

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EFFECTO DE UN ALÚMINOSILICATO  
SOBRE LA CALIDAD INTERNA-EXTERNA  
DEL HUEVO EN DIETAS PARA GALLINAS  
DE SEGUNDO CICLO**

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

PRESENTA  
**ALFREDO ROBLES RAMÍREZ**

ASESORES :  
**MVZ.MSc. Ernesto Ávila González**  
**MVZ. MP. Arturo Cortes Cuevas**

México, D.F.

2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico para todos aquellos que fueron y son parte de mi historia académica, profesional y humana.

Doy gracias a dios...Iniciando con quienes ya no están pero que me dieron un enorme cariño muy especial: mi abuelita **Tomasita** y mi abuelito **Pepe**.

In memoriam a mi padre **Santiago Robles Chávez**, quién su gran sueño fue que finalizáramos una carrera profesional y ser gente de bien, a mi madre **Herlinda Ramírez López** que al darme la vida, me permitió ser un profesionista, a mis hermanos : **Alejandro, Santiago y Mauricio**.

Muy en especial a mis **tíos y tías** quienes me han dado su cariño y apoyo incondicional por siempre, a mis primos, sobrinos y quién falte de nombrar.

Pero muy en especial por su entrega, su dedicación, su cariño insustituible, su amor incondicional, su apoyo infinito, a mi esposa: **Beatriz Benumea González** y también a mis hijas: **Betty, Diana Angela y Lucía** por su comprensión, todo su amor y cariño.

Incluyo a mis suegros; el **Sr. Raúl** y la **Sra. Carmen** a mi yerno **Raymundo Gómez Ledesma**, a mis nietas **Wendy e Ivonne** y a todos mis amigos y compañeros de la carrera, esperando no omitir a nadie.

**!Gracias por todo lo que me han dado!**

## AGRADECIMIENTO

Mi infinito agradecimiento a la **Universidad Nacional Autónoma de México**, y en especial a la **Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**, por permitirme realizar mis estudios profesionales.

Al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (**CEIEPAv**) de la UNAM.

Un agradecimiento muy especial al **MVZ. Msc. Dr. Ernesto Ávila González**, por su enorme ayuda, apoyo y sabiduría que lo caracterizó siempre, al **MVZ. MP. Dr. Arturo Cortes Cuevas**, por creer en mí, y alentarme a finalizar este tan importante trabajo, que con su dedicación y su amistad para conmigo llegamos al logro del mismo.

A la **MVZ. Dra. Elizabeth Posadas Hernández**, quién desde hace muchos años me ha brindado su amistad y apoyo, al **MVZ. Dr. Ezequiel Sánchez Ramírez** que en su momento y hasta el día de hoy me sigue alentando para concluir mi trabajo.

Un agradecimiento particular, con mucha estima al **MVZ, Dr. Benjamín Fuente Martínez** por completar mi jurado de tesis y ser un gran apoyo y amigo para la finalización de este trabajo, a todos los MVZ que colaboran en el CEIEPAv y que me brindaron su apoyo incondicional, a los trabajadores y secretarías que me apoyaron con mi proyecto.

**¡A todos mil gracias!**

# CONTENIDO

	página
RESUMEN _____	1
INTRODUCCIÓN. PRODUCCIÓN DE HUEVO EN MÉXICO _____	2
DESCRIPCIÓN DE LOS ALÚMINOSILICATOS _____	5
FORMACIÓN DEL HUEVO _____	12
FORMACIÓN DEL CASCARÓN _____	13
FACTORES QUE ACTÚAN EN LA CALIDAD DEL CASCARÓN _____	15
<b>a) FISIOLÓGICOS</b> _____	16
<b>b) MANEJO</b> _____	17
<b>c) EDAD</b> _____	17
<b>d) MEDIO AMBIENTE</b> _____	18
<b>e) INFECCIOSOS</b> _____	18
<b>f) GENÉTICOS</b> _____	19
<b>g) NUTRIMENTALES. ACCIÓN DE LA VITAMINA D</b> _____	20
CALCIO _____	21
FÓSFORO _____	22
MICOTOXINAS _____	26
SECUESTRANTES _____	28
HIPÓTESIS _____	30
OBJETIVOS _____	31
MATERIAL Y MÉTODOS _____	32
RESULTADOS _____	35
DISCUSIÓN _____	36
CONCLUSIONES _____	38
LITERATURA CITADA _____	39

## FIGURAS:

<b>Figura 1.</b> Estructura de un silicato donde se enlazan los tetraedros con los iones oxígeno _____	7
<b>Figura 2.</b> Localización de los sitios I, II, III en la red de una zeolita faujacita _____	9
<b>Figura 3a.</b> Estructura de la zeolita sódica _____	10
<b>Figura 3b.</b> Estructura de la zeolita al sustituirse el Na <sup>+</sup> por Ca <sup>2+</sup> _____	10
<b>Figura 4.</b> Grosor de cascarón en gallinas de segundo ciclo alimentadas con alúminosilicatos en (mm) _____	45

## CUADROS:

<b>Cuadro 1.</b> Composición de la dieta basal para gallinas de postura de segundo ciclo (kg) _____	43
Análisis calculado _____	43
<b>Cuadro 2.</b> Contenido de compuestos químicos en el alúminosilicato utilizado en la dieta _____	44
<b>Cuadro 3.</b> Datos promedio obtenidos en gallinas de postura de segundo ciclo, comportamiento productivo (70 días de experimentación) _____	44
<b>Cuadro 4.</b> Resultados de unidades Haugh y grosor de cascarón en gallinas de segundo ciclo Isa Babcock B-380 _____	45

## RESUMEN

**Robles Ramírez Alfredo.** Efecto de un alúminosilicato sobre la calidad interna -externa del huevo, en dietas para gallinas de segundo ciclo. (Bajo la dirección de: MVZ. MSc. Ernesto Ávila González y MVZ. MP. Arturo Cortes Cuevas).

El presente experimento se realizó con la finalidad de evaluar el efecto de la adición de un alúminosilicato de sodio en dietas sorgo-soya con bajo contenido de aflatoxinas (< 10 ppb) en los parámetros productivos y en la calidad interna y externa del huevo de gallinas de postura de segundo ciclo. Se utilizaron 144 gallinas Isa Babcock B-380 de 43 semanas de edad, alojadas en 48 jaulas de 3 aves cada una, en una caseta convencional. Se utilizó un diseño completamente al azar, con 3 tratamientos de 4 repeticiones de 12 aves cada una. Los tratamientos fueron los siguientes: 1.-Dieta testigo sorgo-soya, 2.- Como 1+3 kg de alúminosilicato/ton y 3.- Como 1+5 kg de alúminosilicato/ton. Los resultados obtenidos respectivamente en 10 semanas de experimentación en los tres tratamientos, respectivamente para porcentaje de postura (70.9, 69.2 y 69.1%), peso promedio del huevo (62.7, 65.7 y 63.6 g), consumo de alimento (103.2, 101.2 y 97.0 g), conversión alimentaria (1.97, 2.04 y 1.99) masa de huevo (44.4, 45.4 y 44.0 g) y unidades Haugh (93.8, 95.5 y 95.9), no indicaron diferencias ( $P>0.05$ ) entre tratamientos. Sin embargo, para el grosor del cascarón (0.305a, 0.325b y 0.360c mm) existió diferencia estadística con efecto lineal ( $P<0.01$ ), incrementándose el grosor a medida que aumentó el nivel del alúminosilicato adicionado en la dieta. De los resultados obtenidos del presente estudio se puede concluir que la adición de 3 y 5 kilogramos de alúminosilicato por tonelada alimento en dietas sorgo-soya con bajo contenido de aflatoxina (<10 ppb), no afectó los parámetros productivos y se mejoró el grosor del cascarón.

## **INTRODUCCIÓN.**

### **Producción de huevo en México**

En México, como en otros países, la producción de huevo es muy importante; la avicultura dentro del sector pecuario representa 40.9% del PIB y a nivel del PIB total en 2012 representó 0.776%. Al cierre del año, la producción de huevo se redujo en 5.97% debido al brote de influenza aviar de alta patogenicidad IA AP H7N3. En 2012 se produjeron más de 2,386,576 toneladas de huevo y se estima que para el 2013 la producción será de 2,547,361 toneladas. El consumo per cápita es de 20.8 kg/ año y ésta proyectado que para 2013 sea de 22.0 kg/año, lo que clasifica a México como el primer consumidor per cápita a nivel mundial, se estima que la industria avícola nacional crezca 3.5% en el 2013, no existiendo brotes de IA AP H7N3. Pronosticándose un incremento de la producción de huevo de 6.73% ; de la cual se han repoblado más de 100 millones de pollitas<sup>1</sup>.

