteriores problemas de osteoporosis.



## 8. BIBLIOGRAFÍA

- AHENKE, J. 1997. Estudio hidrológico: Manejo de cuencas y control de torrenteras de Rio Abajo, CONSA-SENRICO, Prefectura de La Paz, Bolivia. 37 p.
- AMAYA, D. 2006. Clasificación Taxonómica de las Especies animales del Parque Ecológico de Sechura – Piura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Piura, Perú. 20 p.
- ANTEZANA, F. 2008. Apuntes de avicultura. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de ingeniería Agronómica, La Paz, Bolivia.
- ASOCIACION NACIONAL DE AVICULTORES. 2003, Boletín estadístico, Cochabamba, Bolivia.
- BAR, A., RAZAPHKOVSKY V., y VAX E., 2002. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements in aged laying hens. pp. 261-269. Disponible en: [http://produccionanimal.com.ar/produccion\\_avicola/24calcio\\_en\\_gallinas\\_de\\_postura.pdf](http://produccionanimal.com.ar/produccion_avicola/24calcio_en_gallinas_de_postura.pdf)
- BARROETA, A., (S/A), Lecciones sobre el huevo, Facultad de Veterinaria, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España. 47p.
- CASTILLO, B., 2002, Nivel óptimo biológico y económico de calcio en gallinas Leghorn blancas en postura, Tesis de Maestría en Ciencias. Programa en Ganadería. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 81 p.
- CENSO AVICOLA DEPARTAMENTO DE LA PAZ, 2008, USAID, La Paz, Bolivia. 7p.

- CHANDRAMONI, S., JADHAO B., y SINHA R., 1998. Effect of dietary calcium and phosphorus concentrations on retention of these nutrients by caged layers. Pp 541-548.
  
- CORNEJO, E. 2006, Producción de huevos en la línea avícola Lohman Brown Classic, bajo la alimentación de harina de tarwi, Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia, 15 p.
  
- CUCA, M., 2005. Estudios recientes con calcio en gallinas de postura, Programa de Ganadería, IREGEP Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
  
- FRENCH, K., 1981. Crianza Práctica de aves, Ed. Cuerpo de Paz, Washington, D.C. USA, 23p.
  
- CAÑAS, R. 1995. Alimentación y nutrición animal, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Santiago, Chile. 576 p.,
  
- GALVEZ, J. 2004. Avícola del norte S.A., Corpac, San Isidro, Lima, Perú., 6 p.
  
- GARCÍA, H. y G. CRUZ. 2002. Comportamiento productivo y calidad del cascarón de gallinas alimentadas con diferentes niveles de calcio en la dieta, Tesis de Licenciatura. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. México. 60 p.
  
- GOMES, C., M. RODRÍGUEZ. y J. CANNATA. 2007. Estructura y regulación del hueso, Metabolismo del calcio, del fósforo y del magnesio, Disponible en <http://www.uninet.edu/tratado/c0504i.html>

- GUIA DE MANEJO COMERCIAL. 2005 – 2007. Hy- Line Variedad Brown.
- GUTIERREZ, D. 2005, Apuntes de manejo de ganado, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 15 p.
- HAFEZ, E. y B. HAFEZ. 2002. Reproducción e inseminación artificial en animales., 7º ed. Edt. Mc Graw-Hill. Carolina. USA. pp. 249-253.
- HALL, R. 2005. Zukunftiger Vekaufsreprasentant fur Malaysia, Disponible en [http://www.bar.nutri/Nut\\_DEC574](http://www.bar.nutri/Nut_DEC574)
- INE, 2004. (Instituto Nacional de Estadística), Mapa de Municipios. Bolivia.
- KESHAVARZ, K. y NAKAJIMA S., 1993. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and egg shell quality. pp. 144-153. Disponible en: <http://produccionanimal.com>.
- LA CRIANZA CASERA DE AVES. 1989. Facultad de Medicina Veterinaria, 1º Ed. Universidad de Chile, Santiago de Chile, 6p.
- LERA, R. 2005. El huevo que no se rompe: El papel de la genética, la alimentación y el manejo, Jornadas profesionales de avicultura de Puesta, 27-29 de Abril, Valladolid, España,
- LYMBERY, P. 2002. Gallina ponedora: Una Industria de Cuidado, Disponible en [http:// www.autosuficiencia.com.ar/shop](http://www.autosuficiencia.com.ar/shop)
- MC DONAL, P. 1993. Nutrición Animal, Ed. ACRIBIA. Zaragoza, España, 106 p.
- MERCK & CO. 1993. El manual Merck de Veterinaria, 4º ed. Ed. Océano Centrum, Barcelona, España. pp.1164-1464.

