

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTECNICA



“Utilización de dos Fuentes de Calcio (Carbonato Dicalcico y Conchilla) y dos Horarios de Alimentación en Ponedoras en Line en la última Etapa de Producción en la Ciudad de Latacunga””

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR

JAVIER PATRICIO NOBOA GALLARDO

Riobamba – Ecuador

2004

## **INDICE**

	Página
I. INTRODUCCION .....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
A. LA ALIMENTACION Y SOLIDEZ DE LA CASCARA .....	4
1. Necesidades de calcio .....	4
1.1 Cantidad de calcio .....	5
1.2 Estudios realizados con diferentes niveles de calcio .....	6
2. Necesidades de fósforo .....	13
3. Necesidades de Colecalciferol .....	14
4. Necesidades de vitamina C .....	14
5. Necesidades de bicarbonato de sodio .....	15
B. CARACTERISTICAS GENERALES DEL HUEVO .....	16
2. Composición de la cáscara del huevo .....	16
C. FORMACION DE LA CÁSCARA DEL HUEVO .....	16
D. FUENTES DE CALCIO Y FOSFORO .....	16
1. Calcio .....	16
2. Fósforo .....	18
E. FACTORES QUE ACTUAN SOBRE LA SOLIDEZ DE LA CASCARA .	18
1. Edad de la gallina y precocidad .....	18

2. Hora de puesta .....	19
3. Patología .....	19
4. Calidad del agua .....	20
F. METODOS PARA MEDIR LA CALIDAD DE LA CASCARA .....	20
1. Métodos directos .....	21
2. Métodos indirectos .....	22
G. PONEDORA HY LINE .....	22
III. MATERIALES Y METODOS .....	23
A. LOCALIZACION Y DURACION DEL EXPERIMENTO .....	23
B. UNIDADES EXPERIMENTALES .....	23
C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES .....	24
1. De campo .....	24
2. De oficina .....	25
D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	25
1. Esquema del experimento .....	26
2. Composición de las raciones experimentales .....	26
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES .....	28
F. ANALISIS ESTADISTICOS .....	28
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL .....	29
IV RESULTADOS Y DISCUSION .....	31
1. PESO DE LAS AVES .....	31
2. GANANCIA DE PESO .....	34
3. CONSUMO DE ALIMENTO .....	35

4. CONVERSION ALIMENTICIA .....	40
5. PRODUCCION DE HUEVOS ROTOS .....	43
6. PRODUCCION TOTAL DE HUEVOS.....	50
7. PESO DEL HUEVO .....	56
8. TAMAÑO DEL HUEVO .....	57
9. GROSOR DE LA CASCARA .....	63
10. GRAVEDAD ESPECIFICA .....	67
11. COSTO DE PRODUCCION POR DOCENA DE HUEVOS .....	70
12. MORTALIDAD .....	70
13. ANALISIS ECONOMICO .....	75
V. CONCLUSIONES .....	78
VI. RECOMENDACIONES .....	79
VII. BIBLIOGRAFIA .....	80
VIII. ANEXOS .....	82

## LISTA DE CUADROS

N°	Página
1. CONDICIONES METEOROLOGICAS REINANTES DE LA GRANJA .....	23
2. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO .....	26
3. COMPOSICION DE LAS RACIONES EXPERIMENTALES .....	27
4. APORTES NUTRICIONALES .....	27
5. ESQUEMA DEL ANALISIS DE LA VARIANZA.....	29
6. EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACION EN EL PESO DE LAS GALLINAS HY LINE DE 45 A 69 SEMANAS DE EDAD. ....	32
11.EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACION EN LA GANANCIA DE PESO DE LAS GALLINAS HY LINE DE 45 A 69 SEMANAS DE EDAD .....	36
16.EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACION EN EL CONSUMO DE ALIMENTO DE LAS GALLINAS HY LINE DE 45 A 69 SEMANAS DE .....	37
21.EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACION EN LA CONVERSION ALIMENTICIA DE LAS GALLINAS HY LINE DE 45 A 69 SEMANAS DE EDAD .....	41

26.EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACION EN LA PRODUCCION DE HUEVOS ROTOS DE LAS GALLINAS HY LINE DE 45 A 69 SEMANAS DE EDAD .....	45
31.EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACION EN LA PRODN. DE HUEVOS DE LAS GALLINAS HY LINE DE 45 A 69 SEMANAS DE EDAD .....	52
36.EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACION EN EL PESO DEL HUEVO DE LAS GALLINAS HY LINE DE 45 A 69 SEMANAS DE EDAD .....	58
41.EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACION EN EL TAMAÑO DEL HUEVO DE LAS GALLINAS HY LINE DE 45 A 69 SEMANAS DE EDAD.....	59
46.EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACION EN EL GROSOR DE LA CASCARA DE LAS GALLINAS HY LINE DE 45 A 69 SEMANAS DE EDAD .....	64
51.EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACION EN LA GRAVEDAD ESPECIFICA DEL HUEVO DE LAS GALLINAS HY LINE DE 45 A 69 SEMANAS DE EDAD.....	68
56. EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACION EN EL COSTO DE UNA DOCENA DE HUEVOS DE LAS GALLINAS HY LINE DE 45 A 69 SEMANAS DE EDAD...	71
61.EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACION EN LA MORTALIDAD DE LAS GALLINAS HY LINE DE 45 A 69 SEMANAS DE EDAD .....	72

66. ANALISIS ECONOMICO DE LA PRODUCCION DE LAS GALLINAS HY LINE BAJO EL EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES DE CALCIO Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACION .....	76
67. ANALISIS ECONOMICO DE LA PRODUCCION DE LAS GALLINAS HY LINE BAJO EL EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES DE CALCIO Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACION (POR FACTORES EN ESTUDIO) .....	77