La participación porcentual del huevo dentro de la producción de proteína de origen animal es de 28%, siendo la avicultura la de mayor importancia dentro de las actividades pecuarias. El número de ponedoras a nivel nacional es de 137,002,043, y se tiene en producción 95.9 millones de gallinas de primer ciclo y se estima que existen alrededor de 41.1 millones de ponedoras de segundo ciclo<sup>1</sup>. Los principales productores de huevo en 2012 a nivel nacional fueron:

Jalisco, 55%; Puebla, 15%; Sonora, 8%; La Laguna, 5%; Yucatán, 4%; Sinaloa, 3%; Nuevo León, 2%; y Guanajuato, 2%<sup>1</sup>.

Para la actividad avícola especializada en producción de huevo, existe un marcado interés en la calidad del cascarón, debido a que un cascarón defectuoso representa un huevo perdido, lo cual reduce la eficiencia económica de esta industria<sup>1</sup>.

Lamentablemente, en México no se cuenta con datos acerca de las pérdidas de huevo por rompimiento asociadas con un cascarón defectuoso o delgado, pero se estima que es alrededor de 8%<sup>1</sup>. Datos de los Estados Unidos de América indican que este tipo de pérdida puede llegar a ser hasta de 12%. Por tal motivo, se realizan numerosos trabajos de investigación en diferente partes del mundo con el propósito de estudiar los factores y mecanismos relacionados con la formación o calidad del cascarón<sup>2,3</sup>.

Durante muchos años, los productores de huevo han pensado que el éxito de sus granjas depende por la cantidad de huevo que se produce; sin embargo, en la actualidad, y a nivel mundial, se habla de la importancia de la calidad del huevo, considerándola como el principal factor a tomar en cuenta, ya que es el resultado final del proceso de producción del huevo. Durante todas las etapas de la cadena productiva, se busca mejorar la calidad del huevo o del cascarón no sólo para beneficiar al consumidor, sino también para mejorar las ganancias económicas del avicultor<sup>3,4</sup>.



El alto nivel tecnológico que tiene la industria avícola mexicana la coloca a la altura de las mejores del mundo. Los productores avícolas mexicanos ocupan actualmente un buen lugar dentro de la producción mundial del huevo, con una producción de 108.5 millones de cajas, colocándolo en el 6° lugar mundial superado sólo por China, E.U.A, Unión Europea (UE-27), India y Japón<sup>1</sup>.

Los huevos rotos o resquebrajados son uno de los mayores problemas a los que se enfrenta la avicultura en todos los países<sup>1</sup>. Sin embargo, lo difícil es cuantificar estas pérdidas, ya que el nivel de rupturas que puede apreciar el avicultor no es muy objetivo. Diversas cifras procedentes de estudios de mercado, realizados en países como Estados Unidos, Francia, Cuba, Canadá y Gran Bretaña, muestran que desde que el huevo es puesto hasta que llega a las manos del consumidor hay entre 2% y 12% de pérdidas, aunque más frecuentemente está alrededor de 4-8%<sup>5</sup>.

Las causas de rupturas se pueden clasificar en dos grupos :

- 1) **Extrínsecas a las aves.** Son aquéllas que se producen en el lugar donde se ponen los huevos, por deficiencias en la recolección, manipulación, transporte, almacenamiento y distribución.
- 2) **Intrínsecas a las aves:** La calidad del cáscaron esta básicamente gobernada por la cantidad de cáscaron por unidad de área, con la edad, el ave reduce su capacidad de absorción de calcio del alimento, así

como la movilización del calcio de los huesos, de tal forma que la deposición cálcica en el huevo, será menor conforme va aumentando la edad<sup>6</sup>. Por lo tanto, la calidad del cascarón es mejor en el primer ciclo de postura<sup>7</sup>. El peso del huevo aumenta durante las etapas finales de postura, por lo tanto, la deposición del cascarón; y su calidad disminuye<sup>6</sup>.

### **Descripción de los alúminosilicatos**

Una de las alternativas prometedoras para reducir la toxicidad de algunas micotoxinas y mejorar la adición de calcio al huevo es la administración de secuestrantes y mejoradores alimenticios, como los alúminosilicatos.

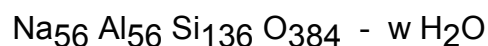
La literatura informa que la adición de secuestrantes de micotoxinas mejora la absorción de calcio y fósforo en el lumen intestinal. De aquí la importancia de evaluar si estas zeolitas mejoran la cáscara del huevo<sup>9</sup>.

La familia de los alúminosilicatos abarca una variedad de compuestos muy complejos, como *zeolitas*, *filosilicatos*, *alúminas* y *sílicas*, que se han utilizado para adsorber aflatoxinas *in vitro*. Estos compuestos poseen una variedad de funciones y propiedades como: antiapelmazantes, adsorbentes, secuestrantes de aflatoxinas en varios grados<sup>9,10</sup>.

Las zeolitas son una familia de alúminosilicatos hidratados, altamente cristalinos, que al deshidratarse desarrollan el cristal ideal, con una estructura porosa, con diámetros de poro mínimos (3 a 10 Å). Esta estructura forma cavidades ocupadas por iones grandes y moléculas de agua con gran libertad de movimiento, lo que permite el intercambio iónico y la deshidratación reversible.

Por lo tanto, los cristalografos describen que un cristal ideal o perfecto esta formado por grupos idénticos de átomos de tamaño finito, retenido por fuerzas mutuas en posiciones fijas en el espacio y en donde dichos átomos están en reposo.

Las zeolitas presentan propiedades fisicoquímicas peculiares; están construidas por átomos de aluminio, silicio, sodio, hidrógeno y oxígeno; y su fórmula general es<sup>11</sup>.



w = número variable de moléculas de agua.

Las zeolitas sintéticas pentasil tienen la composición:



La zeolita natural más usada faujasita:



Casi todas las arcillas, rocas y suelos de la tierra están compuestos de silicato de aluminio, hierro o magnesio. Básicamente, están formados por una unidad estructural tetraédrica, (Figura 1) integrada por un átomo de silicio al centro y cuatro de oxígeno, que constituyen el "ión ortosilicato". Es ión porque faltan cuatro cargas eléctricas (iones oxígeno) para estar en equilibrio. Por lo tanto, se asocian para compensar esa carga con el aluminio, silicio, calcio o sodio.<sup>11</sup>

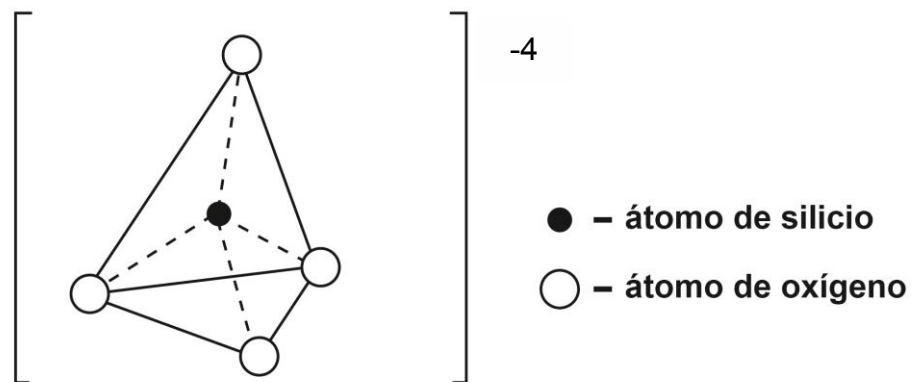


Figura 1. Estructura de un silicato donde se enlazan los tetraedros con los iones oxígeno

Ref. Bosch P. and Schifter I. 1997<sup>11</sup>.

La complejidad de las estructuras de los silicatos se debe a las varias formas en que se enlazan los grupos tetraedrales. Los tetraedros se unen entre sí compartiendo oxígeno y forman, de acuerdo a su disposición, la gran variedad de especies minerales conocidas<sup>11</sup>.

Dependiendo de los tipos de estructura (o grupos) de silicatos, éstos se clasifican en:

- 1) Ortosilicatos: tetraedros ( $\text{SiO}_4$ )<sup>-4</sup>
- 2) Neosilicatos: 2, 3, 4, 6 tetraedros unidos entre sí.  
Redes en cadena: tetraédros en serie; cadena abierta ( $\text{SiO}_3$ )  
Redes en cinta (inosilicatos): Se forman cintas de unión simétrica de dos cadenas
- 3) Las Redes estratificadas (filosilicatos): Estructura de hoja caracterizada por anillos séxtuples de tetraedros unidos uno a continuación de otros.
- 4) 4) Redes en andamiaje (tectosilicatos): Estructura de dos tetraedros de  $\text{SiO}_4$ , forman redes unidas tridimensionalmente.