- MIRANDA, G., 1987. Manual Práctico de Avicultura, Ed. CREFAL, Purépecha, México. 1p.
- MORALES, N. 2009. Evaluación de tres niveles de adición de harina de haba (*Vicia faba*) en la ración de aves de postura de la línea Lohman Brown, Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 30 p.
- MURILLO, E. 2008, Apuntes de Alimentos y Alimentación, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- RED ALIMENTARIA. 2010. disponible: <http://www.prensabolivia@interlatin.com>
- REDDY, C., SANFORD P. y CLEGG R., 1968, Influence of calcium in laying rations on shell quality and interior quality of eggs. Pp. 47:1077-1083. Disponible en: <http://produccion-animal.com>.
- REYES, P., Bioestadística Aplicada, 2º Ed., Edt. Trillas, Mexico, 88p.
- ROLAND D. BRYANT M., RABON H., 1996, Influence of calcium and enviromental temperature on performance of first-cicle comercial leghorns. Pp 68. Disponible en: <http://produccion-animal.com>.
- SANCHES, C. 2003, Gallinas Ponedoras, Ed. RIPALME, Lima, Perú, pp. 9-42.
- SANCHES, R. 1995. Manual básico de producción animal, Ed. MANA. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 96 p.
- SCHOPFLOCHER R. 1989. Avicultura Lucrativa, Ed. Albatros, Buenos Aires, Argentina. pp. 13 – 15.

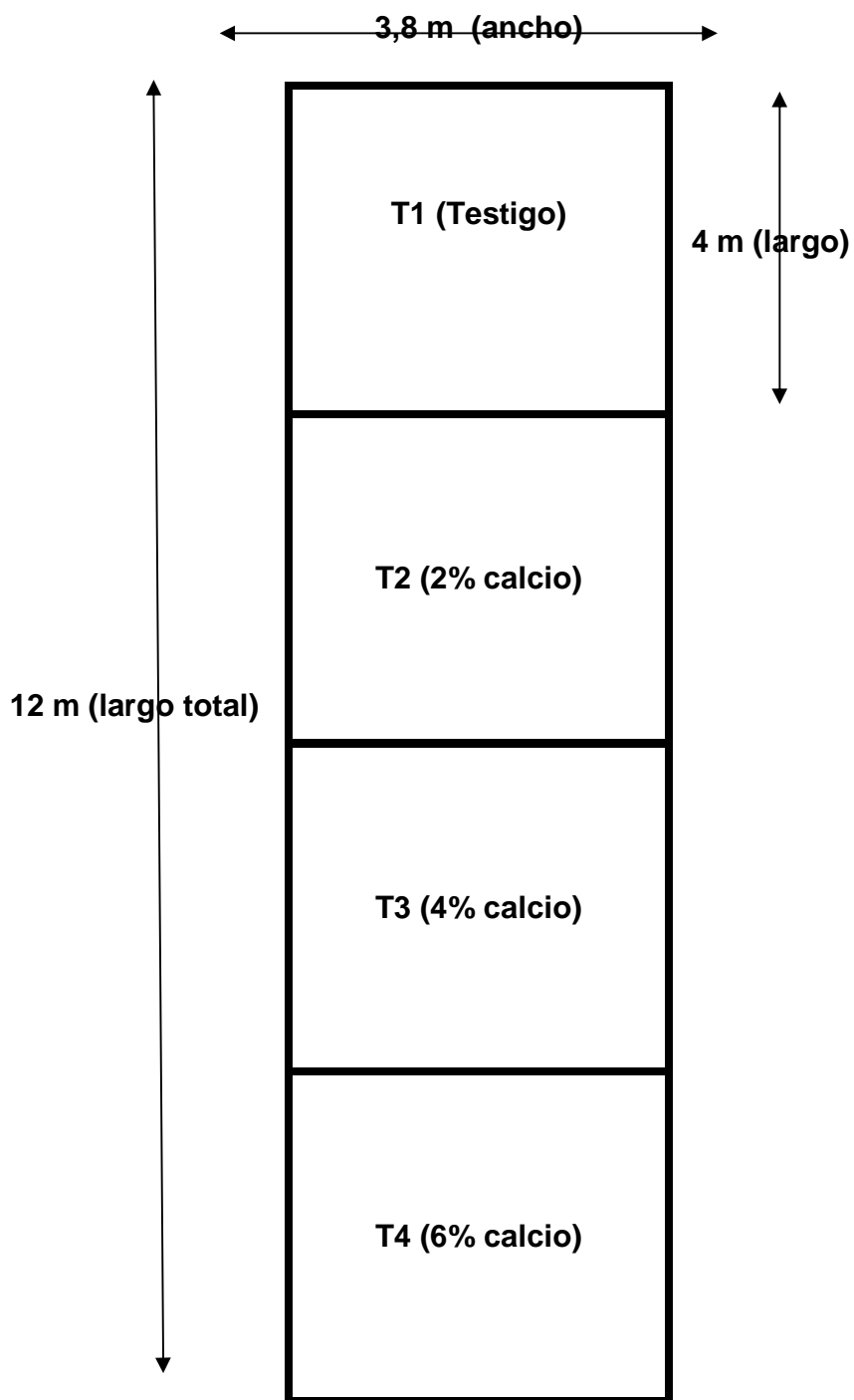
- TECNOLOGÍA DE CRIANZA DE GALLINAS DE PONEDORAS A NIVEL FAMILIAR. 1999. Prefectura del departamento, Programa especial de seguridad alimentaria, Tarija, Bolivia. 6p.
- VARGAS, R. HAYACAYA, L. 1997. Estudio socioeconómico: Manejo de suencas y control de torrenteras de Rio Abajo. CONSA-SERICO, Prefectura de La Paz, Bolivia. 43 p.
- VOLVAMOS AL CAMPO. 2006. Manual de explotación en aves de corral, Ed. Grupo Latino. Colombia. pp. 431-432.
- WHITEHEAD, C. 1995. Influencia de la nutrición sobre el metabolismo macro mineral, XI Curso de especialización FEDNA, Barcelona, España, 7 y 8 de Noviembre de 1995. pp. 1-8.
- [www.googleeart.com](http://www.googleeart.com) (2010).
- YUJRA. A. 1995. Efecto de dos sistemas de cría y cinco raciones alimenticias en el desarrollo y producción de huevos en gallinas de postura. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 90 p.