## LISTA DE GRAFICOS

N°	Página
1. PESOS DE LAS GALLINAS HY LINE POR EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES DE CALCIO Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACIÓN.....	33
2. GANANCIA DE PESO DE LAS GALLINAS HY LINE POR EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES DE CALCIO Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACIÓN.....	38
3. CONSUMO TOTAL DE LAS GALLINAS HY LINE POR EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES DE CALCIO Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACIÓN.....	39
4. CONVERSION ALIMENTICIA DE LAS GALLINAS HY LINE POR EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES DE CALCIO Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACIÓN.....	42
5. PORCENTAJE DE PRODUCCION DE HUEVOS ROTOS DE LAS GALLINAS HY LINE POR EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES DE CALCIO Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACIÓN.....	46
6. EVOLUCION DE LA PRODUCCION DE HUEVOS ROTOS DE LAS GALLINAS HY LINE POR EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES DE CALCIO Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACIÓN.....	47
7. NUMERO DE HUEVOS ROTOS EN FUNCION DE LOS FACTORES EN ESTUDIO.....	48
10. PRODUCCION DE HUEVOS ROTOS POR TRATAMIENTO .....	49
11. PORCENTAJE DE PRODUCCION TOTAL DE HUEVOS DE LAS GALLINAS HY LINE POR EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES DE CALCIO Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACIÓN.....	53
12. EVOLUCION DE LA PRODUCCION TOTAL DE HUEVOS DURANTE LOS SEIS MESES DE INVESTIGACION .....	54
13. NUMERO DE HUEVOS EN FUNCION DE LOS FACTORES EN ESTUDIO..	55
16. PESO PROMEDIO DEL HUEVO DE LAS GALLINAS HY LINE POR EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES DE CALCIO Y DOS HORARIOS DE ALIMEN.....	60
17. PESO DEL HUEVO EN FUNCION DE LOS FACTORES EN ESTUDIO .....	61
20. TAMAÑO PROMEDIO DEL HUEVO DE LAS GALLINAS HY LINE POR EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES DE CALCIO Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACION.....	62

21. GROSOR PROMEDIO DE LA CASCARA DEL HUEVO DE LAS GALLINAS HY LINE EN LA POR EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES DE CALCIO Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACIÓN.....	65
22. GROSOR DE LA CASCARA DEL HUEVO EN FUNCION DE LOS FACTORES EN ESTUDIO .....	66
25. GRAVEDAD ESPECIFICA DEL HUEVO EN DE LOS FACTORES EN ESTUDIO .....	69
28.COSTOS DE PRODUCCION POR DOCENA DE HUEVOS DE LAS GALLINAS HY LINE POR EFECTO DE DOS FUENTES DE CALCIO, TRES NIVELES DE CALCIO Y DOS HORARIOS DE ALIMENTACIÓN.....	73
29. MORTALIDAD EN FUNCION DEL NIVEL DE CALCIO.....	74
30. MORTALIDAD EN FUNCION DE LA FUENTE DE CALCIO.....	74
31. MORTALIDAD EN FUNCION DEL HORARIO DE ALIMENTACION.....	74

## VIII. RESUMEN

En la ciudad de Latacunga, Provincia del Cotopaxi, ubicada a 2900 m.s.n.m con una temperatura promedio de 13.4 °C, una precipitación de 1400 mm, humedad relativa de 60%.

Se estudio (diferentes niveles de calcio), dos fuentes de calcio (carbonato dicálcico y conchilla) y dos horarios de alimentación en gallinas ponedoras en la última etapa de producción en la ciudad de Latacunga, se utilizó un diseño trifactorial de bloques completamente al azar con doce tratamientos y cuatro repeticiones. Los datos fueron analizados con el programa estadístico SAS obteniéndose las mayores producciones con el tratamiento 11 (fuente carbonato, 4.20% de calcio, suministrado en la tarde), el mayor peso de las gallinas 2210 g con el tratamiento 12 (fuente conchilla, 4.20% de calcio, suministrado en la tarde), obtuvimos un grosor de la cáscara promedio de 0.39 mm, mayor peso del huevo con el tratamiento 12 de 69.58 g, el mayor porcentaje de aves muertas con los

tratamiento 12 y 11 de 0.69%, las gallinas sufrieron problemas de salmonella y estrés.

Al hablar de análisis económico el mejor tratamiento fue el que tiene base carbonato dicálcico, 4.20% de calcio y suministrado en la tarde.

## IX. SUMMARY

Latacunga city is located in Cotopaxi province at 2900 meters over sea level, with 13.4 °C temperature and a relative humidity of 60%.

Has been made a study of different calcium level. Two levels of calcium (carbonato dicálcico and conchilla) and two schedules of lay hen feeding Hy Line in the last level of production in Latacunga city. It was used a three factorial design of blocks chosen by lottery giving them 12 treatments with four repetitions.

The results were analyzed with the statistical program SAS getting better productions with the treatment eleven (Source carbonate, 4.20% of Ca, provided in the afternoon). Higher weight of hens 2210 g with the treatment 12 (Source conchilla, 4.20% of Ca, provided in the afternoon), We got a thickness of the egg skin of 0. Mm, higher egg weight with the treatments and eleven twelve of 0.69%. the hens got diseases problems of salmonella and stress.

When we talk about economy the best treatment was which has a base of carbonate dicalcico, 4.20% of calcium and provided in the afternoon.

## I. INTRODUCCION

La importancia que la producción animal ha tomado en los últimos años en nuestro país, ha hecho que la industria avícola se oriente hacia una mayor especialización en la producción de huevos, constituyéndose actualmente en una buena actividad económica. Empresas de gran tamaño, como PRONACA, Huevos Oro, instaladas con modernos equipos y con buena tecnología se encuentran funcionando en diferentes provincias del país bajo el asesoramiento de profesionales zootecnistas, los cuales han ido adquiriendo a través del tiempo nuevas técnicas o tecnologías que permitirá el avance de la producción avícola. Contando en la actualidad con más de 6.000.000 de ponedoras en el Ecuador, en tanto que en la ciudad de Latacunga existe una población de 200.000 aves, a nivel mundial Cuca M, (2004) manifiesta que en el 2002 la población de ponedoras fue de 5082 millones de ponedoras encontrándose el mayor % en el continente asiático con un 59%.

