



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

GANADERÍA

VALIDACIÓN DE LOS NIVELES ÓPTIMOS BIOLÓGICOS DE CALCIO Y FÓSFORO EN GALLINAS LEGHORN BLANCAS EN POSTURA

DIANA ANGÉLICA GUTIÉRREZ ARENAS

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2008

La presente tesis, titulada: **Validación de los niveles óptimos biológicos de calcio y fósforo en gallinas leghorn blancas en postura**, realizada por la alumna: **Diana Angélica Gutiérrez Arenas**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERÍA


CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO: 
DR. JUÁN MANUEL CÚCA GARCÍA

ASESOR: 
DR. MARIANO GONZÁLEZ ALCORTA

ASESOR: 
DR. ARTURO PRO MARTÍNEZ

ASESOR: 
DR. CARLOS M. BECERRIL PÉREZ

ASESOR: 
DR. JOSÉ LUIS FIGUEROA VELASCO

RESUMEN

VALIDACIÓN DE LOS NIVELES ÓPTIMOS BIOLÓGICOS DE CALCIO Y FÓSFORO EN GALLINAS LEGHORN BLANCAS EN POSTURA

Diana Angélica Gutiérrez Arenas, MC.

Colegio de Postgraduados, 2008.

La información relacionada con la cantidad de calcio y fósforo en la dieta para obtener mejor producción de huevo y calidad del cascarón durante un ciclo de postura es escasa. Por tal motivo, se realizó un experimento para validar los niveles óptimos biológicos (NOB) de Ca y Pd en gallinas durante el primer ciclo. Se utilizaron 300 gallinas Leghorn Hy-line W36 de 17 semanas de edad. Se evaluaron cinco tratamientos (nivel de Ca y Pd en la dieta): T1, 4.34 y 0.18%; T2, 4.34 y 0.23%; T3, 4.62 y 0.18%; T4, 4.62 y 0.23% y T5, 3.25 y 0.25, testigo, y fueron asignados al azar a seis repeticiones de 10 gallinas cada una. El experimento duró 48 semanas divididas en seis periodos de ocho semanas. Se midió consumo de alimento (CAL), consumo de Ca (CCa), y Pd (CPd), número de huevos (NH), masa de huevo (MH), conversión alimenticia (CA), peso del huevo (PH), gravedad específica (GE) y porcentaje de cascarón (PC). En CAL, NH, MH, CA y PH, no hubo diferencias entre tratamientos ($p > 0.05$). Se observó mayor CCa ($p \leq 0.05$) en las gallinas de T3 y T4 (4.79 y 4.80 g ave⁻¹ d⁻¹); en cuanto a CPd, las gallinas del T5 consumieron más ($p \leq 0.05$) que el resto (0.258 g ave⁻¹ d⁻¹). Para GE, con T3 y T4 hubo mejores resultados ($p \leq 0.05$). Se observaron diferencias en PC entre tratamientos ($p \leq 0.05$) en T2, T3 y T4. Se concluye que las concentraciones de Ca y Pd sugeridas por el NRC (1994) son suficientes para obtener buena producción de huevo. Sin embargo, T3 y T4 maximizan la gravedad específica y el porcentaje de cascarón y son iguales a las concentraciones sugeridas por Castillo *et al.* (2004) y Valdés-Narváez *et al.* (2006), pero diferentes a los requerimientos de Ca y Pd, sugeridos por el NRC (1994).

Palabras clave: Necesidades de Ca y Pd, Calidad de cascarón, Niveles óptimos biológicos.

ABSTRACT

VALIDATION OF THE BIOLOGICAL OPTIMUM LEVELS OF CALCIUM AND PHOSPHORUS IN WHITE LEGHORN LAYING HENS

Diana Angélica Gutiérrez Arenas, MC.

Colegio de Postgraduados, 2008.

There is little information related to the quantity of calcium and phosphorus in the diet to obtain better production of egg and quality of the shell during a cycle of laying. For such a motive, an experiment was conducted to validate the biological optimum levels of Ca (NOB) and available phosphorus in hens of the first cycle. Three hundred Leghorn Hy-line W36 hens from 17 weeks of life were used. Were evaluated five treatments (level of Ca and Pd in the diet): T1, 4.34 and 0.18%; T2, 4.34 and 0.23%; T3, 4.62 and 0.18%; T4, 4.62 and 0.23% y T5, 3.25 and 0.25%, control, and they were distributed to six replicates of 10 hens each. The experiment lasted 48 weeks divided in six periods of eight weeks. The analyzed variables were: feed intake (CAL), Ca intake (CCa), and Pd (CPd), number of eggs (NH), egg mass (MH), feed conversion (CA), egg weight (PH), specific gravity (GE) and percentage of shell (PC). There were not differences for CAL, NH, MH, CA and PH, between treatments ($p > 0.05$). A higher CCa ($p \leq 0.05$) was observed in the hens that consumed T3 and T4 (4.79 and $4.80 \text{ g bird}^{-1} \text{ d}^{-1}$); for CPd, the hens of the T5 consumed more ($p \leq 0.05$) that the others ($0.258 \text{ g bird}^{-1} \text{ d}^{-1}$). For GE, T3 and T4 had a better result ($p \leq 0.05$). There were differences between treatments in PC ($p \leq 0.05$). It is concluded that the levels of Ca and Pd suggested by the NRC (1994) are sufficient to obtain good egg production. Nevertheless, T3 and T4 maximize the specific gravity and the percentage of shell and are equal to the concentrations suggested by Castillo *et al.* (2004) and Valdés-Narváez *et al.* (2006), but they were different from the requirements of Ca and Pd, suggested by the NRC (1994).

Key words: Requirements of Ca and Pd, Quality of shell, optimum biological levels.

DEDICATORIA

DIOS, estoy segura de que esta es una de las tantas cosas bellas que tenías pensado para mí, al inicio de mi creación ¡¡¡Eternamente Gracias!!!

SARAH y SERVANDO, su presencia ha sido y será siempre el motivo más grande que me impulse para lograr mis metas, gracias por su amor, compañía, comprensión y tolerancia. ¡LOS AMO!

CRUZ y EULOGIO, sabiendo que jamás existirá una forma de agradecer una vida de lucha, sacrificio y esfuerzo constantes, quiero que sientan que la meta lograda también es de ustedes y la fuerza que me ayudo a conseguirla fue su apoyo.

ARELI, las enseñanzas no siempre son de personas mayores, y yo soy un ejemplo de alguien que admira tu sentido de responsabilidad y constancia. Te quiero mucho hermanita.

ARMANDO, TITA y VALENTINA, la familia es cada vez más grande así como el orgullo que siento por todos ustedes, gracias por su sacrificio en algún tiempo incomprendido, por su amor y por el BENDITO ÁNGEL que ésta y seguirá a nuestro lado por hoy y por muchos años más.

FAMILIA ARENAS Y FAMILIA REYES, como una pequeña muestra de agradecimiento y por todos los momentos que hemos compartido juntos.

ANABEL, TANIA, DELIA, LAURA, NACHO, porque son de esa clase de amigos que nunca se olvidan, que todo lo comprenden y dan lo mejor de sí mismos sin esperar nada a cambio, porque saben escuchar y brindar ayuda cuando es necesario, porque se han ganado el cariño, admiración y respeto de todos los que los conocen. Los quiero mucho.

Diana

AGRADECIMIENTOS

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo en el financiamiento de mis estudios de postgrado y de la presente investigación a través de los fondos del proyecto 38286-B.

Colegio de Postgraduados, Programa de Ganadería por haberme formado como Maestra en Ciencias y por haberme brindado las mejores condiciones para cumplir esta meta.

Mi alma mater **Universidad Autónoma Chapingo**, por que es parte importante de mi vida personal y profesional.

Dr. Manuel Cuca García, sus enseñanzas y estímulos recibidos a través de estos años han cambiado mi actitud, actuando con responsabilidad en proyectos importantes de mi vida.

Dr. Arturo Pro Martínez, su apoyo, aliento y estímulos posibilitaron la conquista de esta meta.

Dr. Carlos M. Becerril Pérez, por su apoyo brindado a través de éste proyecto y con la promesa de seguir adelante.

Dr. Mariano González Alcorta y Dr. José Luis Figueroa Velasco, quiero expresarles un profundo agradecimiento por sus sabios consejos y contribuciones a este estudio.

Dr. Jaime Gallegos Sánchez, sus consejos al término de mi carrera profesional, marcaron la pauta de mi ingreso en el mundo de la ciencia, por lo que éste logro será siempre agradecido.

A la Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla, en especial al **Ing. Alberto Jiménez Merino**, **MVZ Miguel Ángel Estrada Calderón** y **Lic. Luís Raúl Rodríguez Peña**, por permitirme colaborar con ustedes, por los espacios tomados de mi vida laboral para la conclusión de este documento y por el apoyo financiero para la presentación del presente estudio en ALPA Perú, 2007.

A las personas que contribuyeron de alguna u otra manera con esta investigación, “este estudio es fruto del trabajo de todos ustedes”.