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación del lugar de estudio (Rio Abajo – Huajchilla)



Anexo 2. Disposición de los tratamientos



Área total = 45.6 m<sup>2</sup> (12 x 4)

Área por tratamiento = 15.2 m<sup>2</sup> (3.8 x 4)



Cuadro A.3. Distribución del Peso del Huevo—Medida Estadounidense

Edad en Semanas	Peso Promedio del Huevo (g)	Jumbo Más de 71g	Extra Grande 64–71g	Grande 57–64g	Mediano 50–57g	Pequeño 43–50g	Bajo 43g
20	47.7	0.0	0.0	2.5	31.5	53.0	13.1
22	52.5	0.0	0.9	18.2	53.6	25.4	1.9
24	57.0	0.3	8.8	43.2	40.3	7.1	0.2
26	60.0	2.0	21.7	49.6	24.2	2.4	0.1
28	61.3	3.5	28.4	48.8	17.9	1.4	0.0
30	62.0	4.4	32.2	48.1	14.6	0.9	0.0
32	62.7	5.1	36.3	47.1	11.1	0.4	0.0
34	63.3	6.1	39.9	45.1	8.6	0.3	0.0
36	63.7	7.1	42.1	43.1	7.5	0.2	0.0
38	64.1	7.5	45.2	41.6	5.7	0.1	0.0
40	64.3	8.5	45.7	40.1	5.6	0.1	0.0
42	64.5	9.2	46.6	38.9	5.2	0.1	0.0
44	64.7	10.4	47.0	37.5	5.0	0.1	0.0
46	64.9	11.1	47.6	36.5	4.7	0.1	0.0
48	65.1	12.4	48.0	35.0	4.6	0.1	0.0
50	65.3	13.2	48.7	33.9	4.2	0.1	0.0
52	65.5	14.6	48.8	32.4	4.1	0.1	0.0
54	65.7	15.5	49.1	31.5	3.8	0.1	0.0
56	65.9	16.5	49.4	30.3	3.8	0.1	0.0
58	66.1	17.8	49.4	29.3	3.5	0.1	0.0
60	66.3	19.3	49.3	28.0	3.3	0.1	0.0
62	66.5	20.4	49.1	27.2	3.2	0.1	0.0
64	66.6	21.1	48.9	26.8	3.1	0.1	0.0
66	66.8	22.5	48.6	25.8	3.0	0.1	0.0
68	66.9	23.2	48.3	25.5	3.0	0.1	0.0
70	66.9	23.5	48.1	25.4	3.0	0.1	0.0
72	67.0	24.0	48.0	24.9	3.0	0.1	0.0
74	67.0	24.0	48.0	24.9	3.0	0.1	0.0
76	67.1	25.1	47.3	24.6	3.0	0.1	0.0
78	67.1	25.1	47.3	24.6	3.0	0.1	0.0
80	67.2	26.1	46.6	24.2	3.0	0.1	0.0