Se ha demostrado que la estructura de las zeolitas se basa en un conjunto de cuboctaedros de aproximadamente 24 tetraedros; su gran cavidad tiene 12.5 Å y la cavidad sodalita tiene 6.6 Å de diámetro en sus caras hexagonales. Esas mismas caras hexagonales sirven para unir los octaedros<sup>11</sup>. (Figura 2)

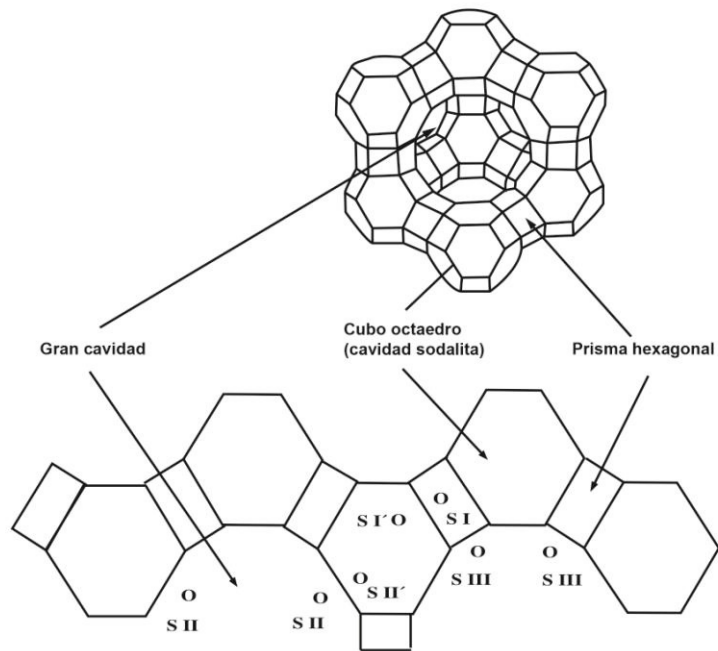


Figura 2. Localización de los sitios I, II y III en la red de una zeolita (faujasita)

Ref. Bosch P. and Schifter I. 1997 <sup>11</sup>.

Se sabe, también, que hay varios tipos de cavidades en las zeolitas: la gran cavidad, la cavidad sodalita y el prisma hexagonal (Fig. 2) se encuentran sitios de fijación de los sodios, denominados sitios I, II y III. Se ha demostrado que los iones calcio prefieren los sitios I a los sitios II.

La presencia de aluminio origina una deficiencia local de cargas eléctricas, que se traduce en centros ácidos; luego, la capacidad de intercambio iónico será alta. En algunas zeolitas, dichos iones pueden ser Na, K y Ca<sup>11</sup>.

Parte de los iones de sodio de las zeolitas pueden sustituirse por cationes de otro tamaño y carga; ésta es una de las características esenciales de las

zeolitas. El intercambio catiónico se efectúa de varias formas : a) en contacto con una solución salina acuosa, b) en contacto con una sal fundida, c) en contacto con un compuesto gaseoso <sup>11</sup> .

En general, el intercambio en las zeolitas sódicas se dan con iones de calcio (Figura 3a y 3b).

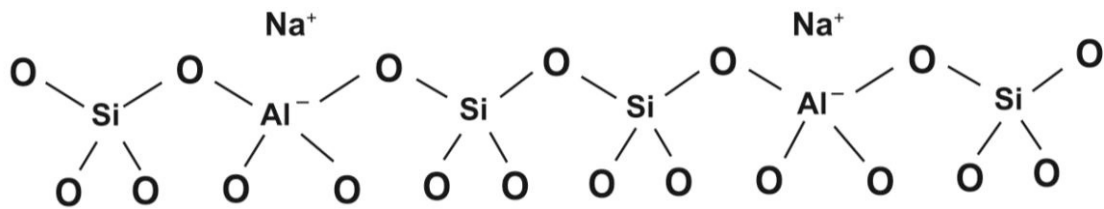


Figura 3a. Estructura de la zeolita sódica

Ref. Bosch P. and Schifter I. 1997 <sup>11</sup>.

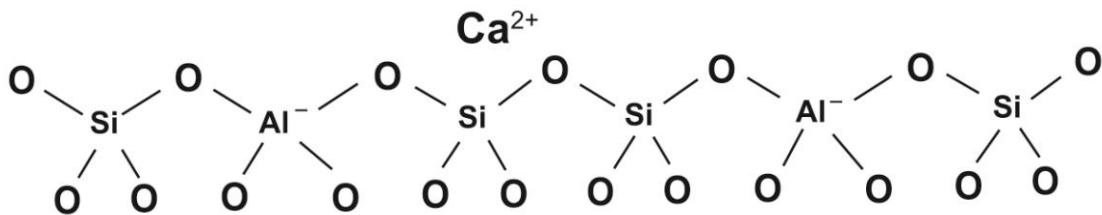


Figura 3b. Estructura de la zeolita al sustituirse el  $\text{Na}^+$  por el  $\text{Ca}^{2+}$ .

Ref. Bosch P. and Schifter I. 1997 <sup>11</sup>.

El intercambio iónico de las zeolitas depende de:

- 1) La naturaleza de la especie catiónica ( catión- carga)

- 2) La temperatura
- 3) La concentración de especies catiónicas en solución
- 4) Las especies aniónicas asociadas al catión en solución
- 5) Las características estructurales de la zeolita

Esta estructura tridimensional y laminar de los alúminosilicatos le confiere la característica de poder adsorber minerales de agua que están cerca de los oxígenos de la red. Es además, la responsable de su habilidad para secuestrar micotoxinas. Los tectosilicatos ( $\text{SiO}_4$  y  $\text{AlO}_4$ )<sup>11</sup>.

Y se asocian a diferentes aluminatos octaédricos, lo que les confiere gran superficie y porosidad, generando cavidades interconectadas conocidas como poro. Esta característica les permite interactuar con ciertas moléculas, inmovilizándolas por la vía de fuerzas electrostáticas o por la formación de enlaces covalentes<sup>11</sup>. Los alúminosilicatos, presentan una baja densidad, con lo cual existe la posibilidad de admitir o perder moléculas de agua, gases o cationes sin que su estructura se descomponga<sup>11</sup>.

Las moléculas polares van a tener una atracción hacia la superficie del alúminosilicato, dada por fuerzas de Van der Waals. Cuando la molécula está más cercana del alúminosilicato, su química de superficie reacciona con ellos, formándose un quelato<sup>11</sup>.



Roland recomienda no incluir el alúminosilicato de sodio (ASS), en la ración a niveles mayores de 0.75% hasta no conocer más sobre su interacción con el Ca y P. Además, señalo que el alúminosilicato de Na y Ca marginales en calcio ya que mejora la calidad del cáscaron.

El alúminosilicato hidratado de sodio y calcio al 0.5% en dietas para gallinas no afecta al zinc, o al magnesio, ni impide la utilización de la vitamina A, la riboflavina, o el fósforo (P)<sup>12</sup>. La zeolita natural de sodio se ha utilizado en dietas para aves, debido a que provoca una disminución de la velocidad de tránsito de la digesta, menor consumo de agua, mejor conversión alimenticia y mayor peso corporal<sup>13</sup>.

### **Formación del huevo**

En las gallinas, el aparato reproductor sólo es funcional el ovario izquierdo; el ovario derecho se atrofia durante el desarrollo embrionario. El ovario izquierdo en las aves inmaduras, está constituido aproximadamente por 14 000 óvulos, de los cuales de 200 a 300 alcanzan su madurez y son óvulados durante el primer ciclo<sup>14</sup>.

La yema del huevo se forma en el ovario, ésta crece lentamente alrededor del óvulo, hasta alcanzar cerca de 32 milímetros de diámetro, en este punto el saco folicular que recubre al óvulo con su yema, se rompe en el estigma y la yema con el óvulo se liberan cayendo al infundíbulo del oviducto<sup>7</sup>.

El infundíbulo, atrapa la yema más el blastodermo cuando es liberada; en esta región la yema puede estar de 15 a 30 minutos, de aquí la yema continua su paso al magno<sup>7</sup>.

Esta zona del oviducto es más larga, y se deposita la mayor cantidad de albúminas (fluida y densa), la yema cruza esta región en un período de 2 a 3 horas y sigue su paso al istmo, en esta porción se forma la membrana interna y externa del cascarón y se le adicionan cantidades insignificantes de agua, la yema tarda en pasar de 60 a 75 minutos por esta región, continuando su paso al útero. Aquí se forma el cascarón y a la albúmina se le agregan agua y sales minerales; el huevo permanece aquí aproximadamente 20 horas<sup>14</sup>.

Posteriormente el huevo pasa a la vagina, donde le confiere una sustancia antimicrobiana llamada cutícula que sella los poros para evitar la entrada de patógenos al huevo y finalmente es expulsado al exterior por la cloaca<sup>5,7,15,16</sup>.

