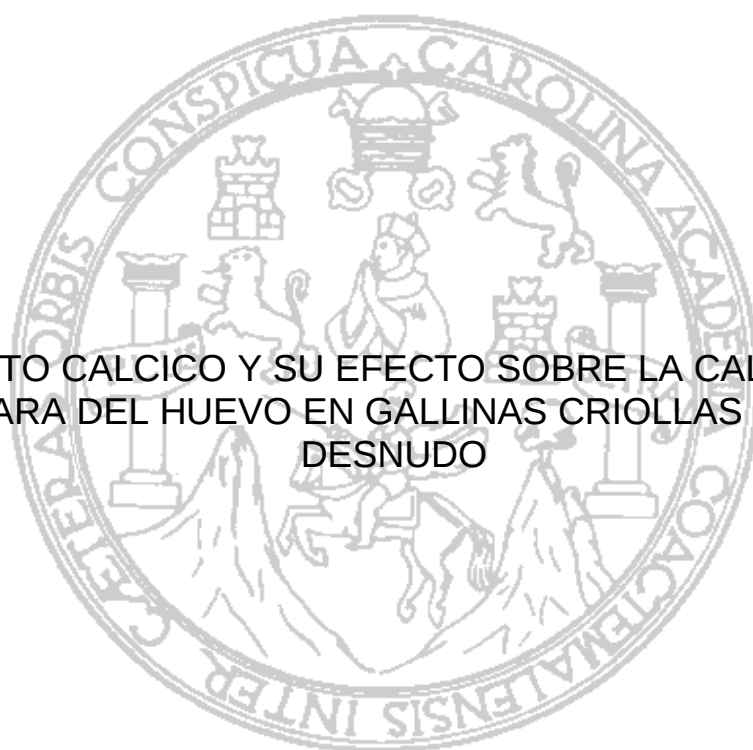


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA

CARBONATO CALCICO Y SU EFECTO SOBRE LA CALIDAD DE LA
CÁSCARA DEL HUEVO EN GALLINAS CRIOLLAS CUELLO
DESNUDO



JOSÉ FRANCISCO ALDANA GARCIA

CHIQUMULA, GUATEMALA, OCTUBRE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA

CARBONATO CALCICO Y SU EFECTO SOBRE LA CALIDAD DE LA
CÁSCARA DEL HUEVO EN GALLINAS CRIOLLAS CUELLO
DESNUDO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

JOSÉ FRANCISCO ALDANA GARCIA

Al conferírsele el título de

ZOOTECNISTA

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUIMULA, GUATEMALA, OCTUBRE 2015

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA**



**RECTOR
Dr. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO**

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Representante de Profesores:	M.Sc. José Leonidas Ortega Alvarado
Representante de Profesores:	Lic. Zoot. Mario Roberto Suchini Ramírez
Representante de Graduados:	Lic. Zoot. Oscar Augusto Guevara Paz
Representante de Estudiantes:	Br. Carla Marisol Peralta Lemus
Representante de Estudiantes:	PAE. Alberto José España Pinto
Secretaria:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Coordinador de Carrera:	Lic. Zoot. Merlin Wilfrido Osorio López

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente:	MC. Raúl Jáuregui Jiménez.
Secretario:	M.Sc. Baudilio Cordero Monroy.
Vocal:	M.A. Alejandro José Linares Díaz.

TERNA EVALUADORA

M.A. Mario Efraín Gonzáles Estrada
Lic. Zoot. Edwin Wilfredo Contreras Cardona
Lic. Zoot. Edgardo Augusto Menéndez López.

Chiquimula, octubre de 2015

Señores:

Miembros del Consejo Directivo
Centro Universitario de Oriente
Chiquimula, Ciudad.

Respetables señores:

En cumplimiento de lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala y el Centro Universitario de Oriente, Presento a considerar de ustedes el trabajo titulado:

“CARBONATO CALCICO Y SU EFECTO SOBRE LA CALIDAD DE LA CÁSCARA DEL HUEVO EN GALLINAS CRIOLLAS CUELLO DESNUDO”.

Como requisito previo a optar al título profesional de Zootecnista en el Grado Académico de Licenciado.

Esperando que el presente trabajo de investigación llene los requisitos para su aprobación.

Atentamente,

A handwritten signature in dark ink, featuring a large, stylized initial 'J' followed by the surname 'Aldana' and the first name 'García'.

José Francisco Aldana García

Chiquimula, octubre de 2015

Señor Director
M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Centro Universitario de Oriente
Universidad de San Carlos de Guatemala

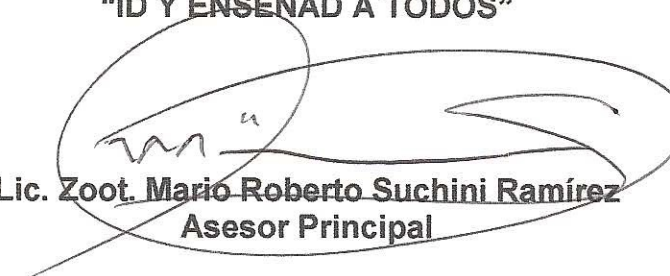
Señor Director.

En atención a la designación efectuada por la Comisión de Trabajos de Graduación, para asesorar al estudiante **José Francisco Aldana García**, en el trabajo de graduación denominado: **"CARBONATO CALCICO Y SU EFECTO SOBRE LA CALIDAD DE LA CÁSCARA DEL HUEVO EN GALLINAS CRIOLLAS CUELLO DESNUDO"** tengo el agrado de dirigirme a usted, para informarle que he procedido a revisar y orientar al sustentante sobre el contenido de dicho trabajo.

En ese sentido el tema desarrollado plantea la necesidad de adicionar calcio en la dieta de las gallinas criollas cuello desnudo en las semanas comprendidas de la 47 a la 58 de edad, con fines de mejorar la calidad externa del huevo, específicamente en lo que a la cáscara se refiere.

Por las razones anteriormente expuestas, en mi opinión la presente investigación reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes; razón por la cual recomiendo su aprobación para su discusión en el Examen General Público, previo a optar al título de Zootecnista en el grado académico de Licenciado.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Lic. Zoot. Mario Roberto Suchini Ramírez
Asesor Principal



EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO **HACE CONSTAR QUE:** Conoció el documento de la investigación que efectuó el estudiante **JOSÉ FRANCISCO ALDANA GARCÍA** titulado **“CARBONATO CALCICO Y SU EFECTO SOBRE LA CALIDAD DE LA CÁSCARA DEL HUEVO EN GALLINAS CRIOLLAS CUELLO DESNUDO”**, trabajo que cuenta con la aprobación de la Comisión de Trabajos de graduación de la carrera de Zootecnia. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como Trabajo de Graduación, a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de Zootecnista.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a veintitrés de febrero de dos mil quince.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera

**DIRECTOR
CUNORI - USAC**



c.c. Archivo

NWGC/lchp

TESIS QUE DEDICO

A Dios, porque gracias a Él tengo vida, una vida llena de mucha alegría, de fortalezas, de sabiduría, de amor, de muchos sueños, sueños que El me ha permitido cumplir y este es uno de ellos.

.

A mis padres Julio César Aldana Lemus y Brenda Siomara Garcia Cruz, por haberme guiado por el camino correcto, por enseñarme esos valores tan importantes, que hoy por hoy me hacen ser quien ahora a soy, porque estuvieron conmigo hasta el último momento apoyándome con sus palabras de aliento.

A mi hermana Dolores Regina Aldana Garcia por su apoyo y cariño incondicional y a mi hermano Julio Cesar Aldana Garcia por ser uno de mis motivos para terminar este sueño.

A mi abuela, porque siempre estuvo allí para escucharme y en su momento aconsejarme y todo el tiempo estuvo va de animarme.

A mis tíos Erick, Lester y Selvin (†) y tías Yesica y Lucky por apoyarme en todo momento, porque siempre tenían un consejo para darme.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE

A LA CARRERA DE ZOOTECNIA

AGRADECIMIENTOS

A DIOS primeramente, ya que sin Él sería como un barco sin capitán, es Él quien guía mis pasos, porque me ha regalado un poco de su sabiduría para poder cumplir una etapa de mi vida, porque gracias a su santa voluntad de he podido culminar esta meta.

A MIS PADRES por su esfuerzo, sacrificio porque a lo mejor dejaban de comer por darme a mí, por esos consejos que me sirvieron de mucho para poder llegar hasta donde estoy hoy.

A MI NOVIA Aída Pérez por apoyarme incondicionalmente en el transcurrir de mi carrera.

A MIS ASESORES Lic. Zoot. Mario Roberto Suchini Ramírez, Lic. Zoot. Luis Eliseo Vásquez Chegüén y Lic. Zoot. Luis Fernando Cordón Cordón, por su amistad, que conforme el transcurrir de los años se fue solidificando, por su apoyo incondicional brindado en la realización de esta investigación y del presente documento.

A MIS COMPAÑEROS por haberme brindado su amistad, consejos, apoyo y por haber compartido buenos y malos momentos.

A MIS AMIGOS Héctor Salguero y Cristian Galván por su amistad, por su apoyo en el pasar de mi carrera, por los consejos que me brindaron y porque me ayudaron en su momento.

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE por brindarme la formación académica para alcanzar esta meta.

A todas aquellas personas que directa o indirectamente contribuyeron a la realización de esta investigación, de corazón les agradezco ya que contribuyeron, desde ya les deseo muchas bendiciones y muchos éxitos.