La formación de un huevo y con él la calidad de la cáscara de huevo puede verse afectadas directamente por numerosos factores como la tensión, estado de salud del animal, manejo de la granja, raza, condición ambiental y nutrición adecuada. Produciéndose la mayoría de quebraduras de huevo por la interrelación entre la calidad de la cáscara de huevo y numerosos factores biológicos, del medio ambiente y de manejo.

Debido que las cáscaras rajadas y rotas siguen siendo responsables de importantes pérdidas económicas, particularmente en gallinas viejas, En las últimas décadas se ha obtenido mucha información sobre la calidad de la cáscara tratando con ello disminuir dichas pérdidas que constituyen los huevos rotos, que según El boletín Avícola de Argentina (2003) la producción de huevos rotos en Argentina constituyen de 4 a 6 % del total de producción, según Cuca M, (2004) nos indica que en Gran Bretaña es del 6 a 8%, en Alemania es de 8%, en Estados Unidos es de 6.4%, en 1998 se menciona una pérdida de 250 millones de dólares por año. En Canadá se produce pérdidas económicas de 10 millones de dólares anuales

Las gallinas comerciales manejadas técnicamente en un periodo de un año, ponen cerca de 280 –290 huevos, cada uno con un peso aproximado de 60 g. por lo que es necesario buscar fuentes de calcio de excelente calidad, y un nivel adecuado debido que el contenido de Ca en la cáscara es de 2 a 2.2 g, por lo que fue

necesario investigar diferentes niveles de Ca, con dos fuentes de Ca, Carbonato y Concha y dos horarios de alimentación.

El calcio y el fósforo son los macrominerales que tienen más influencia sobre el metabolismo óseo y la calidad de la cáscara. Se han realizado numerosos trabajos para identificar los niveles óptimos en la dieta que permiten maximizar la producción de huevos y la calidad de la cáscara. No obstante, estos nutrientes son también vitales para mantener la salud de los animales.

Desde este punto de vista la presente investigación tiene su importancia por cuanto permitirá conocer el nivel adecuado de calcio para la obtención del menor número de huevos rotos, produciéndose de esta manera un producto de excelente calidad que será comercializado en importantes ciudades para el consumo de la población, por estas razones, se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar el nivel adecuado de Calcio evaluando tres niveles de calcio provenientes de dos fuente de calcio a usarse en la alimentación de aves de postura Hy Line.
- Determinar que horario de alimentación es el adecuado para incrementar el consumo de Calcio, disminuyendo con ello el porcentaje de huevos rotos.
- Determinar la rentabilidad de dichos niveles de calcio utilizados en la investigación.

## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **A. LA ALIMENTACION Y SOLIDEZ DE LA CASCARA**

Summers y Diaz (1999) indican que, cuando una gallina es alimentada con un balanceado completo, consume alrededor de un 10% más en los días de formación del huevo. La gallina tiene un apetito específico para el calcio entre las 8 y 12 horas después de la ovulación es decir, justo antes y al comienzo de la formación de la cáscara. Cómo se puede observar en la figura 1 anexo 18.

#### **1. Necesidades de Calcio.**

Mc Dowell (1992), manifiesta que, el calcio es el constituyente principal de las estructuras óseas y de la cáscara del huevo. Además juega un papel importante en numerosas funciones metabólicas incluyendo los procesos de coagulación de

la sangre y la transmisión de impulsos nerviosos Una carencia provoca raquitismo en animales jóvenes, osteomalacia en adultos y problemas de calidad de cáscara en aves de puesta. El exceso reduce el consumo.

Rao, K. Roland, Adams D y Durboraw M. (1992) indican que, El aporte de calcio en forma de partículas con un tamaño que ira desde 2 a 4 milímetros debe representar alrededor del 70% del aporte total, estas partículas permanecerán en la molleja y se disolverán despacio por acción de las condiciones ácidas. Constituyéndose en una fuente continua de calcio en el tracto digestivo, especialmente durante la noche cuando la cáscara del huevo se está formando. El 30% restante será en forma de polvo cuyo tamaño de partícula es de 0.7 a 0.8 milímetros, esta fuente de calcio pasará rápidamente de la molleja al intestino siendo absorbido el calcio por las vellosidades intestinales hacia la sangre, la que le transportará a los huesos favoreciendo la reconstitución de las reservas en los huesos. Como se observa en la figura 2 anexo 19.

### **1.1 Cantidad de calcio.**

Keshavarz y Nakajima (1993) citado por Manuel Cuca (2003), mencionan que 3.75% de Ca es adecuado para la formación del cascarón y que las gallinas en postura pueden tolerar altos niveles de calcio (6 g por gallina) sin tener efectos negativos en postura.

La NCR (1994) estimaba que el requerimiento de calcio de gallinas ponedora, es de 3.75 g por día. En las dietas prácticas, las gallinas reciben 3.5 a 4% de calcio en la mezcla de la ración de ponedoras. La retención de calcio es relativamente baja y se ha demostrado que retienen solamente alrededor del 50% del calcio ingerido.

El aporte de calcio en la dieta depende de:

- El total de alimento consumido (que a su vez está en función del nivel energético de la ración).
- La temperatura.
- El grado de emplume.
- La raza.

Se ha observado que los huevos con depósitos calcáreos sobre la superficie y con extremos rugosos son probablemente el resultado de suministrar demasiado calcio al ave. El suministro a libertad de calcio también puede ocasionar producción de huevos con cáscara blanda, esta alteración inesperada se debe a una deficiencia de fósforo secundaria, ya que cuando el ave consume demasiado calcio, el exceso excretado generalmente como fosfato de calcio soluble.

