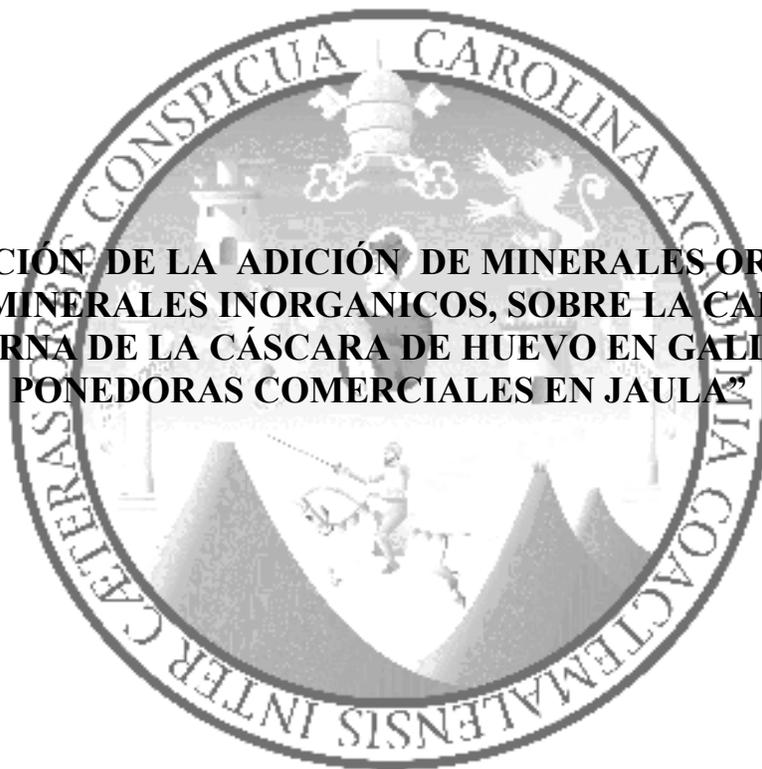


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**“EVALUACIÓN DE LA ADICIÓN DE MINERALES ORGÁNICOS  
VRS. MINERALES INORGANICOS, SOBRE LA CALIDAD  
EXTERNA DE LA CÁSCARA DE HUEVO EN GALLINAS  
PONEDORAS COMERCIALES EN JAULA”**



**GRETTEL YOLANDA SALAZAR SÁENZ**

**GUATEMALA, JULIO DEL 2008**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

“EVALUACIÓN DE LA ADICIÓN DE MINERALES ORGÁNICOS VRS.  
MINERALES INORGANICOS, SOBRE LA CALIDAD EXTERNA DE LA CÁSCARA  
DE HUEVO EN GALLINAS PONEDORAS COMERCIALES EN JAULA”

**TESIS**

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN  
CARLOS DE GUATEMALA

**POR**

**GRETTEL YOLANDA SALAZAR SAENZ**

PREVIO A CONFERÍRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE:

MÉDICA VETERINARIA

GUATEMALA, JULIO DEL 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
JUNTA DIRECTIVA**

**DECANO:** Lic. Zoot. Marco Vinicio de la Rosa Montepeque.  
**SECRETARIO:** Med. Vet. Marco Vinicio García Urbina.  
**VOCAL I:** Med. Vet. Yeri Edgardo Véliz Porras.  
**VOCAL II:** Mag. Sc. M.V. Fredy Rolando González Guerrero.  
**VOCAL III:** Med. Vet. Mario Antonio Motta González.  
**VOCAL IV:** Br. José Abraham Ramírez Chang.  
**VOCAL V:** Br. José Antonio Motta Fuentes.

**ASESORES:**

Med. Vet. Lucrecia Emperatriz Motta Rodríguez

Med. Vet. Carlos Enrique Camey Rodas

Med. Vet. Ewald Rubén García Montero

## **ACTO QUE DEDICO**

**A DIOS** Por regalarme la vida, por ser la fuente de sabiduría y entendimiento que siempre me iluminó y nunca me abandonó. Por atender mis oraciones y hacer realidad este sueño.

**A MI MAMI** Por ser esa columna fuerte que siempre me sostuvo y no me dejó caer nunca, por ser ese ser tan especial que sé, que solo Dios me pudo regalar, por ser ese ejemplo de lucha y entrega ante todo obstáculo, por creer en mí y por hacer realidad este sueño de las dos. La amo mami.

**A MIS HERMANOS** Por su apoyo y cariño incondicional.

**A MIS HIJOS** José Guillermo y José Fernando. Ángeles mandados por Dios para bendecirme. Son mi vida, los amo.

**A MIS SOBRINOS** Pamela y Daniel. Los amo.

**A MI ESPOSO** Por su amistad, apoyo, cariño y por ese gran amor.

**A MIS ABUELOS MATERNOS** Forjadores de principios y valores, por sus ricas bendiciones, por haber estado, por estar y porque estoy segura siempre estarán conmigo. (Q.E.P.D)

**A MIS ABUELOS PATERNOS** Gracias por sus oraciones, apoyo y cariño.

**A MIS TIOS Y PRIMOS** Gracias por su apoyo incondicional y sus oraciones.

**A MIS AMIGAS** Gracias por su amistad y compañerismo las quiero mucho en especial a Rosalía, Susi, Lorna, Leslie, Ingrid y Silvia.

**A MIS ASESORES** Dra. Lucrecia Motta, Dr. Rubén García y Dr. Carlos Camey. Muchas gracias por sus valiosos aportes, paciencia, comprensión y dedicación en el presente estudio.

## **AGRADECIMIENTOS**

A las Empresas Privadas Aliansa S.A., Nutrifert S.A., Granja Avícola “El Ciprés”, al personal Docente y Técnico del Laboratorio de Ornitopatología y Avicultura de la FMVZ-USAC, al Med. Vet. Carlos Amaya, por apoyarme y permitir que este estudio se llevara a cabo.

# ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	HIPÓTESIS	3
III.	OBJETIVOS	4
	3.1 General	4
	3.2 Específicos	4
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA	5
	4.1 Formación del Huevo	5
	4.1.1 Formación de la Yema	6
	4.1.2 Formación de la clara o Albúmina	7
	4.1.3 Matriz Orgánica	7
	4.1.3.1 Formación de las membranas de la cáscara	7
	4.1.3.2 Centros Mamilares	7
	4.1.3.3 Matriz de la Cáscara	7
	4.1.3.4 La Cutícula	8
	4.1.3.5 Estructura Física de la Membranas de la cáscara	8
	4.1.3.6 Composición de las Membranas de la cáscara	8
	4.2 Metabolismo del Calcio en Aves	9
	4.2.1 Hormonas Reguladoras del Calcio	9
	4.2.1.1 Hormona Paratifoidea (HPT)	9
	4.2.1.2 Calcitonina	10
	4.2.2 Funciones Generales del Calcio en Aves	10
	4.2.3 El Calcio en Gallinas Ponedoras	11
	4.2.4 Fuentes de Calcio en Aves	11
	4.2.5 El exceso de Calcio en Aves	11
	4.3 Importancia del Calcio en la Producción de Huevo y Calidad Del cascarón	12
	4.4 Factores que Influyen Negativamente en la Calidad del Huevo	13
	Factores Ambientales	13
	4.4.1 Estrés por Calor	13
	A) Descripción	13
	B) Temperatura Crítica	13
	C) Termogénesis y Termólisis	13
	4.4.2 Enfermedades que afectan la calidad del Huevo	14
	A) Bronquitis Infecciosa	14
	B) Newcastle	14
	C) Influenza Aviar	14
	D) Enfermedades Nutricionales	14
	D-1) Deficiencia de Minerales	15
	D-2) Desequilibrio de Calcio y Fósforo	15

D-3) Deficiencia de Vit. D	16
4.5 Calidad del Huevo	16
4.5.1 Análisis de la Variación del Peso del huevo	17
4.5.2 Calidad de la Cáscara	17
4.5.3 La Cámara del Aire	18
4.5.4 Calidad de la Albúmina	19
4.5.4.1 Causas de Disminución de la calidad de la albúmina	19
4.5.4.2 Métodos para medir su Calidad	20
4.5.5 Calidad de la Yema	23
4.6 Minerales Orgánicos o Quelatados	24
4.6.1 Descripción e importancia	24
4.6.2 Quelatos	25
4.6.3 Complejos Orgánicos de Liberación Controlada	25
4.6.4 Transquelatos	25
4.7 Costos por pérdida de la Calidad del Cascarón	26
V. MATERIALES Y MÉTODOS	27
5.1 Materiales	27
5.1.1 Recursos Humanos	27
5.1.2 Recursos Biológicos	27
5.1.3 De Campo	27
5.1.4 De Laboratorio	27
5.1.5 Centros de Referencia	27
5.2 Metodología	28
5.2.1 Localización y Descripción del Área	28
5.2.2 Definición de la Muestra	28
5.2.3 Procesamiento	28
5.2.4 Variables a Ser Evaluadas	29
5.2.5 Análisis Estadístico	32
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
6.1 Porcentaje de Huevo Roto	33
6.2 Peso del Huevo	33
6.3 Grosor de la Cáscara de Huevo	34
6.4 Medición de Unidades Haugh (UH)	34
VII. CONCLUSIONES	35
VIII. RECOMENDACIONES	36
IX. RESUMEN	37
X. BIBLIOGRAFÍA	40
XI. ANEXOS	42

## I. INTRODUCCIÓN

La avicultura es importante en la generación de alimentos de buena calidad (proteínas de alto valor biológico) y bajo costo para la alimentación humana. En este contexto, el huevo de gallina adquiere gran protagonismo. Es por ello que existen numerosos estudios destinados a determinar las necesidades de minerales en especial del calcio, entre otros, en las gallinas ponedoras, aunque todavía la definición de los requerimientos continua siendo controversial.

Hay que recordar que el huevo es una estructura biológica que la naturaleza ha destinado para la reproducción de las gallinas. Protege al embrión del polluelo que está desarrollándose, y le proporciona una nutrición completa, al mismo tiempo que sirve de fuente principal de alimento para los primeros días de la vida del polluelo.

El huevo además, es uno de los alimentos más nutritivos (fuente de proteínas de alta calidad y de determinados minerales y vitaminas) y versátiles para el hombre. Como sea que, en la actualidad, las gallinas producen huevos en gran abundancia, esta fuente de alimento ha adquirido una notable importancia en todo el mundo, tanto desde el punto de vista nutritivo como desde el punto de vista económico.

El punto de vista económico se ve afectado grandemente por las cuantiosas pérdidas, esto debido entre otras cosas a las pérdidas producidas por la fragilidad del cascarón, a la alta producción de huevos fárfaros, fisuras en el cascarón, etc. Que en conclusión aumentan el % de huevo roto, que es uno de los responsables de la mayoría de pérdidas económicas para el productor de huevo.

Existen varios factores los cuales intervienen directa e indirectamente con la calidad externa de la cáscara del huevo, fragilidad del cascarón y el % de huevo roto, entre ellas están: Gallinas de edad avanzada; falta de disponibilidad de alimento balanceado que contenga la mezcla ideal para suplir las necesidades de minerales (calcio, entre otros) que tiene una gallina; enfermedades como: Bronquitis, Newcastle, Nutricionales; Ambientales como: Estrés calórico; De manejo como: Fatiga de Jaula, etc.

De los nutrientes que son esenciales para una buena nutrición de las aves, los minerales se encuentran en el tercer lugar, estos son importantes ya que ayudan a la síntesis biológica de otros nutrientes, como la proteína y energía, además de tener un alto potencial y menor costo para la producción.

Dentro de los minerales se encuentra los macro y los microminerales los cuales deben actuar en sinergia para aportar todos los nutrientes necesarios para un buen metabolismo, esto para mantener al animal fortalecido y en buen estado de salud.

Los minerales orgánicos son minerales unidos químicamente a moléculas orgánicas de forma tal que el mineral es altamente disponible (biodisponible) para el animal y por lo tanto aumenta la producción en general de los subproductos (huevos, carne, lana, etc.)

Los minerales inorgánicos, en cambio, estudios comprueban que, presentan baja disponibilidad y metabolización y los resultados en el desempeño productivo del animal suele ser insatisfactorio.