### **Formación del cascarón**

El cascarón, representa del 8 al 9% del peso del huevo fresco. El cascarón se sintetiza en el útero de la gallina, siendo de material poroso que permite los intercambios de humedad, oxígeno y anhídrido carbónico de color blanco a marrón debido a las porfirinas, dependiendo de la estirpe o línea, no teniendo relación alguna con la calidad del alimento del animal o del valor nutritivo del huevo<sup>14</sup>. El grosor del cascarón, varía de 280 a 400 micras<sup>7</sup>. La composición

del cascarón es de aproximadamente; 1.6% de agua, 3.3% de proteína (constituyendo su trama) y 95.1% de minerales, este a su vez esta compuesto de 93.6% de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), formando principalmente cristales de calcita; y otros como carbonato de magnesio ( $\text{MgCO}_3$ ) y fosfato tricálcico ( $\text{Ca}_3\text{PO}_4$ ) con un 0.8%, aproximadamente 2% del material orgánico, compuesto predominantemente de complejos de proteína y mucopolisacáridos en una proporción de 50:1 y pequeñas cantidades de fosfatos<sup>17</sup>.

La formación del cascarón requiere una reacción química equimolecular de calcio y bicarbonato en los puntos de mineralización, los cristales de calcita formados se depositan sobre la matriz orgánica. Esta matriz contiene proteínas específicas en cuyas síntesis intervienen, enzimas asociadas con elementos traza<sup>14</sup>.

El útero no almacena cantidades significativas de calcio, este ión tiene que ser extraído continuamente de la sangre y se piensa que el transporte activo esta involucrado. La producción de bicarbonato es catalizada por la enzima anhidrasa carbónica, la cual se ha localizado en la mucosa del útero, no se ha demostrado totalmente de que forma los radicales carbonato de la parte mineral del cascarón son secretados en el lumen del útero y que mecanismos estan involucrados en su síntesis, por lo que se sugiere que el carbonato proviene del  $\text{CO}_2$  de origen metabólico o del bicarbonato en donde se liberan 2 protones. A esto hay secreción de sodio de las células de lumen uterino, para equilibrar las cargas electricas del sodio ( $\text{Na}^+$ ), que se acompaña por el

cloro ( $\text{Cl}^-$ ) procedente del plasma sanguíneo y por el bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ) producido en el interior de la célula por la hidratación del  $\text{CO}_2$ , en presencia de la anhidrasa carbónica<sup>2,7</sup>. La inhibición de esta enzima, suprime casi totalmente la formación del cascarón y la transferencia del calcio<sup>16,18</sup>. Estudios realizados han demostrado que la anhidrasa carbónica, esta presente en las células glandulares tubulares del útero<sup>19</sup>.

### **Estructura del cascarón**

En el huevo de la gallina doméstica, el espesor del cascarón puede oscilar entre 300 y 400 micras; esta formado de una capa proteica, en la que se depositan cristales de carbonato de calcio<sup>17</sup>. La estructura básica del cascarón del huevo, es similar en todas las especies aviares<sup>20</sup>. Se constituye por seis capas que de adentro hacia fuera son las siguientes:

- 1) Membrana interna
- 2) Membrana externa
- 3) Capa mamilar
- 4) Capa columnar ó empalizada
- 5) Capa cristalina
- 6) Cutícula

La membrana interna y externa, no están calcificadas; están adheridas entre sí, excepto por el polo ancho donde se separan para formar la cámara de aire.

Integran el 45% de el peso del cascarón, tiene una matriz proteíca rodeada de mucopolisacáridos<sup>14</sup>.

Las capas mamilar, columnar y la cristalina, se encuentran calcificadas con calcio depositado sobre una malla orgánica formada por una matriz proteíca rica en mucopolisacáridos<sup>14</sup>.

La capa mamilar esta intimamente relacionada con la membrana externa, que embebe la cabeza de cada cuerpo mamilar, a partir de aqui da inicio los procesos de formación de cristales de calcio<sup>14</sup>. Los cuerpos mamilares contienen, gran cantidad de mucopolisacáridos<sup>6,19</sup>. La capa columnar se forma por cristales perpendiculares a la superficie y es la de mayor espesor del cascarón. La capa cristalina, tiene mayor materia orgánica que cualquiera de las anteriores. Está formada por pequeños cristales, depositados sobre una matriz proteínica muy densa<sup>14</sup>. Kienholz et al 1992<sup>19</sup>, mencionan que existe la presencia de anhidrasa carbónica en la matriz del cascarón.

### **Factores que actúan en la calidad del cascarón**

Todos los huevos comerciales o incubables, deberán tener una calidad de cascarón de grosor adecuado para soportar cualquier manejo, la calidad del cascarón, se ve afectada por acción directa o indirecta debido a los siguientes factores<sup>7,17</sup>.

- a) Fisiológicos
- b) Manejo
- c) Edad
- d) Medio ambiente
- e) Infecciosos
- f) Genéticos
- g) Nutrimientales

**Fisiológicos.-** La hormona paratiroidea que se secreta en la glándula paratiroides, moviliza el calcio del hueso e incrementa la excreción del fosfato en la orina. La calcitonina secretada en el último par braquial, es la hormona que reduce el calcio sérico e inhibe la resorción ósea.

El papel de la calcitonina es relativamente menor, estas hormonas actúan conjuntamente, manteniendo la constancia de la concentración de  $\text{Ca}^{2+}$  en los líquidos corporales, esta resorción es regulada por la hormona paratiroidea<sup>21,22</sup>.

### **Manejo**

Entre los principales problemas que afectan la calidad del huevo se tienen los siguientes<sup>23,24</sup>.

- a) Interrupciones en el suministro de agua y alimento.
- b) Aves subalimentadas durante la crianza.

c) Falta de ajuste en comederos y bebederos.

d) Densidades de poblaciones elevadas

### **Edad**

La cantidad de material de cascarón (en peso) producido, se mantiene relativamente constante semana tras semana, durante el ciclo de postura. Como los huevos incrementan su tamaño en forma gradual y continua durante este periodo, los cascarones son más delgados para cubrir la mayor superficie por el mayor contenido de huevo<sup>25</sup>. Se sugiere que la cantidad de calcio que absorbe la gallina y lo que retiene en el esqueleto, para la calcificación del cascarón disminuye con la edad<sup>26</sup>. Al aumentar el tamaño del huevo con la edad, ocasiona que en el cascarón se afecte al factor de contribución importante en la disminución de la resistencia del cascarón, disminuye el grosor del cascarón con la edad. La importancia en los cambios de fuerza y rompimiento con la edad es obvia, algunas comparaciones se han hecho de la resistencia del cascarón en las fases tempranas y tardías de la producción<sup>25-27</sup>.

En las gallinas viejas, la calidad del cascarón disminuye y el hueso se debilita en la cantidad de minerales conforme avanza la edad<sup>26</sup>.

### **Medio ambiente**

Con altas temperaturas, se reduce el consumo de alimento por consiguiente se reduce el consumo de calcio<sup>19</sup>. A su vez; las concentraciones de Ca

sanguíneo, disminuyen el estrés calórico; se ha encontrado mayor pH sanguíneo en aves sometidas a temperaturas mayores de 35° C, éste efecto se debe a la eliminación del CO<sub>2</sub> durante el jadeo, disminuyendo la presión parcial de bióxido de carbono sanguíneo, por lo cual el organismo recurre a su reserva de bicarbonato. Al elevar el pH sanguíneo, se reducen las reservas de Ca<sup>++</sup> libre, al aumentar las concentraciones de calcio ligado a proteínas. En la gallina de postura, la alcalosis respiratoria durante el estrés calórico, reduce la calidad del cascarón y este efecto es exclusivamente debido a la disminución de bióxido de carbono disponible<sup>18,24</sup>.

### **Infecciosos**

Principalmente el aparato reproductor de las aves, se ve afectado por los virus de Bronquitis Infecciosa (BI), Newcastle (NC) y bacterias que también pueden afectar el consumo de alimento tal como; colibacilosis, enteritis inespecíficas. En general se reduce la ingesta de alimento, por lo cual se reduce el consumo de calcio ingerido y a su vez se ve afectada la calcificación del huevo y del cascarón<sup>23</sup>.

### **Genéticos**

El factor genético determina una relación importante en la calidad del cascarón, en las gallinas para producir cascarones fuertes<sup>28</sup>. La heredabilidad de la dureza del cascarón tiene una media que va de 0.3 a 0.4<sup>29</sup>. Además



debemos señalar, que hay diferencia entre el espesor de cascarones blancos y café, los primeros son generalmente más gruesos<sup>27,30</sup>. El factor de resistencia del cascarón es heredable, sin embargo su correlación es negativa con otros factores de producción<sup>28</sup>.