Índice General

No.	Contenido	Páginas
I.	Introducción	1
II.	Planteamiento del problema	2
III.	Justificación	3
IV.	Objetivos	4
	A. General	4
	B. Especifico	4
V.	Hipótesis	5
VI.	Marco Teórico	6
6.1	Carbonato cálcico	6
6.2	Origen del calcio para la formación de la cáscara de huevo	6
6.3	Importancia de bicarbonato cálcico en la alimentación de las aves	6
6.4	Granulometría del calcio	7
6.5.	Metabolismo de calcio en la gallina	7
6.5.1	Formación del carbonato de calcio	8
6.5.2	Hormonas reguladoras del calcio	8
6.5.3	Hormona paratifoidea (HPT)	9
6.5.4	Absorción de calcio en gallinas	9
6.5.5	Calcitonina	10
6.5.6	Funciones de calcio en las aves	11
6.6	Disponibilidad de calcio para la formación de cáscara	11
6.7.	Formación de la cáscara de huevo	12
6.7.1	Centros mamilares	12
6.7.2	Matriz de la cáscara	13
6.7.3	La cutícula	13
6.7.4	Estructura física de las membranas de la cáscara	14
6.7.5	Composición de las membranas de la cáscara	14
6.8	Ventajas del calcio en la dieta del ave	15
6.9	Desventaja del exceso de calcio en la dieta del ave	15

VII. Marco Referencial	17
7. Investigaciones relacionadas con las necesidades de calcio en gallinas	17
VIII. Metodología	19
8.1 Localización geográfica	19
8.2 Situación ecológica	19
8.3 Animales	19
8.4 Instalaciones y equipo	20
8.5. Materiales	20
8.5.1 Recursos humanos	20
8.5.2 Recursos biológicos	21
8.5.3 De campo	21
8.6 Manejo del experimento	21
8.6.1 Consumo de calcio	21
8.6.2 Gravedad específica	22
8.6.3 Peso de la cáscara	22
8.6.4 Grosor de la cáscara	22
8.6.5 Huevos fisurados	23
8.6.6 Deposiciones de calcio	23
8.7 Tratamientos	23
8.8 Variables medidas	23
8.9 Variables evaluadas	24
8.10 Método estadístico	24
IX Resultado y Discusiones	25
9.1 Consumo de calcio	25
9.2 Peso del huevo	26
9.3 Peso de la cáscara	27
9.4 Porcentaje de la cáscara	28
9.5 Grosor de la cáscara	29
9.6 Gravedad específica	29
9.7 Deposiciones de calcio	30

9.8 Huevos fisurados	31
X. Conclusiones	32
XI. Recomendaciones	33
XII. Bibliografía	34
XIII. Apéndice	38

Índice de Cuadros

No.	Contenido	Páginas
<u>En el documento</u>		
Cuadro 1	Promedio e indicadores de calidad de cáscara del huevo de gallinas criollas cuello desnudo, Chiquimula 2015.	24
<u>En el apéndice</u>		
Cuadro 1A.	Indicadores de los valores de correlación.	39
Cuadro 2A.	Indicadores de la variable consumo de calcio.	39
Cuadro 3A.	Indicadores de la variable peso del huevo.	40
Cuadro 4A.	Indicadores de la variable peso de la cáscara.	40
Cuadro 5A.	Indicadores de la variable porcentaje de la cáscara.	41
Cuadro 6A.	Indicadores de la variable grosor de la cáscara.	41
Cuadro 7A.	Indicadores de la variable gravedad específica.	42
Cuadro 8A.	Indicadores de la variable deposiciones de calcio.	42
Cuadro 9A.	Indicadores de la variable huevos fisurados.	43
Cuadro 10A.	Andeva de correlación para el % de postura.	43
Cuadro 11A.	Análisis bromatológico.	44

Índice de Figuras

No.	Contenido	Páginas
	<u>En el apéndice</u>	
Figura 1A.	Promedios de la variable consumo de calcio. Chiquimula 2015	45
Figura 2A.	Promedios de la variable peso del huevo. Chiquimula 2015	45
Figura 3A.	Promedios de la variable peso de la cáscara. Chiquimula 2015	46
Figura 4A.	Promedios de la variable porcentaje de la cáscara. Chiquimula 2015	46
Figura 5A.	Promedios de la variable grosor de la cáscara. Chiquimula 2015	47
Figura 6A.	Promedios de la variable gravedad específica. Chiquimula 2015	47
Figura 7A.	Promedios de la variable deposiciones de calcio. Chiquimula 2015	48
Figura 8A.	Promedios de la variable huevos fisurados. Chiquimula 2015	48
Figura 9A.	Cronograma de actividades.	49
Figura 10A.	Croquis del galpón de Petapilla y el Tule.	50
Figura 11A.	Plan de vacunación para la gallina criolla cuello desnudo.	51
Figura 12A.	Boleta de registro producción de huevo y consumo de calcio.	52
Figura 13A.	Boleta para muestra de la cáscara del huevo.	53
Figura 14A.	Boleta para deposiciones de calcio y huevos fisurados	54
Figura 15A.	Pesaje diario del calcio rechazado.	55
Figura 16A.	Determinación de la gravedad específica.	55
Figura 17A.	Pesaje de la cáscara del huevo.	56
Figura 18A.	Medición del grosor de la cáscara del huevo	56

I. INTRODUCCIÓN

El calcio es uno de los minerales esenciales en la alimentación de aves de corral, además de sus funciones vitales como el principal componente de la estructura ósea y la participación en el equilibrio ácido-base y el sistema enzimático, el calcio también es el componente principal de la cáscara del huevo estimándose que cada huevo contiene 2.2 g de calcio; los suplementos de calcio se requieren en los alimentos balanceados ya que la mayoría de granos y sus derivados contienen niveles bajo de calcio (Peixoto y Rutz, 1988).

En condiciones normales, el 50% del alimento es consumido espontáneamente durante las 5 ó 6 últimas horas del día para poder afrontar las necesidades energéticas nocturnas, así como para satisfacer el apetito cálcico específico justo antes o durante la calcificación de la cáscara del huevo. El calcio es importante para una óptima producción y formación del cascarón del huevo porque un nivel inadecuado en la dieta de gallinas puede afectar la calidad del cascarón y la producción de huevos (Vera Rodríguez, JH; Vélez Pinargote, MV; Muñoz Cedeño, JO. 2012).

La suplementación de calcio en la dieta y la granulometría son factores que influyen en la producción de huevo y la calidad de la cáscara (Vera Rodríguez, JH; Vélez Pinargote, MV; Muñoz Cedeño, JO. 2012). La presente investigación tiene como objetivo medir el efecto de la suplementación de carbonato cálcico durante las horas de la tarde en la dieta de la gallina criolla cuello desnudo en fase II de producción, con una granulometría de 2 a 4 mm, sobre el peso de la cáscara, grosor del cascarón, deposiciones de calcio

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desconocimiento de los requerimientos de calcio específico para las gallinas criollas de cuello desnudo no está establecido, más aun en condiciones de temperaturas altas. El número de huevos fisurados, quebrados y con deposiciones de calcio que se descartan en la misma, denotan una mala calidad de la cáscara. La calidad de la cáscara de huevo (peso, grosor, fisuras y deposiciones) influyen en la perpetuación del huevo. El desconocimiento de los requerimientos de calcio en las gallinas criollas cuello desnudo y la mala calidad del huevo son factores a considerar para mejorar la viabilidad del huevo.

III. JUSTIFICACIÓN

El calcio es uno de los elementos necesarios para el mantenimiento estable de la producción de huevo y la buena calidad de la cáscara. Este mineral es importante en muchas funciones biológicas, y es necesario para la formación de cáscaras de buena calidad. El uso de calcio suplementario en gallinas es determinante para obtener mejor calidad de cáscara del huevo.

Las recomendaciones nutritivas de calcio (Ca) para la gallina criolla cuello desnudo aún no se han estudiado. Se sabe que las necesidades de Ca disponibles están influenciadas por los factores que afectan a otros minerales (interacción con otros nutrientes, disponibilidad de las distintas fuentes), así como por la influencia del tamaño de las partículas y la biodisponibilidad de las aves para ajustar su consumo (García, 2004).

Por este motivo es necesario realizar investigaciones que permitan determinar el nivel de carbonato cálcico a suplementar en gallina criolla cuello desnudo la cual sirva para mejorar la calidad externa de los huevos.

IV. OBJETIVOS

4.1 General

- Generar información sobre el efecto de adicionar una fuente de calcio por separado a gallinas criollas cuello desnudo de 47 a 58 semanas para mejorar la calidad externa del huevo.

4.2 Específico

- Evaluar el efecto de calcio en la calidad de la cáscara del huevo de gallina criolla cuello desnudo (*Gallus domesticus nudicullis*), en función de: consumo de calcio, peso del huevo, peso de la cáscara, % de la cáscara, grosor de la cáscara, gravedad específica, deposiciones de calcio, huevos fisurados.

V. HIPOTESIS

La suplementación de calcio en gallinas criollas cuello desnudo de 47 a 58 semanas de edad mejora la calidad de la cáscara de huevo.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1 Carbonato Cálcico

El Calcio es un mineral metálico, bivalente, electropositivo y su forma iónica como catión Ca^{+2} . Es el elemento mineral más abundante en el cuerpo animal, encontrándose cerca del 99% en los huesos como fosfatos de calcio y el restante 1% ampliamente distribuido en los tejidos blandos en forma iónica. Es el principal constituyente del cascarón encontrándose como 94% de este en forma de carbonato de calcio (Díaz, 2011).

6.2 Origen del calcio para la formación de la cáscara de huevo

Hay dos fuentes de calcio para la producción del cascarón del huevo: el alimento y ciertos huesos. Por lo general, el calcio que interviene en la formación del huevo proviene directamente del alimento. No obstante, durante la noche debido a que el ave no se está alimentando y continúa la deposición de calcio en el cascarón, cierta cantidad proviene de la reserva corporal (los huesos medulares) (Atenas, 2006).

6.3 Importancia de carbonato cálcico en la alimentación de las aves

El calcio desempeña un importantísimo papel en algunas de las funciones metabólicas del cuerpo como son: formación y mantenimiento de los huesos; contracción de los músculos esqueléticos, cardíacos y lisos; coagulación de la sangre; regulación del ritmo cardíaco en unión del sodio y el potasio; ganancia de peso y utilización de los alimentos; producción de huevos y calidad de la cáscara (Díaz, 2011).

Es importante la deposición de calcio en el cascarón, el cual pesa de 5 a 6 gr y contiene cerca de 2 gr de calcio y el peso típico de las gallinas es de ± 2 Kg. El esqueleto de las gallinas contiene un total de 20 gr de calcio, aproximadamente. 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 (Salazar, 2008).

6.4. Granulometría del calcio

La granulometría del calcio suministrado a la gallina en el alimento o en la suplementación, es uno de los factores más importantes para considerar, pues éstas tienen necesidades de calcio de rápida solubilidad (partículas con tamaño inferior a 1,0 mm de diámetro), el cual sería utilizado metabólicamente en condiciones normales, durante el día, cuando el pH de tracto gastrointestinal no es tan ácido como para atacar partículas de gran tamaño y dichas partículas no tendrían el tamaño suficiente para ser retenidas en la molleja para ser usadas posteriormente en las etapas oscuras del día, en donde el pH del TGI se acidifica y podría solubilizarlas; por lo que se hace necesario suministrar también fuentes de lenta solubilidad o de granulometría gruesa (partículas con tamaño superior a 2,0 mm de diámetro, ojalá entre 4 a 5 mm), que serían retenidas en la molleja para ser utilizadas durante la noche o en las horas de descanso, en donde el pH se hace favorable para su solubilización, para ser depositadas en la cáscara del huevo (Díaz, 2011).

6.5. Metabolismo de calcio en la gallina

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.

6.5.1 Formación del carbonato de calcio

Se forma cuando se aportan los iones de calcio a través de la irrigación sanguínea, mientras que los iones de carbonato provienen de la sangre y de la glándula del cascarón. Cualquier factor que reduzca el aporte sanguíneo interferirá al máximo con los depósitos de CaCO_3 en la cáscara del huevo, que dará como resultado cascarones de mala calidad (Atenas, 2006).

6.5.2 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 (Salazar, 2008).

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 (Salazar, 2008).

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 (Merck & CO, 2000).

6.5.3 Hormona paratiroidea (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 aminas biológicas, los péptidos, los esteroides y varias clases de fármacos pueden influir sobre la secreción de HPT (Merck & CO, 2000).

La función principal de la HPT es la 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 (Salazar, 2008).

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 (Merck & CO, 2000).