Todo esto se debe al recorrido fisiológico de absorción de cada uno de los minerales ya que es distinto en cada uno de ellos, así, los minerales orgánicos actúan en órganos directamente con receptores específicos no así los inorgánicos haciendo a los anteriores más rápidos y eficientes.

Con el propósito de evaluar y comparar el efecto de los minerales orgánicos vrs. minerales inorgánicos, en cuestión de la calidad externa de la cáscara del huevo en términos de grosor de la cáscara del huevo, medición de unidades Haugh, peso del huevo y porcentaje (%) de huevo roto se pondrán a estudio dos tratamientos uno control conteniendo dentro del alimento minerales orgánicos y otro conteniendo minerales inorgánicos.

## **II. HIPÓTESIS**

La adición de minerales orgánicos en el alimento de gallinas ponedoras comerciales, mejora significativamente la calidad externa de la cáscara del huevo, en comparación con la adición de minerales inorgánicos.

### **III. OBJETIVOS**

#### 3.1 GENERAL

- Evaluar y comparar el efecto de los minerales orgánicos e inorgánicos sobre la calidad externa de la cáscara del huevo, en gallinas ponedoras comerciales en jaula.

#### 3.2 ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto de la adición de minerales orgánicos e inorgánicos, sobre la calidad externa de la cáscara del huevo, en términos de grosor de la cáscara, medición de unidades Haugh y en peso del huevo.
- Evaluar el efecto de la adición de los minerales orgánicos e inorgánicos sobre el porcentaje de huevo roto.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 FORMACIÓN DEL HUEVO

El aparato reproductor de la gallina está dividido en dos partes principales: ovario y oviducto. La mayoría de las hembras poseen un ovario derecho y otro izquierdo, ambos activos, pero normalmente en la gallina el ovario y el oviducto derechos permanecen inactivos y son el ovario y el oviducto izquierdos los que forman el huevo. (4,19)

El ovario (un hacinamiento de yemas en desarrollo, cada una de ellas separada de las demás) está adherido a la parte central de la espalda, aproximadamente en el punto medio entre el cuello y la cola. Este órgano está ya totalmente formado, aunque es muy pequeño, cuando el polluelo sale del huevo. Contiene aproximadamente de 3,600 a 4,000 diminutas ovas (futuras yemas), cada una de las cuales está dentro de su propio saco o folículo. (5)

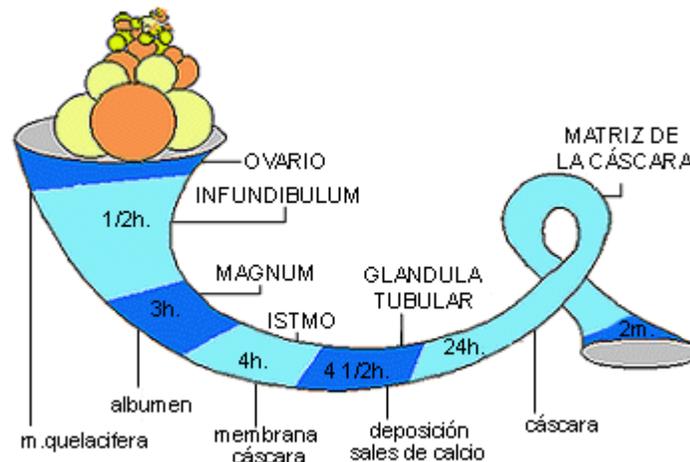
El oviducto es un órgano largo, en forma de tubo, que se extiende a lo largo de la espina dorsal y ligeramente adherido a ella, entre el ovario y la cola. Tiene una longitud aprox. De 63-68cm, podemos considerarlo dividido en 5 zonas que llevan a cabo determinadas funciones para completar la formación del huevo. Es en el oviducto donde se segregan la clara, las membranas de la cáscara y la cáscara propiamente dicha. (Esquema No. 1) (4,19)

Día a día, casi a un ritmo cadencial, la gallina va formando y moldeando estructuras variadas cuyo producto final es el huevo, verdadera maravilla bioquímica pluridimensional. El proceso de formación del huevo, aún dentro de su complejidad, sigue los pasos que, esquemáticamente, se representan en la figura. De modo que en un período de 24 horas, el óvulo, que es la yema, va a prepararse y protegerse en su salida al exterior. (5)

Un huevo normal de gallina en los años de 1960-1970, pesaba unos 57 gramos (manual de clasificación), pero conforme han avanzado los años, este peso ha ido en aumento debido a las exigencias en el mercado de este producto, actualmente la literatura indica que el huevo normal de gallina tiene un peso promedio de 65 gramos. (4,19)

## Esquema No. 1

## Proceso de Formación del Huevo



(Partes anatómicas, tiempo de permanencia en las mismas y formación de los distintos componentes)(16)

#### 4.1.1 FORMACIÓN DE LA YEMA

Dentro del ovario, la yema se desarrolla en la forma siguiente: Comienza como una sola célula (germen reproductor o célula femenina) rodeada por la membrana vitelina. Crece, poco a poco a medida que se le va añadiendo material que contiene nutrientes. Madura a medida que se le suma fluido de la yema; el germen queda en la superficie de la yema, dejando una estructura en forma de tubo (látebra), que se prolonga hasta el centro de la yema. (4)

La ovulación es el desprendimiento, del ovario, de la yema ya madura (óvulo). Cada yema en desarrollo está encerrada en un saco llamado saco vitelino donde se encuentran profusamente distribuidos muchos vasos sanguíneos. Estos vasos llevan sustancias formadoras a la yema en desarrollo. Hay una zona determinada del saco vitelino que está desprovista de vasos sanguíneos (el estigma o línea de sutura), y es normalmente en este lugar donde se produce la ovulación o desprendimiento de la yema madura.(4)

En la gallina buena reproductora, la ovulación se produce de nuevo, aprox. a los 30 minutos de haber puesto un huevo durante la dilatación para la postura. (4)

La principal propiedad funcional de la yema es su gran poder emulsionante debido a la presencia de lecitina y fosfolípidos. (5)

#### 4.1.2 FORMACIÓN DE LA CLARA O ALBÚMINA

La clara o albúmina segregada por el magno es un gel homogéneo. La mucina (segregada en forma de fibras) es la formadora del gel. La parte de este gel contigua a la yema experimenta una licuefacción parcial antes de que el huevo salga del magno. El avance en espiral del huevo en desarrollo, a medida que va recorriendo el oviducto, hace que las fibras de mucina se junten unas con otras. (4)

#### 4.1.3 MATRIZ ORGÁNICA

El fragmento orgánico de la cáscara de huevo consiste en la membrana de la cáscara, los centros mamilares, la matriz de la cáscara, y la cutícula. Aunque estos componentes constituyen sólo un fragmento pequeño de la cáscara de huevo entera, su integridad es crítica a su formación y fuerza. (19)

##### 4.1.3.1 FORMACIÓN DE LAS MEMBRANAS DE LAS CÁSCARA

Las membranas de la cáscara se forman en el huevo, ya en parte formado, cuando éste se encuentra en el istmo. Las membranas son un compuesto nitrogenado, en forma de red muy apretada, integrado por una sustancia parecida a las que se encuentra presente en las uñas de la gallina. (4). La cáscara se forma en el útero. (19)

##### 4.1.3.2 CENTROS MAMILARES

Son proyecciones que aparecen en la membrana exterior, se proponen como los sitios iniciales de calcificación. Ellos están compuestos de cantidades grandes de proteína, pero también contiene hidrato de carbono y mucopolisacáridos y se piensa que es formado por las células epiteliales del istmo. Los centros mamilares representan la proporción más grande de material orgánico en la cáscara de huevo. (19)

##### 4.1.3.3 MATRIZ DE LA CÁSCARA

La matriz orgánica de la cáscara, es una serie de capas de proteína más el mucopolisacárido ácido, acá tiene lugar la calcificación. Representa aproximadamente 2% de la composición orgánica total de la cáscara de huevo. Formada por pequeños cristales de calcita que no están dispuestos siguiendo orden alguno, a no ser en la parte exterior de la capa en la que los cristales están colocados en ángulo recto respecto a la superficie de la cáscara. (4,19)

Los cristales que la matriz calcifica, constituyen la capa de la palizada de la cáscara. La región más profunda de la cáscara tiene una densidad mayor de matriz comparada a las regiones exteriores. Dentro de la matriz de la cáscara se han identificado calcio, proteínas y las anhidrasas carbónicas. La deposición de la matriz ocurre poco después que el huevo alcanza la glándula de la cáscara. (4,19)

#### 4.1.3.4 LA CUTÍCULA

La superficie externa del huevo es a menudo (pero no siempre) cubierta por una cutícula cerosa delgada compuesta de proteína, polisacárido, y lípido. La cutícula puede distribuirse irregularmente encima de la superficie entera, mientras yendo a fondo de 0.5 a 12.8 mm. (4,19)

Es probable que su función sea proteger el huevo de la evaporación del agua y la invasión microbiana, aunque es improbable agregar a la integridad estructural de la cáscara. La cutícula cuando se presenta, se forma durante 30 minutos después prior de la ovoposición. (4,19)

#### 4.1.3.5 ESTRUCTURA FÍSICA DE LAS MEMBRANAS DE LA CÁSCARA

El grosor aproximado de las membranas de la cáscara es: la interna, 50 a 70 micrómetros de espesor y la externa, 15 a 25 micrómetros de espesor. (19)

Existe controversia acerca de que si la célula epitelial o la célula de la glándula tubular del istmo son las responsables de la secreción de las membranas. Las membranas consisten, como se menciono anteriormente en una forma de red muy apretada de fibra de la proteína, cruzada por el disulfuro y lisina derivando así ataduras, con las protuberancias fibrosas pequeñas de función incierta. (19)

Las membranas de la cáscara son ásperas y fibrosas y están compuestas principalmente por proteínas de naturaleza similar a las que forman el pelo y las plumas. La membrana interior es más delgada que la exterior y juntas tienen un espesor que sólo alcanza 0.06 milímetros. (19)

#### 4.1.3.6 COMPOSICIÓN DE LAS MEMBRANAS DE LA CÁSCARA

Las membranas están compuestas en una parte de colágeno (10%), ya que pueden identificarse hidroxiprolina e hidroxilisina. El resto del componente fibroso esta compuesto de proteína (70-75%) y glicol-proteína (Candilsh. 972). Las membranas son semi-permeables y permiten el pasaje de gases, agua, y cristaloides pero no la albúmina: no hay ninguna relación entre el espesor de las membranas y espesor de la cáscara, pero el espesor de la membrana disminuye una pequeña cantidad con respecto a la edad de la gallina. (19)

La cáscara constituye aproximadamente el 11 % del huevo y en su 94 %, poco más o menos, es carbonato de calcio, con el 1 % de carbonato de magnesio y el 1% de fosfato de calcio y el 4 % de materias orgánicas, principalmente proteínas. El pigmento, si contienen alguno, se encuentra en la capa esponjosa de la cáscara y proviene de la sangre. (4)

La gallina puede llegar a perder hasta el 47% del calcio de su esqueleto en la formación de la cáscara de los huevos. (4)

A través de la capa esponjosa o matriz de la cáscara hay formados unos poros que unen el espacio que existe entre los centros mamilares en forma de protuberancias y la superficie. Al ponerse el huevo, los poros se llenan con las materias aportadas por el útero y quedan cubiertos por la cutícula. (4)

Normalmente, al ser puesto, el huevo no tiene cámara de aire. Esta forma a medida que el huevo se enfría, generalmente en el extremo más ancho, y queda situada entre las membranas de la cáscara. La cámara de aire se forma como resultado de las distintas velocidades de contracción propias de la cáscara y de su contenido. (4)

## 4.2 METABOLISMO DEL CALCIO EN AVES

La fisiología y las alteraciones del metabolismo del calcio y el fósforo, de la función de la vitamina D y de la formación de hueso están interrelacionadas en un sistema común junto con las dos hormonas reguladoras de la hormona paratifoidea (HPT) y la calcitonina. Por lo tanto, la HPT, la calcitonina y la vitamina D se estudian conjuntamente con las alteraciones asociadas de la homeostasis del calcio. (13)

4.2.1 HORMONAS REGULADORAS DEL CALCIO. La concentración de calcio en la sangre depende de la especie, la edad, la cantidad de calcio en la dieta y el método analítico. El calcio en la sangre está compuesto por fracciones conjugadas con proteínas y por fracciones difusibles. El calcio difusible consiste en calcio que forma complejos con los aniones, como el fosfato y el citrato, además de calcio libre (iónico) biológicamente activo. El ion calcio es un componente estructural esencial del esqueleto y desempeña un papel clave en la contracción muscular, la coagulación de la sangre, la actividad enzimática, la excitabilidad neural, los mensajeros secundarios, la liberación de hormonas y la permeabilidad de las membranas. Por lo tanto, el control preciso del ion calcio en los líquidos extracelulares es vital para la salud.