## **1.2 Estudios realizados con diferentes niveles de calcio.**

Ahmad A, Balander J (2003), manifestaron que; la calidad de la cascara del huevo, debido al impacto económico y comercial de la producción de huevos, siempre fue materia de estudio. Varios parámetros que influyeron en la calidad de la cáscara, incluyendo nivel de Ca, vitamina D3 y composición química de la sangre. En esta investigación se combinó diferentes fuentes de Ca, niveles de P, horario de alimentación en donde se evaluó calidad de cáscara, producción y peso del huevo; estos resultados sugieren que para reducir pérdidas económicas se debe escoger un patrón alimenticio de las gallinas ponedoras usando alternativas de fuentes de Ca, niveles de P dando de comer en la mañana o tarde.

Castillo, C. Cuca, M. (2004), concluyeron que el Ca es importante en la formación de la cáscara, niveles inadecuados de Ca en la dieta puede afectar la calidad de la cáscara, en la producción de huevos. En las gallinas viejas, la producción de huevos y gravedad específica disminuye, para lo cual recomiendan utilizar niveles de 4.34 y 4.62% de Ca.

Chowdhury, S. R. Smith, T. K (2002), recomendando utilizar un nivel de Ca en la dieta de 3.5% combinando con 0.10% (1.4-diaminobutane), mejorando con ello la calidad de la cáscara del huevo.

Paca, D. (2004), manifiesta que el peso de las gallinas que consumieron como fuente de calcio la conchilla alcanzaron mejor peso igual a 2.107 kg, en tanto que

a la fuente de fósforo con fosfato alcanzó pesos de 2.103 kg, y el nivel de fósforo de 0.45% de fósforo disponible con pesos de 2.109 kg.

La mejor producción de huevos alcanzó con el carbonato de calcio con 86.6%, harina de huesos como fuente de fósforo alcanzó una producción de huevos igual a 86.6% y el nivel de fósforo de 0.45% de fósforo disponible con 86.5%.

El mejor porcentaje de huevos rotos de 0.69% al utilizar con fuente de calcio, la conchilla. Recomendando utilizar:

- Como fuente de calcio, al Carbonato de calcio al 4%,
- Como fuente de fósforo, el fosfato, y.
- Un nivel de fósforo disponible de 0.45%.

Hansen, K, Beck, M, Scheideler, S, y Blankenship, B, manifiestan que en las gallinas el estrés por el calor destruye el proceso de calcificación de la cáscara, para lo cual recomienda utilizar hormonas sintéticas como los exógenos y estrogénos en combinación con vitamina D3 y Ca.

Tamim M, Angel, R. Christman, M (2003), manifiestan que el efecto del Ca y la Phytase ayudan a mejorar la calidad de la cáscara disminuyendo con ello pérdidas económicas utilizando un nivel de Ca de 4.2% y 180 g de Phytase en la dieta.

Keshavarz y Nakajima (1993), citado por Cuca M , (2004). Manifiestas que los mejores resultados se obtuvo con el nivel 4.5% con un porcentaje de producción de 80.1%, conversión alimenticia igual a 2.27, peso del huevo igual a 58.8 g, consumo de alimento de 106 g, y gravedad específica de 1.080.

Hernández (2003) citado por Manuel Cuca, 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 que evaluó fueron producción de huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia, gravedad específica, peso del huevo y grosor del cascarón. Los resultados indicaron que el nivel de calcio en la dieta afectó el peso del huevo, obteniéndose los mejores resultados 71.0 g con el nivel 3.25%, grosor del cascarón 0.359 con el nivel 4.75%, consumo de alimento, 116 g, la producción de huevo, conversión alimenticia y gravedad específica no se vio afectado por el nivel de calcio. A medida que la edad de las gallinas aumenta, la gravedad específica del huevo y el grosor del cascarón disminuye, pero no el peso del huevo.

En La Granja Campo Alegre ubicada en Canadá en el Distrito Urdaneta, Estado Zulia, citado por Manuel Cuca, se realizó un estudio de diferentes niveles de calcio (3,5 4.0 4,5 y 5,0 %) en la alimentación de gallinas ponedoras, llevando la evaluación sobre la producción de huevos, consumo de alimento, grosor de cáscara durante las primeras 20 semanas de producción. Se encontró que hasta

un 4,5% de calcio en las dietas no produjo diferencias significativas en el porcentaje de producción de huevo, mientras que con 5.0% de calcio ocurrió una disminución en el porcentaje de la producción de huevo. El consumo de alimento no fue afectado significativamente por los diferentes niveles de calcio en las dietas. El grosor de las cáscaras fue afectado significativamente por los niveles de calcio en las dietas, siendo el nivel de calcio 4,0% el que mayor grosor de cáscara produjo, mientras que el 5,0% fue el de menor grosor. Se pudo observar que a medida que se aumentaron los niveles de calcio en las dietas, así mismo se aumentó la mortalidad, siendo el nivel de 5,0% de calcio el que mayor mortalidad reportó, siendo esta de un 5,68%.

Frost y Roland (1991), citado por Manuel Cuca, evaluaron el efecto de 2.75, 3.75 y 4.25%, e informan que, el mayor consumo de alimento, la mayor gravedad específica y el mayor peso del huevo se registró en el nivel más alto de Ca utilizado; excepto para la producción de huevo ya que no hubo diferencia ( $P>0.05$ ) entre tratamientos.

Clunies (1992), citado por Manuel Cuca, evaluaron tres niveles de Ca, registrando la mayor producción de huevo y el menor consumo de alimento en las aves del tratamiento con menos Ca y el mayor peso del huevo en el tratamiento con más Ca (4.5%).

Zapata y Gernat (1995), citado por Manuel Cuca, al comparar 3.0 vs 3.5% de Ca en dietas para gallinas de 70 semanas de edad, encontraron que el consumo de alimento, peso del huevo y grosor del cascarón no fueron diferentes; sin embargo, la gravedad específica del huevo fue mayor en el tratamiento con 3.5% de Ca.