6.5.4 Absorción de calcio en gallinas

Durante la formación de la cáscara, el ave usa el calcio contenido en el tracto digestivo, este se disuelve con una secreción abundante de ácido clorhídrico. Las contracciones regulares de la molleja permiten la distribución de calcio a lo largo del intestino. Cuando la cantidad de calcio es insuficiente, se usan las reservas óseas (el calcio se deposita en la cáscara y el fósforo es excretado por los riñones). Se ha demostrado muchas veces que las aves que han sido forzadas a la movilización de sus reservas óseas de calcio producen huevos con peor calidad de la cáscara. La deposición de calcio es lenta durante las 5 primeras horas después de

la entrada del huevo en el útero.

Después de ello y por aproximadamente 10 horas, la tasa de deposición de cáscara es rápida y lineal. La absorción de calcio varía aproximadamente del 30% a más del 70% entre periodos sin calcificación y el periodo de formación de la cáscara. Por esta razón, todo incremento en la cantidad de calcio disponible al final de la noche trae una mejora en la calidad de la cáscara (Isa, 2010).

Según Gutiérrez 2008, se da un incremento en la secreción de ácido láctico en el buche y ácido clorhídrico en el proventrículo, estas secreciones, incrementan la disolución del carbonato cálcico proveniente del alimento, favoreciendo una mayor absorción de calcio, el calcio absorbido de esta manera puede utilizarse directamente en el útero sin haber sido depositado en el hueso, por lo que la ingestión de calcio debe favorecerse antes y durante la formación del cascaron.

6.5.5 Calcitonina

La calcitonina es una hormona polipeptídica secretada por el tejido último branquial en las aves y otras especies submamíferas. 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 (Merck & CO, 2000).

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 (Merck &CO, 2000).

6.5.6 Funciones de calcio en las aves

El calcio está relacionado 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.

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.

6.6 Disponibilidad de calcio para la formación de la cáscara

La formación del hueso medular, principalmente en tibia y fémur, comienza alrededor de 10 días antes de la postura y el esqueleto del ave se incrementa en un 20%; debido a un sinergismo hormonal de estrógenos y andrógenos que aumentan indirectamente la absorción y retención de calcio y fósforo (Zaviezo, 2012).

Durante el tiempo de postura, la formación del hueso medular es entre cada ovulación y se debe exclusivamente a la acción de estrógenos. El calcio de este hueso (aproximadamente 1 g) está siempre disponible para la formación de la cáscara. Es necesario entregar la suficiente cantidad de nutrientes en la dieta en el momento adecuado para que este proceso funcione; de lo contrario la reserva medular se mantendrá a expensas de hueso estructural, resultando en debilidad de patas y fatiga de jaula (Zaviezo, 2012).

Durante la formación del cascarón, la absorción de calcio en el intestino se incrementa considerablemente pasado del 50 al 80%. Para lograr esto, participa la vitamina D₃ (colecaciferol); sin embargo, el precursor de esta vitamina es el 7-dehidrocolesterol, el cual es sintetizado en el hígado durante la síntesis de esteroides; este compuesto es transportado vía sangre, por medio de proteínas transportadoras, hasta la piel donde, mediante la radiación ultra-violeta, se forma la vitamina D₃ para ser transportada por una proteína hasta el hígado donde se metaboliza o se almacena (Gutiérrez, 2008).

6.7. Formación de la cáscara de huevo

El huevo llega a la glándula coquiliaria (útero), donde va a permanecer entre 20 y 22 h. Es aquí donde tiene lugar la formación del cascarón y la secreción del líquido uterino. Cuando el cascarón (que está compuesto en un 98% por carbonato de calcio y tiene un grosor de 0.3 mm) llega a ser impermeable en el huevo (Gutiérrez, 2008).

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.

6.7.1 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 mucopolisacárido 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.

6.7.2 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 (Whittow, 1997).

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 (Whittow, 1997).

6.7.3 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 0.512.8 mm (Whittow, 1997).

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 de la ovoposición (Whittow, 1997).

6.7.4 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 (Whittow, 1997).

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 mencionó 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 (Whittow, 1997).

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 (Whittow, 1997).

6.7.5 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 está compuesto de proteína (70-75%) y glicol-proteína (Candilsh. 1972). 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 (Whittow, 1997).

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. La gallina puede llegar a perder hasta el 47% del calcio de su esqueleto en la

formación de la cáscara de los huevos.

6.8 Ventajas del calcio en la dieta del ave

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) (Salazar, 2008).

6.9 Desventajas del exceso de calcio en la dieta

Es normal entonces que los síntomas de la deficiencia de calcio y/o de fósforo sean mostrados rápidamente por el esqueleto en forma de raquitismo u osteomalacia; para el caso de la ponedora su primer síntoma es la producción de huevos con cáscaras delgadas y/o quebradizas. No todo el calcio que es depositado en la cáscara procede del intestino o de la ingesta; una parte procede del esqueleto (Díaz, 2011).

La deficiencia de calcio 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. Una deficiencia de calcio impide la calcificación normal del esqueleto.

El raquitismo se observa principalmente en aves jóvenes en crecimiento; la deficiencia de calcio en las aves provoca habitualmente osteoporosis. Ésta 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 (Salazar, 2008)

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 (Salazar, 2008)

VII. MARCO REFERENCIAL

7. Investigaciones relacionadas con las necesidades de calcio en gallinas

- Roland y otros, citado por Gutiérrez (2008), realizaron un experimento con gallinas Hy-line W36, a las que alimentaron con 1.7, 2.3, 2.9, 3.5 y 4.1% de Ca en la dieta, por 16 semanas y encontraron un efecto lineal ($p \leq 0.05$) al incrementar el Ca en la dieta, en gravedad específica y peso del cascarn, sin que el nivel de Ca influyera en la producción y peso del huevo ($p > 0.05$). Bolden y Jensen (1985) reportaron un incremento en la producción de huevo de 80.5% a 84.2% con 2.75 y 3.50% de Ca, respectivamente, en la dieta de gallinas Leghorn de 39 semanas de edad. Sin embargo, no encontraron diferencias en cuanto a consumo de alimento, peso de huevo, porcentaje de cascarn y gravedad específica.
- Roush y otros, citado por Gutiérrez (2008), realizaron un experimento con gallinas de 23 semanas de edad durante 10 periodos de 28 días cada uno, para evaluar las concentraciones de Ca (2.5, 3.75 y 5.0%) y Pd (0.35, 0.50 y 0.65%). No observaron diferencias ($p > 0.05$) en P total (2.47 y 0.35 g, respectivamente) utilizadas, son suficientes para cubrir los requerimientos de las gallinas. Para estas mismas características, Cheng y Coon (1990), evaluaron seis niveles de Ca (2.0, 2.5, 3.0, 3.5 4.0 y 4.5%) en gallinas de 36 a 42 semanas de edad y no encontraron diferencias ($p > 0.05$) en porcentajes de postura y peso del huevo; sin embargo, observaron un efecto significativo en la gravedad específica en las aves que consumieron 3.5 y 4.0% de calcio en la dieta; en cuanto a grosor de cascarn, el efecto fue significativo ($p \leq 0.05$) a partir de 3.0% de Ca.
- Frost y Roland, citado por Gutiérrez (2008), estudiaron el efecto de tres concentraciones de Ca (2.75, 3.75 y 4.25%) en gallinas de 25 semanas de edad y detectaron diferencias ($p \leq 0.01$) en consumo de alimento siendo mayor a medida que el Ca aumento en la dieta; así mismo, para gravedad específica se observó un defecto lineal positivo ($p \leq 0.01$), pero el porcentaje de postura y el peso del huevo fueron semejantes ($p > 0.05$) Cluines, Parks y Leeson (1992) reportan que no hubo diferencias ($p \geq 0.05$) en el peso del huevo y el porcentaje de postura con tres niveles de Ca estudiados (2.5, 3.5 y

4.5%) en gallinas Leghorm blancas de 42 semanas de edad.

- Zapata y Gernat citado por Gutiérrez (2008), mencionaron que el consumo de alimento, peso del huevo y grosor del cascara fueron iguales ($p > 0.05$) con dos niveles de Ca (3.0 y 3.5%) en gallinas de 70 semanas de edad; sin embargo la gravedad específica fue mayor ($p \leq 0.05$) en la dieta con 3.5 de Ca. Roland *et al.* (1996) estudiaron el efecto de seis niveles de Ca (2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, y 5.0%), en gallinas de 20 a 32 semanas de edad, y los resultados mostraron aumentos ($p \leq 0.05$) en consumo de alimento, producción de huevo y gravedad específica conforme se incrementó el nivel de Ca; sin embargo, no hubo respuesta ($p > 0.05$) en el peso.

VIII. METODOLOGÍA

8.1 Localización geográfica

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la granja “Petapilla” y “El Tule”, en el municipio y departamento de Chiquimula. La granja el Tule se encuentra a una distancia de 11.73 km del centro de la ciudad, y la granja Petapilla a una distancia de 4.2 km del centro de la ciudad (SIG, 2014).

La aldea Petapilla pertenece al municipio de Chiquimula y está ubicado geográficamente a $14^{\circ}49'12''$ de Latitud Norte y $-89^{\circ}31'37.2''$ Longitud Oeste, se encuentra a una elevación de 359 msnm, “El Tule” está ubicada en el municipio de San José la Arada geográficamente a $14^{\circ}44'13.2''$ de Latitud Norte y $89^{\circ}33'18''$ Longitud Oeste a una altura de 427 msnm (SIG, 2014).

8.2 Situación ecológica

El Bosque seco Subtropical (bs-S) se encuentra principalmente en los municipios de Chiquimula, San José La Arada y parte Camotán, la vegetación característica es pochote, pumpo (*Cochlos permun vitifolium*), conacaste blanco (*Abizzia mexicana*), palma (*Sabal mexicana*), guacamayo (*Phyllocarpus septentrionalis*), ceibillo (*Ceiba aesculifolia*) y cola de ardilla (*Alvarado samorfoides*) (De la Cruz 1983).

8.3 Animales

Se utilizaron 400 gallinas criollas cuello desnudo de 47 a 58 semanas, distribuidas en dos grupos donde cada grupo fue de 200 aves.

Se realizó la separación de dos lotes de gallinas la cual se dividió en 100 gallinas cada lote, ambos lotes tuvieron alimento balanceado comercial, posturina fase I, con la diferencia que un lote tuvo la adición por separado de carbonato cálcico el acceso al mismo, ambos lotes tuvieron el mismo manejo. De igual manera para las 200 gallinas en

el Tule, se dividieron en 2 lotes de 100 gallinas donde cada lote tuvieron alimento balanceado comercial, posturina fase I con la diferencia que un lote tuvo la adición por separado de carbonato cálcico y el otro lote no tuvo acceso al mismo.