Tres hormonas principales: La HPT, la calcitonina y la vitamina D interaccionan para mantener una concentración constante de calcio, a pesar de las variaciones en la ingestión y en la excreción. Otras hormonas, tales como los corticosteroides adrenales, los estrógenos, la tiroxina, la somatotropina y el glucagón también puede contribuir al mantenimiento de la homeóstasis del calcio. (13)

4.2.1.1 HORMONA PARATIFOIDEA (HPT). La HPT se sintetiza y almacena en las células principales de las glándulas paratiroides. La síntesis se regula mediante un mecanismo de retroalimentación que implica el nivel de calcio sanguíneo y, en menor grado, de magnesio. Además, las aminos biológicas, los péptidos, los esteroides y varias clases de fármacos pueden influir sobre la secreción de HPT. (13)

La función principal de la HPT es al de controlar la concentración de calcio en el líquido extracelular; este control se realiza afectando a la tasa de transferencia del calcio dentro y fuera del hueso, a la reabsorción en los riñones y a la absorción desde el tracto gastrointestinal. El efecto más rápido se produce en los riñones y causa la reabsorción de calcio y la excreción de fósforo.

El principal efecto inicial sobre el hueso es la movilización del calcio desde el hueso al líquido extracelular; más tarde se intensifica la formación de hueso.

La HPT no afecta directamente a la absorción intestinal del calcio sino que su efecto es mediado indirectamente por la regulación de la síntesis de un metabolito activo de vitamina D. (3,13)

4.2.1.2 CALCITONINA. La calcitonina es una hormona polipeptídica secretada por el tejido ultimo branquial en las aves y otras especies submamíferas. La concentración del ion calcio en los líquidos extracelulares es el estímulo principal para la secreción de calcitonina por las células C. El almacenamiento de grandes cantidades de hormona preformada en las células C, así como la rápida liberación en respuesta a las elevaciones moderadas de calcio circulante, probablemente reflejan el papel fisiológico de la calcitonina como hormona de “urgencia” para evitar el desarrollo de hipercalcemia.

La secreción de calcitonina se incrementa en respuesta a una comida rica en calcio, frecuentemente antes de poder detectarse un aumento importante de calcio plasmático, lo que sugiere que las hormonas gastrointestinales pueden desencadenar la liberación precoz de calcitonina. La calcitonina ejerce su función interactuando con las células diana, principalmente en el hueso y el riñón. Las acciones de la HPT y la calcitonina son antagonistas para la reabsorción de hueso pero son sinérgicas para disminuir la reabsorción tubular renal de fósforo. Una actividad de la calcitonina es la inhibición de la reabsorción de hueso estimulada por la HPT y otros factores. (13)

4.2.2 FUNCIONES GENERALES DEL CALCIO EN LAS AVES. El calcio y el fósforo, están muy relacionados en el metabolismo, en particular en la formación de hueso. La principal porción de calcio en la dieta, se emplea para la formación de hueso en aves en crecimiento y de cascarón en las gallinas. El calcio también resulta básico para la coagulación de la sangre y se necesita junto con el sodio y el potasio para el funcionamiento normal del corazón. El calcio es un factor importante en la regulación del metabolismo celular y otros procesos. (3)

El empleo de calcio y fósforo depende de la presencia de una cantidad adecuada de vitamina D en la dieta. Cuando hay deficiencia de vitamina D, se reduce el depósito de éstos minerales en los huesos de pollos y pavipollos en crecimiento, se observa depleción de mineral en los huesos, y disminuye la cantidad de calcio en los cascarones de los huevos. (3)

En gallinas de postura, la deficiencia de calcio resulta en menor producción de huevo y huevos de cascarón más delgado, así como también tendencia a disminuir el contenido de calcio de los huesos, primero por remoción completa de la médula ósea, seguida por una remoción gradual de hueso cortical. Por último, los huesos se hacen tan delgados que pueden fracturarse de manera espontánea, en especial en vértebras, tibias y fémures. Este trastorno puede relacionarse con un síndrome denominado “fatiga de la ponedora en jaula”.

En tanto una deficiencia marginal de calcio a menudo se encuentra como un agente activador de este síndrome, éste parece no deberse a una simple deficiencia de calcio, sino que también incluye otros factores etiológicos aun no identificados. (3)

4.2.3 EL CALCIO EN GALLINAS PONEDORAS. Es difícil definir las necesidades de calcio en gallinas ponedoras.

Una cantidad demasiado elevada de elevada de calcio en la dieta interfiere en la utilización de otros minerales, al igual que la grasa, y tiende a reducir la palatabilidad. Para las aves de puesta, en la mayoría de los casos de producción precoz de huevos es adecuado el nivel recomendado del 3.25%, pero las gallinas de >42 sem de edad y, especialmente, las sometidas a una temperatura ambiente elevada, pueden necesitar niveles de >3.75%, o incluso niveles superiores. (3)

4.2.4 FUENTES DE CALCIO. Los niveles máximos y mínimos de calcio y fósforo de la dieta deben ser rigurosamente controlados. En el pasado, fue motivo de controversia la potencia relativa de la piedra caliza y la harina de conchas como fuentes de calcio, particularmente para las ponedoras. Más importante que la fuente misma es probablemente el tamaño de la partícula de la fuente de calcio; generalmente, mientras mayor sea el tamaño de la 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 continuidad en la formación de la cáscara, especialmente durante el periodo de oscuridad, cuando las aves no ingieren alimento. (3)

Las partículas de piedra caliza deben ser del máximo tamaño posible que le permita al pico del ave una fácil manipulación, esto significa que en ponedoras debe tener una consistencia quebrantada bastante gruesa. En los últimos años se ha cuestionado la variación en la solubilidad de la pudra caliza de diferentes fuentes. La solubilidad puede ser fácilmente determinada midiendo los cambios de pH luego de introducir la piedra caliza en una solución de ácido clorhídrico con un pH inicial de 4. (3)

Evidentemente es deseable que la solubilidad sea del 100% e idealmente esta debe lograrse luego de un período de tiempo prolongado; se espera además que esta solubilización se correlacione con una liberación lenta de calcio hacia el torrente circulatorio. (3)

4.2.5 EL EXCESO DE CALCIO. El exceso de calcio que se absorbe, se excreta por los riñones; elevadas concentraciones provocan impactación de uréteres y riñones, lo cual conduce a nefrosis. Las aves muy jóvenes resultan más susceptibles. Puede haber mayor mortalidad por hiperuricemia con depósitos de urato, debida al daño renal por dietas con mucho calcio. En pollitos jóvenes, los cambios patológicos en pulmones resultan por el daño en el parénquima con depósitos de calcio. Es posible que la nefrosis y los depósitos de uratos viscerales en pollitos vivos y muertos en el cascarón se desarrollen por obstrucción renal por calcio. El calcio que no se absorbe; permanece en el intestino y aumenta el contenido de agua en las heces de pollas y gallinas alimentadas con raciones ricas en calcio. (3,13)

Si la fuente de calcio es el fosfato dicálcico, la solución alcalina formada en el aparato digestivo superior puede provocar necrosis epitelial, en particular si el mineral está “revestido” de alimento y las aves ingieren la sustancia sin diluir. En parvadas de pollonas y ponedoras, la urolitiasis puede deberse a raciones ricas en calcio y bajas en fósforo.(3, 13)

#### 4.3 IMPORTANCIA DEL CALCIO EN LA PRODUCCIÓN DE HUEVO Y CALIDAD DEL CASCARÓN.

El calcio es uno de los elementos necesarios para el mantenimiento, producción de huevo y buena calidad del cascarón. Además es el componente inorgánico más abundante del esqueleto y toma parte en su formación y mantenimiento; y es importante en muchas otras funciones biológicas, (coagulación de la sangre, como activador y desactivador de enzimas, en la transmisión de los impulsos nerviosos y en la secreción de hormonas, entre otras). (7)

Las gallinas comerciales en un período de un año, ponen cerca de 280-290 huevos, cada uno con peso aprox. de 60 g. Esto constituye una pérdida considerable de material del cuerpo del ave, el cual se estima en 9 veces el peso corporal. (7)

Es importante la deposición de calcio en el cascarón, el cual pesa de 5 a 6 g y contiene cerca de 2 g de calcio y el peso típico de las gallinas es de  $\pm 2$  Kg. El esqueleto de las gallinas contiene un total de aprox. 20 g 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 que casi se necesitan por cada gallina 1 g de calcio Kg-1 de peso corporal por día solamente para la formación del cascarón. Los requerimientos de calcio para las gallinas en producción son considerables, por lo que el transporte eficiente de calcio hacia el útero es de enorme importancia. Sin embargo, con cantidades adecuadas de calcio en la dieta, la mayor parte de la demanda se cubre por la absorción del calcio intestinal y en segundo término por la movilización del calcio del hueso. (7)

Se estima que el útero de la gallina demanda calcio a una tasa de 100 a 150 mg h-1. A este ritmo, el calcio de la sangre se agotaría en 12 min, si no hay aumento de la absorción del calcio del intestino y la tasa de recambio del hueso. Esto significa que la gallina posee un mecanismo homeostático importante. (7)

La homeostasis del calcio se logra por el equilibrio de la absorción eficiente del calcio 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 calcio aumenta durante el período de producción y se cubre por un incremento en la absorción de calcio del intestino y una reducción de la excreción del calcio por el riñón.

También se ha reportado que la absorción de calcio 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 calcio aumentando la resorción de este mineral, y el riñón aumenta la reabsorción tubular del calcio. (7)

#### 4.4 FACTORES QUE INFLUYEN NEGATIVAMENTE EN LA CALIDAD DEL HUEVO.

##### 4.4.1 FACTORES AMBIENTALES

##### 4.4.1.1 ESTRÉS POR CALOR

###### A) DESCRIPCIÓN

En el reino animal las aves son más sensibles a los brotes de calor, y no pueden soportar las temperaturas extremas por mucho tiempo. Esto se debe a que las gallinas no pueden sudar y no tienen las glándulas para sudar. Adicionalmente a esto, las aves están cubiertas con plumas, lo que les dificulta disipar el calor que se genera dentro de su cuerpo y el que viene de afuera, que son las temperaturas y la humedad excesiva en el ambiente. Entre todas las actividades avícolas las gallinas pueden sufrir más, ya que la mayoría de las operaciones nuevas son sumamente automáticas. Las gallinas en las jaulas dependen totalmente del funcionamiento correcto de los equipos automáticos de ventilación para disipar el calor de su cuerpo. Con los cambios genéticos, y tipos de instalaciones y jaulas, es obvio que las gallinas van a perder su resistencia al calor extremo, y serán sumamente sensibles. (8)

Las gallinas modernas de hoy por su producción eficiente, deben comer cantidades exactas de alimento para sostener la demanda nutricional de producción. Comer este alimento y digerirlo también genera mucho calor dentro de la cavidad interna de las aves, y un poco de calor puede matarlas o bajar su rendimiento de producción. (8)

###### B) TEMPERATURA CRÍTICA:

La temperatura interna de una gallina adulta es alrededor de 40 °C-41.6 °C (104 °F-107 °F) y si ésta temperatura interna llega a 43.3 °C-45.5 °C (110 °F- 114 °F) mata la gallina. Es interesante mencionar que las gallinas resisten mucho mejor al frío que al calor ya que la temperatura de la cavidad de las gallinas puede bajar a 23.8 °C (75 °F) y seguir vivas. Sin embargo la combinación del calor más humedad, puede ser mortal. (8)

Según los científicos, la combinación de los dos no debe sobrepasar 160, por ejemplo, cuando la temperatura es 26.6 °C (80 °F) + 80% de Humedad Relativa, donde las dos suman 160, iniciándose el estrés de calor. Con una temperatura moderada y humedad de 80%, el clima se siente en promedio a 30 °C (86 °F) y con una temperatura de 32.2 °C (90 °F) + 100% de humedad, los pollos pueden sentirse a 56.1 °C (133 °F) la termoregulación sería muy difícil y podría ser fatal para las gallinas. Por esto es muy importante saber cómo manejar tales factores, o sea que ante mucha humedad en las áreas tropicales (como a media noche) no utilizar las paredes húmedas y dar más ventilación, y a medio día cuando existe menos humedad y más calor, utilizar al máximo la ventilación, paredes húmedas. (8)

###### C) TERMOGÉNESIS Y TERMÓLISIS

El equilibrio térmico necesario a la vida es termogénesis = termólisis.