Fuente: Guía de Manejo Comercial 2005-2007, Hy Line variedad Brown



Foto A.3. Alimentación de las gallinas



Foto A.4. Pesado del alimento



Foto A.5. Toma de peso de las gallinas



Foto A.6. Toma de peso de huevo



Foto A.7. Medición del grosor del cascarón



Foto A.8. Estado demacrado de las gallinas del tratamiento dos (2% calcio)

Cuadro A.9. Promedio del porcentaje de postura por semana durante el estudio (%)

Semana	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (2% Ca)	T3 (4% Ca)	T4 (6% Ca)
51	86,97	86,3	83,8	85,7
52	83,5	86,7	82,5	85,7
53	83,2	82,5	84,1	82,8
54	83,4	82,5	81,3	84,1
55	82,2	79,2	83,4	80,5
56	79,3	79,2	82,8	80,2
57	78,2	75,3	79,9	78,9
58	75,3	79,05	78,4	78
59	75	75,4	79	78,3
60	73,7	75,7	78,3	77,9
61	74,01	72,7	78,9	78,2
62	71,75	70,6	78,5	77,3
63	65,6	71,6	77,5	76,2
64	66,2	70,3	76,3	74,7
65	64,3	65,8	74	72,3
66	60,2	58,8	73	74,67
67	62,1	52,3	71,7	71,1
68	61,8	53,6	71,3	68,5
69	59,5	51,5	64,1	65,2
70	63,8	55,7	64,8	65,9
71	63,4	53,6	61,8	62,8
72	60,9	54	60,8	59,14
<b>Promedio</b>	<b>71,5</b>	<b>69,6</b>	<b>75,7</b>	<b>75,3</b>
<b>D. Estándar</b>	<b>9,1</b>	<b>11,9</b>	<b>7,2</b>	<b>7,3</b>

Cuadro A.10. Promedio del grosor del cascarón por semana durante el estudio (mm)

Semana	Tratamiento			
	T1 (Testigo)	T2 (2% Ca)	T3 (4% Ca)	T4 (6% Ca)
51	0,352	0,357	0,357	0,358
52	0,346	0,351	0,348	0,331
53	0,359	0,347	0,348	0,354
54	0,347	0,346	0,351	0,356
55	0,341	0,352	0,346	0,368
56	0,344	0,35	0,351	0,359
57	0,353	0,347	0,353	0,365
58	0,353	0,351	0,364	0,358
59	0,35	0,342	0,351	0,351
60	0,347	0,35	0,351	0,366
61	0,354	0,34	0,361	0,35
62	0,357	0,332	0,367	0,38
63	0,347	0,35	0,363	0,366
64	0,346	0,341	0,347	0,364
65	0,34	0,343	0,366	0,366
66	0,343	0,337	0,37	0,373
67	0,344	0,346	0,356	0,361
68	0,34	0,35	0,355	0,354
69	0,351	0,343	0,367	0,356
70	0,361	0,346	0,351	0,364
71	0,356	0,35	0,363	0,369
72	0,338	0,346	0,373	0,367
<b>Promedio</b>	<b>0,349</b>	<b>0,346</b>	<b>0,357</b>	<b>0,361</b>
<b>D. Estándar</b>	<b>0,0065</b>	<b>0,0056</b>	<b>0,0082</b>	<b>0,0099</b>

Cuadro A.11. Cantidad de huevos pequeños por semana durante el estudio (%)