8.4 Instalaciones y equipo

La fase de campo se realizó en un galpón construido con estructura de metal, techo de lámina y piso de cemento. Las paredes son de block con una altura de 72 cm, tela metálica de tres pulgadas de diámetro hasta el techo. El área que se utilizó es de 30 m² en Petapilla y 30 m² en El Tule, teniendo 7 aves por m², en cada galpón se utilizaron 4 nidales, con capacidad para atender a 200 aves de la forma siguiente, cada nidal es de dos niveles, donde cada nivel tiene 5 espacios y cada espacio tiene capacidad para 5 gallinas, haciendo un total de cuatro nidales, se utilizó 10 comederos definitivos, con capacidad de 14 kg cada comedero, se utilizó un comedero por cada 25 aves, cuatro bebederos tipo campana, un bebedero por cada 50 aves.

Se utilizaron 4 comederos definitivos adicionales, se distribuyeron uniformemente dentro del galpón, garantizando el acceso para todas las aves, para realizar la adición de carbonato cálcico, fue necesario la utilización de cartones para huevos, estos se utilizaron para el transporte de los mismos, un micrómetro de Vernier digital para medir el grosor de la cáscara, una pesa digital con capacidad de 5 kg, para pesar la cáscara de los huevos.

8.5. Materiales

8.5.1. Recursos humanos:

- Estudiante: Investigador
- Asesores
- Personal de la Granja

8.5.2 Recursos biológicos:

- Aves
- Alimento balanceado para aves de postura
- Carbonato cálcico
- Muestras de huevos

8.5.3 De campo:

- Cartones de huevos.
- Boletas de control de cada galpón
- Libreta de anotaciones
- Vehículos para transporte
- Micrómetro
- Balanza digital
- Lápiz
- Agua
- Cuaderno
- Cámara fotográfica

8.6 Manejo del experimento

La investigación se realizó entre los meses de Marzo a Mayo de 2015, trabajado 12 semanas, iniciando desde la semana 47 a la semana 58. Las gallinas se distribuyeron en dos galpones, donde recibieron su respectiva alimentación con alimentos balanceado comercial a razón de 120gr/ave/día en dos ofrecimientos diarios, el primero por la mañana 7 am y el segundo por la tarde 2 pm y agua potable *ad libitum*.

8.6.1 Consumo de calcio

La suplementación de carbonato cálcico, se ofreció por la tarde 12 pm y se pesaban los sobrantes por la tarde-noche 6 pm, se proporcionó el 2% adicional sobre los 120g de consumo de alimento, la granulometría de carbonato de calcio con la que se

trabajo fue de 2 a 4 mm. El consumo de carbonato cálcico se medía diariamente y se obtuvo la diferencia de peso entre el carbonato ofrecido y el excedente recolectado.

El carbonato cálcico se les suministraba por la tarde, ya que es donde las aves utilizan de una manera más eficiente el calcio. El calcio se les adicionaba en comederos definitivos con capacidad de 14 kg cada uno. La fuente donde se obtuvo el calcio, fue de la piedra caliza.

8.6.2 Gravedad específica

En un recipiente plástico, había una solución salina, con el fin de establecer un valor de la variable a cada huevo que se utilizó como muestra, el cual se recurrió a un densímetro, se sumergieron los huevos en la misma y se registraba la gravedad específica en la cual flote cada uno de ellos, se midió cada semana 30 huevos del total de huevos obtenidos.

8.6.3 Peso de la cáscara

Se pesaba individualmente por medio de una balanza analítica graduada con capacidad de 5kg, para la obtención de los resultados en gramos. Se anotaba cada uno de los resultados obtenidos.

8.6.4 Grosor de la cáscara

Se procedió a abrir 30 huevos del total recogidos semanalmente tanto del lote uno como del lote dos y se tomó una porción de la cáscara siendo esta la ubicada en el polo que contiene la cámara de aire, esta porción es más gruesa, luego se eliminaban las membranas internas por medio de agua y se procedió a la medición en sí del grosor de cáscara, este se media por medio de un micrómetro Vernier milimetrado, se colocaba la porción de cáscara obtenida dentro del micrómetro y luego se procedió a la graduación del aparato hasta quedar en término de que esta no pueda salirse del mismo e

inmediatamente se obtenían resultados, anotando cada uno de ellos. Los datos se recopilaban en una boleta de registro elaborada para el efecto de la recolección de datos.

8.6.5 Huevos fisurados

Este es un parámetro que se obtuvo a nivel de campo diariamente, sobre el total de huevos recolectados manualmente, se sometieron en un cuarto oscuro y se realizó la ovoscopía, para determinar si tenían fisuras, este porcentaje se obtuvo desde el inicio de la investigación hasta el final de los mismos (90 días).

8.6.6 Deposiciones de calcio

Este parámetro, se obtuvo a nivel de campo diariamente, sobre el total de huevos recolectados manualmente, se observaron y se palpó la textura de la cáscara del huevo para determinar la presencia de deposiciones extras de calcio.

8.7 Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron:

- A. Suplemento del 2% de carbonato cálcico en cuanto al consumo diario.
- B. Sin suplemento de carbonato cálcico.

8.8 Variables medidas

- Peso de la cáscara (g)
- Grosor de la cáscara (mm)
- Deposiciones de calcio (%)
- Fisuras. (%)
- Consumo de carbonato cálcico (g/ave/día)
- T° (C°)
- H.R (%)

8.9 Variables evaluadas

- Peso de la cáscara (gr)
- Grosor de la cáscara (mm)
- Depositiones de calcio (%)
- Consumo de cálcico (g/ave/día)
- Gravedad específica
- Huevos fisurados (%)
- Peso del huevo (gr)
- Porcentaje de la cáscara (%)

8.10 Método estadístico

El estadístico de prueba se calculó a través de los datos obtenidos de la muestra, utilizando para ello una prueba de hipótesis, en este caso el estadístico de prueba que se utilizó fue "t" de Student que dependerá de la decisión estadística a un nivel de confianza del 95%.

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio, en cuanto a la adición de calcio en la alimentación de la gallina criolla cuello desnudo sobre el efecto de los indicadores de la calidad de la cáscara, se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Promedio e indicadores de calidad de cáscara del huevo de gallinas criollas cuello desnudo, Chiquimula 2015.

Variables.	Promedio D:E		T Student	Significancia.
	Con calcio	Sin calcio		
Consumo de calcio (g)	00.34±0.25	0	14.45	**
Peso del huevo (g)	65.50±5.28	64.34±5.42	1.11	NS
Peso de la cáscara (g)	07.29±0.98	07.28±1.12	-0.19	NS
Porcentaje de la cáscara (%)	11.16±1.50	11.35±1.73	-0.68	NS
Grosor de la cáscara (1/100 mm)	39.65±4.30	40.00±4.05	0.06	NS
Gravedad específica	1.141±0.48	1.134±0.16	-0.88	NS
Deposiciones de calcio (%)	03.39±1.46	03.30±1.40	-2.48	NS
Huevos fisurados (%)	00.03±0.18	00.05±0.25	-1.43	NS

* Significativa ($p \leq 0.05$), **Altamente Significativa ($p \leq 0.01$) NS: No Significativa

9.1 Consumo de calcio

Los resultados obtenidos para la variable consumo de calcio fueron sometidos a una prueba de T Student estableciendo que si existe una diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$). Tomando en cuenta que el consumo de calcio que obtuvieron de la dieta base (125 gr/ave/día) fue de 5.11 gr/ave/día, se tiene que el consumo final de calcio correspondió a 5.45 gr/ave/día, en el lote de gallinas donde sí se adicionó el calcio.

La adición de calcio en la alimentación de las gallinas, en especial la criolla cuello desnudo, cumple la función entre otras de mejorar la calidad de huevos y calidad de la cáscara; sin embargo, en la presente investigación el consumo de calcio adicional no afectó los indicadores de la calidad de la cáscara del huevo.

Al correlacionar el consumo de calcio con el peso de la cáscara se muestra una correlación positiva ($r=0.76$) con una significancia de ($p \leq 0.01$), dada que a mayor consumo de calcio el peso de la cáscara aumenta. Probablemente esta correlación es positiva, dado que la adición del calcio a las aves fue por la tarde y la ingesta del mismo fue vía intestinal, permitiendo a las mismas disponer del calcio diariamente por las noches, mejorando la calidad externa del huevo.

También se correlacionó el consumo de calcio con el porcentaje de postura donde se muestra una correlación positiva ($r=0.71$) con una significancia de ($p \leq 0.01$), dado a que mayor porcentaje de postura mayor consumo de calcio. Probablemente esto debido a que cuando la postura aumenta, el consumo de calcio aumenta de igual manera, ya que las aves demandan más calcio para la formación del huevo aumentando así el consumo del mismo; de igual manera cuando la postura disminuye así también lo hace el consumo de calcio debido a que las aves no están en producción estas no necesitan calcio para la formación de la cáscara del huevo.

Asimismo, los consumos de calcio obtenidos en la presente investigación (5.45 gr/ave/día) son similares a los reportados por Keshavarz y Nakajima (1993), quienes indican que las gallinas toleran 5.85 gr/ave/día, coincidiendo también con lo indicado por Taher, Gleaves y Beck (1984), en cuanto a que el consumo de calcio de las gallinas puede ser mayor al requerimiento para cubrir sus necesidades siempre que esté en producción. Esto coincide con lo indicado por Isa (2010), quienes indican que todo incremento en la cantidad de calcio disponible al final de la noche tiene una mejora en la calidad de la cáscara.

Siendo este trabajo precursor, no se tienen valores comparativos cuando se adiciona calcio en la alimentación de la gallina criolla cuello desnudo.

9.2 Peso del huevo

Al realizar la prueba de T Student a los resultados obtenidos en la variable peso del huevo (Cuadro 1) se determinó, que no existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre

adicionar o no adicionar calcio a las gallinas criollas cuello desnudo, siendo el peso promedio de 65.50 ± 5.28 y 64.34 ± 5.42 , respectivamente.

Por lo anterior, se establece que la adición de calcio en la alimentación de la gallina criolla cuello desnudo no muestra un efecto sobre el peso del huevo. Es probable que el bajo peso del huevo se deba, al menos en parte, a un patrón biológico que se incrementa en la medida en que la gallina avanza en edad, aunado a que la temperatura ambiente al óptimo superior biológico (21°C) disminuye el consumo de alimento y en consecuencia el tamaño del huevo.

La correlación entre el peso del huevo y porcentaje de la cáscara muestra que existe una asociación ($r=0.89$), a los niveles de significancia alfa razonables indicando esto que a mayor peso de huevo se incrementa el % de la cáscara.

Chandramoni, Jadhao y Sinha (1998) en un experimento con gallinas White Leghorn, probaron cinco niveles de calcio (26, 29, 32.5, 36 y 39 g kg^{-1}) por un período de 120 días, e informaron que el consumo de alimento y peso del huevo no se afectaron con los niveles de calcio. Según Gutiérrez Arena (2008) de acuerdo con los resultados, se observa que gallinas en postura que consumieron la dieta con 3.26% de Ca ponen huevos con peso de 60.92, siendo esto inferior a los pesos obtenidos en la presente investigación.