Roland (1996), citado por Manuel Cuca, al alimentar gallinas de 21 a 32 semanas con seis niveles de Ca (2.5-5% con intervalos de 0.5) encontraron que al aumentar el nivel de calcio en la dieta incrementó linealmente la producción de huevo, el consumo de alimento, y la gravedad específica del huevo.

Chandramoni (1998) en un experimento con gallinas White Leghorn, citado por Manuel Cuca, probaron cinco niveles de calcio (26, 29, 32.5, 36 y 39 g kg<sup>-1</sup>) 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, obteniéndose la mejor respuesta con el nivel de 39 g kg<sup>-1</sup>.

García (2002), citado por Manuel Cuca, 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 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 se

afectaron, 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 %.

Castillo (2002), citado por Manuel Cuca, evaluó cinco niveles de calcio (2.96, 3.22, 3.83, 4.31 y 4.82%) en tres etapas (23 a 38, 39 a 54 y 55 a 70 semanas de edad en gallinas Hy - Line W-98, no hubo interacción entre el nivel de calcio y etapa experimental, pero los efectos principales mostraron que hubo diferencia en consumo de alimento y gravedad específica; la etapa experimental afectó el número de huevos, producción, conversión alimenticia, peso del huevo, gravedad específica y grosor del cascarón; los resultados de este estudio indican que no hubo diferencias entre el nivel más bajo (2.96 %) y el más alto (4.82 %) de calcio. Dándose resultados en el consumo de un promedio de 113, peso del huevo de 66g y gravedad específica de 1.082.

Bar (2002), citado por Manuel Cuca, llevó a cabo tres experimentos con gallinas de segundo ciclo de postura, de 401 a 650 días de edad, de la línea Lohman, utilizaron dietas con diferentes niveles de calcio (25 a 50 g kg<sup>-1</sup> 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). Encontrándose los mejores resultados con el nivel 4.8% presentando un consumo de 104 g, peso del huevo de 65 g, peso del cascarón de 5.87 g, grosor de la cáscara de 0.4 mm, para la

edad de (401 a 456 días). Los mejores resultados con el nivel 4.9% presentando un consumo de 118 g, peso del huevo de 69 g, peso del cascarón de 6.12 g, grosor de la cáscara de 0.4 mm, para la edad de (462 a 543 días). Los mejores resultados con el nivel 4.0% presentando un consumo de 126 g, peso del huevo de 72 g, peso del cascarón de 6.13 g, grosor de la cáscara de 0.4 mm, para la edad de (462 a 543 días).

## **2. Necesidades de fósforo**

Keshavarz y Nakajima (1993) manifiestan que el fósforo es necesario para la gallina ponedora para depositar el calcio en los huesos durante el día, después que el calcio ha sido retirado de los huesos durante la noche, en numerosos procesos metabólicos. Entre ellos, destacamos el mantenimiento del equilibrio ácido-base, la capacidad tampón, el mantenimiento de la calidad de la cáscara y la participación en los procesos de intercambio de energía.

El exceso no es sólo caro y contaminante sino que además influye negativamente sobre los procesos de calcificación y de formación de la cáscara, dando lugar, a un aumento de su nivel circulante en la sangre y como consecuencia de ello, se frena la movilización ósea implicada en el aprovisionamiento de calcio al útero, ello da lugar a una disminución del depósito de calcio en la cáscara.

El manual Gallina Hy Line (2001) indica que, con relación a la cantidad de fósforo que ingiere el ave su aportación en el huevo es escasa, la finalidad de este mineral es fundamentalmente de la de reconstruir el esqueleto, cuando existe una carencia la productividad baja y aumenta la mortalidad. El nivel de fósforo en la ración debe ser de 0.25 a 0.30% para una ración con un nivel energético de 2700 Kcal. Varios estudios sugieren que el nivel del fósforo se puede reducir con la edad de la gallina, sin efectos negativos claros sobre la calidad de la cáscara de huevo. En la práctica, esta reducción del nivel de fósforo en la dieta, se acompaña con un incremento en los niveles de calcio en la dieta, a través de conchas de moluscos o granulado de calcita. Por lo tanto recomendamos:

- Utilizar alimento prepuesta rico en fósforo para permitir el desarrollo del hueso medular constituidos por fosfatos tricálcico.
  
- Las necesidades de fósforo son menores si se utiliza calcio en forma de partículas.

### **3. Necesidades de Colecalciferol (vitamina D3)**

Leeson y Summers, (2001) manifiestan que, el colecalciferol regula el nivel del calcio y fósforo en el torrente sanguíneo, absorción del calcio y el transporte del calcio a la glándula de la cáscara. La industria está usando normalmente niveles dietéticos de 2.000 – 2500 ISU/kg.

#### **4. Necesidades de Vitamina C**

Volker y Weiser (1993), manifiestan que las gallinas ponedoras tienen la capacidad inherente de sintetizar la vitamina C y por lo tanto, no deberían requerir la vitamina en sus dietas bajo condiciones normales. Sin embargo, bajo condiciones de tensión (estrés), es necesario la suplementación de vitamina C, se ha mostrado no solo que se mejora el rendimiento de la gallina ponedora, sino que también mejora la calidad de la cáscara de huevo.

#### **5. Necesidades de Bicarbonato de Sodio**

Makled y Charles (1987), indican que durante el estrés por calor, las gallinas sufren de hiperventilación y alcalosis respiratoria, esto se refleja en la pérdida de dióxido de carbono de la sangre asociada con pérdidas de bicarbonato en la sangre y de los fluidos corporales. Esta pérdida de bicarbonato acentúa la necesidad del bicarbonato en la sangre para regular los iones de hidrógeno producidos durante la formación de la cáscara.

Una concentración reducida de bicarbonato en la glándula de la cáscara, afecta adversamente la calidad de la cáscara del huevo. Hasta un 30% de la sal suplementada en la dieta puede ser sustituida por bicarbonato de sodio sin afectar el desempeño, pero haciendo que las aves produzcan heces más secas.