Semana	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (2% Ca)	T3 (4% Ca)	T4 (6% Ca)
51	0,36	0,74	0,00	0,37
52	0,35	0,00	0,00	0,37
53	1,15	0,00	0,00	0,77
54	0,76	0,00	0,39	0,00
55	0,00	0,81	0,00	0,00
56	0,40	0,00	0,38	0,38
57	0,00	0,00	0,40	0,00
58	0,00	0,00	0,00	0,00
59	0,00	0,00	0,00	0,41
60	0,00	0,00	0,00	0,00
61	0,00	0,00	0,00	0,00
62	0,00	0,48	0,00	0,00
63	0,50	0,00	0,00	0,00
64	0,00	0,00	0,00	0,00
65	0,00	0,00	0,88	0,00
66	0,00	0,00	0,00	0,43
67	0,00	0,00	0,00	0,00
68	0,00	1,22	0,00	0,00
69	0,00	0,00	0,00	0,00
70	0,00	0,00	1,52	0,00
71	0,00	0,00	0,00	1,06
72	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Promedio</b>	<b>0,16</b>	<b>0,15</b>	<b>0,16</b>	<b>0,17</b>
<b>D. Estándar</b>	<b>0,31</b>	<b>0,34</b>	<b>0,37</b>	<b>0,30</b>

Cuadro A.12. Cantidad de huevos medianos por semana durante el estudio (%)

Semana	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (2% Ca)	T3 (4% Ca)	T4 (6% Ca)
51	9,49	7,35	6,05	7,41
52	10,25	5,49	8,46	3,33
53	6,11	7,69	6,04	4,60
54	8,37	5,77	7,09	9,81
55	5,79	8,47	9,13	6,45
56	4,00	11,07	6,90	9,09
57	6,94	7,83	3,17	9,47
58	6,90	3,78	10,12	7,76
59	7,79	4,41	8,84	9,92
60	8,37	9,69	5,26	5,83
61	5,26	7,31	9,05	6,64
62	4,52	6,22	7,44	8,82
63	4,46	10,14	6,28	7,23
64	10,00	4,35	4,26	8,70
65	3,66	5,82	2,19	6,25
66	8,79	1,18	3,56	1,30
67	4,81	5,30	3,24	5,48
68	5,91	5,49	9,30	7,58
69	8,94	4,27	6,22	4,48
70	4,17	8,33	1,52	2,46
71	3,14	4,00	4,84	4,23
72	5,59	2,03	6,01	3,37
<b>Promedio</b>	<b>6,51</b>	<b>6,18</b>	<b>6,13</b>	<b>6,37</b>
<b>D. Estándar</b>	<b>2,19</b>	<b>2,53</b>	<b>2,45</b>	<b>2,48</b>



Cuadro A.13. Cantidad de huevos grandes por semana durante el estudio (%)

Semana	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (2% Ca)	T3 (4% Ca)	T4 (6% Ca)
51	40,15	43,01	46,37	38,89
52	39,22	44,69	41,15	39,26
53	35,50	46,15	38,11	39,46
54	39,16	40,00	44,48	38,49
55	33,98	44,76	41,06	37,90
56	43,60	31,56	44,44	37,12
57	42,04	41,30	43,25	40,74
58	41,38	39,50	40,08	37,55
59	45,45	41,41	35,34	41,32
60	45,81	45,37	35,63	40,41
61	40,35	36,99	41,15	42,74
62	38,46	37,80	38,84	38,23
63	41,09	34,30	38,91	42,55
64	32,00	32,37	40,43	41,30
65	41,36	39,68	42,98	40,63
66	28,02	39,64	40,89	38,26
67	35,83	33,11	41,20	41,55
68	36,02	34,15	40,00	40,28
69	33,52	32,93	38,86	39,30
70	42,71	38,46	41,92	42,86
71	41,88	28,67	38,71	39,15
72	32,96	32,43	36,61	40,45
<b>Promedio</b>	38,66	38,10	40,47	39,93
<b>D. Estándar</b>	4,63	5,08	2,81	1,69

Cuadro A.14. Cantidad de huevos extras por semana durante el estudio (%)