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. Situación actual de la producción de huevo en México	2
2.2. Fisiología reproductiva de la gallina.....	4
2.3. Metabolismo del calcio y fósforo.....	5
2.4. Formación del huevo	6
2.4.1. Mecanismo de la formación del huevo y del cascarón	6
2.5. Importancia del calcio en gallinas ponedoras	8
2.6. Importancia del fósforo en gallinas ponedoras	8
2.7. Relación calcio y fósforo en gallinas de postura	9
2.8. Investigaciones relacionadas con las necesidades de calcio y fósforo en gallinas ponedoras.....	9
3. PROBLEMÁTICA, OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	14
3.1. Problemática	14
3.2. Objetivos.....	14
3.3. Hipótesis	15
4. MATERIALES Y MÉTODOS	15
4.1. Localización	15
4.2. Fase experimental y manejo de los animales	15
4.3. Dietas experimentales	16
4.4. Características estudiadas.....	17
4.4.1. Características productivas	17
4.4.2. Características de calidad del cascarón.....	19
4.5. Análisis estadístico	19
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
5.1. Características productivas.....	20
5.1.1. Consumo de alimento.....	20
5.1.2. Consumo de calcio	21

5.1.3. Consumo de fósforo disponible aparente	23
5.1.4. Número de huevos	24
5.1.5. Masa de huevo	24
5.1.6. Conversión alimenticia	25
5.1.7. Peso individual del huevo	26
5.2. Características de calidad de cascarón	27
5.2.1. Gravedad específica.....	27
5.2.2. Porcentaje de cascarón.....	28
6. CONCLUSIONES	29
7. LITERATURA CITADA.....	30
8. ANEXOS	36
8.1. Resultados del análisis de varianza de las características, considerando periodos, etapas y análisis total.....	36

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Figura 1.	Participación de la avicultura en la producción pecuaria.....	3
Figura 2.	Principales países productores de huevo.....	3
Figura 3.	Estructura del huevo de gallina (Buxadé, 1987).....	6
Cuadro 1.	Composición y análisis nutrimental de las dietas experimentales.	17
Cuadro 2.	Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y la edad de las gallinas Hy-line W36 en el consumo de alimento ($\text{g ave}^{-1} \text{d}^{-1}$).	21
Cuadro 3.	Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y la edad de las gallinas Hy-line W36 en el consumo de calcio ($\text{g ave}^{-1} \text{d}^{-1}$).	22
Cuadro 4.	Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y la edad de las gallinas Hy-line W36 en el consumo de fósforo disponible aparente ($\text{g ave}^{-1} \text{d}^{-1}$).	23
Cuadro 5.	Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y la edad de las gallinas Hy-line W36 en el número de huevos ($\text{huevos ave}^{-1} \text{d}^{-1}$).	24
Cuadro 6.	Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y la edad de las gallinas Hy-line W36 en la masa de huevo.	25
Cuadro 7.	Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y la edad de las gallinas Hy-line W36 en la conversión alimenticia.	26
Cuadro 8.	Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y la edad de las gallinas Hy-line W36 en el peso individual del huevo (g).	27
Cuadro 9.	Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y la edad de las gallinas Hy-line W36 en la gravedad específica.	28

Cuadro 10. Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y la edad de las gallinas Hy-line W36 en el porcentaje de cascarón.	29
Cuadro 1A. Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y edad de gallinas Hy-line W36 en el consumo de calcio ($\text{g ave}^{-1} \text{d}^{-1}$).	36
Cuadro 2A. Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y edad de gallinas Hy-line W36 en el consumo de fósforo disponible aparente ($\text{g ave}^{-1} \text{d}^{-1}$).	37
Cuadro 3A. Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y edad de gallinas Hy-line W36 en el número de huevos ($\text{huevos ave}^{-1} \text{d}^{-1}$).	38
Cuadro 4A. Respuesta diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y edad de gallinas Hy-line W36 en la masa de huevo.	39
Cuadro 5A. Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y edad de gallinas Hy-line W36 en el consumo de alimento ($\text{g ave}^{-1} \text{d}^{-1}$).	40
Cuadro 6A. Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y edad de gallinas Hy-line W36 en la conversión alimenticia.	41
Cuadro 7A. Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y edad de gallinas Hy-line W36 en el peso individual del huevo (g).	42
Cuadro 8A. Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y edad de gallinas Hy-line W36 en la gravedad específica.	43
Cuadro 9A. Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y edad de gallinas Hy-line W36 en el porcentaje de cascarón (%).	44

1. INTRODUCCIÓN

La industria avícola juega un papel importante en la conversión de granos y pastas de oleaginosas en huevos y carne, lo que constituye una fuente importante para satisfacer la demanda de proteínas de poblaciones en constante aumento. Según la Unión Nacional de Avicultores (UNA), el consumo per cápita del huevo en México es de 21.6 k/hab, estimado al cierre del 2007, cifra por demás relevante si se considera que en el país existen más de 100 millones de personas. El consumo per cápita de huevo en México es mayor que en China seguida por Japón, Estados Unidos y la Unión Europea, como los países que encabezan la lista mundial en el consumo del huevo. Indicadores económicos de la UNA (UNA, 2008), indican que la preferencia del consumidor por productos avícolas como el huevo y el pollo han propiciado que 63.2% de la población incluya en su dieta productos de origen avícola.

La calidad del cascarón es de gran importancia en la producción de huevo (Bernardi, 2000). Una reducción severa en la calidad del cascarón se convierte en un problema serio para la industria, por lo que la disminución de la calidad de este se refleja en una alta cantidad de huevos rotos durante la producción y el procesamiento (Elaroussi *et al.* 1994). El productor se afecta económicamente ya que no puede vender éstos huevos como de primera calidad y la presencia de quebraduras incrementa el riesgo de contaminación bacterial del huevo dañado y de los otros huevos cuando gotean, creando problemas con la calidad interna y externa y la seguridad alimenticia (Mertens *et al.* 2006). Son varios factores los que determinan la calidad del cascarón: fisiología inherente del ave, comportamiento, edad, tipo de alimentación, método de recolección del huevo, equipo utilizado, estirpe genética, condiciones ambientales y las características propias de la estructura del huevo (Washburn, 1982). Con la selección se han buscado gallinas más productivas y con menores requerimientos para mantenimiento; ésta mejora genética ha permitido hoy en día incrementar el peso del huevo, no así la calidad del cascarón (Anderson *et al.* 2004).

Algunos estudios que se realizaron de 1990 a la fecha, indican que después del 3% de Ca en la dieta las mejoras en producción de huevo no son significativas, pero si mejoran la calidad del cascarón (Zapata y Gernat, 1995; Keshavarz, 1996; Scott *et al.* 1999; Bar *et al.* 2002; Ahmad *et al.* 2003; Castillo *et al.* 2004). Bar *et al.* (2002) apuntan a que la concentración de calcio en la dieta debe ser mayor a la sugerida por el NRC (2004) quién sugiere un requerimiento de Ca de 3.25% para gallinas ponedoras con un CAL de 100 g ave⁻¹ d⁻¹. En relación al P, algunos estudios indican que las necesidades se encuentran entre 0.13 y 0.30% de Pd (Said *et al.* 1984; Snow *et al.* 2004). El NRC (1994) sugiere 0.25% de Pd pero algunas empresas comerciales de estirpes de gallinas como Leghorn Hy-Line W-36 proponen cantidades mayores de P para asegurar un aporte adecuado de este mineral (Anónimo, 2001). Valdés-Narváez *et al.* (2006) reportan niveles óptimos biológicos (NOB): 0.18% de Pd para maximizar la producción de huevo y 0.23% para gravedad específica (GE), 0.23 %. Además, Castillo *et al.* (2004) indicaron 4.34% de Ca como NOB para masa de huevo (MH) y 4.62 % para GE. Por tanto, el objetivo de esta investigación fue validar los resultados de Valdés-Narváez *et al.* (2006) y Castillo *et al.* (2004) y compararlos con los sugeridos por el NRC (1994) durante un ciclo completo de producción.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Situación actual de la producción de huevo en México

La industria avícola mexicana ha logrado consolidarse a lo largo de los años como la actividad pecuaria más importante de México. Su crecimiento y desarrollo se han fundamentado en el esfuerzo de los avicultores mexicanos, quienes han procurado mantener una industria fuerte y vanguardista en todos los niveles productivos, y como parte de su fortaleza, la UNA (2008) reporta un ritmo de crecimiento anual de 5.2% y 3.5% para la producción de pollo y huevo, respectivamente, con una participación en la actividad pecuaria del orden del 63.24% (Figura 1).

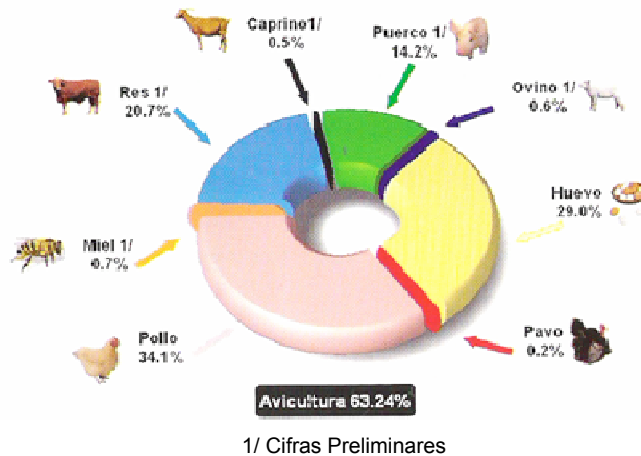


Figura 1. Participación de la avicultura en la producción pecuaria (UNA, 2008).

Este incremento en la producción se da debido al consumo de huevo y a que éste es un alimento de alta calidad y bajo costo. Según la UNA (2008), esto ha influido de manera importante para que en el caso del huevo, México sea el primer consumidor de huevo fresco con 21.6 kg per cápita anuales y quinto productor con 104 millones de cajas producidas que equivalen a aproximadamente 2.2 millones de toneladas (Figura 2). Por tal motivo, la avicultura mexicana cuenta con una importante presencia mundial. Así mismo, SAGARPA, en su Programa Nacional Pecuario 2005, indica que el principal estado productor de huevo es Jalisco, seguido de Puebla y Nuevo León, contribuyendo con un 73.7% de la producción nacional.