## **B. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CÁSCARA DEL HUEVO**

### **1. Composición de la cáscara del huevo.**

BUXADE (1987) manifiesta que la cáscara del huevo se compone de los siguientes elementos.

- a. 1,6% de agua
- b. 3.3% de proteínas
- c. 95.1% de minerales fundamentalmente de carbonato de calcio (93.6% del total de minerales), el calcio representa un 37.3% del peso total de la cáscara y el fósforo y el magnesio el 0.3% cada uno.

## **C. FORMACIÓN DE LA CÁSCARA DEL HUEVO.**

Ocurre luego de seis horas de haber iniciado el proceso de formación del huevo durante las 6 horas siguientes, cerca de 400 mg de calcio son depositados, mientras que el periodo de mayor actividad ocurre entre las 12 y 18 horas del ciclo, cuando cerca de 800 mg son depositados en la cáscara. Posteriormente disminuye la deposición de calcio a unos 500 mg durante las últimas 6 horas, llegando a un total aproximado de 1.7 g de calcio por cáscara, dependiendo del tamaño del huevo.

## D. FUENTES DE CALCIO Y FÓSFORO.

### 1. Calcio.

Summers y Diaz (1999) manifiestan que Las fuentes más comunes son la piedra caliza y harina de concha particularmente para ponedoras más importante que la fuente misma es probablemente el tamaño de la partícula de la fuente de calcio, mientras mayor sea el tamaño de partícula, mayor tiempo permanecerá retenida en el tracto digestivo anterior. Esto significa que el calcio presente en las partículas más grandes será liberado más lentamente lo cual es importante para asegurar la continuación en la formación de la cáscara especialmente durante el periodo de oscuridad, cuando las aves no ingieren alimento.

Una de las ventajas de utilizar harina de concha es que las aves tienen también la posibilidad de seleccionar las partículas, lo cual puede tener importancia en el mantenimiento del balance óptimo de calcio, considerando que algunos días se forman huevos y otros días no se forman.

La principal fuente de Ca es el carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ) que se obtiene directamente de yacimientos de piedra caliza con molienda posterior, su contenido en Ca está en torno al 38% dependiendo de la riqueza en calcita de la materia prima original. Por su origen, el  $\text{CaCO}_3$  incluye como contaminante cantidades variables de otros minerales tales como Mg, Fe y Cu que, aunque difíciles de

evaluar, deben ser tenidos en cuenta en formulación. En función del tamaño de la molienda el  $\text{CaCO}_3$  se presenta en forma de harina, sémola o piedra gruesa, siendo la primera presentación la más frecuente.

La conchilla de ostras con un contenido de 37% de Ca es otra fuente importante de Ca. En estas materias, el Ca es tan disponible como el de la piedra caliza pero al ser menos soluble y de tamaño más grueso, se libera más lentamente facilitando el aporte en horas de oscuridad, período durante el cual la gallina no come pero precisa Ca para la formación de la cáscara. Como consecuencia, la suplementación con conchilla suele mejorar la calidad de la cáscara, especialmente en aves viejas, condiciones de calor y raciones con bajo contenido en calcio.

## **2. Fósforo**

Summers y Diaz (1999) manifiestan que las fuentes de P son numerosas y se clasifican en orgánicas (vegetal o animal) e inorgánicas (mineral). Las fuentes vegetales de P tienen el inconveniente de su disponibilidad variable y normalmente baja en monogástricos. Se debe a que un porcentaje alto del P se encuentra en forma de fitatos (derivado del inositol) que son moléculas básicamente indigestibles en aves ya que su sistema enzimático carece de fitasas en cantidades apreciables. Ciertas fuentes vegetales (alfalfa, trigo) son ricas en fitasas y por tanto la disponibilidad del P que contienen es alta. Sin embargo, esta

alta disponibilidad resulta engañosa cuando esas materias primas son utilizadas en piensos granulados a altas temperaturas ya que las fitasas se destruyen fácilmente por la acción del calor.

## **E. FACTORES QUE ACTUAN SOBRE LA SOLIDEZ DE LA CASCARA**

### **1. Edad de la gallina y precocidad.**

SAUVEUR (1993), manifiesta que si las pollonas han comenzado la postura demasiado jóvenes y presentan el pico de producción prematuramente trae una reducción de la solidez y peso relativo de la cáscara, el peso de la cáscara baja ligeramente con la edad de la gallina. También disminuye cuando incrementa el peso del huevo debido a que el peso del huevo aumenta a medida que la edad de la gallina avanza, el resultado es que el peso de la cáscara aumenta relativamente más despacio que el del huevo.

### **2. Hora de puesta.**

Los huevos puestos en la tarde tienen una cáscara más sólida que los de la mañana. Los huevos de la tarde son huevos de final de serie y su cáscara se ha formado en parte durante las horas con luz de la mañana horas en las que la gallina puede consumir calcio.

### **3. Patología.**

La solidez de la cáscara es muy sensible a:

- ❖ Enfermedades respiratorias.
- ❖ Micoplasmosis
- ❖ Enfermedades de newcastle y bronquitis infecciosa.
- ❖ El síndrome de caída de puesta, que aparece después del pico de producción y se caracteriza por la expulsión prematura del huevo antes o durante el periodo de formación de la cáscara.
- ❖ El parasitismo intestinal que da lugar a una disminución de la absorción de calcio y/o de la vitamina D.

#### **4. Calidad del agua.**

Summers y Diaz (1999) Una reducción de hasta un 10% del grosor de la cáscara ha sido reportada en ponedoras que han recibido agua salobre, duplicándose la incidencia total de cáscara anormales cuando el agua contenía 250 mg de sal por litro. Al parecer el agua salobre ocasiona una deficiencia de iones bicarbonato, a través de una disminución en la actividad de la enzima anhidrasa carbónica presente en la mucosa del oviducto.