Semana	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (2% Ca)	T3 (4% Ca)	T4 (6% Ca)
51	42,34	44,12	46,37	45,56
52	41,34	46,52	42,69	48,89
53	46,56	40,38	48,30	49,04
54	44,11	43,85	40,95	46,41
55	50,97	37,10	42,59	46,37
56	45,20	48,77	39,46	39,77
57	42,45	42,17	46,43	38,68
58	40,95	47,90	40,08	48,16
59	42,42	44,93	45,14	41,74
60	37,00	40,09	50,20	47,08
61	43,86	45,21	43,21	41,91
62	44,34	46,89	42,98	42,01
63	40,10	41,06	46,44	42,98
64	44,50	47,83	45,11	40,87
65	43,46	41,80	42,54	43,75
66	50,55	42,60	48,89	49,56
67	48,66	45,03	47,69	39,73
68	44,09	40,24	40,46	43,60
69	45,25	34,76	40,41	45,27
70	46,35	37,82	43,43	44,33
71	46,07	56,00	44,09	41,80
72	52,51	50,68	46,99	42,70
<b>Promedio</b>	<b>44,69</b>	<b>43,90</b>	<b>44,29</b>	<b>44,10</b>
<b>D. Estándar</b>	<b>3,67</b>	<b>4,84</b>	<b>3,09</b>	<b>3,22</b>

Cuadro A.15. Cantidad de huevos jumbos por semana durante el estudio (%)

Semana	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (2% Ca)	T3 (4% Ca)	T4 (6% Ca)
51	8,76	4,78	6,05	7,78
52	8,13	4,03	8,08	7,41
53	10,69	5,38	7,55	6,13
54	7,60	10,38	7,09	5,28
55	8,11	8,87	6,08	8,87
56	6,80	8,20	8,81	7,20
57	8,16	6,52	6,35	7,00
58	9,91	7,56	9,72	6,53
59	9,09	6,61	7,23	6,61
60	7,93	4,85	8,91	6,67
61	10,53	10,50	6,58	8,71
62	10,86	8,61	9,92	10,92
63	13,86	12,08	8,37	7,23
64	13,50	6,76	10,21	9,13
65	11,52	10,58	11,40	8,93
66	12,64	16,57	6,67	10,43
67	10,70	12,58	7,87	12,79
68	13,98	14,63	10,23	8,53
69	12,29	9,15	14,51	9,95
70	6,77	14,10	11,62	10,34
71	8,90	11,33	12,37	13,23
72	8,94	13,51	10,38	12,36
<b>Promedio</b>	<b>9,98</b>	<b>9,44</b>	<b>8,91</b>	<b>8,73</b>
<b>D. Estándar</b>	<b>2,24</b>	<b>3,51</b>	<b>2,26</b>	<b>2,23</b>

Cuadro A.16. Cantidad de huevos rotos por semana durante el estudio (%)

Semana	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (2% Ca)	T3 (4% Ca)	T4 (6% Ca)
51	0,00	0,00	1,61	0,00
52	0,71	0,00	0,38	0,74
53	0,00	0,38	0,00	0,00
54	0,00	0,00	0,00	0,00
55	1,16	0,00	1,14	0,40
56	0,00	0,41	0,00	0,00
57	0,41	2,17	0,40	0,00
58	0,86	1,26	0,00	0,41
59	0,43	2,64	0,00	0,00
60	0,88	0,44	0,00	0,00
61	0,00	0,00	0,00	0,00
62	1,81	0,00	0,41	0,00
63	0,00	2,42	0,00	0,00
64	0,00	6,28	0,00	0,00
65	0,00	2,12	0,00	0,45
66	0,00	0,00	0,00	0,00
67	0,00	3,97	0,00	0,46
68	0,00	4,27	0,47	0,00
69	0,00	9,15	0,00	1,00
70	0,00	1,28	0,00	0,00
71	0,00	0,00	0,00	0,53
72	0,00	1,35	0,00	1,12
<b>Promedio</b>	<b>0,28</b>	<b>1,73</b>	<b>0,20</b>	<b>0,23</b>
<b>D. Estándar</b>	<b>0,50</b>	<b>2,38</b>	<b>0,42</b>	<b>0,35</b>

Cuadro A.17. Peso de las gallinas al inicio del estudio (kg)