9.3 Peso de la cáscara

Los resultados obtenidos para la variable peso de la cáscara fueron sometidos a una prueba de hipótesis T Student, no encontrándose diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre grupos. Los promedios del peso de la cáscara fueron 7.29 ± 0.98 y 7.28 ± 1.12 tanto para las aves que se les adiciono como para las que no recibieron calcio adicional, respectivamente.

Por lo consiguiente, se establece que bajo las condiciones del presente trabajo, el adicionar calcio en la alimentación de la gallina criolla cuello desnudo, no afectó el peso de la cáscara. Probablemente, estos resultados se deban a que, cuando se adicionó calcio en gallinas criollas cuello desnudo no se suministró vitamina D (colecalfiferol), cuya función es mantener una concentración constante de calcio. Estos resultados son superiores a los reportados por Juárez Caratachea y Ochoa (1995), quienes reportan en su trabajo denominado Rasgos de producción de huevo y calidad de cáscara en gallinas criollas cuello desnudo, en clima tropical, pesos promedios de la cáscara de 4.46 ± 0.65 .

La correlación entre las variables peso de la cáscara y porcentaje de la cáscara (Cuadro 1A) determina que si existe una asociación positiva ($r=0.89$) al $p \leq 0.05$ por tanto, cuando incrementa el peso de la cáscara también lo hace el porcentaje de la cáscara. Esto coincide con lo reportado por Clunies y otros autores (1992) en donde reportaron una relación directa entre ingestión de calcio y peso de la cáscara, por lo que estas mediciones pueden estar asociadas.

9.4 Porcentaje de la cáscara

Al realizar la prueba de T Student a los resultados obtenidos en la variable porcentaje de la cáscara (Cuadro 1), se determina que no existe diferencia significativa entre adicionar o no adicionar calcio en la alimentación de la gallina criolla cuello desnudo ($p \leq 0.05$), siendo el promedio en porcentaje de la cáscara 11.16 ± 1.50 y 11.35 ± 1.73 , respectivamente.

Por lo anterior, se establece que la adición de calcio en la alimentación de la gallina criolla cuello desnudo no muestra un efecto significativo sobre el porcentaje de la cáscara, esta reducción pudo deberse al aumento en el pH del intestino, el cual demanda mayor deposición de Ca; sin embargo, la habilidad de la gallina para absorber Ca cambia con la edad y no corresponde con dicha demanda. El porcentaje de la cáscara permite suponer que las gallinas criollas cuello desnudo, producen cáscaras de buena calidad, al menos para algunos indicadores, como reflejo de su capacidad termorreguladora.

Esto con base a los porcentajes de cáscara reportados por Gutiérrez Arenas *et al.* (2013) donde realizaron una investigación con la línea genética comercial Leghorn donde reportan porcentajes de cáscara 8.42 % con 4.62 % de Ca. respectivamente, indicando esto que los valores obtenidos para la presente investigación son superiores (11.16 ± 1.50) a los reportados por estos autores.

9.5 Grosor de la cáscara

Para evaluar estadísticamente los resultados de la variable grosor de la cáscara se realizó una prueba de T Student en donde no se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre adicionar o no adicionar calcio en la alimentación de la gallina criolla cuello desnudo. Los valores promedio obtenidos en el lote donde se adiciono calcio en la alimentación de la gallina criolla cuello desnudo es de 0.3965 ± 4.30 y 0.4000 ± 4.05 , respectivamente.

Por lo anterior, se establece que adicionar calcio en la alimentación de la gallina criolla cuello desnudo, no muestra efecto sobre el grosor de la cáscara, obteniéndose el mismo grosor de la cáscara para los lotes evaluados. Es probable que el bajo grosor de la cáscara se deba, al menos en parte a la edad de la gallina, a medida que la edad de la gallina avanza el grosor de la cáscara disminuye.

García *et al.*, (2002), utilizaron gallinas de Hy-Line W-98 de 23 a 38 semanas de edad, para evaluar el efecto de cinco niveles de calcio (2.75, 3.25, 3.75, 4.25 y 4.75 %) en la calidad del cascarón y las variables productivas, observaron que el nivel de calcio no afectó ($P > 0.05$) el grosor de la cáscara, el peso individual, ni la gravedad específica.

9.6 Gravedad específica

Los resultados obtenidos para la variable gravedad específica fueron sometidos a un análisis de T Student, determinando que no existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$)

entre lotes, el lote donde se les adicionó calcio tubo una gravedad específica de 1.141 ± 0.48 y el lote donde no se adicionó calcio tubo una gravedad de 1.134 ± 0.16 (Cuadro 1).

Por lo antepuesto, se establece que adicionar calcio en la alimentación de la gallina criolla cuello desnudo no influyó en la variable gravedad específica, esto probablemente a que la misma también disminuyó al aumentar la edad del ave, lo cual pueda deberse a que al aumentar el pH por la edad de las aves, la calidad de la cáscara disminuya.

Según Zapata y Gernat (1995), al comparar 3.0 vs. 3.5 % de Ca en dietas para gallinas de 70 semanas de edad, encontraron que el consumo de alimento, peso del huevo y grosor del cáscara no fueron diferentes ($P > 0.05$); sin embargo, la gravedad específica del huevo fue mayor en el tratamiento con 3.5% de Ca. El nivel de Ca en la dieta no cambió la misma (Cuadro 1). Keshavarz y Nakajima (1993) tampoco encontraron diferencias para esta variable, el Ca en la dieta (de 3.5a 5.5%), en gallinas más jóvenes (menores a 64 semanas) y próximas a terminar su primer ciclo de producción.

Asimismo, la gravedad específica obtenida en la presente investigación 1.1410 ± 0.48 son superiores a los reportados por Gutiérrez Arenas (2008), quien reporta una gravedad específica de 1.0841 ± 0.0002 con 4.63 % de Ca.

9.7 Deposiciones de calcio

Al realizar la prueba de T Student a los resultados obtenidos en la variable deposiciones de calcio (Cuadro 1), esta permitió establecer que no existe diferencia significativa entre lotes ($p \leq 0.05$), siendo los promedios de 03.39 ± 1.46 y 03.30 ± 1.40 para el lote con adición y sin adición de calcio respectivamente.

A partir de lo anterior, se establece, que adicionar calcio en la alimentación de la gallina criolla cuello desnudo no afecta la variable deposiciones de calcio,

comprobándose que no existe diferencia alguna, ya que no disminuyó la cantidad de huevos con deposiciones de calcio.

9.8 Huevos fisurados

Para evaluar estadísticamente los resultados de la variable huevos fisurados se realizó una prueba T Student en donde se detectó que no existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre adicionar o no adicionar calcio en la alimentación de la gallina criolla cuello desnudo. Los valores obtenidos entre lotes fueron los siguientes 00.03 ± 0.18 y 00.05 ± 0.25 para el lote con adición y sin adición de calcio respectivamente.

X. CONCLUSIONES

- 1.** Cuando se adicionó calcio en la alimentación de la gallina criolla cuello desnudo, el consumo del mismo fue diferente estadísticamente, lo que indica una aceptación por parte de las mismas.
- 2.** La adición de calcio en la alimentación de la gallina criolla cuello desnudo no mostró ningún efecto en la calidad del huevo en función del peso, gravedad específica, deposición de calcio, fisuras, peso, porcentaje, grosor y deposición de calcio en la cáscara. Por lo tanto se rechaza la hipótesis planteada.
- 3.** Existe correlación positiva entre el consumo de calcio y el peso de la cáscara, peso del huevo y porcentaje de la cáscara; el peso de la cáscara y porcentaje de la cáscara, consumo de calcio y porcentaje de postura.

XI. RECOMENDACIONES

- 1.** Evaluar la adición de calcio en la alimentación con gallinas de tercer ciclo.
- 2.** En futuras investigaciones evaluar las interacciones entre calcio, fósforo y vitamina D³ (colecaciferol), ya que esto puede afectar las recomendaciones de las necesidades de calcio.
- 3.** Evaluar el efecto de adición de calcio en la incubación artificial de huevos.

XII. BIBLIOGRAFÍA

1. Atenas, CR. 2006. Calidad de la cáscara de huevo, como afecta, como mejorarla (en línea). Costa Rica, Escuela Centroamericana de Ganadería. Consultado 10 sep. 2014. Disponible en <http://www.elsitioavicola.Com/articles/2258/como-mejorar-la-calidad-de-huevo>.
2. Chandramoni, SB; Jadhao, SB; Sinha, RP. 1998. Effect of dietary calcium and phosphorus concentrations on retention of these nutrients by caged layers (en línea). *Broiler Poultry Science* 39: 541-548. Consultado 15 ago. 2015. Disponible en http://www.researchgate.net/publication/13486525_Effect_of_dietary_calcium_and_phosphorus_concentrations_on_retention_of_these_untrients_by_caged_layers
3. Clunies, M; Parks, D; Leeson, S. 1992. Calcium and phosphorus metabolism and eggshell thickness in laying hens producing thick or thin shells (en línea). *Poultry Science* 71:490-498. Consultado 18 ago. 2015. Disponible en <http://ps.oxfordjournals.org/content/71/3/490.full.pdf>
4. Cruz, JR De La. 1983. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento en base en el sistema Holdridge. Guatemala, INAFOR. 42 p.
5. Díaz Aragón, G. 2011. El calcio y fósforo como protagonistas en la nutrición de ponedoras (en línea). Medellín, CO, Departamento Técnico BIOMIX S.A. Consultado 10 sep. 2014. Disponible en <http://www.engormix.Com/MA-avicultura/nutricion/articulos/alimentacion-de-gallinas-ponedoras-t3626/141-p0.htm>
6. García, HM; Cruz, GM. 2002. Comportamiento productivo y calidad del cascarón de gallinas alimentadas con diferentes niveles de calcio en la dieta (en línea). Tesis Lic. Zoot. México, Universidad Autónoma Chapingo, Departamento

- de Zootecnia. 60 p. Consultado 17 ago. 2015. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/articulos/estudios-recientes-con-calcio-t298/141-p0.htm>
7. Gutiérrez Arenas, DA. 2008. Validación de los niveles óptimos biológicos de calcio y fósforo en gallinas leghorn blancas en postura (en línea). Tesis M.Sc. Montecillo, Texcoco, MX, Colegio de Posgraduados. 54 p. Consultado 16 sep. 2014. Disponible en http://www.biblio.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/1237/Gutiérrez_Arenas_DA_MC_Ganaderia_2008.pdf?sequence=1
 8. Gutiérrez Arenas, DA; Cuca García, JM; Martínez, AP; Becerril Pérez, CM; Figueroa Velasco, JL. 2013. Niveles de calcio y fósforo disponible en gallinas durante 48 semanas en postura (en línea). Revista Mexicana Ciencia Pecuaria 4 (4):435-446. Consultado 20 ago. 2015. Disponible en http://www.scielo.Org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242013000400003&script=sci_arttext
 9. Isa, US. 2010. Guía de manejo de nutrición de ponedora comercial (en línea). Estados Unidos. 24p. Consultado 16 sep. 2014. Disponible en <http://www.isapoultry.com/~media/Files/ISA/Different%20languages/Spanish/Products/CS/ISA/Guia%20de%20manejo%20de%20la%20nutricion%20ISA%20brown.pdf>
 10. Juárez Caratachea, AM; Ochoa, S. 1995. Rasgos de producción de huevo y calidad de cáscara en gallinas criollas cuello desnudo, en clima tropical (en línea). Morelia, Michoacán, MX, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 6 p. Consultado 20 ago. 2015. Disponible en http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/29_16_03_165_2.pdf
 11. Keshavarz, K; Nakajima, S. 1993. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and eggshell quality (en