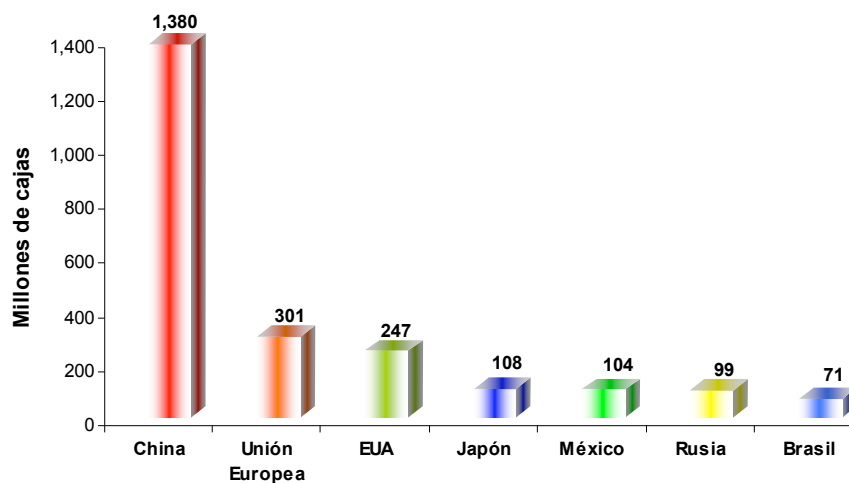


Figura 2. Principales países productores de huevo.

2.2. Fisiología reproductiva de la gallina

La actividad reproductora en las aves, al igual que ocurre en los mamíferos, es controlada y regulada por el eje hipotálamo-hipófisis. Son varias las hormonas segregadas por el lóbulo anterior de la hipófisis (Buxáde, 1987). Según Hafez (1989), las hormonas esteroides las produce el ovario izquierdo al principio de la embriogénesis, y los estrógenos presentes son responsables de la supresión del ovario derecho y, sin la presencia de éste, el oviducto derecho ya no se desarrolla más. A medida que las aves alcanzan la madurez sexual, se vuelven sensibles al fotoperiodo, y es este cambio el responsable del futuro desarrollo sexual. En respuesta al cambio en la duración del día, el hipotálamo altera su producción de factores liberadores de gonadotropina (Hafez, 1989). Cada hormona desempeña un papel importante tanto en la formación y producción del huevo como en su puesta.

La Hormona Folículo Estimulante (FSH), así como la Hormona Luteinizante (LH) actúan específicamente sobre el ovario, y son responsables del rápido desarrollo de los folículos ováricos y del aumento de la esteroidogénesis por células como los estrógenos, andrógenos y progesterona (Hafez, 1989). Estos esteroides estimulan a los órganos relacionados con la madurez reproductiva, iniciándose la lipogénesis, crecimiento del oviducto, desarrollo de huesos, separación de los huesos pélvicos y el alargamiento y enrojecimiento de la cresta. Cuando el primer folículo madura, produce progesterona, que estimula al hipotálamo para iniciar la ovulación; por su lado, el estrógeno promueve, en el hígado, la producción de lipoproteínas de la yema, y los huesos medulares del sistema óseo almacenan calcio, el cuál es movilizado al útero para la formación del cascarón, cuando éste no está disponible en el intestino, por lo que la disponibilidad de calcio en cantidades suficientes para la gallina permite una buena calidad del cascarón y el fortalecimiento de los huesos (Jensen, 2000).

2.3. Metabolismo del calcio y fósforo

El calcio y fósforo, están íntimamente asociados en numerosas funciones que realizan en el organismo animal, por lo que se requieren, en gran parte, para la formación del esqueleto, donde éstos minerales se necesitan en grandes cantidades. La mayor parte del calcio está en el esqueleto y se encuentra en mayor cantidad que cualquier otro mineral; mientras que el fósforo contribuye con aproximadamente 1% combinado con el calcio de los huesos y el resto en todas las células del organismo (Cuca *et al.* 1996), por lo que, tanto el metabolismo del calcio como el del fósforo están estrechamente relacionados además de estar regulados en gran parte por la vitamina D, ya que éstos dos minerales son necesarios en la formación del cascarón del huevo. El calcio es uno de los elementos clave requeridos para el mantenimiento y producción de gallinas en postura y juega un papel muy importante en gran variedad de funciones biológicas (Elaroussi *et al.* 1994). Así mismo, el P es un mineral esencial para el metabolismo del organismo animal, donde tiene funciones importantes en el desarrollo y mantenimiento de las estructuras óseas. Es un componente del ATP y los ácidos nucleicos y forma parte de los fosfolípidos que integran y dan flexibilidad a las membranas celulares (McDowell, 1992; Larbier y Leclercq, 1994).

La homeostasis del calcio en las gallinas está regulada directa e indirectamente por el intestino, los riñones y los huesos, a través de las hormonas: paratohormona (PTH), 1,25-dihidrocolecalciferol ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ ó calcitriol), 17β -estradiol y en menor grado la calcitonina (Beck y Hansen, 2004). La cantidad de calcio presente en la sangre de una gallina es limitada, ya que solamente puede soportar la formación del cascarón durante 12 min, en tanto que la calcificación del cascarón dura aproximadamente 16 h en el útero (Cuca *et al.* 1996). El peso aproximado de un cascarón es de 5 a 6 g y contiene cerca de 2 g de Ca. Esta cantidad de Ca es igual al 10% del Ca total del cuerpo, por lo que en un año de producción, una gallina perderá una cantidad de Ca igual a 30 veces el Ca total de su cuerpo (Gilbert, 1983). Esto implica que la gallina ponedora tiene un mecanismo homeostático de Ca, que se lleva a cabo por el balanceo

eficiente de la absorción intestinal, la excreción renal y los requerimientos de Ca para el metabolismo mineral de los huesos de las aves (Elaroussi *et al.* 1994).

Durante la formación del cascarón, la absorción de calcio en el intestino se incrementa considerablemente pasando del 50 al 80% (North y Bell, 1993). Para lograr esto, participa la vitamina D₃ (colecalfiferol); 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 (Cuca *et al.* 1996). Así mismo, 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 cascarón (North y Bell, 1993).

2.4. Formación del huevo

2.4.1. Mecanismo de la formación del huevo y del cascarón

El huevo es una estructura compleja tanto en el aspecto químico como físico. Está formado básicamente de tres componentes: “yema”, “clara” y “cascarón”, sin embargo, ningún componente es homogéneo en cuando a estructura y composición química (Figura 3).

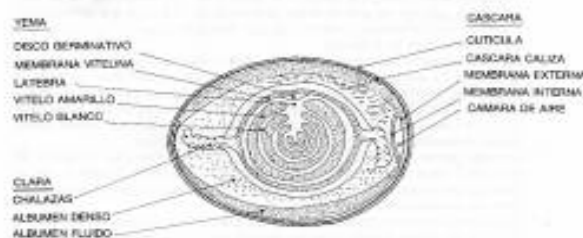


Figura 3. Estructura del huevo de gallina (Buxadé, 1987).

En la formación del huevo participa el transporte de grandes cantidades de material a través de numerosas membranas biológicas, y la formación de muchas sustancias, en particular proteínas y lípidos específicos (Hafez, 1989). Al comienzo de la madurez sexual, el ovario aumenta de peso; la mayor parte de este incremento viene de los cuatro a seis folículos en desarrollo, de los que el más grande pesa unos 20 g, con diámetro aproximado de 40 mm. El hígado es la principal fuente de proteínas y fosfolípidos de la yema, la cual se forma en el ovario (Hafez, 1989). El ovario de las aves inmaduras está constituido de una masa de aproximadamente 2000 yemas que son visibles a simple vista, y hay también cerca de 12000 yemas de tamaño microscópico. Sin embargo, de estas yemas sólo una pequeña parte alcanzan la madurez y son ovuladas en ciertas especies domésticas, pero en las aves silvestres este número es mucho menor (Cuca *et al.* 1996).

Según Buxáde (1987), Hafez (1989) y Cuca *et al.* (1996), la estructura del folículo facilita la transferencia de la yema, del plasma sanguíneo, hacia el oocito. La yema crece lentamente hasta alcanzar cerca de 32 mm de diámetro; en este punto, el folículo se rompe en el estigma y la yema más el blastodermo se liberan cayendo al infundíbulo, el huevo en proceso de formación tarda en pasar por esta región de 15 a 30 minutos. La yema pasa posteriormente al magnum en donde se forma la mayor parte de la proteína de la albúmina (en la que están incrustadas numerosas fibras de mucina, que le confieren consistencia) y cruza esta región en un periodo de 2 a 3 h, y es en esta fase en la que el futuro huevo adquiere su forma definitiva; por ésta razón, anomalías de esta parte del oviducto ocasionan la aparición de huevos con “formas atípicas”. Estos mismos autores indican que, una vez pasado el mágnium, el huevo en formación llega al istmo el cual lo atraviesa en 75 minutos y es en donde se forman las membranas de la cáscara, llamadas también “membranas testáceas”. Siguiendo su camino, 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 esta compuesto en un 98% por carbonato de calcio y tiene un grosor de 0.3 mm) llega a ser impermeable a la albúmina, la cantidad de ésta que se ha segregado, pero no ha podido penetrar en el huevo, se reabsorbe. El origen

del calcio empleado en la formación del cascarón proviene de varias fuentes: un porcentaje importante (25-40%) proviene de los huesos, pero según Lavelin *et al.* (2000), la fuente inmediata de calcio para la formación del cascarón, es la sangre. Esta es la principal razón por la que la calidad del cascarón no aumenta inmediatamente cuando se incrementa el nivel de calcio en la dieta y antes de que este calcio pueda utilizarse por el ave con plena efectividad, se produce la calcificación de los huevos (origen indirecto, muchas veces, del problema de huevos con cascarón defectuoso). La unión del Ca^{++} con el CO_3 (formación del carbonato de calcio) tiene lugar en el interior de la glándula coquiliaria. A su paso por la vagina (última etapa del proceso), el huevo recibe la cutícula mucilaginosa que recubre su cáscara. Este paso por la vagina es sumamente rápido y no suele durar más de un minuto o minuto y medio (Buxáde, 1987; Hafez, 1989; Cuca *et al.* 1996).