### **G. MÉTODOS PARA MEDIR LA CALIDAD DE LA CÁSCARA.**

Ceular, A. y Moreno, A. (1998). Cuando se habla de calidad de la cáscara generalmente se hace referencia a la resistencia de la misma a la ruptura. Los métodos de medida se pueden dividir en directos e indirectos. Los métodos directos se basan en la ruptura del huevo mientras que los métodos indirectos tienen la ventaja de que el huevo no pierde su integridad.

### **1. Métodos directos:**

Ceular, A y Moreno, A. (1998).

3.1 Medida del grosor: se realiza mediante un micrómetro determinando el grosor de la misma tras su ruptura. El grosor varía en función del punto elegido para la medida, siendo más gruesa en el polo agudo, más delgada en el ecuador e intermedia en el polo romo.

3.2 Medida del peso: es el peso de la cáscara tras romper el huevo, retirar su contenido y lavado para eliminar la posible albúmina adherida.

3.3 Porcentaje de cáscara en relación al peso total del huevo: se calcula tras el pesaje de la cáscara dividido por el peso total del huevo y multiplicado por cien.

3.4 Peso de la cáscara por unidad de superficie: se calcula tras el pesaje del huevo en miligramos dividido por el área de superficie en cm<sup>2</sup>. El área de superficie del huevo puede ser calculada multiplicando el peso del huevo elevada a 0.7056 por 3.9782

3.5 Compresión cuasiestática: se determina con la fuerza de compresión requerida para fracturar la cáscara del huevo.

3.6 Resistencia a la ruptura: su cuantificación se realiza utilizando un instrumento que mida la fuerza necesaria para la ruptura de la cáscara del huevo.

## **2. Métodos indirectos:**

Ceular, A y Moreno, A. (1998). El método más práctico para estimar la calidad de la cáscara es la determinación de la gravedad específica. Este método se basa en la relación existente entre el peso y el volumen de huevo. Es una medida fiable del grosor de la cáscara y está negativamente correlacionada con el número de huevos que se rompen en el proceso industrial.

Avicultura profesional (1983), manifiesta que la gravedad específica para determinar la calidad del cascarón, está basado en algo tan sencillo como observar si un huevo flota o no en agua salada. Al poner el huevo en agua fresca este se irá rápidamente al fondo, si comenzamos a añadir sal al agua llegaremos a un punto en el que el huevo subirá a la superficie y se mantendrá flotando. Entre

mayor sea la proporción de cáscara en ese huevo más sal tendremos que disolver en el agua para que ese huevo flote. Este método se realiza en 4 pasos:

1. Prepara de 8 a 12 soluciones salinas con gravedades específicas ascendientes disolviendo sal común en agua y utilizando recipientes plásticos.
2. Los huevos aproximadamente 30 por turno, estos deben ser huevos frescos todos recolectados en el mismo día. El tiempo de almacenamiento afectan los valores de gravedad específica debido a variaciones causadas por la evaporación que normalmente ocurre durante el almacenamiento, estos se colocan en una cesta de metal y se van sumergiendo en las soluciones comenzando con la d menos gravedad específica. Los huevos que flotan y llegan a la superficie se sacan y se colocan en el empaque de cartón correspondiente.
3. Después de registrar el número de huevos que flotan en cada solución estos pueden ser lavados con agua tibia para eliminar la sal.
4. Las soluciones se tapan para uso posterior.

## **H. PONEDORA HY LINE**

### **1. Características generales de la raza Hy Line**

Esta raza se caracteriza por su coloración de plumas rojas con blanco debajo de las plumas, su color de piel es amarilla.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se efectuó en la Granja Avícola el Campo que se encuentra ubicada en la Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquia San Buenaventura, Barrio Monjas. Con una duración de 180 días.

Cuadro 1. CONDICIONES METEOROLOGICAS REINANTES DE LA GRANJA

PARAMETROS	PROMEDIO
TEMPERATURA PROMEDIO	13.4 °C
ALTITUD	2900 m.s.n.m
PRECIPITACION	1400 mm
HUMEDAD RELATIVA	60%

Fuente: Guía Pedagógica Histórica y Geográfica del Inst. Tecnológico Agropecuario Simón Rodríguez (2003).

## **B. UNIDADES EXPERIMENTALES**

Se utilizaron 864 aves de la línea Hy Line de 45 semanas con un peso promedio de 1.71 kg las cuales se encuentran en la segunda etapa de producción.

Distribuidos en 12 tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, utilizando para cada tratamiento 72 aves, por tratamiento. Cada unidad experimental estuvo formada por 18 aves.

## **C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES**

### **1. De campo**

- Galpón de postura de 14 m de ancho x 74 m de largo.
- 72 jaulas metálicas con 36 copas tipo mejicana.
- Comedero lineal de 12 cm de ancho.
- Coche de alimento.
- Embudo.
- Coche de huevos.
- Balanza para peso de gallinas.
- Balanza para pesaje de alimento.
- Balanza para pesaje de huevos.
- Calibrador.

- Balde.
- Colador.
- Tanque reservorio de agua capacidad 1000 lt.
- Bomba de mochila capacidad 20 lt.
- Equipo sanitario.

## **2. De oficina**

- Material de escritorio.
- Cámara fotográfica.
- Computador personal.

## **D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se evaluó el efecto de 3 niveles de calcio (4.10, 4.15, 4.20) con dos fuentes de calcio (carbonato de calcio, concha) y dos horarios de alimentación (mañana y tarde) dándonos un total de doce tratamientos en la segunda etapa de producción con cuatro repeticiones por tratamiento, que se distribuyeron bajo un ensayo trifactorial con bloques completamente al azar y analizado de acuerdo al siguiente modelo matemático:

$$X_{ijk} = u + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ijk} + \epsilon_{ijk}$$

### 1.1 Esquema del experimento.

El esquema de la investigación que se empleó fue el siguiente.