## **Nutrimientales**

### **Acción de la vitamina D**

La vitamina D<sub>3</sub> tiene un metabolito activo, el 1,25- dihidroxicolecalciferol, éste metabolito aumenta la permeabilidad de la mucosa intestinal al calcio y da lugar a la síntesis de una proteína que se combina con el calcio (CaBP) proteína transportadora de calcio<sup>2</sup>.

Esto es con la finalidad, de proteger el medio intracelular contra un exceso de Ca<sup>++</sup> iónico. Este calcio absorbido de esta forma, puede utilizarse a nivel uterino, sin que previamente haya sido depositado en el hueso<sup>17,22</sup>. Sus funciones son estimular la reabsorción de calcio y fósforo en el hueso, además estimula la absorción de calcio y fósforo en el lumen del intestino delgado. Estudios recientes señalan que la adición de 1-25 hidroxicolecalciferol en dietas para gallina de postura, mejora el grosor del cascarón al tener un efecto positivo en la absorción de calcio en el lumen intestinal<sup>8</sup>.

## Calcio

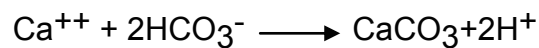
El calcio libre iónico de los líquidos, se necesita en procesos como la coagulación sanguínea, la contracción muscular, el equilibrio ácido-básico, así como en la producción y calidad del cascarón<sup>22</sup>. En las gallinas de postura las necesidades de calcio de acuerdo a lo indicado por el NRC en 1994<sup>31</sup>, es de 3.25%; sin embargo, algunos otros investigadores han encontrado que si aumenta el contenido de calcio hasta 4% se obtiene una mejora del cascarón cuando su calidad esta disminuyendo, pero con nivel de inclusión mayor no es recomendable, ya que en muchos de los experimentos la producción decrece por una disminución en la reducción del consumo de alimento. El requerimiento aumenta con la edad, y aparentemente radica en que disminuye la absorción y el metabolismo del calcio en las gallinas viejas y se presenta por tal razón, principalmente problemas de mala calidad de cascarón<sup>2,7</sup>.

En virtud de los altos requerimientos de calcio para la formación del cascarón, no es sorprendente que un consumo inadecuado, resulte en cascarones delgados y sensibles. En promedio, el cascarón contiene aproximadamente un 95% de carbonato de calcio principalmente en forma de cristales de calcita y 5% de material orgánico, en forma de membranas y una matriz orgánica<sup>6</sup>.

En la formación del cascarón no se presenta una tasa constante de deposición de calcio, la tasa máxima de deposición de calcio en el cascarón se presenta en el periodo comprendido entre 12 y 18 horas, declinando posteriormente,

durante la fase de máxima deposición de cascarón; la transferencia de  $\text{Ca}^{++}$  desde la sangre hacia este, se da a una tasa que oscila entre 100 y 200 mg/hr<sup>21,22</sup>.

En promedio, un huevo contiene aproximadamente 2g de calcio y el peso de una gallina ponedora es de 2kg, su esqueleto contienen aproximadamente 20g de calcio, lo que significa que cada huevo contiene aproximadamente 10% del calcio total del organismo. Es importante señalar que la necesidad de calcio para la máxima producción de huevo, es menor que la necesaria para obtener una máxima calidad del cascarón<sup>2</sup>. La deficiencia de calcio en la dieta, conduce a el adelgazamiento progresivo del cascarón, seguido a una suspensión completa de la ovoposición, debido probablemente a la inhibición de la secreción de gonadotropinas<sup>22</sup>. En términos simples, el cascarón deriva de la combinación de iones de calcio con iones de bicarbonato<sup>22</sup>.



Dado que el  $\text{Ca}^{++}$  no es almacenado en las células del oviducto, éste es transportado desde la sangre por mecanismos pasivos y todavía más importante por mecanismos activos<sup>22</sup>.

## **Fósforo**

El fósforo considerado como un elemento importante para la formación del cascarón, no porque el cascarón contenga una cantidad importante de éste

elemento, si no por la relación que tienen con el Ca para la formación del cascarón. El calcio es almacenado en el esqueleto casi totalmente como fósforo calcico, por lo que la síntesis del hueso medular requiere de fósforo en la dieta<sup>32</sup>. Debido a que durante la resorción ósea se libere el Ca y el P con una relación 2.5:1 y la relación Ca-P en el cascarón es de 20:1<sup>14</sup>. El fósforo liberado en exceso se acumula en la sangre. Esta acumulación de fósforo en la sangre, es atenuada por una estimulación en la excreción de fósforo urinario por la PTH<sup>22</sup>.

En cuanto al uso de alúminosilicatos en dietas para gallinas de postura y su efecto en el comportamiento productivo y calidad del huevo, existen algunas investigaciones como las de Moshtaghian et al. 1991<sup>32</sup> quienes realizaron un estudio donde incluyeron 0 y 0.5% de alúminosilicato de sodio en dietas maíz + soya para gallinas de postura que contenía 0.10, 0.45 y 1.8% de fosforo no fitato. Estos autores encontraron que la inclusión de 0.5% de alúminosilicato en dietas que contenían 1.8 % de fósforo no fitato no afectò la producción de huevo, peso del huevo y la eficiencia alimenticia; sin embargo en dietas con 0.1 y 0.45 de fosforo no fitato se disminuyeron dichos parámetros productivos. Además, la adición de alúminosilicatos mejoró la gravedad específica del huevo independiente al nivel de fósforo no fitato en la dieta.

Roland y Dorr 1988<sup>33</sup>, desarrollaron un estudio en el cual incluyeron un alúminosilicato de sodio comercial (0.0 y 0.75%), en dietas maíz+soya para gallinas de postura Leghorn. Los resultados indicaron que el alúminosilicato

incrementó el consumo calórico y la eficiencia alimenticia en 2%. Además la inclusión del alúminosilicato mejoró la gravedad específica del huevo.

En otro estudio realizado por Roland 1988<sup>33</sup> emplearon un alúminosilicato de sodio a dosis de 0.75 y 1.50% en dietas maíz- soya para gallinas Hyline W-36 y encontraron una mejor gravedad específica del huevo (de 1-3 unidades) al incluir 0.75% de alúminosilicato en la dieta, sin afectar la postura, consumo de alimento y peso del huevo.

Fethiere et al. 1990<sup>34</sup>, realizaron dos experimentos en gallinas Leghorn de 60 y 40 semanas de edad. En el experimento 1, se adicionó 0.0 y 0.75% de alúminosilicato de sodio a una dieta basal maíz+soya con 0.0, 0.05 y 0.13% de fósforo, estos investigadores encontraron una disminución en la producción de huevo y en el consumo de alimento cuando las dietas contenían el alúminosilicato. Sin embargo el alúminosilicato incrementó la gravedad específica del huevo pero disminuyó el peso del huevo. En el experimento 2, utilizaron dietas con 0.0, 0.13 y 0.35% de fósforo, donde incluyeron también 0 y 0.75 % de alúminosilicato. Los resultados obtenidos indicaron que la inclusión del alúminosilicato sobre la producción de huevo, consumo de alimento y peso de huevo se vieron afectados, sólo en los tratamientos con 0 y 0.13% de fósforo. Sin embargo, la gravedad específica del huevo, incrementó significativamente con la inclusión del alúminosilicato de sodio.

En una investigación realizada por Lee et al. 2012<sup>35</sup>, en gallinas de postura Lohmann durante 10 semanas, se evaluó en una dieta control a base de maíz-soya con y sin la inclusión de un alúminosilicato de sodio a una dosis de 2.27kg/ton de alimento, estos autores no encontraron efecto ( $P>0.05$ ) a la adición del alúminosilicato sobre los parámetros; porcentaje de postura, conversión alimenticia, peso corporal y ganancia de peso. Sin embargo, notaron diferencia ( $P<0.05$ ), en el consumo de alimento en las semanas 5 y 6, con un menor consumo en la dieta que contenía el alúminosilicato, no así en las otras semanas evaluadas.

En una revisión de literatura sobre el uso de zeolitas en dietas para aves realizada, por Shariatmadari 2008<sup>36</sup>, concluye que el empleo de zeolitas podría tener efectos adversos sobre el crecimiento y producción de huevo; sin embargo, este autor menciona que existen algunas evidencias respecto a los beneficios del uso de este alúminosilicato en dietas para aves tales como la eficiencia alimenticia, secuestrante de aflatoxinas, reductor de la humedad y olor de la cama.

Con estos antecedentes, se planteó la presente investigación, con la finalidad de investigar el empleo de un alúminosilicato de sodio a razón de 0, 3 y 5 kg por tonelada de alimento en dietas sorgo-soya con bajo contenido de micotoxinas (aflatoxinas  $< 10$  ppb), para gallinas Isa Babcock B-380 de segundo ciclo y su efecto en el rendimiento productivo, unidades Haugh y grosor del cascarón.