Termogénesis es la producción de calor para el metabolismo: mantenimiento, crecimiento, producciones, actividades del tubo digestivo y para la actividad física: contracción muscular. Termólisis es la eliminación de este calor al medio ambiente por vías sensibles. (18)

Cuando la temperatura ambiente aumenta, el ave puede reducir su consumo de alimento (reducir su termogénesis) y jadear (aumentar su termólisis) porque los medios de termólisis sensibles basados en intercambios térmicos entre el ave y el ambiente son menos y menos eficaces a medida que aumenta la temperatura ambiente.(18)

Las adaptaciones de los varios mecanismos de termólisis del animal a una temperatura ambiente elevada se hacen simultáneamente y tienen consecuencias positivas y negativas en el metabolismo como, por ejemplo, el desequilibrio del pH de la sangre. Para bien entender los efectos de la temperatura ambiente elevada sobre la fisiología del ave es necesario tomar en cuenta el tiempo porque en ningún clima caluroso la temperatura ambiente es constante durante 24h por día. También parece útil no mezclar las diferentes interacciones entre mecanismos de termólisis y sus consecuencias indirectas. (18)

#### 4.4.2 ENFERMEDADES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL HUEVO

- A) BRONQUITIS INFECCIOSA
- B) NEWCASTLE (Pneumoencefalitis aviar)
- C) INFLUENZA AVIAR
- D) ENFERMEDADES NUTRICIONALES

Una deficiencia nutricional puede ser simple o múltiple; es decir, los alimentos globales consumidos pueden carecer de una cantidad adecuada de uno o más nutrientes esenciales. Una deficiencia específica puede ser marginal, notable o absoluta. El único resultado apreciable de una deficiencia marginal es una peor utilización del alimento, una leve disminución del crecimiento, la producción de huevos o la eclosión. (13)

La deficiencia absoluta de cualquier agente nutritivo esencial puede causar un cese de la producción o del crecimiento y, finalmente, la muerte. Una deficiencia notable de uno o más nutrientes esenciales conduce al desarrollo de una enfermedad manifiesta. (13)

Como muchas enfermedades carenciales originan síntomas clínicos equivalentes como: retraso en el crecimiento, anomalías del plumaje y debilidad, en la mayoría de los casos sólo se puede establecer un diagnóstico correcto mediante la obtención de la información completa sobre la dieta y el manejo de las aves, los síntomas clínicos observados en las aves vivas afectadas y los hallazgos obtenidos en la necropsia inmediata de algunas aves tras su muerte. Debido a que son difíciles de diagnosticar, las deficiencias crónicas pueden ser más perjudiciales que las agudas. (13)

La composición de los ingredientes individuales en la dieta es variable y algunos nutrientes son relativamente inestables, mientras otros no están disponibles, como sucede naturalmente en los alimentos. Una dieta que mediante su análisis parezca contener sólo la cantidad suficiente de 1 o más nutrientes puede, en realidad, tener cierto grado de deficiencia de los mismos. Las condiciones de estrés (infecciones bacterianas, parasitarias y víricas; las temperaturas altas o bajas; una humedad baja; y los fármacos) pueden interferir en la absorción de un nutriente o aumentar la cantidad necesaria.

De este modo, una toxina, un microorganismo, etc. Pueden destruir o probar al ave de un nutriente específico que está presente en la dieta a niveles apropiados. (13)

#### D-1) DEFICIENCIA DE MINERALES

Las necesidades de las aves en vitaminas y sales minerales han sido estudiadas tan a fondo, que todos estos microfactores se encuentran de ordinario en cantidad suficiente en los piensos compuestos suministrados. Por ello, sólo suelen producirse carencias con ocasión de sufrir las aves trastornos en la absorción a consecuencia de afecciones intestinales o infestaciones parasitarias, lo cual obliga a tratar en primer lugar la afección entérica. (11).

Según los conocimientos científicos actuales, hay 17 elementos necesarios para la vida de las aves, que, por consiguiente, deben estar contenidos en el alimento de las aves. Atendiendo a su contenido en el cuerpo del animal y al requerimiento de los mismos, las sustancias minerales se subdividen en elementos abundantes y elementos escasos. Entre los elementos abundantes que en orden de magnitud son necesarios en proporción mayor de 100mg/kg de alimento, figuran: calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio, cloro, azufre. Al grupo de elementos escasos esenciales pertenecen: hierro, manganeso, zinc, cobre, molibdeno, cobalto, cromo, selenio, yodo. (11)

Este orden de magnitud es debido a la importancia para la formulación práctica del alimento, pues, o bien no alcanza suficiente contenido en el pienso, o está inhibido su aprovechamiento o formación de complejos, o bien, a veces, es considerable la variación en el contenido, Este déficit solo puede compensarse por la incorporación adicional de mezclas específicas de sustancias minerales en la ración alimenticia. (11)

#### D-2) DESEQUILIBRIOS DE CALCIO Y FÓSFORO

La deficiencia de calcio o de fósforo en la dieta de las aves jóvenes en crecimiento produce un desarrollo anómalo del esqueleto, aun cuando la dieta contenga una cantidad adecuada de vitamina D. Esta afección, el raquitismo, también puede producirse por una deficiencia de vitamina D en la dieta, ya que ésta es necesaria para la absorción del calcio. Una deficiencia de calcio o fósforo impide la calcificación normal del esqueleto. El raquitismo se observa principalmente en aves jóvenes en crecimiento; la deficiencia de calcio en las aves de puesta provoca habitualmente osteoporosis. Esta pérdida de la estructura ósea causa un trastorno que se denomina “fatiga de la ponedora enjaulada”. Cuando el calcio se moviliza desde el hueso para contrarrestar una deficiencia en la dieta, la zona cortical del hueso pasa a ser demasiado fina para soportar el peso de la gallina. (13)

Es posible aumentar la dureza de la cáscara si se administra un suplemento de calcio en los alimentos. Este siempre en cantidades adecuadas y proporcionales ya que el exceso de calcio reduce la ingesta de alimento y la puesta de huevos. (13)

Un suplemento cálcico fácilmente asimilable es eficaz si se inicia muy pronto después de desarrollarse la parálisis por deficiencia de calcio. (13)

### D-3) DEFICIENCIA DE VITAMINA D

La vitamina D es necesaria para que exista una absorción y metabolismo normales de calcio y fósforo. Por lo tanto, una deficiencia de vitamina D puede dar lugar al raquitismo en los pollos en crecimiento, osteoporosis y una mala calidad de las cáscaras de los huevos en las gallinas ponedoras, aun cuando las dietas puedan tener concentraciones idóneas de calcio y fósforo. (13)

### 4.5 CALIDAD DEL HUEVO

La calidad es un concepto que actualmente cada vez es más demandado por el consumidor, especialmente en los productos de origen animal. En el caso de los huevos de consumo la calidad puede tener varias vertientes, una que sería la ausencia de microorganismos patógenos como la ausencia de *Salmonella* y otra que sería la calidad del producto en tanto en cuanto cumpla los criterios técnicos establecidos en las normas y en el etiquetado del producto, así como la trazabilidad. (16)

Los controles de calidad del huevo se hacen en varios niveles:

- **Calidad externa del huevo**, para detectar productos no conformes (huevos rotos o sucios). (16)
- **Calidad interna del huevo**, que permite asegurar que se mantienen unos niveles aceptables de frescura, color de la yema, calidad de la cáscara.(16)
- **Análisis físico-químicos y microbiológicos**, que verifican el valor nutricional de huevo o se emplean para asegurar la ausencia de *Salmonella*.(16)

Los parámetros que se emplean para valorar la calidad del huevo son los siguientes:

1. Variación del peso del huevo.
2. Calidad de la cáscara.
3. Variación en la cámara de aire
4. Calidad de la Clara o albúmina y
5. Calidad de la yema. (16)

Algunos factores más subjetivos incluyen el gusto y frescura. A pesar de todos estos factores la calidad del huevo se ha concentrado principalmente en mejorar la calidad de la cáscara debido a que efectivamente este parámetro influye en las pérdidas por ruptura o en la disminución en la categoría de los huevos. (16)

Una gran dificultad para evaluar la calidad del huevo radica en la natural variación de las proporciones físicas de sus componentes y de su composición química. Entre los factores que influyen las proporciones físicas de sus componentes están la edad de ave, la raza, la alimentación y las enfermedades. De hecho, algunas veces como consecuencia de una malfunción del oviducto se puede producir un huevo que contiene escasa o muy delgada albúmina, aunque simultáneamente la cáscara y yema aparezcan normales. (5)

#### 4.5.1 ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DEL PESO DEL HUEVO.

El peso del huevo se puede valorar mediante una balanza electrónica graduada, para obtener el parámetro en gramos. (5)

Por otra parte, el peso de los mismos en agua, en relación al peso fuera del agua permite valorar su gravedad específica. (5)

$$G.E. = \frac{\text{Peso huevo(aire)}}{\text{Peso huevo(aire-agua)}} \times \frac{K_1}{K_2}$$

Dicho peso del huevo disminuye un promedio de 0,1 gr/día en el caso de que se mantengan refrigerados y 0,2 gr/día si se mantienen a temperatura ambiente. (5)

#### 4.5.2 CALIDAD DE LA CÁSCARA:

**a) Forma:** importante en el caso de ser muy irregular, a efectos de intentar evitar las roturas cuando en una caja van distintos tipos de huevos. (5)

**b) Color:** todo va a depender de la raza y estirpe de las ponedoras, blancas o de color, algunos de los factores que pueden afectar al color son entre otros:

- La edad del ave, al reducirse paulatinamente el color a medida que progresa la puesta, así los puestos al final son significativamente mas claros que los iniciales. (5)
- Un fuerte estrés que tenga lugar en el momento que los huevos se encuentren en el útero que tanto interfiere negativamente en su calcificación como en una pérdida del color de la cáscara. (5)

**c) Limpieza:** No existe ninguna forma de valoración aparte de la puramente visual. Un huevo recién puesto, húmedo y caliente, se halla perfectamente limpio. Lo único que podría ensuciarlo en este momento seria el que la gallina tuviese un proceso patológico, que, ocasionando la presencia de deyecciones diarreicas en la cloaca, se adhiriesen a la cáscara nada más ser expulsado. (5)

Sin embargo, muchos huevos llegan a la mano del consumidor en condiciones de suciedad, las circunstancias por las cuales pueden haberse ensuciado (en gallinas en batería) son:

- Retención anormal de los mismos en el piso de las jaulas, un número excesivo de gallinas por departamento, etc.
- Suciedad de las cintas transportadoras, incluyendo restos de huevos rotos que no se hayan limpiado.

— La suciedad y el polvo acumulados sobre los alambres de la bandeja recolectora de huevos.

**d) Resistencia:** una buena resistencia de la cáscara, es sinónimo de que evitaremos los problemas de roturas, la resistencia de la cáscara se puede medirlo:

— Grosor de la misma.

— Densidad.

— Porcentaje de cascara.

— Resistencia a la presión.

— Resistencia a la punción.

— Resistencia mecánica al traqueteo.

— Resistencia al aplastamiento.