2.5. Importancia del calcio en gallinas ponedoras

Una vez que empieza la producción de huevo, la necesidad de Ca es mucho mayor que en la etapa de crecimiento, debido a la formación del cascarón. Es importante señalar que este incremento de Ca en la dieta debe hacerse dos semanas antes de la puesta del primer huevo.

Sólo una porción de calcio dado a una gallina ponedora es retenido por el ave, el resto se excreta. La retención es de 60% para las gallinas de postura jóvenes y de 40% para las más viejas (Buxáde, 1987); por lo que un exceso de Ca durante la producción de huevos es perjudicial debido a que provoca una depresión del apetito, además de que causa pérdidas económicas y los excesos de este mineral en la dieta se excretan en las heces. Cabe señalar que cuando no se adiciona Ca en el alimento, la producción cesa (Elaroussi *et al.* 1994).

2.6. Importancia del fósforo en gallinas ponedoras

Mucho P de los ingredientes vegetales está en forma de fósforo fítico, compuesto orgánico que el ave no utiliza eficientemente; por lo que sólo es disponible

el 33%, aproximadamente. Y aunque la necesidad de P de la gallina en postura es baja debido a que hay poco P en el cascarón del huevo, tanto el exceso como una deficiencia de este mineral, evitará una adecuada calcificación del cascarón; por lo que una de las principales causas de la mala calidad y resistencia baja del cascarón es el exceso de P en la dieta, mientras que las raciones escasas en P total aumentan la mortalidad (Buxáde, 1987).

2.7. Relación calcio y fósforo en gallinas de postura

Es interesante ver como a través de los años, el requerimiento de Ca para las gallinas de postura ha aumentado, quizá por la falta de investigación que evalúe concentraciones altas de este mineral, en contraste con el Pd que se redujo notablemente, lo cual incrementa la relación calcio: fósforo (NRC, 1994).

El Ca y el P son dos minerales que interaccionan de una manera importante, por lo que la calidad del cascarón es una prueba de ello; es decir, las aves alimentadas con una baja cantidad de P, mejoran la calidad del cascarón a corto plazo, ya que al disminuir la cantidad de P en suero, se estimula la síntesis de $1, 25 (OH)_2 -D_3$ por el riñón, lo que mejora la absorción intestinal de P y Ca, aumentando las concentraciones de Ca iónico en el suero y mejorando la calidad del cascarón. Pero a largo plazo, la deficiencia de P provoca una disminución de la hormona paratiroides y aumenta la excreción de Ca en la orina, por lo que hay una menor disponibilidad de Ca óseo para la formación del cascarón (Roland y Gordon, 1996).

2.8. Investigaciones relacionadas con las necesidades de calcio y fósforo en gallinas ponedoras

Las necesidades de Ca y de P en aves de postura, se han estudiado mucho, sin embargo, los resultados son diversos. El NRC (1994) sugiere un consumo de 3.25 g Ca $ave^{-1} d^{-1}$ (3.25%) y 250 mg $ave^{-1} d^{-1}$ (0.25%); sin embargo, tanto los valores de Ca como de P reportados por diferentes autores son variables.

Roland *et al.* (1985) 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 cascarón, 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 cascarón y gravedad específica.

Roush *et al.* (1986) 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 de Pd (0.35, 0.50 y 0.65%). No observaron diferencias ($p > 0.05$) en porcentaje de postura y peso del huevo, lo cual indica que las concentraciones de Ca y 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 porcentaje 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 cascarón, el efecto fue significativo ($p \leq 0.05$) a partir de 3.0% de Ca.

Frost y Roland (1991) 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 aumentó en la dieta; así mismo, para gravedad específica se observó un efecto lineal positivo ($p \leq 0.01$), pero el porcentaje de postura y el peso del huevo fueron semejantes ($P > 0.05$). Clunies *et al.* (1992) reportan que no hubo diferencias ($p > 0.05$) 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 Leghorn blancas de 42 semanas de edad.

Por su parte, Leeson *et al.* (1993) llevaron a cabo dos experimentos, para estudiar la respuesta de gallinas Isa Brown de 19 a 71 semanas de edad a dietas con diferentes niveles de Ca y Pd. En el primer experimento, las aves se alimentaron con dietas que contenían 0.4, 0.35, 0.3 y 0.25% de Pd y 3.5% de Ca; los dos niveles extremos de Pd disminuyeron ($p \leq 0.01$) la calidad del cascarón. En el segundo experimento, aves de la misma edad se alimentaron con 2.8, 3.4, 3.8 y 4.2% de Ca y 0.4% de Pd; los resultados indicaron que no hubo diferencias ($p > 0.05$) en producción de huevo, consumo de alimento y calidad del cascarón, lo cual indica que el porcentaje más bajo de Ca empleado en la dieta (2.8%), es suficiente para cubrir las necesidades de producción del ave. En un experimento con gallinas Hy-line W36 de 56 a 64 semanas de edad, Abdallah *et al.* (1993) evaluaron cinco tratamientos: tratamiento testigo (3.90% Ca y 0.33% Pd), tratamiento bajo en Ca (2.20% y 0.33% Pd), tratamiento alto en P (3.90% Ca y 0.68% Pd), tratamiento deficiente en Ca (1.70% Ca y 0.33% Pd) y tratamiento alto en Ca y alto en P (4.40% Ca y 0.90% Pd); no se encontraron diferencias ($p > 0.05$) en peso del huevo; sin embargo, estos autores observaron mayor ($p \leq 0.05$) gravedad específica y porcentaje de cascarón en la gallinas de los tratamientos testigo y alto en P; así como, en características productivas como producción de huevo, masa de huevo y conversión alimenticia, pero no en consumo de alimento ($p > 0.05$).

Zapata y Gernat (1995) mencionaron que el consumo de alimento, peso del huevo y grosor del cascaron 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 del huevo.

Keshavarz (1996) efectuó un experimento utilizando sólo dos niveles de Ca (2.8 y 4.37%) en gallinas de 32 a 44 semanas de edad y reportó que la producción de

huevo y gravedad específica se mejoraron ($p \leq 0.05$) en el tratamiento con 4.37% de Ca; en tanto que, el peso del huevo, consumo de alimento y conversión alimenticia disminuyeron ($p \leq 0.05$) con el mismo nivel. Gordon y Roland (1997) evaluaron el comportamiento productivo de gallinas Hy line W36 de 21 a 28 semanas de edad al alimentarlas con cinco niveles de Pd (0.1, 0.2, 0.3, 0.4 y 0.5%) y 4% de Ca; sus resultados indicaron que hubo un efecto negativo ($p \leq 0.05$) en producción de huevo, consumo de alimento, peso de huevo y gravedad específica con el nivel más bajo de Pd (0.1%).

Keshavarz (2000), realizó un estudio con gallinas Babcock de 30 a 66 semanas de edad y cinco niveles de Pd de 0.10 a 0.30% (con incrementos de 0.05%) y reportó que todos los tratamientos con el paso del tiempo tuvieron un efecto negativo ($p \leq 0.05$) en la producción de huevo, masa de huevo, conversión alimenticia y gravedad específica; a su vez, indica que los tratamientos con los menores niveles de Pd presentan los valores más bajos para estas características; en cuanto a peso del huevo, consumo de alimento y porcentaje de cascarón no se presentaron diferencias ($p > 0.05$). Boling *et al.* (2000a) analizaron 0.10 y 0.45% de Pd en gallinas Babcock de 70 semanas de edad y reportaron una mayor producción de huevo ($p \leq 0.05$) para las gallinas que consumieron 0.45% de Pd, pero no encontraron diferencias ($p > 0.05$) en peso del huevo. Boling *et al.* (2000b) estudiaron tres niveles de Pd (0.10, 0.15 y 0.45%) y 3.8% de Ca en gallinas de 70 a 76 semanas de edad y reportaron que la producción de huevo fue menor ($p \leq 0.05$) con los tratamientos más bajos. Boorman y Gunaratne (2001) reportan que la dieta de gallinas ponedoras debe tener una concentración de 0.16% de Pd para aves de 25 a 61 semanas. Otros autores, como Sohail *et al.* (2001) estudiaron el efecto de cinco niveles de Pd (0.09, 0.25, 0.30, 0.40 y 0.45%) en gallinas Dekalb y mencionan que la reducción del Pd de 0.4 y 0.25% a 0.09%, redujo ($p \leq 0.05$) la producción de huevo y el consumo de alimento. Usayran *et al.* (2001) emplearon cuatro niveles de Pd (0.20, 0.30, 0.40 y 0.50%) en aves de 22 semanas de edad, y reportan una reducción ($p \leq 0.05$) en consumo de alimento en las aves alimentadas con 0.15 y 0.25% de Pd; así mismo, indican que el 0.15% de Pd redujo ($p \leq 0.05$) la producción de huevo en comparación con el 0.35 y 0.45% de Pd en la dieta.