Semana	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (2% Ca)	T3 (4% Ca)	T4 (6% Ca)
1	1,722	1,703	2,15	1,948
2	2,044	1,943	1,879	1,89
3	1,845	1,931	1,978	1,951
4	1,823	2,059	1,74	2,237
5	1,96	1,989	1,88	1,97
6	2,039	2,003	2,22	1,936
7	1,704	1,979	2,181	1,756
8	1,963	1,846	1,995	1,943
9	1,98	1,985	2,02	1,886
10	2,019	1,689	1,726	1,756
11	1,858	1,981	1,799	1,84
12	1,942	2,025	1,885	1,846
13	1,99	2,008	1,904	1,982
14	2,021	1,942	1,792	1,768
15	2,052	1,927	1,864	1,954
16	1,864	1,996	1,978	1,829
17	1,855	2,038	2,141	1,764
18	1,956	2,049	2,139	1,968
19	1,939	1,772	1,872	1,921
20	1,79	2,015	1,945	1,766
21	1,826	1,964	2,018	2,015
22	1,945	1,745	2,194	1,866
23	2,11	1,944	2,088	1,891
24	1,898	1,964	1,983	1,689
25	1,94	1,701	1,825	2,198
26	2,032	1,991	1,957	1,778
27	2,004	1,884	1,706	1,788
28	1,991	2,046	1,846	1,998
29	1,849	1,764	2,024	1,881
30	1,893	1,956	1,946	1,983
31	1,973	1,733	1,764	2,219
32	2,147	2,015	1,921	2,13
33	2,129	1,763	1,882	1,968
34	2,008	1,955	2,199	1,784
35	1,932	1,898	1,741	1,946
36	1,987	1,756	1,7	1,833
37	1,945	1,862	1,814	1,743
38	1,976	1,934	1,883	1,946
39	1,963	1,879	1,914	1,862
40	1,956	1,7	1,765	1,768
41	1,889	1,714	2,219	1,929
42	2,122	1,812	1,748	1,768
43	1,946	1,99	1,955	2,268
44	1,828	1,986	1,828	1,76
45	1,795	1,851	2,063	1,929
<b>Promedio</b>	<b>1,943</b>	<b>1,904</b>	<b>1,935</b>	<b>1,908</b>
<b>D. Estándar</b>	<b>0,101</b>	<b>0,114</b>	<b>0,150</b>	<b>0,138</b>

Cuadro A.18. Peso de las gallinas al final del estudio (kg)

Semana	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2 (2% Ca)	T3 (4% Ca)	T4 (6% Ca)
1	1,77	1,85	1,67	1,7
2	1,8	1,749	1,87	2,002
3	1,73	1,603	1,75	2,1
4	1,56	1,571	1,77	1,73
5	1,579	1,73	1,826	1,987
6	1,784	1,56	1,78	1,638
7	1,78	1,59	1,75	1,74
8	1,7	1,77	1,768	1,731
9	1,6	1,754	1,673	1,706
10	1,543	1,769	1,778	1,874
11	1,662	1,703	1,617	1,73
12	1,88	1,631	1,83	1,673
13	1,74	1,542	1,89	1,839
14	1,761	1,662	1,593	1,637
15	1,73	1,532	1,56	2,12
16	1,55	1,661	1,774	1,736
17	1,91	1,622	1,671	1,897
18	1,63	1,561	1,673	1,877
19	1,76	1,523	1,89	2,1
20	1,833	1,461	1,633	1,67
21	1,5	1,53	1,761	1,931
22	1,748	1,578	1,774	1,781
23	1,737	1,73	1,739	1,7
24	1,557	1,8	1,761	2,33
25	1,7	1,733	1,69	1,832
26	1,647	1,891	1,79	1,634
27	1,72	1,478	1,539	1,673
28	1,573	1,84	1,64	2,218
29	1,83	1,537	1,834	1,671
30	1,743	1,543	1,671	1,928
31	1,69	1,594	1,6	1,761
32	1,626	1,633	1,881	1,703
33	1,813	1,67	1,786	1,894
34	1,806	1,682	1,628	1,976
35	1,67	1,734	1,787	1,7
36	1,551	1,828	1,862	1,747
37	1,575	1,63	1,744	1,703
38	1,65	1,554	1,705	1,796
39	1,764	1,479	1,78	1,76
40	1,56		1,812	1,709
41	1,574		1,707	2,125
42			1,607	1,971
43			1,877	2,06
44				
45				
<b>Promedio</b>	<b>1,691</b>	<b>1,649</b>	<b>1,738</b>	<b>1,839</b>
<b>D. Estándar</b>	<b>0,105</b>	<b>0,114</b>	<b>0,091</b>	<b>0,175</b>