— La gravedad específica. (5)

**e) Rotura de los huevos:** puede venir determinado por:

— **Causas intrínsecas de las aves.** Son aquellas que hacen que las aves pongan los huevos con cáscara delgada, quebradizas o con defectos tales que propicien la rotura. Proviene de la edad, su patrimonio genético, la alimentación, el medio ambiente y las enfermedades. (5)

— **Causas extrínsecas a las aves.** Son aquellas que con independencia de la calidad de la cáscara en el momento de la puesta hacen que este se resquebraje o se rompa posteriormente. Su origen está en deficiencias en el lugar donde los huevos son puestos o bien en su recogida o manipulación posterior. (5)

#### 4.5.3 LA CÁMARA DE AIRE:

Tiene grandes implicaciones en referencia a la calidad del huevo, la cámara de aire es un espacio existente entre las dos membranas testáceas, la interna y la externa, hallándose colocada siempre en el polo más ancho y teniendo por misión la de proporcionar el aire necesario al embrión al final del proceso de la incubación y pocas horas antes de que este perfora la cáscara. El huevo fresco carece prácticamente de cámara de aire al hallarse las dos membranas adheridas entre sí. Por lo tanto hay que tener en cuenta el tamaño de la cámara de aire como factor importante para la determinación de la calidad del huevo, debemos tomar en cuenta la altura de esta cámara de aire y su inmovilidad, el volumen de aire que corresponde a la cámara de aire no se mueve ni se desplaza de su posición al mover el huevo. Las membranas de la cáscara están intactas. (5)

El incremento posterior de tamaño de la cámara es el resultado de la evaporación de agua del huevo. (16)

La valoración de la cámara de aire se realiza con un foco luminoso y se expresa en mm. Se incrementa entre 0,2 y 0,25 mm cada día. (16)

#### 4.5.4 CALIDAD DE LA ALBÚMINA:

Su observación es lo que permite determinar con más facilidad la verdadera calidad interna del huevo o su frescura. Desgraciadamente los intentos para definir objetivamente la frescura ha tenido algunas dificultades y en comparación con los estudios de calidad de la cáscara, la literatura referente a calidad de la albúmina es significativamente menor. (2,16)

##### 4.5.4.1 CAUSAS DE LA DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DE LA ALBÚMINA:

Las causas de la disminución de la calidad de la albúmina, se manifiestan por la licuefacción de la albúmina densa lo que tiene como consecuencia la pérdida de la estructura interna y de la organización espacial de las capas de albúmina y de la yema. (2)

Los mecanismos de la licuefacción de la albúmina son complejos y no muy bien entendidos pero todos ellos implican alteraciones de las proteínas de la albúmina. (2)

Es así como se han descrito fenómenos de:

- Destrucción parcial del complejo lisozima-ovomucina debido a una inactivación de la lisozima.
- Destrucción de los enlaces electrostáticos entre los grupos amino de los residuos lisina de la lisozima y los grupos carboxilo del ácido siálico de la ovomucina cuando el pH se eleva.
- Disociación de las subunidades de la ovomucina, especialmente de su subunidad  $\beta$ , lo que se ve favorecido por el paso de iones divalentes desde la clara a la yema durante la conservación del huevo
- Modificación de la estructura de la ovomucina, especialmente la subunidad  $\beta$ , lo que modifica el tipo de complejo lisozima-ovomucina, debido al aumento de pH.
- Degradación parcial de los enlaces O-glicosídicos lo que produce la solubilización de la ovomucina  $\beta$ , por la liberación de hexosas, hexosaminas y ácido siálico mediante un proceso de  $\beta$ -eliminación alcalina. (2)

Todas estas causas se relacionan con un factor principal, que es la liberación de anhídrido carbónico desde el interior del huevo, tendiendo a equilibrar su concentración con la tensión parcial de este gas en el aire circundante, con el consiguiente aumento del pH. Este tiene un valor de 7.6 en un huevo recién puesto y se eleva a 8.5 después de 24 hrs a 20°C, alcanzando valores de 9 a 9.4 luego de algunos días. Tales modificaciones se aceleran notablemente al aumentar la temperatura ambiente. (2)

Por efecto de la licuefacción de la albúmina, el vapor de agua se escapa a través de la cáscara, lo que resulta en pérdida de peso del huevo, contracción del contenido del huevo y aumento de la cámara de aire. (2)

Aunque se han detectado diferencias en la calidad de la albúmina, dependientes de la raza, estas han tendido a disminuir. De hecho, las ventajas demostradas hace algunos años en los huevos blancos en comparación con los de color hoy resulta insostenible. El efecto de la nutrición sobre la calidad de la albúmina actualmente tampoco resulta alarmante. Así es como el consumo de agua no tiene efecto sobre la estructura de la albúmina. Sí se ha demostrado que el cromo es necesario para mantener el estado físico normal de la albúmina, mientras el magnesio aumenta la estabilidad de la albúmina densa durante el almacenaje. Por su parte las enfermedades sí influyen seriamente la calidad del huevo. Tanto la enfermedad de Newcastle como la Bronquitis Infecciosa deterioran la albúmina siendo responsables del brote llamado de las "clarasaguachentas" ocurrido en la década de los 60 en Gran Bretaña. (2,5)

No obstante, los factores más importantes que influyen en la calidad de la albúmina son la edad de las aves y el efecto de la temperatura y humedad durante el almacenaje. A medida que el lote de aves envejece el promedio de la calidad de la albúmina disminuye y aumenta su desviación típica. En estas condiciones la manera de mejorar la calidad de la albúmina y reducir la variación es inducir la pelecha. (2)

Aunque la edad de las aves disminuye la calidad de la albúmina, ésta disminución no alcanza por sí sola el nivel de resistencia del consumidor (60 HU). Sin embargo el factor edad resulta crucial cuando se le adicionan factores ambientales durante el almacenaje. A medida que la temperatura ambiente aumenta el deterioro de la albúmina es más rápido, especialmente si la humedad relativa es baja. Por lo tanto huevos provenientes de gallinas de mayor edad serán más susceptibles de alcanzar valores aún por debajo del nivel de tolerancia del consumidor si son almacenados a temperaturas altas. (2)

#### 4.5.4.2 MÉTODOS PARA MEDIR LA CALIDAD DE LA ALBÚMINA:

Diversos métodos se han desarrollado para evaluar lo más objetivamente posible la calidad de la albúmina. Estos métodos pueden dividirse en aquellos que se realizan en huevos intactos y los que se efectúan directamente sobre la albúmina luego de romper el huevo. (2)

##### – **Determinaciones en huevos intactos**

Estas determinaciones son desgraciadamente las más subjetivas y se basan en la visibilidad, facilidad de movimiento y forma de la yema, y dimensiones de la cámara de aire al transiluminar un huevo. Al hacer rotar un huevo recién puesto y observarlo al trasluz, la yema permanece en su posición, redonda, casi indistinguible y las chalazas deben moverse junto a la yema en el plano de rotación. No debe existir ningún signo de decoloración o turbidez y la cámara de aire tiene menos de 0,2 cm de alto y menos de 0,5 cm de diámetro. A medida que avanza el deterioro en la calidad de la albúmina, la yema tiende a moverse y desplazarse más libremente, perder su posición central y hacerse más visible. Por su parte aumenta considerablemente la altura y el diámetro de la cámara de aire. (2)

Mientras en Europa se estima como aceptable un huevo A extra con una cámara de aire menor de 4 mm de altura, de 6 mm para el A fresco y no mayor de 9 mm para un huevo de categoría B, en Chile el Reglamento Sanitario de los Alimentos da como límite 8 mm para los huevos no conservados y de 10 mm para los huevos refrigerados. Sin embargo, este parámetro puede resultar ambiguo ya que depende del peso del huevo. (2)

De esta manera, la transiluminación es útil sólo para determinar casos extremos de deterioro de la calidad de la albúmina y no constituye una técnica de estimación rápida como la que requieren las plantas productoras modernas. Algunos progresos se han obtenido en la identificación electrónica del movimiento de la yema como estimador de la calidad de la albúmina, pero aún está en etapa experimental y la resolución que alcance no parece muy auspiciosa. (2)

### – Métodos para la determinación de huevos rotos

Diversos métodos se han desarrollado para evaluar la calidad de la albúmina mediante determinaciones que se realizan directamente sobre ésta luego de romper una muestra significativa de huevos. Estos métodos se basan en los cambios de las propiedades físicas o químicas que ocurren en la albúmina en función del tiempo y las condiciones ambientales, y se detallan a continuación. (2)

1. Luego de períodos prolongados de tiempo o por altas temperaturas, la ovoalbúmina experimenta una serie de reacciones que llevan a la formación de productos poliméricos de color café (Reacción de Maillard) siendo posible la medición de estos con los siguientes métodos:

- a. La furosina, es una molécula que aparece en las etapas iniciales de esta reacción y aumenta a medida que esta progresa por lo que ha sido propuesta como un índice confiable para evaluar la frescura. Sin embargo, esta determinación no es muy rápida de realizar.
- b. Otro método desarrollado se basa en el hecho que con el tiempo aumenta la concentración de hierro libre en la albúmina como consecuencia del paso de este metal desde la yema y de la disminución de la capacidad de la ovotransferrina de ligar el ión. Para ello se usa una reacción colorimétrica de la albúmina con la 3, 3', 5, 5' tetrametilbenzidina. (2)

2. Prueba de Estabilidad a Alcohol que se basa en el aumento de la estabilidad térmica de las proteínas de la albúmina durante el tiempo, y especialmente por la transformación que ocurre en la forma nativa de la ovoalbúmina (N-ovoalbúmina) a una forma más estable (Sovoalbúmina). De esta forma, al adicionar etanol a albúmina fresca se produce un coágulo de gran turbidez expresada en unidades de Turbidez Nefelométrica (NTU). Los valores NTU disminuyen notablemente a medida que la albúmina se deteriora. (2)

Ambos métodos no son tan rápidos como sería aconsejable. (2)

3. Otra propiedad que se ha usado para evaluar la calidad de la albúmina radica en el progresivo aumento de la hidratación de las proteínas de ésta y la disociación de los complejos proteicos aumentando sus superficies hidrofóbicas. De esta manera es posible perturbar los protones del agua mediante pulsos de radiofrecuencia y registrar las velocidades de relajación de estos protones mediante espectroscopía de resonancia nuclear magnética de baja resolución (LR-NMR). De esta manera en la albúmina fresca, que posee agua más ligada a macromoléculas, los protones muestran una rápida relajación. Este método, aunque más rápido, es de alto costo. Tiene como ventaja adicional que sus resultados se correlacionan con las propiedades físico-químicas más que con las propiedades mecánicas de la albúmina. (2)

4. La medición del pH de la albúmina también ha sido usado para estimar su calidad, permitiéndose valores de entre 7.8 a 8.2, considerándose valores más altos como indicador de un huevo no fresco. Sin embargo tal determinación requiere la homogeneización de la albúmina con lo que algunas otras propiedades definitorias de la calidad podrían enmascarse. (2)

5. A pesar de todo lo anterior, el método más usado, se basa justamente en las propiedades mecánicas de la albúmina y corresponde a la medición de la altura de la capa de albúmina densa exterior de un huevo cuyo contenido ha sido depositado sobre una superficie lisa, medición que se corrige por el peso del huevo. En los años 30, (1937) EL Dr. R.R. Haugh, un investigador americano, introdujo una formula que hasta hoy día se sigue utilizando internacionalmente y la cual es aceptada como un método definitivo para definir la verdadera calidad del huevo y su frescura. Esta formula toma en cuenta el peso del huevo en gramos y la altura la albúmina en milímetros. (2,15.16)

El calculo HU es muy importante cuando mide diferentes lotes con diferentes tamaños, edades y provenientes de diferentes razas. (2, 15,16)

### **Metodología:**

Lo primero antes de abrir el huevo es pesarlo con precisión seguidamente una vez abierto se deja sobre una superficie lisa y con ayuda de un calibrador especial (Esquema No. 4) o un regla graduada se mide la altura de la albúmina en la parte mas elevada, la mas cercana a la yema.