Sohail y Roland (2002a), evaluaron 13 niveles de Pd (de 0.1 a 0.7%, con incrementos de 0.05%) en gallinas Hy line W36 durante 17 semanas y observaron que al aumentar el nivel de Pd se incrementó el consumo de alimento y la producción de huevo. Sin embargo, durante la semana 12 del experimento, hubo una disminución en estas dos características en las gallinas alimentadas con el nivel más bajo (0.1% Pd); en cuanto a la gravedad específica y la producción de huevo, se reporta una disminución lineal ($p \leq 0.05$) con el incremento en el nivel de Pd de 0.1 a 0.7%. En este mismo estudio, pero también evaluando dos niveles de Ca (3 y 4%), observaron una disminución en la gravedad específica ($p \leq 0.05$). En el 2003, Persia *et al.* encontraron que con niveles bajos de Pd en la dieta como 0.10 o 0.16% durante seis semanas, se redujo ($p \leq 0.01$) el consumo de alimento y la producción de huevo, con respecto al tratamiento testigo con 0.45% de Pd.

En un estudio reciente de Castillo *et al.* (2004) en el que emplearon gallinas Leghorn Hy line W98 durante 48 semanas, alimentadas con cinco niveles de Ca en la dieta (2.96, 3.22, 3.83, 4.31 y 4.82%), reportan que las gallinas que consumieron el 3.83 y 4.82% de Ca tuvieron el menor consumo de alimento ($p \leq 0.05$); el consumo de Ca y la gravedad específica aumentaron ($p \leq 0.05$) conforme se incrementó el nivel de Ca en la dieta. Así mismo sugieren como nivel óptimo biológico de Ca para maximizar producción de huevo y gravedad específica 4.34 y 4.62%, respectivamente. Soní-Guillermo *et al.* (2004) estudiaron el efecto de cinco niveles de Pd (0.18, 0.22, 0.27, 0.33 y 0.38%) en gallinas Leghorn Hy line W98 de 79 semanas de edad y encontraron que 0.27% de Pd afectó negativamente ($p \leq 0.05$) la masa de huevo de las gallinas. En éste mismo experimento, la gravedad específica disminuyó ($p \leq 0.05$) con una concentración de 0.38% de Pd, y el mayor peso de huevo se registró en las aves alimentadas con 0.18, 0.33 y 0.38% de Pd. Así mismo, Hernández-Sánchez *et al.* (2006) reportan un nivel óptimo biológico para máxima masa de huevo y grosor del cascarón de 3.17 y 4.02 g ave⁻¹ d⁻¹, al evaluar cinco niveles de Ca (2.74, 3.48, 4.06, 4.56 y 5.19%) en gallinas Leghorn Hy line W98 de 79 semanas de edad, durante 27 semanas y encontraron que las gallinas alimentadas con 2.74 y 3.48% de Ca tuvieron mayor consumo ($p \leq 0.05$) de alimento que las alimentadas con 4.06 y 5.19%; así

mismo, el consumo de Ca aumentó conforme se incremento el nivel de Ca en la dieta y el mayor peso de huevo ($p \leq 0.05$) se presentó en las gallinas que consumieron 3.48% de Ca. No se encontraron diferencias ($p > 0.05$) en masa de huevo, conversión alimenticia y gravedad específica.

Valdés-Narváez *et al.* (2006) realizaron un experimento con gallinas Leghorn Hy-line W36 y cuatro niveles de Pd (0.15, 0.20, 0.25 y 0.30%) y reportan 0.18% como el nivel óptimo biológico para máxima masa de huevo y mínima conversión alimenticia; así mismo sugieren que 0.23% es el óptimo para maximizar la gravedad específica.

3. PROBLEMÁTICA, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3.1. Problemática

Aunque los requerimientos de Ca y P de gallinas ponedoras han sido el tema de numerosas investigaciones en el pasado, las necesidades de estos dos minerales son controversiales. El NRC (1994), sugiere un requerimiento de Ca para gallinas ponedoras de 3.25% y para Pd de 0.25%, con un consumo de 100 g de alimento ave⁻¹ d⁻¹. Sin embargo, otros investigadores han encontrado otras necesidades, como Castillo *et al.* (2004) quienes sugieren NOB de calcio de 4.62 y 4.34%; y los NOB de Pd informados por Valdés-Narváez *et al.* (2006) de 0.18 y 0.23%, por lo que es conveniente determinar con mayor exactitud los niveles óptimos de cada uno de estos minerales con la finalidad de lograr la máxima producción de huevo y la mejor calidad del cascarón. Con base en lo anterior, se plantearon los siguientes objetivos para esta investigación.

3.2. Objetivos

- Validar los niveles de Ca obtenidos por Castillo *et al.* (2004) y los de Pd de Valdés-Narváez *et al.* (2006) y compararlos con los del NRC (1994).
- Evaluar la inclusión de diferentes concentraciones de Ca y Pd en la dieta de gallinas ponedoras, en función de la edad y en el comportamiento productivo y la calidad del cascarón.

3.3. Hipótesis

- Los requerimientos de Ca y Pd en la dieta de gallinas, varían en función de la edad de la gallina.
- Las concentraciones de Ca y Pd para maximizar la producción de huevo y mejorar la calidad del cascarón, son diferentes a las sugeridas por el NRC (1994).
- Los niveles óptimos biológicos de Ca y Pd sugeridos por Castillo *et al.* (2004) y Valdés-Narváez *et al.* (206) mejoran la calidad del cascarón.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización

La presente investigación se realizó en la granja experimental del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Estado de México.

4.2. Fase experimental y manejo de los animales

Se utilizaron 300 gallinas Leghorn de la línea Hy-Line® W-36 de 17 semanas de edad, las cuales se distribuyeron al azar en cinco tratamientos, con seis repeticiones de diez gallinas cada una. Se alojaron dos gallinas por jaula (36 X 45cm), con cinco jaulas por repetición.

El experimento duró 48 semanas divididas en seis periodos de ocho semanas cada uno; el agua y el alimento se suministraron *ad limitum* y se proporcionó luz artificial para completar 16 h de luz d⁻¹.

4.3. Dietas experimentales

Se formularon cuatro dietas, relacionando los NOB de Ca encontrados por Castillo *et al.* (2004): 4.62 y 4.34%; y los NOB de Pd informados por Valdés-Narváez *et al.* (2006): 0.18 y 0.23%; así como, una dieta testigo con las concentraciones de Ca y Pd sugeridas por el NRC (1994) para gallinas en postura. Las concentraciones de Ca y Pd fueron: T1, 4.34 y 0.18%; T2, 4.34 y 0.23%; T3, 4.62 y 0.18%; T4, 4.62 y 0.23%; T5, 3.25 y 0.25%.

Las dietas (Cuadro 1) fueron isoprotéicas e isoenergéticas y cubrieron los requerimientos sugeridos por el NRC (1994) para gallinas en postura, excepto Ca y Pd; con la finalidad de no alterar las concentraciones de los otros nutrimentos en las dietas evaluadas, se utilizó arena en diferentes proporciones, según fue necesario en cada tratamiento.

El análisis del carbonato de calcio indicó un contenido de 33.3% de Ca, y para el fosfato dicálcico 18% Ca y 20.43 % P. Para los cálculos del Pd, se usaron los siguientes porcentajes de disponibilidad de P: 33% para sorgo, 41% para pasta de soya y 100% para fosfato dicálcico (NRC, 1994).

Una vez mezclado el alimento se analizó en el laboratorio para determinar la cantidad de Ca y P real que contenía, algunos resultados fueron diferentes de la concentración de Ca y Pd calculada en la formulación; por lo que la discusión de los resultados se hace con base a las concentraciones de Ca y Pd del alimento determinadas en el análisis de laboratorio.

Cuadro 1. Composición y análisis nutrimental de las dietas experimentales.

Ingrediente (%)/Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5
Sorgo	57.14	54.29	57.14	54.29	57.14
Pasta de soya	24.68	25.26	24.68	25.26	24.68
Aceite de soya	3.59	4.49	3.59	4.49	3.59
Carbonato de calcio (33.3% Ca)	12.64	12.49	13.48	13.33	9.17
Fosfato dicálcico (18% Ca; 20.43% P)	0.20	0.47	0.20	0.47	0.57
L-Lisina HCl	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
DL-Metionina	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Sal	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Arena	0.92	2.18	0.08	1.34	4.02
Prem. De vit. Y min. ¹	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Pigmento	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Aporte nutrimental calculado					
EM (Mcal kg ⁻¹)	2750	2750	2750	2750	2750
Proteína cruda, %	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Lisina, %	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Metionina, %	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Met + Cis, %	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
Ca, %	4.34	4.34	4.62	4.62	3.25
Pd, %	0.18	0.23	0.18	0.23	0.25
Ca analizado, %	4.34	4.33	4.63	4.64	3.26
P total analizado, %	0.40	0.45	0.43	0.44	0.47
Pd aparente, %	0.17	0.23	0.18	0.23	0.25

¹La mezcla de vitaminas y minerales aportó por ton de alimento, lo siguiente: 7 700 000 UI de vitamina A; 3 000 000 UI de vitamina D₃; 6 600 UI de vitamina E; 2g de vitamina K₃; 4.4g de vitamina B₂; 8.8mg de vitamina B₁₂; 5.5g de ácido pantoténico; 22g de niacina; 0.11g de ácido fólico; 300g de colina; 33g de Fe; 100g de Zn; 100g de Mn; 9g de Cu; 0.3g de Se; 0.9g de I; 5g de antioxidante.