- linea). Poultry Science 72: 144-153. Consultado 17 ago. 2015. Disponible en <http://ps.oxfordjournals.org/content/72/1/144.full.pdf>
12. Merck & CO. 2000. El manual Merck de veterinaria. 5 ed. España, Océano. 2,558p.
 13. Peixoto, RR; Rutz, F. 1988. Fontes de cálcio para poedeiras comerciais: I. Calcáreos “Matarazzo”, “Trevo Filler” and “Trevo Dolomítico”. Revista Brasileira de Zootecnia (1):17-29. Consultado 16 sep. 2014. Disponible en <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttext&pid=S1516-635X2009000200003>.
 14. Salazar Sáenz, GY. 2008. Evaluación de la adición de minerales orgánicos vrs. minerales inorgánicos, sobre la calidad externa de la cáscara de huevo en gallinas ponedoras comerciales en jaula, Guatemala. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, USAC. 51 p.
 15. SIG-CUNORI (Sistema de Información Geográfico del Cunori, GT). 2014. Datos climáticos de Chiquimula. Chiquimula, GT.
 16. Taher, IA; Gleaves, EW; Beck, M. 1984. Special calcium appetite in laying hens (en línea). Poultry Science 63: 2261- 2267. Consultado 20 ago. 2015. Disponible en <http://ps.oxfordjournals.org/content/63/11/2261.full.pdf>
 17. Vera Rodríguez, JH; Vélez Pinargote, MV; Muñoz Cedeño, JO. 2012. Adición de carbonato cálcico y su repercusión económica sobre el grosor del cascarón en ponedoras (en línea). Revista Espam Ciencia 3(1):1-8. Consultado 16 sep. 2014. Disponible en <http://www.esпам.edu.ec/revista/2012/V3N1/14.pdf>
 18. Whittow, GC. 1997. Sturkie’s avian physiology. 5 ed. Florida, US, Academic Press. p. 586-589.

19. Zaviezo, D. 2012. Como mejorar la calidad de huevo (en línea). In Congreso Centroamericano y del Caribe de Avicultura (22, 2013, Panamá). Panamá. Consultado 16 sep. 2014. Disponible en <http://www.Elsitioadvicola.com/articles/2258/como-mejorar-la-calidad-de-huevo#sthash.NS3lwerl.dpuf>

XIII. APÉNDICE

Cuadro 1A. Indicadores de los valores de correlación.

Indicadores	A	B	C	D	E	F	G	H
Consumo de calcio (A)	0	0.56	*0.76	0.22	0.17	0.39	0.08	0.26
Peso del huevo (B)		0	0.08	*0.89	0.17	0.24	0.55	0.48
Peso de la cáscara C			0	*0.77	0.64	0.28	0.45	0.66
Porcentaje de cáscara (D)				0	0.55	0.08	0.64	0.69
Grosor de cáscara (E:)					0	0.40	0.45	0.24
Gravedad específica (F)						0	0.42	0.51
Deposiciones de calcio (G)							0	0.60
Huevos fisurados (H)								0

Elaboración propia 2015.**Cuadro 2A. Indicadores de la variable consumo de calcio.**

Indicadores	Consumo de calcio	
	Con calcio	Sin calcio
Promedio	0.340179	0
Desviación Estándar	0.258419	0
Coeficiente de Variación	75.96559	0
Error Estándar	0.019937	0

Elaboración propia 2015.

Cuadro 3A. Indicadores de la variable peso del huevo.

Indicadores	Peso del huevo	
	Con calcio	Sin calcio
Promedio	65.50833	64.34167
Desviación Estándar	5.280368	5.425579
Coeficiente de Variación	8.060605	8.43245
Error Estándar	0.482029	0.495285

Elaboración propia 2015.**Cuadro 4A. Indicadores de la variable peso de la cáscara.**

Indicadores	Peso de la cáscara	
	Con calcio	Sin calcio
Promedio	7.2916667	7.2833333
Desviación Estándar	0.9821588	1.1240932
Coeficiente de Variación	13.469606	15.433773
Error Estándar	0.0896584	0.1026152

Elaboración propia 2015.

Cuadro 5A. Indicadores de la variable porcentaje de la cáscara.

Indicadores	Porcentaje de la cáscara	
	Con calcio	Sin calcio
Promedio	11.16092	11.3558333
Desviación Estándar	1.503255	1.73478964
Coeficiente de Variación	13.46892	15.2766388
Error Estándar	0.137228	0.1583639

Elaboración propia 2015.**Cuadro 6A. Indicadores de la variable grosor de la cáscara.**

Indicadores	Grosor de la cáscara	
	Con calcio	Sin calcio
Promedio	39.65	40.00833
Desviación Estándar	4.306825	4.053209
Coeficiente de Variación	10.86211	10.13091
Error Estándar	0.393158	0.370006

Elaboración propia 2015.

Cuadro 7A. Indicadores de la variable gravedad específica.

Indicadores	Gravedad de la cáscara	
	Con calcio	Sin calcio
Promedio	11.411942	11.344217
Desviación Estándar	0.4870535	0.166966
Coeficiente de Variación	4.2679281	1.4718162
Error Estándar	0.0444617	0.0152418

Elaboración propia 2015.**Cuadro 8A. Indicadores de la variable deposiciones de calcio.**

Indicadores	Deposiciones de calcio	
	Con calcio	Sin calcio
Promedio	3.3928571	3.3035714
Desviación Estándar	1.468372	1.4046924
Coeficiente de Variación	43.278333	42.52042
Error Estándar	0.1132874	0.1083744

Elaboración propia 2015.

Cuadro 9A. Indicadores de la variable huevos fisurados.

Indicadores	Huevos fisurados	
	Con calcio	Sin calcio
Promedio	0.035714	0.053571
Desviación Estándar	0.186132	0.250961
Coeficiente de Variación	521.1687	468.4596
Error Estándar	0.01436	0.019362

Elaboración propia 2015.**Cuadro 10A. Andeva de correlación de postura en la evaluación de carbonato cálcico y su efecto sobre la calidad de la cáscara del huevo en gallina criolla cuello desnudo.**

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	de Cuadrados Medios	F Calculada	Pr > F
Modelo	1	0.42	0.42	25.58	0.0005
Error	10	0.16	0.02		
Total	11	0.59			

Cuadro 11A. Análisis bromatológico para porcentaje de calcio en concentrado Posturina fase I.



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

FORMULARIO BROMATO 7
INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

BROMATOLOGÍA
ANÁLISIS DE ALIMENTOS PARA ANIMALES

Edificio M8, 2º Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24188307 Teléfono: 24188307 ext. 1876
E-mail: bromatologia@guatemala.edu.gt

Elaborado por: Aura Marina de Marroquín
Autorizado por: Lic. Miguel Ángel Rodenas

FRANCISCO ALDANA,
06-06-2015.

No. 319
CHIQUIMULA,
DEL 06 AL 08-07-2015.

Solicitado por:
Fecha de recibo la muestra:

Dirección:
Fecha de realización

CHIQUIMULA,
DEL 06 AL 08-07-2015.

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEÍNA Cruda %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. pepsina %	Dig. K.O.H. %	TND %	E.B.
832	CONCENTRADO AVES	SECA	----	----	----	----	----	----	----	4.26	----	----	----	----	----	----	----	----
	COMO ALIMENTO	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	SECA	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	COMO ALIMENTO	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	SECA	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	COMO ALIMENTO	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	SECA	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	COMO ALIMENTO	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	SECA	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	COMO ALIMENTO	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

OBSERVACIONES:
Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fuerza. Se prohíbe la reproducción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

(Firma)
Lic. José A. Morales S.
Laboratorista

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal
Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