### Esquema No.2 Medidor de Unidades Haugh (16)



También hay que tener en cuenta que la clara debe ser transparente y limpia, la consideraremos así cuando este libre de colores extraños, turbidez, manchas de sangre otras partículas anormales. Y tendremos también en cuenta su consistencia, la albúmina de mayor calidad es la más consistente. (16)

Debido a influencias diversas, de un huevo a otro existen grandes diferencias en la proporción de albúmina densa (la más cercana a la yema), y albúmina fluida (la más próxima a la cáscara). La medición de ello nos permite determinar el grado de frescura del huevo ya que a medida que este va envejeciendo, va aumentando la proporción de albúmina fluida a expensas de la densa.

La albúmina contiene dos gruesos filamentos que, en forma enrollada, se dirigen desde la yema a cada uno de los polos del huevo. Son las chalazas, siendo su misión la de mantener a la yema en posición centrada, lo que hace que con huevos viejos, al perder parte de su resistencia, esta se desplace fácilmente. Desde el punto de vista de su aprecio para el consumo, la relación albúmina densa/albúmina fluida tiene importancia enorme al valorarse los huevos “frescos” en los cuales toda ella queda concentrada en una estrecha zona alrededor de la yema. (2, 15,16)

#### 4.5.5 CALIDAD DE LA YEMA

También existe el llamado índice de la yema: siendo la relación entre su altura máxima y su diámetro, en la práctica no se utiliza tanto implícitamente la determinación de una buena calidad interna con base en las unidades Haugh ya nos señala una buena altura de la yema. (5)

Las características que nos interesan de la yema serán:

- La presencia o ausencia de manchas de sangre. Se detectan por el miraje de los huevos realizado rutinariamente antes de su clasificación a nivel mayorista, aunque esta operación solo permite conocer y separar aquellos que muestran unas manchas de un tamaño considerable. (5,16)
- La pigmentación, es un factor de máxima importancia para la valoración de huevos en el mercado ya que existen mercados que prefieren las yemas el máximo color amarillo posible, en tanto que otros se encuentran en la situación contraria incluso rehusando los muy pigmentados. (5,16)
- La posición de la yema, en el huevo entero, la yema puede tener una posición central o bien estar más o menos desubicada del centro. (5,16)
  - Según la sombra de la yema (con ovoscopia), puede estar mal definida y solo se aprecia un ligero indicio de sombra a la ovoscopia, o bien no apreciarse definido, neto y claramente su contorno. (5)

En casos extremos debido a tiempos prolongados de almacenaje, y particularmente cuando hay defectos en la estructura de la cáscara, se forman burbujas de agua al interior de ésta, haciendo que el huevo tenga una apariencia manchada debido a la presencia de estas áreas translúcidas. El agua de la albúmina también invade la yema la cual aparece de mayor tamaño, manchada y flácida. (16)

Con el avance del deterioro las chalazas se desprenden permitiendo que la yema se mueva libremente al interior del huevo. Este movimiento libre de la yema hace que frecuentemente ésta se mantenga durante un tiempo largo adosada a la superficie interna de la cáscara haciéndola muy vulnerable a la contaminación microbiana. (16)

## 4.6 MINERALES ORGÁNICOS O QUELATADOS

### 4.6.1 DESCRIPCIÓN E IMPORTANCIA

Los minerales cumplen un importante papel en la nutrición porque aunque no proporcionan energía son esenciales para la utilización y síntesis biológica de nutrientes. (7)

Los macro y microminerales deben actuar conjunta y equilibradamente con alta biodisponibilidad porque son imprescindibles para transformar la proteína y la energía de los alimentos en componentes del organismo o en productos animales: leche, carne, huevos, cría, piel, lana. (17)

Además, fortalecen al organismo y colaboran en combatir las enfermedades, manteniendo al animal en buen estado de salud. (17)

Se considera a los minerales como el tercer grupo limitante en la nutrición animal, siendo a su vez, el que tiene mayor potencial y menor costo para incrementar la producción. (17)

Los minerales orgánicos son minerales unidos químicamente a moléculas orgánicas de forma tal que el mineral es altamente disponible para el animal. (7)

El uso de minerales quelatos o complejos minerales orgánicos en las premezclas han incrementado en varias situaciones la performance productiva y reproductiva de un animal. (7)

Estudios comprueban que los minerales en la forma inorgánica presentan baja metabolización y, por consiguiente, resultan en un desempeño insatisfactorio en la dieta de los animales. Sin embargo, los minerales orgánicos presentan alta biodisponibilidad que optimiza la absorción de los minerales esenciales para la mayoría de los procesos fisiológicos. De esta forma, se hacen más eficientes las funciones tales como el desarrollo del sistema inmunológico, circulación sanguínea, estructura de la canal y otros, en los cuales los minerales participen directa o indirectamente. Eso ocurre porque la vía de absorción de los minerales orgánicos es distinta del camino recorrido por los minerales inorgánicos. En la forma de un órgano blanco, identificado por receptores específicos del tracto digestivo y del sistema sanguíneo, eso hace que los minerales orgánicos actúen de forma más rápida y eficiente en todo el organismo del animal. (7, 17)

La alta eficiencia está dada por la calidad de las materias primas como el Fosfato Bicálcico y el poder de asimilación otorgado por los exclusivos Complejos Orgánicos de Liberación Controlada, lo que lleva excelentes resultados con menores cantidades de consumo. (17)

4.6.2 QUELATOS: Biotecnología de vanguardia en la suplementación mineral estratégica para programas de producción de altas exigencias. (17)

4.6.3 LOS COMPLEJOS ORGÁNICOS DE LIBERACIÓN CONTROLADA: Son sustancias tratadas en procesos bioquímicos, para que ejerzan diferentes funciones en el organismo de los animales. (17)

4.6.4 TRANSQUELATOS: Es el producto resultante de la unión de iones minerales con péptidos o aminoácidos de origen vegetal, proporcionando a estos minerales mayor grado de biodisponibilidad. (17)

Se debe considerar que un buen manejo de la nutrición mineral es saber cuanto de cada mineral necesita consumir el animal en cada estado fisiológico y cuanto es aportado por la ración. (7)

#### 4.7 COSTOS POR PÉRDIDA DE LA CALIDAD DEL CÁSCARÓN

Huevos rotos o con fisuras en el cascarón, son responsables de la mayoría de las pérdidas económicas para el productor de huevo. Lo cuantioso de las pérdidas es difícil de estimar debido a que no existe suficiente información publicada.

Las fuentes disponibles son diferentes y muchas veces no se pueden comparar debido a la forma a como se toman los datos y por la diversidad de sistemas de producción. (7)

Sin embargo, en la literatura se encuentra cierta información que señalan que de 15, 000 millones de huevos que se producen anualmente en el Reino Unido, 6-7% no son utilizados para comercializarlos debido al daño en el cascarón. (7)

En Alemania se estima que las pérdidas anuales de huevos entre el momento de puesta y la llegada al consumidor es de 8%. (7)

En Estados Unidos de América en 1997 se tenían pérdidas de 6.4%, por mala calidad del cascarón. En 1998 se menciona una pérdida de 250 millones de dólares por año. En Canadá se perdían 10 millones de dólares anuales. (7)

En México y en otros países latinoamericanos no se tienen datos exactos, los daños pueden ser iguales o menores a los mencionados, debido a que los procesos de colecta en general son manuales. (7)

Se sugiere que una de las posibles causas del aumento en el huevo roto o huevos con cascarón delgado, asociado con gallinas viejas se debe a la disminución en la actividad renal de la 25(OH) D3-1-hidroxilasa. (1 $\alpha$ -hidroxilasa). También se cree que algo impide la biosíntesis de 1,25(OH<sub>2</sub>)D<sub>3</sub> en las gallinas viejas.(7)

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 MATERIALES

#### 5.1.1 RECURSOS HUMANOS:

- Estudiante: Investigador
- Asesores.
- Personal de la Granja.
- Personal de Empresa Privada de Fabricación de Alimentos Balanceados para animales.
- Personal de Laboratorio de Ornitopatología Aviar de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

#### 5.1.2 RECURSOS BIOLÓGICOS:

Aves

Alimento balanceado para aves de postura

Núcleos vitamínicos de minerales orgánicos e inorgánicos

Muestras de Huevos

#### 5.1.3 DE CAMPO:

Carretilas para recolección de huevos manualmente.

Cartones de huevos.

Fichas de control de cada galpón

Libreta de anotaciones

Vehículos para transporte

#### 5.1.4 DE LABORATORIO.

Micrómetro

Medidor de Unidades Haugh

Balanza

Recipientes de metal sin medida.

Tablas de vidrio

Lápiz

Cartones para huevos

Agua

Cuaderno

Cámara fotográfica

Bata Blanca

#### 5.1.5 CENTROS DE REFERENCIA

- Biblioteca Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Biblioteca del Departamento de Ornitopatología y Avicultura de la FMVZ.
- Biblioteca de NUTRIFERT, Guatemala.
- Internet.

## 5.2 METODOLOGÍA

### 5.2.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

El presente trabajo se llevó a cabo en la granja avícola “El Ciprés” en el Municipio de San Raymundo del departamento de Guatemala. San Raymundo pertenece a la superficie que forma parte del bosque húmedo subtropical Templado [bh- s (t)], el cual presenta las siguientes condiciones climatológicas: la precipitación pluvial oscila entre 1,100 a 1349 mm. La biotemperatura media anual varía entre 20 y 26 grados centígrados. La relación de evapotranspiración potencial es de 1.0%. En los meses de mayo a noviembre las lluvias son más frecuentes. La topografía que presenta es: relieve ondulado a accidentado y escarpado. La elevación varía entre 650 a 1,700 msnm siendo con exactitud la de san Raymundo de 1575 msnm. (20)

### 5.2.2 DEFINICIÓN DE LA MUESTRA

Se evaluó una muestra significativa de 100 huevos por cada uno de los grupos tanto el A como el B, asignados con un tratamiento diferente según la según la tabla # 2, para hacer un total de 200 huevos.

**TABLA No. 1**

Grupo A - Tratamiento # 1	Grupo B - Tratamiento # 2
Alimento balanceado para aves de postura, fase 2, con núcleo vitamínico de minerales orgánicos.	Alimento balanceado para aves de postura, fase 2, con núcleo vitamínico de minerales inorgánicos

### 5.2.3 PROCESAMIENTO

Se seleccionaron dos galeras del total de las que consta la granja, cada una de ellas se identificó como Grupo A y Grupo B. Al Grupo A se le asignó el tratamiento que consta de: alimento balanceado para aves de postura fase 2, con premezcla de minerales orgánicos y al grupo B se le asignó el segundo tratamiento que consta de: alimento balanceado para aves de postura fase 2, con premezcla de minerales inorgánicos.

Se trabajó con aves de 43 semanas de edad, de Raza Lohman Blanca, en el grupo A, se inició con 9,052 aves y en el grupo B con 17, 345 aves. El consumo de alimento en ambas galeras fue de 107.5 gr/ave/día. El estudio tuvo una duración de 35 días, durante este tiempo, se llevó el control de cada una de las galeras por medio de fichas generales donde se estudian otros parámetros y de los cuales solo se obtuvieron los que interesaron para este trabajo de investigación.

#### 5.2.4 VARIABLES A SER EVALUADAS

- **Porcentaje de Huevo Roto:**

Este es un parámetro que se obtuvo a nivel de campo diariamente, sobre el total de huevos recolectados manualmente con intervalos de 8 horas en cada uno de los grupos (A y B), este se obtuvo desde el inicio hasta el final de la prueba (35 días). Se anotaron cada uno de los resultados obtenidos.

- **Peso del Huevo:**

Este parámetro depende de muchos factores entre los que se encuentran y destacan una buena alimentación de las aves, con el objetivo de evaluar y comparar los minerales inorgánicos y orgánicos, este se obtuvo de la siguiente manera: las muestras obtenidas tanto del grupo A como del grupo B, se pesaron individualmente por medio de una balanza graduada para la obtención de los resultados en gramos. Se anotaron cada uno de los resultados obtenidos.

- **Grosor de la cáscara:**

Este es un parámetro que se obtuvo para evaluar y comparar en términos generales, el metabolismo de los minerales tanto orgánicos como inorgánicos, principalmente el del calcio, ya que este forma la mayor parte de la composición de la cáscara, haciéndola más gruesa o más delgada según su absorción.