4.4. Características estudiadas

4.4.1. Características productivas

Consumo de alimento (CAL; g ave d⁻¹): Cada semana se pesó el alimento, y el consumo se calculó mediante la diferencia entre alimento ofrecido y alimento rechazado en cada repetición. Para el cálculo del consumo de alimento, se consideró el alimento total consumido entre el número de gallinas por repetición (considerando la mortalidad), teniendo así el consumo por ave por semana, y al dividir éste entre 7 se

obtuvo el consumo por ave por día. También se calculó el consumo por ave por periodo (8 semanas), y el consumo total (48 semanas).

Consumo de calcio (CCa; g ave d^{-1}): Se calculó multiplicando el consumo de alimento por ave por día, por la cantidad de Ca en cada dieta.

Consumo de fósforo disponible aparente (CPd; g ave d^{-1}): Se determinó, multiplicando el consumo de alimento por ave por día, por la cantidad de Pd en cada dieta.

Número de huevos (NH; ave d^{-1}): Se consideró el huevo colectable de cada semana dividido entre el número de gallinas, para así obtener el número de huevos por ave por semana entre 7.

Masa de huevo (MH; g ave d^{-1}): La recolección de huevo se realizó diariamente entre las 14:00 y 15:00 h, y se separó el huevo colectable (huevo en buen estado y con características deseables) del no colectable (huevo roto, de bolsa, deforme, pequeño, etc.). Del huevo colectable, se registró la cantidad y peso; del no colectable, solo se registró el número. La producción de huevo se calculó de acuerdo al huevo colectable (factible de ser vendido), el cual se pesó diariamente; cada 7 días se sumó el peso diario con el fin de obtener la producción semanal de huevo. La producción semanal se dividió entre el número de gallinas existentes en cada repetición (considerando la mortalidad) para así obtener la producción por ave por semana, y al dividir entre 7 se obtuvo la masa de huevo (g ave d^{-1}).

Conversión alimenticia (CA): Se obtuvo al dividir el consumo de alimento (kg) por ave, entre la producción (kg) por ave.

Peso del huevo (PH; g): Cada 14 días se eligieron al azar 4 huevos por repetición (20 huevos de cada tratamiento) y se pesaron en una balanza electrónica para obtener el peso medio individual.

4.4.2. Características de calidad del cascarón

Gravedad específica (GE): En recipientes de plástico se elaboraron diferentes soluciones de NaCl, con el fin de establecer un valor de gravedad específica para cada una de ellas (1.070, 1.074, 1.078, 1.082, 1.086, 1.090, 1.094, 1.098 y 1.102) para lo cual se usó un densímetro de la marca Robsan. Se sumergieron los huevos en cada una de las soluciones, y se registró la gravedad específica a la cual flotaba cada uno de ellos. Se midió cada 14 días y se utilizaron todos los huevos producidos por repetición el día que se llevó a cabo la medición (Hamilton, 1982).

Porcentaje de cascarón (PC; %): Cada 30 días se eligieron al azar 4 huevos por repetición (20 huevos de cada tratamiento) y se pesaron en la balanza electrónica para obtener el peso individual promedio, posteriormente se rompió cada huevo y se separó el contenido y las membranas de la cáscara. Los cascarones se secaron en una estufa de aire forzado a 60°C durante 24 h. Posteriormente, se pesaron los cascarones en la misma balanza y se sacó el porcentaje del cascarón con respecto al peso del huevo.

4.5. Análisis estadístico

Se utilizó un modelo estadístico con mediciones repetidas en el tiempo. Para cada característica se realizó un análisis de varianza con el procedimiento MIXED (SAS; 1999), así como pruebas de comparación de medias empleando la prueba de Tukey.

El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + R_{j(i)} + P_k + (TP)_{ik} + S_{k(l)} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Es la repetición j-ésima del i-ésimo tratamiento, del k-ésimo periodo, de la l-ésima semana.

μ = Constante común.

- T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento (i= 1, 2, 3, 4, 5).
- $R_{i(j)}$ = Efecto de la j-ésima repetición anidada en el i-ésimo tratamiento (j= 1, 2, 3, 4, 5, 6).
- P_k = Efecto del k-ésimo periodo (k= 1, 2, 3, 4, 5, 6).
- $(TP)_{ik}$ = Efecto de la interacción del i-ésimo tratamiento con el k-ésimo periodo.
- $S_{k(l)}$ = Efecto de la l-ésima semana anidada en el k-ésimo periodo (l= 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).
- ϵ_{ijkl} = Error experimental.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Características productivas

5.1.1. Consumo de alimento

En esta característica (Cuadro 2) no hubo diferencias ($p > 0.05$) por efecto de tratamientos; sin embargo, a partir del segundo periodo y el resto del experimento, las gallinas consumieron más alimento que la cantidad sugerida ($100 \text{ g ave}^{-1} \text{ d}^{-1}$) en el manual de la línea Hy-Line W-98 (Anónimo, 2001).

El consumo de alimento (CAL), fue similar en todos los tratamientos. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Keshavarz y Nakajima (1993) quienes mencionan que las gallinas que consumen entre 3.40 y 5.85 g de Ca $\text{ave}^{-1} \text{ d}^{-1}$ durante el primer ciclo de producción, no presentan cambios en el CAL. Sin embargo, Castillo *et al.* (2004) encontraron mayor consumo de alimento ($p \leq 0.05$) con 2.96, 3.22 y 4.31% de Ca. Así mismo, Roland *et al.* (1985) mencionan que la relación entre el CCa y el CAL es contradictoria, ya que algunas veces, al aumentar el Ca de la dieta más allá de lo que se requiere, el CAL disminuye y otras veces aumenta. Por ejemplo, Frost y Roland (1991) utilizaron tres concentraciones de Ca (2.75, 3.75 y 4.25%) encontraron incrementos ($p \leq 0.01$) en el CAL a medida que el Ca aumentó en la dieta. De igual manera 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%), encontraron aumentos en el consumo ($p \leq 0.05$). Por lo tanto, Hurwitz y

Bornstein (1966) y Hurwitz *et al.* (1969) señalan que altos niveles de Ca en la dieta tienden a disminuir el CAL de las aves y según Clunies *et al.* (1992) la falta de respuesta al consumo se debe a la menor absorción de Ca en el intestino.

Cuadro 2. Respuesta a diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y la edad de las gallinas Hy-line W36 en el consumo de alimento (g ave⁻¹ d⁻¹).

Periodo	Tratamientos						$\bar{X} \pm EE$
	Niveles	T1	T2	T3	T4	T5	
	Ca, % Pd, %	4.34 0.17	4.33 0.23	4.63 0.18	4.64 0.23	3.26 0.25	
1		93.83	96.53	98.77	97.06	98.31	96.90±0.93 ^c
2		103.49	103.26	107.34	108.65	108.55	106.26±0.93 ^a
3		102.30	100.11	103.20	103.93	104.88	102.89±0.93 ^b
4		102.91	105.41	104.95	103.44	103.49	104.04±0.93 ^{ab}
5		100.64	104.53	105.09	102.89	102.01	103.03±0.93 ^b
6		101.60	104.99	101.43	105.58	102.53	103.22±0.93 ^b
X ± EE		100.79±1.97	102.47±1.97	103.46±1.97	103.59±1.97	103.30±1.97	

Periodo 1=17 a 24 semanas de edad. Periodo 2= 25 a 32 semanas de edad. Periodo 3= 33 a 40 semanas de edad. Periodo 4= 41 a 48 semanas de edad. Periodo 5= 49 a 56 semanas de edad. Periodo 6= 57 a 64 semanas de edad.

EE= Error estándar.

^{a,b} Indica diferencia entre niveles dentro de periodos (p≤0.05).

5.1.2. Consumo de calcio

La cantidad de calcio que consumieron las gallinas (g ave⁻¹ d⁻¹) se presenta en el Cuadro 3, y se observa que al aumentar el nivel de Ca en la dieta, el CCa (g ave⁻¹ d⁻¹) se incrementó (p≤0.05). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Castillo *et al.* (2004) quienes, encontraron un CCa de 4.89 g ave⁻¹ d⁻¹ semejante a los mayores consumos de este estudio (4.79 y 4.80 g ave⁻¹ d⁻¹), en gallinas alimentadas con 0.4% de Pd y 4.31% de Ca en la dieta. De igual manera, los mayores consumos de Ca son semejantes a los obtenidos por Scott *et al.* (1971) con 0.72% de P total y 4.5% de Ca en la dieta de las aves. Keshavarz y Nakajima (1993), encontraron un consumo de Ca (CCa) de 4.79 g ave⁻¹ d⁻¹ en aves de 52 semanas de edad que consumieron 0.4% de Pd y 4.5% de Ca en la dieta. Por lo que, el incremento en el CCa dependerá de la concentración de éste elemento en la dieta, así como, del CAL.