TOTAL DE MUESTRAS REGISTRADAS EN ESTA HOJA: 1
Resultados: 2015/07/15
09/07/15

Figura 1A. Promedios de la variable consumo de calcio. Chiquimula 2015

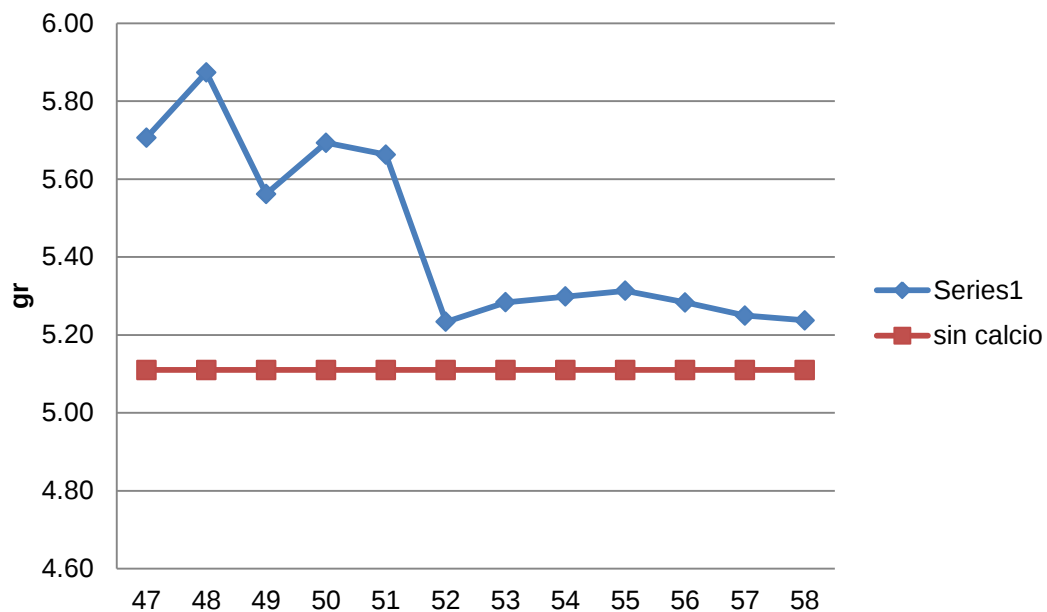


Figura 2A. Promedios de la variable peso del huevo. Chiquimula 2015

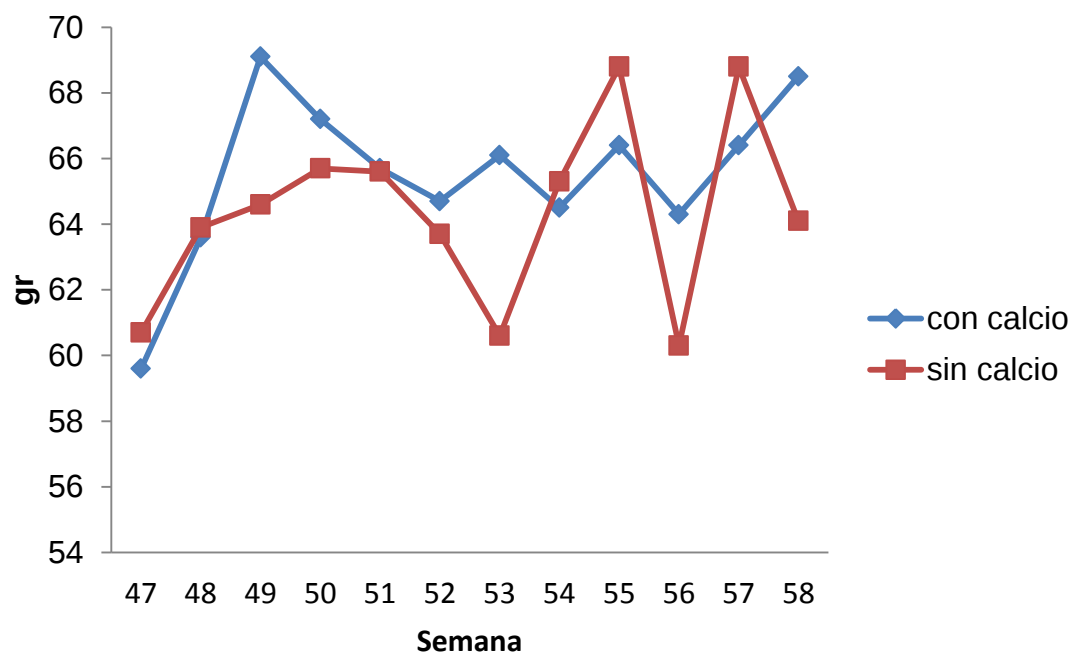


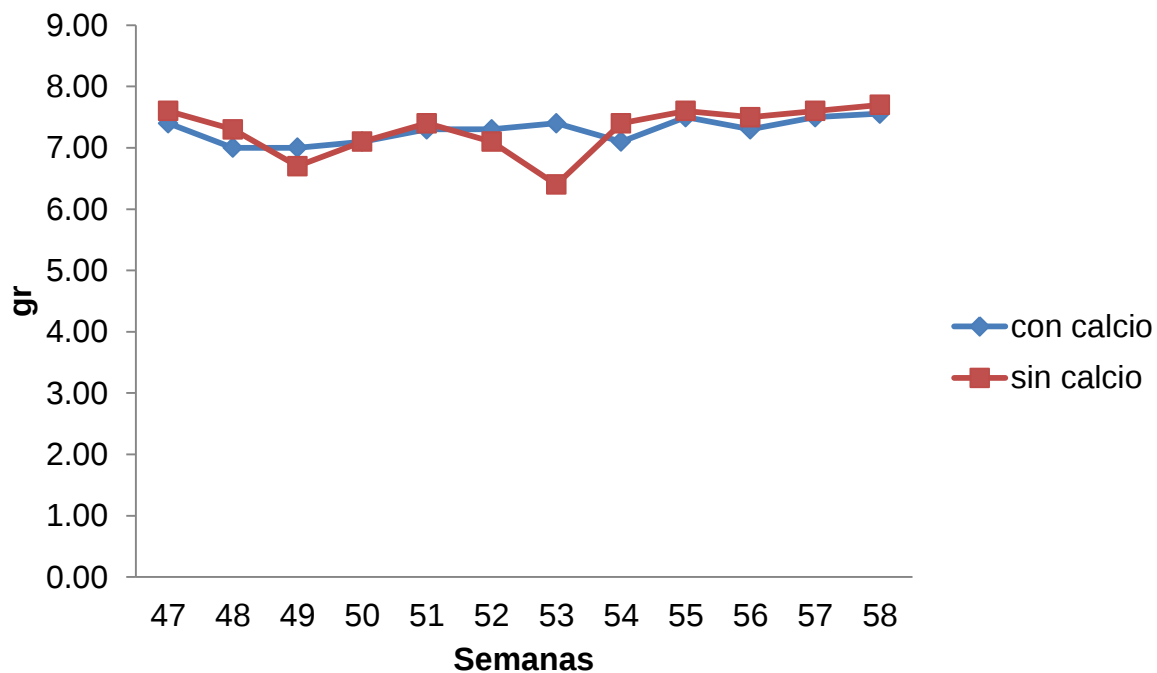
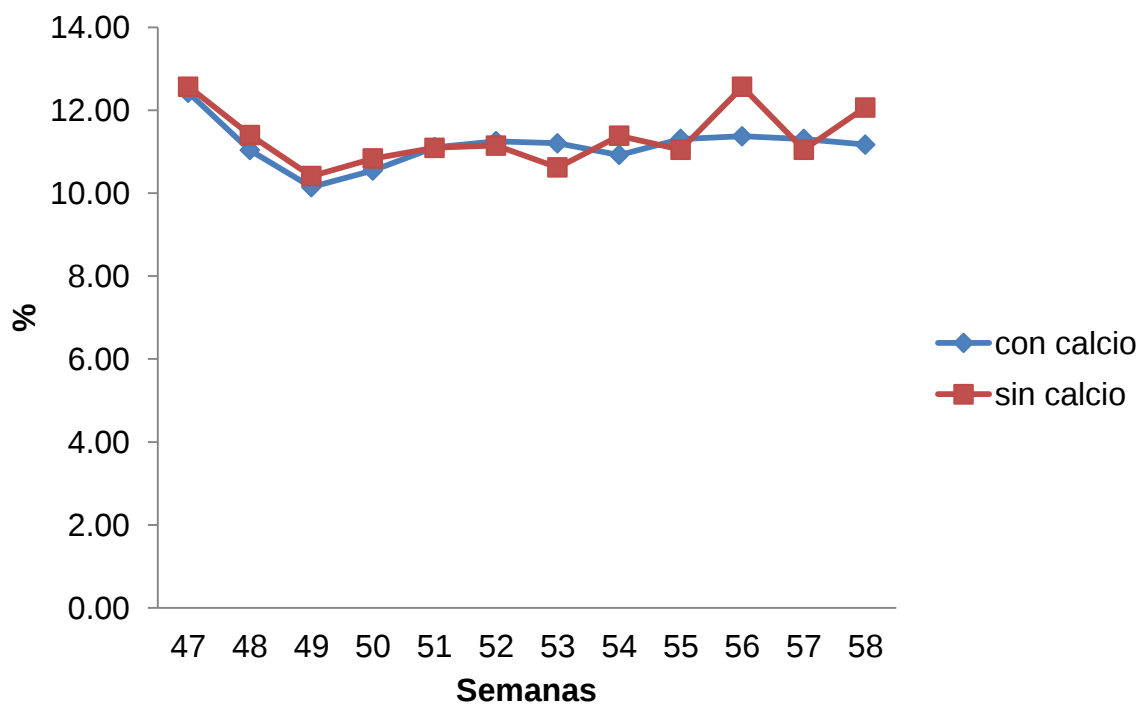
Figura 3A. Promedios de la variable peso de la cáscara. Chiquimula 2015**Figura 4A. Promedios de la variable porcentaje de la cáscara. Chiquimula 2015**