CUADRO 2. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO

TRATAMIENTO	FUENTES DE Ca	NIVELE DE Ca	HORA/SUMI/ ALIM.	CODIGO	No REPET	TAMAÑO	
						UNID. EXP	No AVES
1	Carbonato de Ca	4.10	MAÑANA	T1	4	18	72
		4.10	TARDE	T7	4	18	72
2	Concha	4.10	MAÑANA	T2	4	18	72
		4.10	TARDE	T8	4	18	72
3	Carbonato de Ca	4.15	MAÑANA	T3	4	18	72
		4.15	TARDE	T9	4	18	72
4	Concha	4.15	MAÑANA	T4	4	18	72
		4.15	TARDE	T10	4	18	72
5	Carbonato de Ca	4.20	MAÑANA	T5	4	18	72
		4.20	TARDE	T11	4	18	72
6	Concha	4.20	MAÑANA	T6	4	18	72
		4.20	TARDE	T12	4	18	72
TOTAL							864

Autora: Maritza Miranda

### 2. Composición de las raciones experimentales

Las raciones se elaboraron en la Planta de Balanceados PROBALBEN, se tomó en cuenta los requerimientos nutricionales para el mantenimiento y producción de esta línea. Como se reporta en los siguientes cuadros.

CUADRO 3. COMPOSICIÓN DE LAS RACIONES DE LAS GALLINAS HY LINE

Producto	NIVELES DE CALCIO					
	4.10 Carbonato	4.10 Concha	4.15 Carbonato	4.15 Concha	4.20 Carbonato	4.20 Concha
Maíz	1256	1256	1256	1256	1258	1258
Soya	229	229	231	231	231	231
Carbonato P	69		70		71	
Carbonato G	160		163		164	
Concha		229		233		235
Pista	154	154	154	154	154	154
Soya n.	154	154	154	154	154	154
Afrecho	92	92	86	86	81	4481
Polvillo	44	44	44	44	44	44
Aceite	22	22	22	22	22	22
Sal	5.06	5.06	5.06	5.06	5.06	5.06
Fosfato	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84
Vitaminas	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
Metoinina	2.86	2.86	2.86	2.86	2.86	2.86
Ácido	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Promotor	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Coli na	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
Fitaza	0.40	0.4	0.40	0.4	0.40	0.4
Enzima	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
<b>Total QQ</b>	22	22	22	22	22	22

Fuente : Planta de Balanceados PROBALBEN (2003).

CUADRO 4. APORTES NUTRICIONALES DE LAS RACIONES EXPERIMENTALES

<b>NIVELES DE CALCIO</b>							
<b>Producto</b>	<b>4.10 Carbonato</b>	<b>4.10 Concha</b>	<b>4.15 Carbonato</b>	<b>4.15 Concha</b>	<b>4.20 Carbonato</b>	<b>4.20 Concha</b>	<b>Req</b>
Energía Mkal	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2730
Proteína %	16	16	16	16	16	16	17-16
Calcio %	4.1	4.1	4.15	4.15	4.2	4.2	4-4.3
Fósforo %	0.6	0.6	0.58	0.58	0.61	0.61	0.61-0.58
Metio + Cist %	720	720	730	730	740	740	750-700
Lisina %	850	850	850	850	850	850	880-860
Sodio %	180	180	180	180	180	180	180

Fuente : Planta de Balanceados PROBALBEN(2003).

## **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

Las variables que se estudiarán son las siguientes:

- Peso inicial.
- Peso de las aves cada mes.
- Ganancia de peso.
- Consumo de alimento.
- Conversión alimenticia.
- Producción de huevos sanos
- Producción de huevos rotos.
- Producción total de huevos
- Medida de la dureza de la cáscara.
- Peso y tamaño del huevo.
- Mortalidad.

- Costo docena de huevos.
- Costos de producción.

## F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.

Los resultados recopilados en la investigación fueron sometidos al siguiente análisis estadístico.

- Análisis de la covarianza (ADECOVA)
- Análisis de la varianza (ADEVA).
- Análisis de regresión y correlación simple y múltiple.
- Separación de media según Duncan al 0.05%

CUADRO 5. ESQUEMA DEL ANALISIS DE LA VARIANZA

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD
REPETICIONES	3
A	1
B	1
C	2
AB	1
AC	2
BC	2
ABC	2
ERROR	33
TOTAL	47

Fuente: Maritza Miranda

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.**

En la presente investigación se utilizó 864 aves (Hy Line), las mismas que fueron distribuidas 6 aves por jaula, utilizamos bebederos de copa con capacidad de un bebedero para 12 aves, luego se procedió al respectivo sorteo distribuyendo así las unidades experimentales bajo un diseño trifactorial en bloques completamente al azar.

El alimento se pesó 118 g por ave, distribuido en la mañana en 6 tratamientos, y en la tarde los seis tratamientos restantes, el agua se suministró a voluntad.

El peso de las aves se tomó al inicio de la investigación y luego periódicamente cada mes, la producción de huevos se la tomó diariamente calculando un promedio mensual y luego un promedio total en los seis meses de investigación, el costo de las dietas con diferentes fuentes de calcio se realizó al final de la investigación, la determinación del número de huevos rotos esto se lo realizó diariamente calculando un promedio mensual y luego un promedio total en los seis meses de investigación. Además se midió la calidad de la cáscara, cada mes, el mismo que consistía en medir el grosor de la cáscara utilizando un calibrador el cual también se utiliza para medir el grosor de la lámina de oro y la gravedad específica la que se tomó al final de cada mes de la investigación, para realizar esta práctica se siguió la metodología mencionada en la literatura.

Los pesos y el tamaño del huevo se tomó cada mes, para el peso de los huevos se utilizó una balanza en la cual se pesaba el total de huevos de cada repetición para obtener el promedio; para el tamaño se utilizó una regla tomando tres huevos por repetición, y obteniendo un promedio por tratamiento.

La mortalidad se registraba diariamente.

El análisis de los datos de la investigación se realizará utilizando un promedio de los datos obtenidos durante los 180 días de investigación.