## **Micotoxinas**

Las micotoxinas son importantes por que causan trastornos biológicos indeseables en lo animales que la consumen. Los efectos de las micotoxinas pueden ser agudos como resultado de una ingestión de dosis altas o crónicas (2-4 ppm), como resultado de una exposición prolongada con niveles bajos (0.5-1 ppm). Cuca et al, 2009 <sup>2</sup>.

Las aflatoxinas de importancia en la avicultura, son metabolitos toxicos producidos por el hongo del género *Aspergillus* spp. Y constituyen una familia de catorce toxinas que ocupe en la naturaleza. De estas, la aflatoxina B<sub>1</sub> es las más importante debido a su mayor toxicidad, sin embargo, existen otras como la B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> y G<sub>2</sub> que también causan problemas, otro grupo de toxina del género *Fusarium* spp, como la Zearalenona (un metabolito estrogénico), Fumonicinas y Tricotecenos, Ochratoxina producida por *Aspergillus ochraceus*, la Citrinina producida por *Penicillium citrinum*, y otras micotoxinas producidas por el hongo *Claviseps* spp. Y otras de importancia en salud humana que son las toxinas producidas por el hongo *Stachybotrys* spp. Cuca et al, 2009 <sup>2</sup>.

*Hongos que producen micotoxinas in vitro. Cuca GM, et al 2009<sup>2</sup>.*

Hongo	Aflatoxinas			
Grupo Aspergillus	B1	B2	G1	G2
A. flavus	X	x	X	X
A. parasiticus	X	x	X	X
A. parasiticus var globosus	X	x	X	X
A. niger	X			
A. ochraceus	X			
Penicillium puberulum	X	x	X	X

Otras micotoxinas

Penicillium viridicatum	Ochratoxinas
Penicillium citrinum	Citrininas
Fusarium	Toxinas
Fusarium tricinctum	T-2 HT-2
Fusarium graminearum	Zearalenona
Fusarium moniliforme	Fumonisin

Este tipo de hongos empieza a infectar con porcentajes de humedad desde 13% en adelante, la presencia de aflatoxinas en productos agrícolas afecta económicamente al avicultor cuando se contaminan los alimentos significando



ganancias o pérdidas en los procesos de producción y comercialización agrícola. Cuca et al, 2009 <sup>2</sup>.

### **Secuestrantes**

Hay métodos para eliminar aflatoxinas, estos procesos deben inactivar, destruir o remover las micotoxinas no deben generar metabolitos o subproductos tóxicos, afectar la naturaleza nutricional ni las propiedades organolépticas del alimento, afectar las propiedades tecnológicas del producto y si fuera posible destruir las esporas de los hongos. Cuca et al, 2009 <sup>2</sup>.

Los investigadores están buscando métodos para proteger a las aves de las aflatoxinas y sus daños, desde hace algunos años se están utilizando materiales no nutritivos y adsorbentes para reducir la absorción de las aflatoxinas por el tubo gastrointestinal. Los productos que se están empleando son los alúminosilicatos, por ejemplo el de sodio y calcio que secuestran a la aflatoxina B1 *in vitro* formando un compuesto altamente estable. Cuca et al, 2009 <sup>2</sup>.

La adición de estos compuestos a dieta para aves en concentraciones de 0.2-0.5%, disminuyen significativamente los efectos adversos en ganancia de peso y en los cambios relativos del peso de hígado, riñón, molleja y bolsa de Fabricio. Cuca et al, 2009 <sup>2</sup>.

En algunos países para dar el registro de los adsorbentes, se debe especificar su composición química, su capacidad de adsorción *in vitro* o *in vivo*, demostrar su eficiencia para cada micotoxina, que estos sean inocuos, libres de contaminación microbiológica, de metales pesados, dioxinas y furanos. Cuca et al, 2009 <sup>2</sup> .

## **HIPÓTESIS**

La adición de 3 y 5 kg/tonelada de alimento de un alúminosilicato a base de filosilicatos en dietas con bajo contenido de micotoxinas (aflatoxinas < 10 ppb), para gallinas de postura Isa Babcock B-380 de segundo ciclo, mejora la calidad interna (unidades Haugh) y externa (grosor de cascarón) del huevo.

El empleo de 3 y 5 kg/tonelada de alimento de un alúminosilicato a base de filosilicatos-tectosilicatos en dietas con bajo contenido de micotoxinas (aflatoxinas < 10 ppb) para gallinas de postura Isa Babcock B-380 de segundo ciclo, no afecta los parámetros productivos.

## **OBJETIVOS**

Evaluar la calidad interna y externa del huevo en gallinas Isa Babcock B-380 de segundo ciclo, al suministrar 3 y 5 kg/tonelada de alimento de un alúminosilicato a base de filosilicatos-tectosilicatos.

Medir el efecto de la adición de un alúminosilicato a razón de 3 y 5 kg/tonelada en dietas con bajo contenido de micotoxinas (aflatoxinas < 10 ppb) para gallinas de postura Isa Babcock B-380 de segundo ciclo, sobre los parámetros productivos.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

El presente trabajo se lleva a cabo en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. Se localiza en Santiago Zapotitlán, delegación Tlahuac, D.F., a una altitud de 2250 m s n m, entre los paralelos 19° 17' latitud norte y los meridianos 99° 02' 33" longitud oeste, bajo un clima templado subhúmedo, con bajo grado de humedad; ( C (wo) (w) ). Enero es el mes más frío y Mayo el mes con mayor calor, con una temperatura media anual de 16° C y una precipitación pluvial media de 600 a 800 mm<sup>37</sup>.

El presente estudio se realizó en una caseta convencional con jaulas en pirámide de dos pisos, donde se alojaron 144 gallinas de 43 semanas de edad de la línea Isa Babcock B-380, las cuales fueron distribuidas en 3 tratamientos con 4 repeticiones de 12 aves cada una. Se elaboró una dieta basal sorgo+soya (con niveles de aflatoxinas menores a 10 ppb), que cubria ampliamente las recomendaciones y necesidades de nutrientes del NRC 1994<sup>31</sup>, tal como se puede observar en el Cuadro 1.

Los tratamientos consistieron de la siguiente manera:

- 1.- Dieta testigo sin adición de alúminosilicato
- 2.- Como 1 + 3 Kg alúminosilicato/ton
- 3.- Como 1 + 5 Kg alúminosilicato/ton

El alimento y el agua se proporcionaron *ad libitum*; la duración del experimento fue de 10 semanas; cada semana, se resumieron los datos de porcentaje de postura, peso promedio del huevo, consumo de alimento ave/día y conversión alimenticia. El alúminosilicato que se utilizó en la dieta contenía, Filosilicato y Tectosilicatos tal como se muestra en el Cuadro 2.

A las 5 y 10 semanas de experimentación, se midió la calidad interna (Unidades Haugh) y externa del huevo (grosor del cascarón). La calidad interna del huevo, se realizó seleccionando al azar 30 huevos tratamiento (10 huevos por réplica), para lo cual se emplearon huevos de no más de 12 horas de haber sido ovopositados, este procedimiento incluyó el pesaje del huevo individual, se abrió y extendió sobre una charola con fondo plano, de superficie lisa y plana para determinar la altura de la albúmina densa con un calibrador trípode marca AMES. Posteriormente, con los datos de peso y altura de albúmina del huevo, se procedió a obtener las unidades Haugh señalados por Quintana 2011<sup>7</sup>.

La calidad externa del huevo, se realizó mediante el uso de un vernier electrónico industrial (KAISER), calibrado en pulgadas y milímetros, se tomó como referencia en las muestras; la zona del ecuador del cascarón, sin retirar las membranas del cascarón utilizando también 10 huevos por réplica.

Los datos de las variables en estudio, se analizaron mediante un análisis de varianza de acuerdo al modelo empleado, cuando hubo diferencia estadística

entre tratamientos ( $P < 0.05$ ), se empleó la prueba de Tukey para la comparación de medias y además se realizó un análisis de regresión lineal<sup>38</sup>.

$$UH = 100 \log ( H - 1.7 ( p \times 0.37) + 7.6 )$$

UH = Unidades Haugh

H = altura de albúmina en mm

p = peso del huevo en gramos

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos en 10 semanas de experimentación de los parámetros productivos, se pueden apreciar en el Cuadro 3. En porcentaje de postura, peso promedio de huevo, masa de huevo por día gr/ave, consumo de alimento por ave/día y conversión alimenticia no se encontraron diferencias ( $P>0.05$ ) entre tratamientos, notándose resultados muy parecidos en las variables mencionadas anteriormente.