Se procedió a abrir cada uno de los huevos tanto los del grupo A como los del B y se tomó una porción de la cáscara siendo esta la ubicada en el polo que contiene la cámara de aire, ya que la literatura indica que está es la porción más gruesa de la misma, luego se eliminaron las membranas internas del huevos por medio de agua y se procedió a la medición en sí del grosor de la cáscara, este se midió por medio de un micrómetro milimetrado, especialmente para la medición del grosor de la cáscara de huevos de gallina, se colocó la porción de la cáscara obtenida y se pone dentro del micrómetro y luego se procedió a la graduación del aparato hasta quedar en término de que la cáscara no pueda salirse del mismo e inmediatamente se obtuvieron los resultados, anotando cada uno de ellos.

- **Medición de Unidades Haugh:**

Este es un parámetro incluido dentro de los que nos indican la calidad del huevo y su frescura, es el método más utilizado y se basa en las propiedades mecánicas de la albúmina y corresponde a la medición de la altura de la capa de albúmina densa exterior de un huevo cuyo contenido ha sido depositado sobre una superficie lisa, medición que se corrige con el peso del huevo. (2)

Es una expresión logarítmica. El rango de valores HU, que va desde números de un dígito, los cuales representan los huevos de muy baja calidad hasta números sobre 100 que representan a huevos con la mejor y más alta calidad y frescura. (Tabla No. 1) (2)

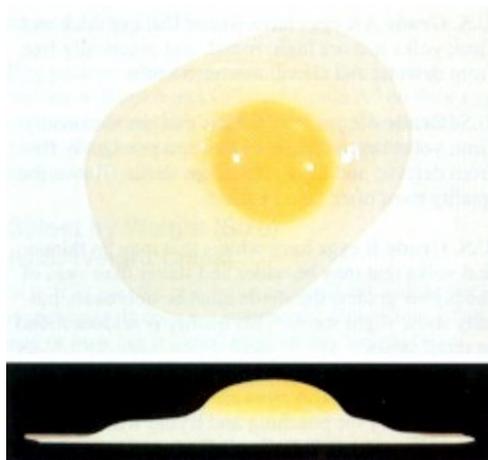
La fórmula empleada para la realización del cálculo y la relación entre el valor y la calidad se pueden ver a continuación:

$$U.H. = 100 \times \text{Log} (\text{altura del albumen} - (1,7 \times \text{peso del huevo})^{0,37}) + 7,57$$

**TABLA N° 1**  
**CALIDAD DEL HUEVO Y SU RELACIÓN CON LAS UNIDADES HAUGH (2)**

UNIDADES HAUGH	DESCRIPCIÓN CUALITATIVA
100	
90	EXCELENTE
80	MUY BUENO
70	ACEPTABLE
65	MARGINAL
60	RESISTENCIA DEL CONSUMIDOR
55	POBRE
50	INACEPTABLE
0	

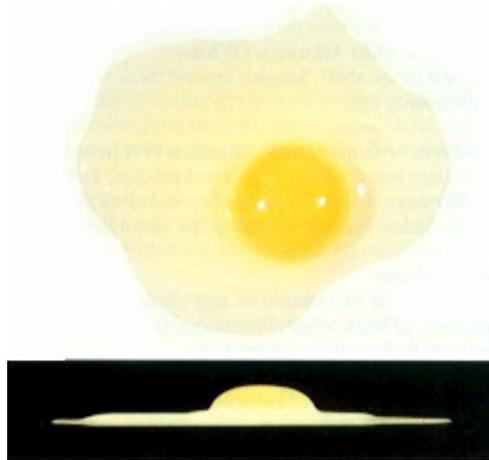
Además de clasificar los huevos en categorías AA, A, B y C según las Unidades Haugh, siendo:



(12)

**Grado AA:** Cubren poco espacio, la clara es espesa, firme y levantada, y la yema es redonda y se destaca sobre la clara. (12)

Unidades Haugh =  $\geq 72$  HU (15)



(12)

**Grado A:** Cubren un espacio moderado, la clara es bastante firme y levantada, y la yema se destaca sobre la clara. (12)

Unidades Haugh =  $\geq 60 - 72$  HU. Esta es la clase de huevo que se comercializa con más frecuencia. (15)

**Grado B:** Tienen claras menos espesas y yemas más anchas, pero aplanadas, que las de huevos de calidad superior. (12)

Unidades Haugh =  $< 60$  HU. Ya no es aceptable al paladar (15)

**Grado C:** Menos de 31 Unidades Haugh (15)

**Procedimiento:** Luego de abrir cada uno de los huevos ( 100 huevos del grupo A y 100 huevos del Grupo B) y tomar la porción de la cáscara necesaria para la medición del grosor de ella, el contenido del huevo se puso en una superficie de vidrio totalmente plana y lisa para llevar a cabo la medición de Unidades Haugh por medio del medidor de Unidades Haugh, colocando este aparato sobre el contenido total de huevo en forma de trípode y luego fue siendo graduado hacia abajo hasta donde se alinie o tope con la parte más alta de la yema, en este momento se leyó y tomó nota del resultado el cual según el Medidor de Unidades Haugh, fue obtenido directamente sin utilizar la fórmula en Unidades Haugh (el método de la medición de Unidades Haugh. Se tomó nota de cada uno de los resultados obtenidos.

Al terminar la obtención de los resultados requeridos para esta prueba, se desecharon totalmente los huevos.

### 5.2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

**Porcentaje de Huevo Roto:** Los resultados de este parámetro fueron evaluados y comparados estadísticamente el Grupo A (Tx minerales orgánicos) con el Grupo B (Tx minerales inorgánicos), por medio de *Diferencia de Porcentajes*.

**Peso del Huevo:** Los resultados de este parámetro fueron obtenidos en gramos y luego evaluados y comparados estadísticamente el grupo A (Tx minerales orgánicos) con el Grupo B( Tx minerales inorgánicos), por medio de *t de Student*.

**Grosor de la cáscara del Huevo:** Los resultados de este parámetro fueron obtenidos en micrómetros y luego fueron evaluados y comparados estadísticamente el Grupo A (Tx minerales orgánicos) con el Grupo B ( Tx minerales inorgánicos), por medio de *t de Student*.

**Medición de Unidades Haugh:** Los resultados de este parámetros fueron evaluados y comparados estadísticamente el Grupo A ( Tx minerales orgánicos) con el Grupo B( Tx minerales inorgánicos), por medio de *Chi Cuadrado*.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se seleccionaron dos galeras del total de las que consta la granja, cada una de ellas se identificó como Grupo A y Grupo B. Al Grupo A se le asignó el tratamiento que consta de: alimento balanceado para aves de postura fase 2, con premezcla de minerales orgánicos y al grupo B se le asignó el segundo tratamiento que consta de: alimento balanceado para aves de postura fase 2, con premezcla de minerales inorgánicos.

Se trabajó con aves de 43 semanas de edad, raza Lohman Blanca, en el Grupo A, se inició con 9,052 aves y en el grupo B con 17,345 aves. El consumo de alimento en ambas galeras fue de 107.5 gr/ave/día. El estudio tuvo una duración de 35 días, los parámetros evaluados se indican a continuación:

*A nivel de Campo:* porcentaje (%) de huevo roto

*A nivel de Laboratorio:* peso del huevo, grosor del cascarón y Unidades Haugh.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

### 6.1 PORCENTAJE DE HUEVO ROTO

El porcentaje de huevo roto en el Grupo A (Tx minerales orgánicos) presentó menor porcentaje de huevo roto (0.85%) con respecto al Grupo B (Tx minerales inorgánicos) que presentó (1.08%). Entre Grupos hubo una diferencia de 0.23% del Grupo A con respecto al B. El 0.23% representa en una unidad productiva de 100,000 aves, 230 huevos a mercado o sea 7.67 cartones de 30 huevos. Este parámetro presentó diferencias estadísticas altamente significativas, entre tratamientos, según la evaluación estadística por medio del método *diferencia de porcentajes*. Por lo que el efecto de la adición de minerales orgánicos en la dieta de aves de postura con respecto a los inorgánicos, sobre el porcentaje de huevo roto, es la disminución de este parámetro. Esto quiere decir que debido a la biodisponibilidad que presentan los minerales orgánicos no así los inorgánicos, mejoran la absorción de minerales, viéndose reflejado entre otros con este resultado.

### 6.2 PESO DEL HUEVO

En lo que respecta al peso del huevo, segundo parámetro evaluado, el Grupo B (Tx minerales inorgánicos) presentó (69.15g) peso superior, con respecto al Grupo A (Tx minerales orgánicos) que presentó (65.43g) encontrándose una diferencia entre grupos de 3.72g. Según la evaluación estadística por medio del método *t de Student*, no hay diferencia entre ambos grupos.

### 6.3 GROSOR DE LA CÁSCARA DEL HUEVO

En cuanto al valor del grosor de la cáscara, el Grupo A (Tx minerales orgánicos) presentó (0.38mm) y el Grupo B (Tx minerales inorgánicos) presentó (0.41mm) encontrándose una diferencia entre ambos de 0.03mm. Según la evaluación estadística por medio del método *t de Student*, no hay diferencia entre ambos grupos, sin embargo esta pequeña diferencia de grosor a nivel de campo, tiene su valor de resistencia para el manejo, disminuyendo la ruptura de huevos y por ende el porcentaje de huevo roto.

### 6.4 MEDICIÓN DE UNIDADES HAUGH (UH)

Se procedió a la clasificación de los resultados obtenidos (UH/huevo), según los rangos descritos en la Tabla No. 1 (Ver anexos/cuadro No.4), la evaluación estadística se realizó por medio del método *chi cuadrado* utilizando para este, la suma de las categorías: excelente, muy bueno y aceptable vrs las no aceptables de cada grupo. Los resultados obtenidos no presentaron diferencias estadísticas entre Grupo A (Tx minerales orgánicos) y Grupo B (Tx minerales inorgánicos).

Sobre estos parámetros influyen muchos factores además de la alimentación con una dieta balanceada que contenga la mezcla ideal para suplir las necesidades de minerales (entre otros) que tiene una gallina, entre los que destacan enfermedades, edad de las aves, factores ambientales y de manejo, etc.; por lo que el equilibrio entre estos para obtener las condiciones ideales para las aves, ayudaría grandemente para el mejoramiento en los parámetros productivos y en este caso de los parámetros evaluados.

## VII. CONCLUSIONES

1. El porcentaje de huevo roto disminuye al formular la dieta con minerales orgánicos vrs. minerales inorgánicos, presentándose diferencias estadísticas altamente significativas entre Grupos.
2. El grosor del cascarón aumento al formular la dieta con minerales orgánicos vrs. minerales inorgánicos, a nivel de campo, esto tiene su valor de resistencia disminuyendo la ruptura de huevos, sin embargo no presento diferencias estadísticamente significativas.
3. La adición de minerales orgánicos dentro de una dieta balanceada para aves de postura es esencial debido a que proporcionan una adecuada nutrición a las mismas, mayor biodisponibilidad y a la importancia que tienen sobre la síntesis biológica de otros nutrientes, mejorando la respuesta del sistema inmunológico y por su alto potencial y el costo/beneficio es mejor para la producción.
4. La calidad externa de la cáscara de huevo se ve afectada directamente por la adición de minerales a la dieta para aves de postura, obteniéndose mejores resultados con la adición de minerales orgánicos con respecto a los inorgánicos.
5. Los últimos tres parámetros que se evaluaron y compararon en este estudio, presentaron diferencias entre el grupo A (Tx minerales orgánicos) y el B (Tx minerales inorgánicos), siendo superior en el grupo A con respecto al B, pero no siendo estas estadísticamente significativas.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la adición de minerales orgánicos en la dieta balanceada de aves de postura comercial en jaula, para disminuir el efecto negativo, que causa la deficiencia de los mismos cuando se encuentran con menor disponibilidad (inorgánicos), en algunos parámetros, principalmente en aquellos que afectan la economía de la producción avícola, por pérdidas, como el porcentaje de huevo roto, entre otros.
2. Se recomienda para mejores resultados obtener el equilibrio entre factores que afectan directamente la calidad externa de la cáscara de huevo en gallinas ponedoras comerciales en jaula entre los que destacan, enfermedades, edad de las aves, manejo, alimentación con una dieta balanceada.
3. Se recomienda la adición en las dietas balanceadas para aves de postura comercial en jaula de minerales orgánicos, ya que ellos presentan una mayor biodisponibilidad comparados y evaluados con los minerales inorgánicos presentando así mejores resultados en los parámetros productivos.
4. Realizar estudios sobre la calidad externa del huevo en gallinas ponedoras comerciales en jaula, rutinariamente en las producciones avícolas para un mejoramiento continuo de las mismas y aumentar con ello la competitividad a nivel comercial.