Figura 5A. Promedios de la variable Grosor de la cáscara. Chiquimula 2015

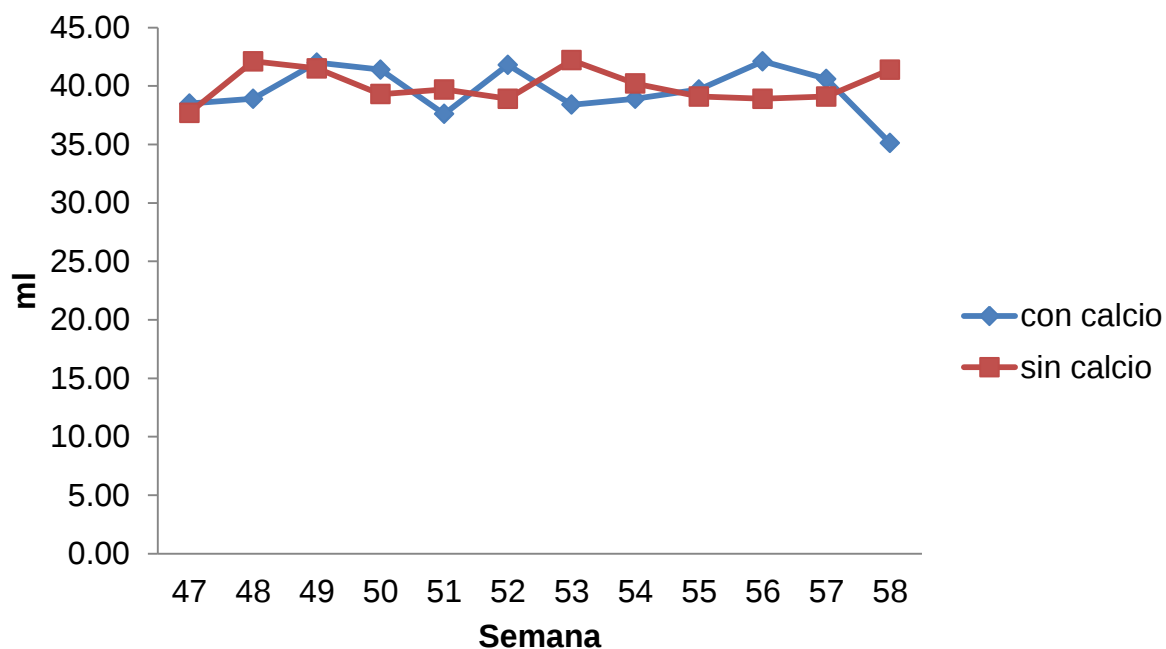


Figura 6A. Promedios de la variable gravedad específica. Chiquimula 2015

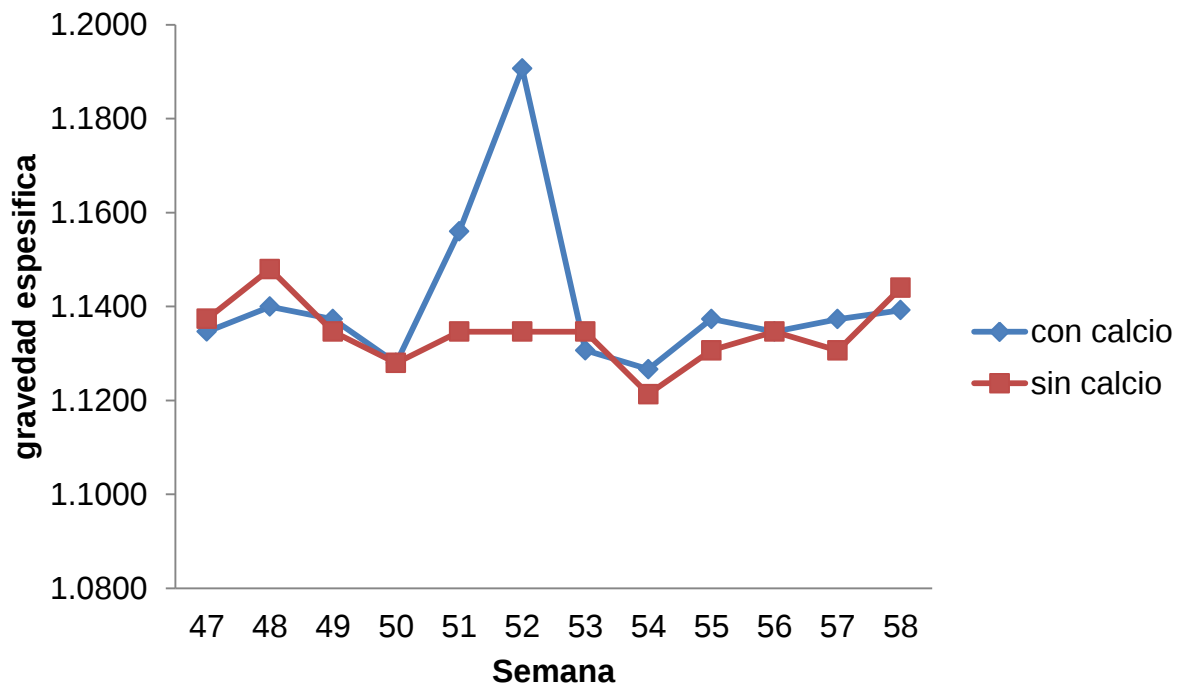


Figura 7A. Promedios de la variable deposiciones de calcio. Chiquimula 2015

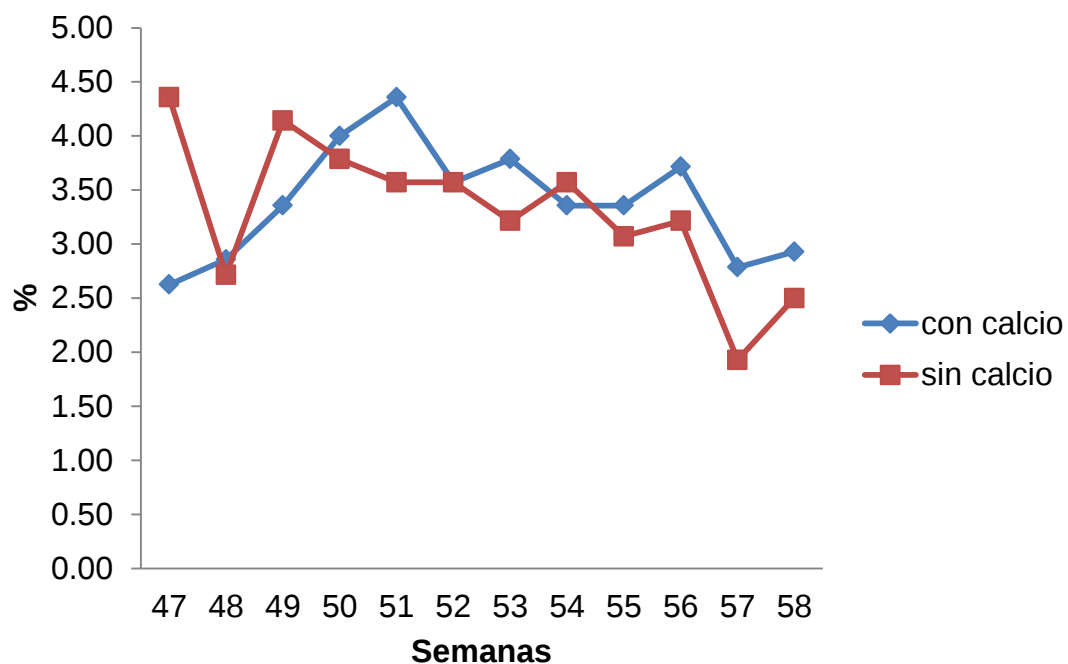


Figura 8A. Promedios de la variable huevos fisurados. Chiquimula 2015

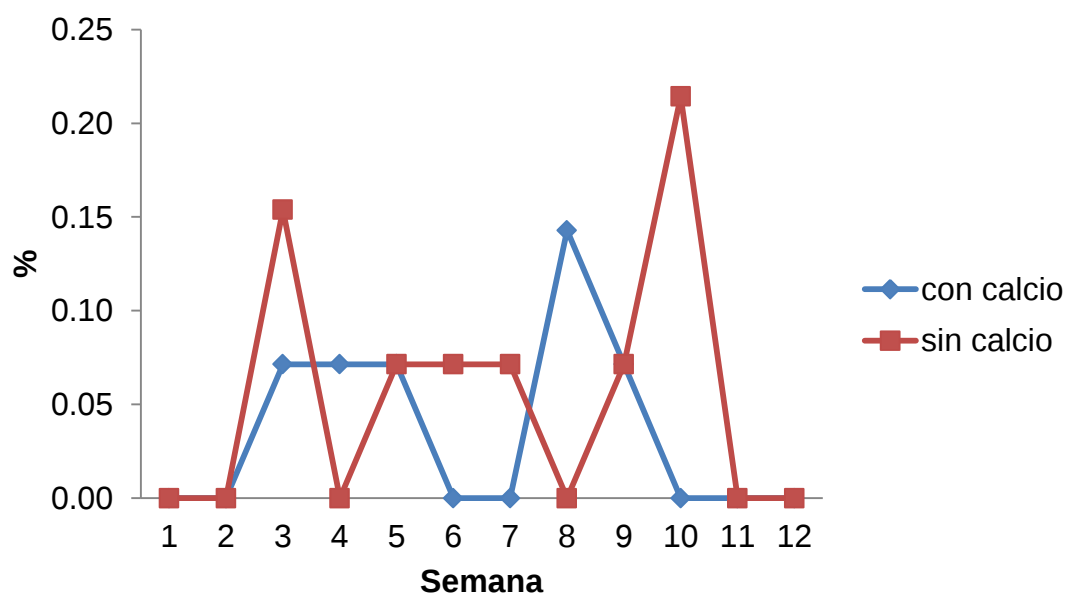
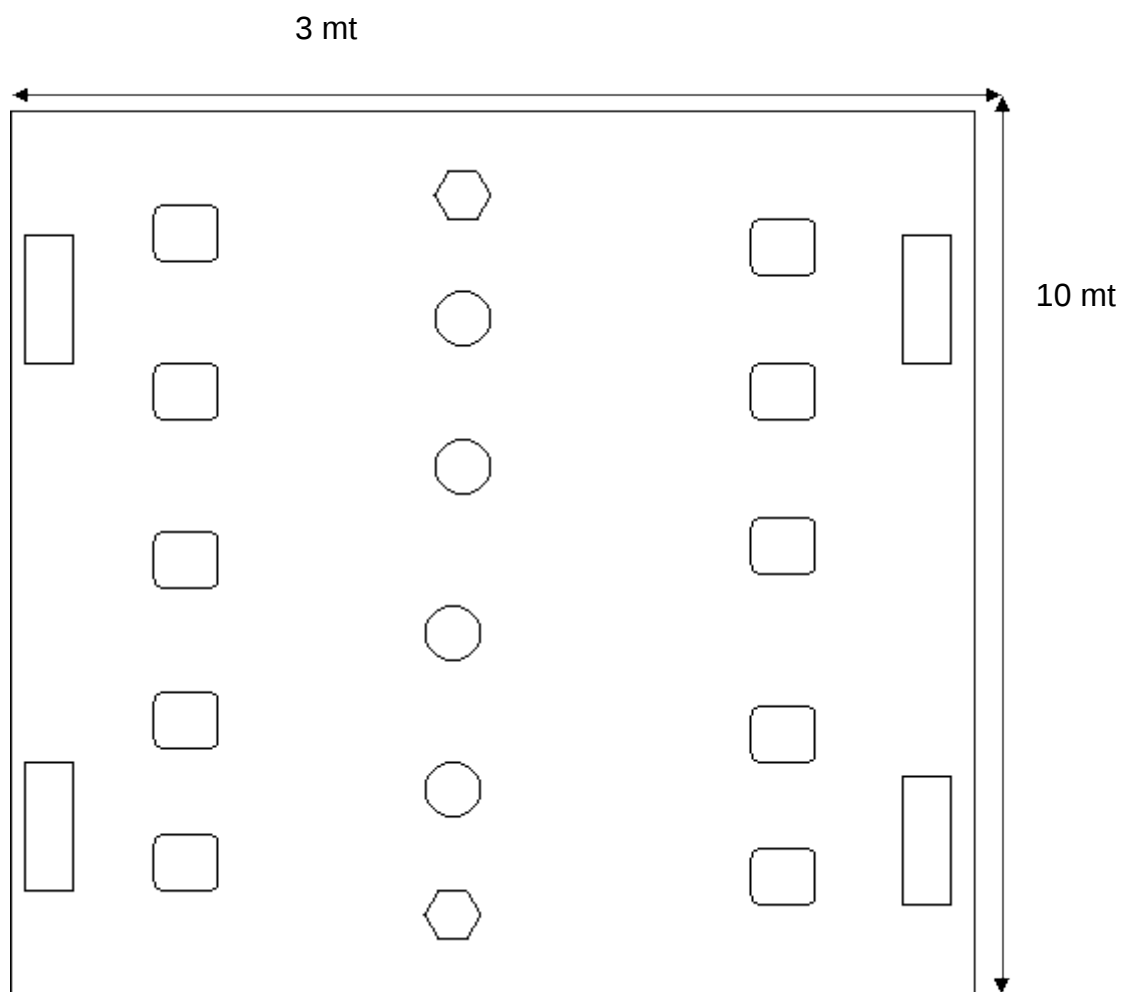


Figura 10A. Croquis del galpón de Petapilla y el Tule.



Leyenda

- Comederos específicos 
- Comederos adicionales 
- Bebedores de campana 
- Nidales 

Figura 11A. Plan de vacunación para la gallina criolla cuello desnudo.

Semana	Vacunas	Aplicación	Dosis
1 día de nacido	Gumboro	Oral	Una gota
1	Gumboro y New Castle	Oral	Una gota
2	Viruela y Newcastle	Zona alar y oral	Puncion alar
4	Gallinmune ND y Avinew	Intramuscular y ocular	0.3 ml y una gota
5	Coriza	Intramuscular	0.5 ml
8	Gallinmune 405, New Castle y Bronquitis	Intramuscular y ocular	0.3 ml y una gota
12	CNC y Sepa la sota	Intramuscular y ocular	0.3 ml y una gota
16	CNC y Sepa la sota	Intramuscular y ocular	0.3 ml y una gota

Fuente. Plan sugerido para la gallina criolla cuello desnudo por Norberto Matzer

Figura 13A. Boleta para muestra de la cáscara del huevo.

[illegible]

Figura 14A. Boleta para deposiciones de calcio y huevos fisurados.

[illegible]



Figura 15A. Pesaje diario del calcio rechazado.



Figura 16A. Determinación de la gravedad específica.



Figura 17A. Pesaje de la cáscara del huevo.



Figura 18A. Medición del grosor de la cáscara del huevo