Los datos promedio para unidades Haugh y grosor de cascarón, se enlistan en el Cuadro 4. Se puede observar que no existió diferencia estadística ( $P>0.05$ ) entre tratamientos, para la variable unidades Haugh. Sin embargo, para grosor de cascarón hubo diferencia ( $P< 0.01$ ) entre tratamientos, con efecto lineal a la adición de alúminosilicato tal como se muestra con la siguiente ecuación:

$Y=0.302 + 0.0106 X$ , la cual indica que por cada nivel de inclusión aumentó el grosor del cascarón en **0.0318mm**.

En el Cuadro 4, se puede apreciar claramente que el grosor del cascarón, se fue incrementando conforme se aumentó la cantidad de secuestrante adicionado en la dieta (0, 3 y 5 kg/ ton).



## DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio para porcentaje de postura, peso del huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia y masa de huevo no fueron afectados cuando se incluyó el alúminosilicato en 3 y 5 Kg por tonelada de alimento con bajo nivel de micotoxinas, estos resultados coinciden con los obtenidos por algunos investigadores quienes al incluir el alúminosilicato en la dieta con contenido bajo de micotoxinas no afectaron la mayoría de los parámetros productivos en gallinas de postura<sup>32,33,35</sup>. Sin embargo, en algunas variables productivas, en un estudio se encontró efecto negativo a la adición del alúminosilicato en la dieta; Fethiere et al 1990<sup>34</sup>, indicaron que la inclusión de 7.5kg/ton de alúminosilicato afectó el porcentaje de postura, consumo de alimento y el peso del huevo, éste efecto negativo puede ser explicado debido a que la zeolita está en forma de red y presenta cavidades, ventanas y túneles donde quedan atrapados iones como el sodio, potasio y sobre todo el calcio, mineral componente de la cáscara; además, se ha comprobado que la zeolita presenta una abertura del poro en promedio de 4.2 Å y se puede incrementar hasta 5 Å, lo que permite una deshidratación reversible donde las tres cavidades de la zeolita (cavidad sodalita, la gran cavidad y el prisma hexagonal), captan los iones de calcio en los sitios I y II, esto explica la estabilidad y el comportamiento fisicoquímico de la zeolita de tal forma que permite la difusión rápida de ciertas moléculas e impiden el paso de otras (nutrientes), por lo que la zeolita es selectiva para iones y no necesariamente para nutrientes como aminoácidos, lípidos, algunos minerales y sobre todo para micotoxinas, que en el presente estudio no fue el caso .

Por otra parte, en un estudio realizado por Lee et al 2012<sup>35</sup>, observaron que al utilizar 2.27 Kg de alúminosilicato de sodio por tonelada de alimento, en dietas maíz-soya para gallinas de postura se afectó el consumo de alimento únicamente a la mitad del periodo de investigación, sin embargo, al inicio y al final del experimento no se encontraron diferencias en el consumo, lo que

indica que existieron otros factores que alteraron el consumo y no necesariamente por el alúminosilicato.

En cuanto a los resultados de grosor de cascarón en esta investigación se incrementó conforme, se aumentó la adición del alúminosilicato en la dieta, estos datos coinciden con varios investigadores, quienes han demostrado que el empleo de alúminosilicatos de sodio en diferentes niveles de inclusión señalados por cada autor, han encontrado un aumento en el grosor del cascarón<sup>32,33,35</sup>. Estos mejores resultados en el grosor de cascarón, se atribuyen a que el alúminosilicato a nivel del lumen intestinal, mejora la absorción del calcio y fósforo con lo cual existe un mayor depósito de estos minerales en el cascarón<sup>36</sup>.

Por último, las unidades Haugh no se vieron afectadas al incluir 3 y 5 Kg de alúminosilicato en la dieta. Sin embargo, esta variable no ha sido reportada por los autores citados, por lo que no se puede comparar los resultados obtenidos en la presente investigación.

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente estudio se puede inferir, que el empleo de 3 y 5 kg por tonelada en dietas sorgo-soya con bajo contenido en micotoxinas (aflatoxinas < 10ppb), en gallinas de segundo ciclo Isa Babcock B-380 durante 10 semanas de experimentación:

1. No afectó el comportamiento productivo ( porcentaje de postura, peso del huevo, masa de huevo, consumo de alimento y conversión alimenticia)
2. Mejoró la calidad externa del huevo (grosor del cascarón), incrementándose linealmente con la adición del alúminosilicato a razón de 3 y 5 kg/tonelada de alimento.
3. No se encontraron cambios en la calidad interna del huevo (Unidades Haugh).

## LITERATURA CITADA.

- 1.- UNIÓN NACIONAL DE AVICULTORES: Compendio de Indicadores económicos del sector avícola. Dirección de estudios Económicos 2013. UNA
- 2.- CUCA GM, AVILA GE Y PRO, MA. Alimentación de las aves. Dirección del patronato universitario. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chapingo, 8ª ed. México 2009.
- 3.- NAVARRO GHA. Realidades sobre el valor nutrimental del huevo, Asociación Americana de la Soya. Memorias ( 13 de Junio de 1997 ) México, D.F.1997.
- 4.- ESQUIVEL PJ. Huevo para plato. Memorias del curso: Temas de producción Avícola e Industrial de alimentos balanceados. Asociación de Especialistas en Ciencias Avícolas ( ANECA ) 1998:51-53.
- 5.- CASTELLÓ LJA, PONTES PM, FRANCO FG. Producción de huevo. Real Escuela de Avicultura, Caixa, Barcelona; 1ª ed. España 1989:250-253.
- 6.- LEACH RM. Biochemistry of organic matrix of eggshell. Poult Sci, 1982;61:2040-2047.
- 7.- QUINTANA, JA Avitecnia: Manejo de las aves domesticas más comunes. 4ª ed, Editorial Trillas México 206-220, 2011.
- 8.- FROST TJ, ROLAND DA. Untamale GG. Influence of vitaminD<sub>3</sub> 1-alfa hidroxyvitamin D<sub>3</sub> and 1,25 dihidroxyvitamin D<sub>3</sub> on eggshell quality, tibia strength and varius production parameter in commercial laying hens. Poult Sci, 1990;69:2008-2016.
- 9.- KUBENA LF, HARVEY RB, HUFFWE AND CORNER DE. Efficacy of a hidrated- sodium calcium aluminosilicate to reduce the toxicity of aflatoxin and T-2- toxin. Poult Sci 1990;69:1078-1086.
- 10.- HARVEY R, KUBENA L, ELISSALDE M, PHILLIPS T. Eficacy of zeolitic compounds on the toxyciti of aflatoxin to growing broiler chickens, Avian Dis 1993;37:67-73.

- 11.- BOSCH P AND SCHIFTER I. La zeolita:Una piedra que hierva la ciencia para todos/55 ed. SEP, Fondo de Cultura Económica, CONACYT, 2ª ed. 1997.
- 12.- CHUNG TK, ERDMAN JW AND BAKER DH. Hydrated Sodium Aluminosilicate: Effects on zinc, manganese, vit A and riboflavin utilization. Poult Sci 1990;69:1364-1370.
- 13.- MICHAEL AE AND HARDY ME Jr. Comparision of the effects of synthetic and natural zeolite on laying hen and broiler chickens performance. Poult Sci 70:2115-2130. 1991.
- 14.-DE BLAS C Y MATEOS GG. Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras. Ediciones Mundi- prensa- Aedos. Coedición del Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación. Madrid, España 1991.
- 15.-PHILLIPS TD. Novel approaches to detection and detoxification of mycotoxins: recent development in the study of mycotoxins. Kaiser Chemicals 1987;2:178-181.
- 16.-WASHBURN WK. Incidence, cause and prevention of eggshell brekage in comercial production. Poult Sci 1982;61:2005-2012.
- 17.-BUXADE C. editorial Mundi –prensa –Aedos- INRA, Madrid, España 1993.
- 18.-KOELKEBECK KW, HARRISON PC AND PARSONS CM. Carbonated drinking wáter of improvement of eggshell quality of layings hens during summertime months. Appl Poult Res. 1994;1:194-199.
- 19.-KIENHOLZ EW, MORENG RE AND FLICHUM JD. Zinc, metionina for stressed laying hens. Poult Sci 1992;71:829-832.
- 20.-PARSONS AH. Structure of eggshell. Poult Sci 1982;61: 2013-2021.
- 21.-GANONG WF. Fisiología médica 13a. ed. Manual Moderno, México 1992.
- 22.-STURKIE, P. D. . Fisiología Aviar. ed. Acribia- Zaragoza, España, 1987.
- 23.-BARBOSA JE. La gravedad específica del huevo por el método de Arquímedes en la detección de factores que reducen la calidad del cascarón de un huevo incubable. III Jornada médico avícola. Departamento de producción animal aves, FMVZ, UNAM México D.F., 1992.
- 24.-MARTÍNEZ MA. Estrés calórico 2ª. parte. Avances en medicina veterinaria. Estrés calórico en aves. Julio de 1993.