## IX. RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en una granja avícola ubicada en el municipio de San Raymundo del departamento de Guatemala. Se utilizaron aves de postura de 43 semanas de edad, Lohmann blanca, las cuales fueron distribuidas en dos grupos identificados como A y B, utilizando en ambos diferentes tratamientos, en el grupo A: alimento balanceado para aves de postura fase2 con núcleo vitamínico de minerales orgánicos y en el grupo no. B el mismo alimento con núcleo vitamínico de minerales inorgánicos. El estudio tuvo una duración de 35 días. Los parámetros que se evaluaron y compararon fueron:

*A nivel de campo:* porcentaje de huevo roto, el cual se obtuvo sobre el total de huevos recolectados, diariamente con una recolección manual de los huevos con intervalos de 8 horas, realizando un análisis estadístico llamado *diferencia de porcentajes*. El cual indicó una diferencia altamente significativa del grupo A (Tx minerales orgánicos) con respecto al grupo B (Tx minerales inorgánicos).

*En el Laboratorio:* se tomó una muestra de 100 huevos por cada grupo. Los parámetros a evaluar a este nivel fueron:

Peso del huevo, se pesaron los huevos individualmente por medio de una balanza graduada para la obtención de los resultados en gramos, realizando el análisis estadístico por medio de *t de Student*. Indicando no haber diferencia estadísticamente significativo entre Grupos.

Grosor de la cáscara del Huevo, se abrió cada uno de los huevos obteniendo de ellos la porción de la cáscara del polo donde se ubica la cámara de aire ya que la teoría nos indica que es la porción mas gruesa, luego se quitaron las membranas internas de la cáscara del huevo por medio de agua y luego se procedió a la medición la misma por medio de un micrómetro milimetrado especialmente para la medición de la cáscara de huevos de gallina. Se colocó la porción de cáscara obtenida en el micrómetro y se fue graduando hasta quedar inmovilizada y en este momento se procedió a anotar cada uno de los resultados obtenidos, realizando para el análisis estadístico *t de Student*. Indicando no haber diferencia estadísticamente significativa entre grupos. Sin embargo a nivel de campo tiene su valor de resistencia para el manejo, disminuyendo la ruptura de los huevos y por ende el porcentaje de huevo roto.

Medición de Unidades Haugh, Luego de abrir los huevos y tomar la porción de cáscara necesaria para la medición del grosor de la misma, se colocó el huevo en una superficie de vidrio totalmente plana y lisa y se llevó a cabo la medición de Unidades Haugh por medio del medidor de Unidades Haugh, colocando el respectivo aparato sobre el contenido total de huevo abarcando ambas albúminas (densa y líquida) en forma de trípode y luego fue graduándose hacia abajo hasta alinearse con la parte más alta de la yema, en ese momento se procedió a la lectura y anotación de los resultados, los cuales son obtenidos directamente en Unidades Haugh sin utilizar la fórmula para esto, ya que el aparato se encuentra calibrado para ello, se llevaron a cabo cada uno de estos pasos siguiendo las instrucciones de tal y como lo indica el método de la medición de Unidades Haugh.

Realizando para el análisis estadístico de este parámetro: *Chi cuadrado*. Indicando no haber diferencia estadísticamente significativa entre grupos.

De acuerdo a la evaluación y comparación que se realizó, de los minerales orgánicos vs inorgánicos sobre los parámetros indicados anteriormente, se recomienda la adición en los alimentos balanceados para aves de postura comercial en jaula de minerales orgánicos ya que presentan mayor disponibilidad (biodisponibilidad) aumentando la absorción de los mismos, mejorando con ello significativamente parámetros entre otros el porcentaje de huevo roto, que es el principal causante de pérdidas económicas para la industria avícola, debido a fragilidad del cascarón, producción de huevos fárfaros, fisuras en el cascarón, etc.

Existen factores que afectan directa e indirectamente la calidad externa de la cáscara de huevo en gallinas ponedoras comerciales en jaula, enfermedades, ambientales, de manejo, nutricionales entre otros. Entre los cuales debe existir un equilibrio para obtener mejores resultados en los parámetros productivos, en este caso en el peso del huevo, grosor de la cáscara y medición de unidades Haugh.

## **PRESUPUESTO**

Análisis de laboratorio (grosor de la cáscara)	Q. 200.00
Núcleo vitamínico de minerales orgánicos	Q. 550.00
Huevos	Q. 170.00
Combustible	Q. 400.00
<b>TOTAL</b>	<b>Q. 1320.00</b>

El núcleo vitamínico fue financiado por las empresas privadas Nutrifert, S.A. y Aliansa S.A. y el resto de gastos, fue financiado por el Laboratorio de Ornitopatología y Avicultura (FMVZ) y por el estudiante investigador.

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Ardilla, L. 2003. Bronquitis infecciosa y Newcastle (en línea). Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza. Consultado 25 ene. 2008. Disponible en <http://www.elagricultor.com/frontpage/ganadería/articulosaves/bronquitisenponedoras.htm>
2. Arias, JL.; Fernández MS.; Nys Y. 2007. Importancia de la calidad del huevo (en línea). Consultado 24 feb. 2008. Disponible en [www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet\\_articulo/0,1409,SCID%253D9610%2526ISID%253D458,00.htm](http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet_articulo/0,1409,SCID%253D9610%2526ISID%253D458,00.htm)
3. Casaubon, TM. 2002. Medicina Aviar (en línea). Universidad Nacional Autónoma de México. Consultado 28 ene. 2008. Disponible en [http://www.medvet.umontreal.ca/etudes/EnseignementLigne/patho\\_aviaire/Aparato\\_esqueletico/Osteoporo/index.asp](http://www.medvet.umontreal.ca/etudes/EnseignementLigne/patho_aviaire/Aparato_esqueletico/Osteoporo/index.asp)
4. Centro regional de ayuda técnica. 1996. Manual para la clasificación de huevos Vol. 75. México. Virreyes. 31 p.
5. Ciencia y Tecnología de los alimentos, Ovoproductos, Huevos (en línea). 2007. Consultado 10 feb. 2008. Disponibles en <http://html.rincondelvago.com/huevo.html>
6. Clasificación de los Minerales Orgánicos (en línea). 2003. Consultado 17 nov. 2007. Disponible en [http://www.engormix.com/clasificacion\\_minerales\\_organicos\\_ganado\\_forumsvie9704.htm](http://www.engormix.com/clasificacion_minerales_organicos_ganado_forumsvie9704.htm)
7. Cuca, M. 2005. Estudios recientes con calcio en gallinas de postura (en línea). Consultado 30 ene. 2008. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/producción\\_avícola/24-calcio\\_en\\_gallinas\\_de\\_postura.pdf](http://www.produccionbovina.com/producción_avícola/24-calcio_en_gallinas_de_postura.pdf)
8. Gallinas y estrés calórico (en línea). 2004. Consultado 23 nov. 2007. Disponible en [http://www.engormix.com/s\\_articulos\\_view.asp](http://www.engormix.com/s_articulos_view.asp)
9. Guía de manejo Lohmann LSL-Lite. 2006. Lohmann Tierzucht GmbH. Ed. Alemania. Latinoamericana p. 10,13,14

10. Heinz, J; Gerhard F. 1998. Nutrición de las Aves. Trad. A Nuñez. Zaragoza. Es, Acribia. p. 7,8, 68
11. Hellmut W. 1996. Enfermedades de las aves. Trad. J Escobar. Zaragoza. Acribia. p. 90-109.
12. How to buy Eggs (en línea). Agricultural Marketing Service. 1995. Consultado el 3 mar. 2008. Disponible en <http://www.ams.usda.gov/spanish/egg3.jpg>
13. Merck & CO. 2000. El manual merck de veterinaria. 5 ed. España, Océano. 2558p.
14. Nilipour, A. 2000. Manejo en Crianza y postura en estrés calóricos (en línea). Consultado 11 nov. 2007. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/produccion\\_avicola/43-estres\\_calorico.htm](http://www.produccionbovina.com/produccion_avicola/43-estres_calorico.htm)
15. Panda, PC. 1998. Text book on egg and poultry technology. Delhi, IN, Vikas. p. 61-64.
16. Redondo, PA. 2003. Instituto del huevo, Seguridad alimentario en huevos y Ovoproductos (en línea). Consultado 26 feb. 2008. Disponible en <http://www.institutohuevo.com/images/articulos/ima2.gif>
17. Tortuga. 2007. Clasificación de los Minerales Orgánicos (en línea). Consultado 12 oct. 2007. Disponible en [http://www.tortuga.com.ar/minerales\\_organicos.php](http://www.tortuga.com.ar/minerales_organicos.php)
18. Vasco DB. 2000. Estrés calórico en aves (en línea). Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Consultado 23 nov. 2007. Disponible en <http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/conferencias/stress-calorico.pdf>
19. Whittow, GC. 1997. Sturkie's Avian Physiology. 5ta ed. Florida, US, Academic Press. p. 586-589.
20. Zonas de Vida de Guatemala (en línea). 2001. Consultado 25 feb. 2008. Disponible en <http://www.geocities.com/ccampesina/zonas.htm>

# **XI. ANEXOS**

### Formato Ficha de Campo

Días de estudio	Grupo A (Tx minerales orgánicos)	Grupo B (Tx minerales inorgánicos)
Día 1 al	% huevo roto diario	% huevo roto diario
Día 35		

### Formato Ficha de Laboratorio por Grupo

No. de huevo	Peso en gr.	Unidades Haugh	grosor del cascarón
1 al 100			

### Cuadro No.1

#### RESULTADOS DEL % DE HUEVO ROTO

Días de Estudio	Grupo A (Tx minerales orgánicos)	Grupo B (Tx minerales inorgánicos)
Día 1 al 35	<b>0.85%</b>	<b>1.08%</b>
<b>Diferencia</b>		
<b>0.23%</b>		

**Cuadro No.2****RESULTADOS DEL PESO (gr)**

Clasificación de huevos por rangos según su peso en gr.	No. de huevos/Grupo A (Tx minerales orgánicos)	No. de huevos/Grupo B (Tx minerales inorgánicos)
57-59gr	7	0
60-65 gr	48	13
66-70 gr	36	62
71-77gr	9	25
Total de huevos	100	100
<b>Promedio</b>	<b>65.43g</b>	<b>69.15</b>
<b>Diferencia</b>		
<b>3.72g</b>		

**Cuadro No.3****RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE GROSOR DEL CASCARÓN (mm)**

Clasificación de huevos por rangos según grosor del cascarón en mm.	No. de huevos/Grupo A (Tx minerales orgánicos)	No. de huevos/Grupo B (Tx minerales inorgánicos)
0.30 – 0.34 mm	15	1
0.35-0.39 mm	62	15
0.40-0.44mm	16	76
0.45-0.50mm	7	8
Total de Huevos	100	100
<b>Promedio</b>	<b>0.38mm</b>	<b>0.41mm</b>
<b>Diferencia</b>		
<b>0.03mm (significativa a nivel de campo)</b>		

**Cuadro No.4****RESULTADOS DE MEDICIÓN DE UNIDADES HAUGH**

Clasificación por UH	No.de huevos/ Grupo A	No. de huevos/ Grupo B
Excelente 100-90	0	0
Muy bueno 80	6	7
Aceptable 70	53	41
Marginal 65	20	18
Resist. al consumidor 60	15	19
Pobre 55	3	13
Inaceptable 50 < 0	3	2
Total de huevos	100	100