- 25.-HAMILTON RMG. Methods and factors that affect the measurement of eggshell quality. *Poult Sci* 1982;61:2022-2039.
- 26.-GARLICH, J.D. :SIMPOSIUM. Eggshell quality, *Poultry science* 61:2004 1982.
- 27.-NORTH OM. Commercial chicken Production Manual, third ed. Avi. Publishing company inc. WestportConnecticut, 1984.
- 28.-HARMS HR. The influence of nutrition on eggshell quality part 1, calcium feedstuffs 1982;3:
- 29.-COLE DJA AND HARESING W. Recent developments in poultry nutrition. First published anchor press. LTD, Great Britain, 1989.
- 25-27.
- 30.-CURTIS PA, GARDER FA AND MELLOR DB. Comparison of select quality and compositional characteristics of brown and white eggshell, *Shell quality. Poult Sci* 1985;64:297-301.
- 31.-NATIONAL RESEARCH COUNCIL (Nutrients Requirements of Poultry) National Academy Press, Washington D.C., 1994:3-15.
- 32.-MOSHTAGIAN RW, PARSONS CM, LEEPER PC, HARRISON AND KOELKEBECK KW. Effect of sodium aluminosilicate on phosphorus utilization by chickens and laying hens. *Poult Sci* 1991;70:955-962.
- 33.-DAVID A, ROLAND SR, DORR PE. Beneficial effect of synthetic sodium aluminosilicate of feed efficiency and performance of commercial leghorns. *Poult Sci* 1989;68:1241-1245.
- 34.-FETHIERE R, MICEL RD AND HARMS RH. Influence of synthetic sodium aluminosilicate on laying hens fed different phosphorus levels. *Poult Sci* 1990;69:2155-2198.
- 35.-LEE JT, JESSEN KA, BELTRAN R, STARKL V, SCHATZMAYR G, BORUTOVA R AND XCALDWELL DJ. Effect of mycotoxin contaminated diets and deactivating compound in laying hens: 2 effects on white shell egg quality and characteristics. *Poult Sci* 2012;91:2096-2104.
- 36.-SHARIATMADARI F. The application of zeolite in Poultry production. *World Poult Sci* 2008;64:76-84.

37.-INEGI. Tláhuac: Cuaderno de Información Básica Delegacional. INEGI, México D.F., 1992.

38.-STEEL RGD AND TORRIE JH. Bioestadística, principios y procedimientos 2ª ed. (1ª en español) Mc. Graw- Hill , México, D.F. 1998.

Cuadro 1. Composición de la dieta basal para gallinas de postura de 2° ciclo.

<b>Ingredientes</b>	<b>Kg</b>
Sorgo	549.685
Pasta de Soya	254.757
Carbonato de calcio	97.313
Aceite Vegetal	70.474
Ortofosfato de Calcio	13.239
Sal	3.706
Gluten de Maíz	2.645
Premezcla de Vitaminas *	2.500
DL- metionina	1.331
Premezcla de Minerales **	1.200
Avired (pigmento rojo) 5g/Kg	1.000
Avelut liquido (pigmento amarillo) 30g/Kg	0.500
Olaquindox 10 (Promotor de crecimiento)	0.500
Luctamold (Antimicótico)	0.500
Cloruro de colina 60%	0.500
Antioxidante	0.150
Total	1000

<b>Nutriente</b>	<b>Análisis calculado</b>
Proteína cruda %	15.00
Energía Metabolizable aves Kcal/Kg	2750
Lisina %	0.69
Met+cist %	0.58
Calcio total %	3.5
Fosforo disponible %	0.30

\*Proporciona por Kg. Vitamina A, 12 000 000 UI; Vitamina D<sub>3</sub> 2 500 000 UI; Vitamina E, 15 000 UI; Vitamina K<sub>3</sub> 2.0 g; Vitamina B<sub>1</sub> , 2.25 g, Vitamina B<sub>2</sub> 7.5g, B<sub>12</sub> 20 mg. Piridoxina, 3.5 g; Pantotenato de calcio, 12.5 g; Niacina, 45 gr, Biotina, 125 mg; Cloruro de colina, 250 g; Ácido fólico, 1.5 g.

\*\* Proporciona por kg. Selenio, 200 mg; Cobalto, 0.20g; Yodo, 0.30 g; Cobre, 12 g; Zinc, 50 g; Hierro, 50 g; Manganeso, 110 g; Excipiente cbp, 1000 g.



Cuadro 2. Contenido de compuestos químicos en el alúminosilicato utilizado en la dieta.

<b>Compuesto</b>	<b>g.</b>
Óxido de silicio (SiO <sub>2</sub> )	430
Óxido de Aluminio (AlO <sub>3</sub> )	120
Óxido de calcio (CaO)	5
Óxido de Magnesio (MgO)	6
Óxido Ferrico (FeO)	10
Óxido de Potasio (CaO)	75
Óxido de Sodio (NaO)	10
PxC (Pérdidas por combustión )	344
Total	1000

Cuadro 3. Datos promedio obtenidos en gallinas de postura de segundo ciclo, comportamiento productivo (70 días de experimentación )

<b>Tratamiento</b>	<b>1. Testigo</b>	<b>2. Como1+3 Kg</b>	<b>3. Como1+5Kg</b>
Porcentaje de postura	81.4	81.6	79.3
Peso promedio del huevo g.	63.4	64.7	65.0
Consumo/ave/día g.	99.6	102.9	100.1
Conversión alimenticia Kg/Kg.	1.97	2.04	1.99
Masa de huevo/ave/día g.	44.4	45.4	44.0
Porcentaje de mortalidad	4.16	4.16	2.08

No se encontró diferencia significativa entre tratamientos ( $P > 0.05$ )

Cuadro 4. Resultados de unidades Haugh y Grosor de cascarón en gallinas de 2° ciclo Isa Babcock B-380

Tratamiento	Unidades Haugh	Grosor de cascarón (mm)
1. Testigo	93.8 a	0.305 a
2. Como 1 +3Kg/ton	95.5 a	0.325 b
3. Como 1+5Kg7ton	95.9 a	0.360 c

Valores con distinta letra son diferentes (P<0.01)

$$Y = 0.302 + 0.0106 X \text{ (Cantidad de alúminosilicato en la dieta)}$$

$$R^2 = 0.41$$

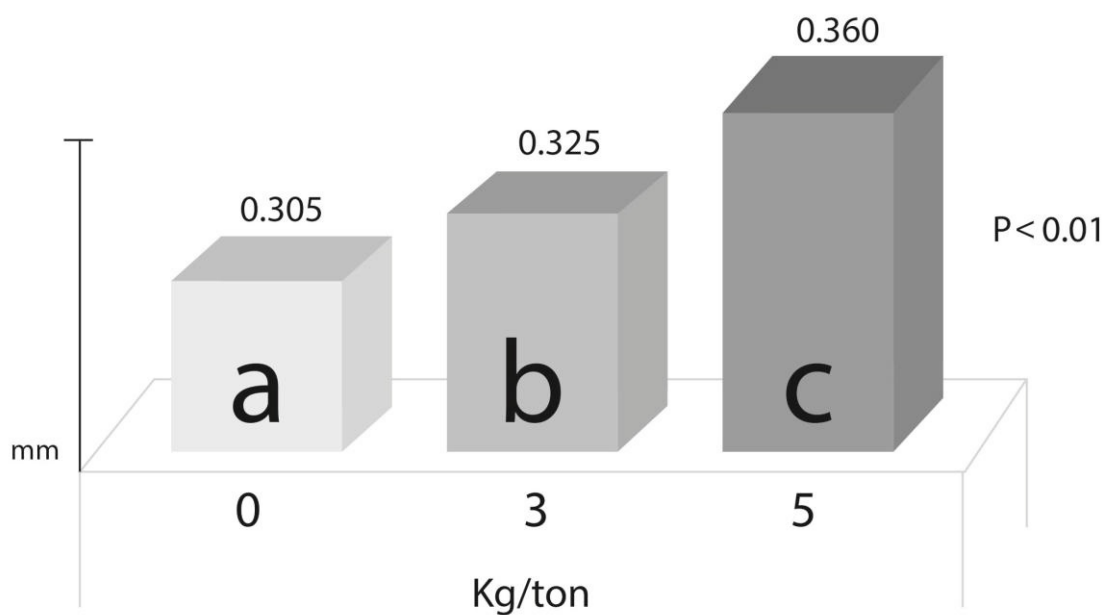


Figura 4. Grosor de cascarón en gallinas de 2° ciclo alimentadas con alúminosilicato (mm)