El cálculo de las dietas se realizó con base a un consumo de alimento de 100 g ave⁻¹ d⁻¹ (Anónimo, 2001), y en esta investigación, en casi todas las etapas a excepción

de la primera, el consumo promedio (g ave⁻¹ d⁻¹) fue mayor a 100 g (Cuadro 2) debido a que el contenido de energía de las dietas fue de 2750 kcal EM kg⁻¹ MS, y el sugerido en las dietas es de 2830 kcal para ésta estirpe, por lo que posiblemente las gallinas consumieron más alimento, y por lo tanto más Ca. Se observó que el CCa cambió (p≤0.05) por la edad de las gallinas en los primeros tres periodos, manteniéndose después de manera constante, estos resultados concuerdan con Clunies *et al.* (1992) y Bernardi, (2000) quienes mencionan que las gallinas, al aumentar su edad, especialmente en el último tercio de la postura, requieren más Ca para producir huevos con cascarón más resistente. Los resultados en este estudio concuerdan parcialmente con estos autores en cuanto al CCa (Cuadro 3). Aún con los niveles más altos de Ca en la dieta (4.63 y 4.64%), no se redujo el CCa de las aves, lo cual explica la regulación que tiene la gallina ante los excesos o deficiencias de Ca en la dieta, disminuyendo o incrementando la absorción de este elemento a nivel intestinal según sea el caso (Keshavarz y Nakajima, 1993).

Cuadro 3. Respuesta a diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y la edad de las gallinas Hy-line W36 en el consumo de calcio (g ave⁻¹ d⁻¹).

Periodo	Tratamientos						$\bar{X} \pm EE$
	Niveles	T1	T2	T3	T4	T5	
	Ca, % Pd, %	4.34 0.17	4.33 0.23	4.63 0.18	4.64 0.23	3.26 0.25	
1		4.07 ^c	4.18 ^d	4.56 ^c	4.49 ^c	3.24 ^c	4.11 ^k ± 0.042
2		4.49 ^b	4.47 ^c	4.98 ^a	5.05 ^a	3.52 ^b	4.50 ^j ± 0.042
3		4.74 ^a	4.64 ^{b,c}	4.78 ^{a,b}	4.81 ^b	4.86 ^a	4.76 ⁱ ± 0.042
4		4.76 ^a	4.88 ^a	4.86 ^a	4.79 ^b	4.79 ^a	4.82 ^h ± 0.042
5		4.66 ^{a,b}	4.84 ^{a,b}	4.87 ^a	4.76 ^b	4.72 ^a	4.77 ^g ± 0.042
6		4.70 ^a	4.86 ^a	4.70 ^{b,c}	4.89 ^{a,b}	4.75 ^a	4.78 ^f ± 0.042
$\bar{X} \pm EE$		4.57 ^y ± 0.042	4.64 ^y ± 0.042	4.79 ^x ± 0.042	4.80 ^x ± 0.042	4.31 ^z ± 0.042	

Periodo 1=17 a 24 semanas de edad. Periodo 2= 25 a 32 semanas de edad. Periodo 3= 33 a 40 semanas de edad. Periodo 4= 41 a 48 semanas de edad. Periodo 5= 49 a 56 semanas de edad. Periodo 6= 57 a 64 semanas de edad.

EE= Error estándar.

^{a,b} Indica diferencia entre niveles dentro de periodos (p≤0.05).

^{ij} Indica diferencia entre periodos (p≤0.05).

^{x,y} Indica diferencia entre niveles (p≤0.05).

5.1.3. Consumo de fósforo disponible aparente

El consumo de Pd (CPd; g ave⁻¹ d⁻¹) se incrementó ($p \leq 0.05$) al aumentar el nivel de éste elemento en la dieta (Cuadro 4), se esperaba que las gallinas consumieran más P, debido a que el CAL fue mayor de 100 g. Estos resultados coinciden con Usayran y Balnave (1995) y Sohail y Roland (2002b) quienes mencionan que al incrementar los niveles de P aumenta el consumo de este elemento. Con los tratamientos de 0.17 y 0.18% de P en la dieta, las gallinas consumieron en promedio 0.171 y 0.186 g ave⁻¹ d⁻¹ durante todo el experimento; estos fueron los consumos mínimos de P en las aves, y son inferiores ($p \leq 0.05$) al requerimiento sugerido por el NRC (1994) de 0.25 g ave⁻¹ d⁻¹ para gallinas en postura. También se observa que a partir del tercer periodo, el CPd fue igual ($p > 0.05$) debido a un menor CAL en esos periodos. El consumo medio de Pd de las gallinas a través del tiempo no muestra una tendencia líneal, por lo que según Valdés-Narváez *et al.* (2006) sugieren la realización de diversos análisis de regresión para establecer las necesidades de Pd en gallinas de primer ciclo; sin embargo, con niveles de 0.25% de Pd y 3.26% de Ca, se encontró un CPd (0.258 g ave⁻¹ d⁻¹) ligeramente mayor a los valores encontrados en este estudio con las concentraciones altas de Pd (0.236 y 0.238 g ave⁻¹ d⁻¹; Cuadro 4)

Cuadro 4. Respuesta a diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y la edad de las gallinas Hy-line W36 en el consumo de fósforo disponible aparente (g ave⁻¹ d⁻¹).

Periodo	Tratamientos						X ± EE
	Niveles	T1	T2	T3	T4	T5	
	Ca, % Pd, %	4.34 0.17	4.33 0.23	4.63 0.18	4.64 0.23	3.26 0.25	
1		0.161	0.221	0.179	0.223	0.245	0.206 ^c ±0.002
2		0.175	0.238	0.193	0.250	0.272	0.226 ^a ±0.002
3		0.174	0.230	0.186	0.239	0.262	0.218 ^b ±0.002
4		0.175	0.243	0.189	0.238	0.260	0.221 ^{ab} ±0.002
5		0.172	0.240	0.190	0.236	0.254	0.218 ^b ±0.002
6		0.173	0.242	0.182	0.243	0.257	0.219 ^b ±0.002
X ± EE		0.171^z±0.002	0.236^x±0.002	0.186^y±0.002	0.238^x±0.002	0.258^w±0.002	

Periodo 1=17 a 24 semanas de edad. Periodo 2= 25 a 32 semanas de edad. Periodo 3= 33 a 40 semanas de edad. Periodo 4= 41 a 48 semanas de edad. Periodo 5= 49 a 56 semanas de edad. Periodo 6= 57 a 64 semanas de edad.

EE= Error estándar.

^{a,b} Indica diferencia entre niveles dentro de periodos ($p \leq 0.05$).

^{x,y} Indica diferencia entre niveles ($p \leq 0.05$).

5.1.4. Número de huevos

Por lo que respecta al número de huevos (NH), no se encontraron diferencias ($p>0.05$) debidas a los niveles de Ca y Pd en cada uno de los tratamientos; sin embargo, la cantidad de huevos producida fue menor ($p\leq 0.05$) al avanzar la edad de las gallinas (Cuadro 5). De acuerdo a los resultados, se puede decir que el requerimiento de Ca sugerido por el NRC (1994), de 3.25% de Ca $\text{ave}^{-1} \text{d}^{-1}$ (3.26%, en esta investigación), es adecuado para producción expresada en NH, ya que en este experimento, con un CCa de 4.31 g $\text{ave}^{-1} \text{d}^{-1}$, las gallinas produjeron la misma cantidad de huevos que con consumos de Ca mayores. Por lo que los valores sugeridos tanto de Ca como de Pd van a depender de la mejora en la cantidad de huevo o la calidad del cascarón. Es importante mencionar que la disminución en el NH conforme avanzó la edad de las gallinas, no se debe a la cantidad de Ca o Pd en la dieta, si no al comportamiento de las gallinas que va disminuyendo con la edad.

Cuadro 5. Respuesta a diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y la edad de las gallinas Hy-line W36 en el número de huevos (huevos $\text{ave}^{-1} \text{d}^{-1}$).

Periodo	Tratamientos					$\bar{X} \pm \text{EE}$	
	Niveles Ca, % Pd, %	T1 4.63 0.18	T2 3.26 0.25	T3 4.34 0.17	T4 4.64 0.23		T5 4.33 0.23
1		0.78	0.80	0.77	0.76	0.77	0.78^d±0.020
2		0.90	0.91	0.87	0.84	0.89	0.88^a±0.019
3		0.86	0.87	0.84	0.84	0.84	0.85^b±0.019
4		0.84	0.80	0.82	0.81	0.84	0.82^c±0.019
5		0.77	0.79	0.75	0.76	0.78	0.77^d±0.019
6		0.67	0.75	0.65	0.71	0.66	0.69^e±0.020
$\bar{X} \pm \text{EE}$		0.80±0.010	0.82±0.010	0.78±0.010	0.79±0.010	0.80±0.010	

Periodo 1=17 a 24 semanas de edad. Periodo 2= 25 a 32 semanas de edad. Periodo 3= 33 a 40 semanas de edad. Periodo 4= 41 a 48 semanas de edad. Periodo 5= 49 a 56 semanas de edad. Periodo 6= 57 a 64 semanas de edad.

EE= Error estándar.

^{a,b} Indica diferencia entre niveles dentro de periodos ($p\leq 0.05$).

5.1.5. Masa de huevo

La masa de huevo (MH) en g $\text{ave}^{-1} \text{d}^{-1}$ (Cuadro 6) no fue diferente ($p>0.05$) por las concentraciones de Ca o Pd en la dieta. Sin embargo, fue menor ($p\leq 0.05$) en el

primer y sexto periodos por ser el inicio y finalización de la postura, siendo menos variable en los demás periodos. Resultados semejantes fueron encontrados por Valdés-Narváez *et al.* (2006) con una máxima ($p \leq 0.05$) MH entre la 39 y 46 semanas de edad de las gallinas. Esta característica está relacionada con el NH, por lo que se presentó un comportamiento similar; se observa que con un consumo promedio mínimo de Ca de 3.26% sugerido por el NRC (1994), fue suficiente para mantener una adecuada MH.

Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con los reportados por Keshavarz y Nakajima (1993), quienes evaluaron consumos de Ca de 3.40 a 5.82 g ave⁻¹ d⁻¹ y no encontraron diferencias ($p > 0.05$). Sin embargo, difieren de los encontrados por Castillo *et al.* (2004) quienes encontraron que se necesita un NOB de 4.34% de Ca para máxima producción de huevo ($p \leq 0.05$); y Valdés-Narváez *et al.* (2006) indican que para una óptima producción de huevo se necesita 0.18% de Pd aparente en la dieta de gallinas de primer ciclo de producción.

Cuadro 6. Respuesta a diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y la edad de las gallinas Hy-line W36 en la masa de huevo.

Periodo	Tratamientos						$\bar{X} \pm EE$
	Niveles	T1	T2	T3	T4	T5	
	Ca, % Pd, %	4.34 0.17	4.33 0.23	4.63 0.18	4.64 0.23	3.26 0.25	
1		39.58	39.74	40.49	38.51	40.71	39.80 ^c ±1.33
2		48.85	51.06	50.19	48.66	51.49	50.05 ^a ±1.28
3		50.41	50.78	51.04	50.52	52.03	50.96 ^a ±1.28
4		50.96	52.93	52.19	51.27	50.28	51.53 ^a ±1.28
5		48.45	50.71	49.55	49.00	50.79	49.70 ^a ±1.28
6		42.23	44.58	43.89	46.76	49.66	45.42 ^b ±1.33
$\bar{X} \pm EE$		46.75±0.66	44.30±0.66	47.89±0.66	47.45±0.66	49.16±0.66	

Periodo 1=17 a 24 semanas de edad. Periodo 2= 25 a 32 semanas de edad. Periodo 3= 33 a 40 semanas de edad. Periodo 4= 41 a 48 semanas de edad. Periodo 5= 49 a 56 semanas de edad. Periodo 6= 57 a 64 semanas de edad.

EE= Error estándar.

^{a,b} Indica diferencia entre niveles dentro de periodos ($p \leq 0.05$).

5.1.6. Conversión alimenticia

Los resultados indican que ésta característica (Cuadro 7) no se modificó ($p > 0.05$) por los niveles de Ca y Pd en la dieta; sin embargo, si hubo variaciones

($p \leq 0.05$) a través del tiempo, ya que en el primer y último periodo la conversión fue mayor ($p \leq 0.05$) en relación con los demás. Esta característica está directamente relacionada con la MH y el CAL. En esta investigación la MH y el CAL no se modificaron ($p > 0.05$) por los niveles de Ca y Pd en la dieta, lo cual explica por que la conversión fue la misma ($p > 0.05$) en los distintos tratamientos. Lo anterior coincide con Roush *et al.* (1986) quienes evaluaron niveles de Pd de 0.35 a 0.65% y niveles de Ca de 2.5 a 5.0% en la dieta y no encontraron respuesta ($p > 0.05$). Así mismo, Keshavarz y Nakajima (1993), quienes evaluaron niveles de Ca en la dieta de 3.5 a 5.5% y un sólo nivel de Pd de 0.4%, no observaron cambios ($p > 0.05$) en la conversión alimenticia (CA).

Cuadro 7. Respuesta a diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y la edad de las gallinas Hy-line W36 en la conversión alimenticia.

Periodo	Tratamientos						$\bar{X} \pm EE$
	Niveles	T1	T2	T3	T4	T5	
	Ca, % Pd, %	4.34 0.17	4.33 0.23	4.63 0.18	4.64 0.23	3.26 0.25	
1		2.60	2.94	2.84	2.87	2.66	2.78^c ± 0.55
2		2.12	2.08	2.18	2.28	2.10	2.15^a ± 0.55
3		2.05	2.00	2.04	2.07	2.03	2.04^a ± 0.55
4		2.03	2.00	2.02	2.04	2.06	2.04^a ± 0.55
5		2.09	2.11	2.12	2.12	2.00	2.09^a ± 0.55
6		2.47	2.56	2.39	2.30	2.10	2.36^b ± 0.55
$\bar{X} \pm EE$		2.23 ± 0.55	2.28 ± 0.55	2.26 ± 0.55	2.28 ± 0.55	2.16 ± 0.55	

Periodo 1=17 a 24 semanas de edad. Periodo 2= 25 a 32 semanas de edad. Periodo 3= 33 a 40 semanas de edad. Periodo 4= 41 a 48 semanas de edad. Periodo 5= 49 a 56 semanas de edad. Periodo 6= 57 a 64 semanas de edad.

EE= Error estándar.

^{a,b} Indica diferencia entre niveles dentro de periodos ($p \leq 0.05$).

5.1.7. Peso del huevo

El peso del huevo (PH) no se afectó ($p > 0.05$) por los niveles de Ca y Pd en la dieta de las gallinas; pero independientemente de la cantidad de Ca y Pd en la dieta, el huevo aumentó de peso ($p \leq 0.05$) a través de los periodos, respecto a la etapa previa (Cuadro 8). De acuerdo con los resultados, se observa que gallinas en postura que consumieron la dieta con 3.26% de Ca y las que consumieron 0.17 y 0.18% de Pd (concentraciones más bajas de los dos minerales en los cinco tratamientos), ponen huevos con peso similar al sugerido para esta línea de gallinas de 60 g y el peso medio de los tres tratamientos fue de 60.92 g por huevo. Así mismo, los pesos de los huevos

de las gallinas alimentadas con los niveles más altos de cada mineral, comparados con los niveles más bajos, fueron semejantes. Se reportan resultados que indican que el nivel de Ca y Pd en la dieta de gallinas ponedoras, no afecta el PH; por ejemplo, Keshavarz y Nakajima (1993) con niveles de 3.5 a 5.5% de Ca y un sólo nivel de Pd de 0.4%, no encontraron diferencias ($p>0.05$) en el PH; Lesson *et al.* (1993), encontraron que con niveles de Ca de 2.8 a 4.2% y de Pd de 0.25 a 0.4%, no se afectó ($p>0.05$) el PH.

En esta investigación se encontró un incremento en el PH al avanzar la edad de la gallina; sin embargo, este incremento no fue causado por los niveles de Ca y Pd en la dieta, sino por cambios en la fisiología reproductiva de las gallinas debido a la edad e incremento en el peso corporal de las mismas en las últimas etapas del ciclo de postura (Shalev y Pasternak, 1993; Lewis *et al.* 1994).

Cuadro 8. Respuesta a diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y la edad de las gallinas Hy-line W36 en el peso individual del huevo (g).

Periodo	Tratamientos						$\bar{X} \pm EE$
	Niveles	T1	T2	T3	T4	T5	
	Ca, % Pd, %	4.34 0.17	4.33 0.23	4.63 0.18	4.64 0.23	3.26 0.25	
1		52.40	53.24	52.76	54.28	52.01	52.94^f±0.24
2		58.37	57.79	58.07	58.21	58.22	58.13^e±0.24
3		60.59	61.49	60.98	61.92	60.42	61.08^d±0.24
4		63.41	64.58	63.46	63.42	64.10	63.79^c±0.24
5		64.49	65.49	64.86	65.43	63.63	64.78^b±0.24
6		66.16	66.60	66.57	65.99	66.14	66.29^a±0.24
$\bar{X} \pm EE$		60.90±0.24	61.53±0.24	61.12±0.24	61.54±0.24	60.75±0.24	

Periodo 1=17 a 24 semanas de edad. Periodo 2= 25 a 32 semanas de edad. Periodo 3= 33 a 40 semanas de edad. Periodo 4= 41 a 48 semanas de edad. Periodo 5= 49 a 56 semanas de edad. Periodo 6= 57 a 64 semanas de edad.

EE= Error estándar.

^{a,b} Indica diferencia entre niveles dentro de periodos ($p\leq 0.05$).

5.2. Características de calidad de cascarón

5.2.1. Gravedad específica

Se observaron valores de gravedad específica (GE) bajos ($p\leq 0.05$) en los huevos de las aves que recibieron los niveles de Ca y Pd (sugeridos por el NRC, 1994),

con respecto a los demás tratamientos. También se encontró que en cada periodo, la GE disminuyó ($p \leq 0.05$; Cuadro 9). Thompson y Hamilton (1982) obtuvieron como valor promedio para huevos de gallinas Leghorn 1.082 de GE y menor a la obtenida en el presente estudio.

Al comparar los resultados de las dietas con el mismo contenido de Ca pero diferente concentración de Pd, se puede observar que no hay diferencias entre 0.17, 0.18 y 0.23% de Pd. Sin embargo, al tomar en cuenta los niveles de Ca en la dieta, se encontraron diferencias ($p \leq 0.05$) entre uno de los niveles más bajos de Ca con respecto a todos los demás, lo cuál indica que ninguna de éstas concentraciones de Ca que consumen las aves influye en la gravedad específica del huevo; lo que difiere con investigaciones realizadas por Cheng y Coon (1990), Castillo *et al.* (2004) y Valdés-Narváez *et al.* (2006). En este estudio, la GE también disminuyó al aumentar la edad de la gallina; lo cual puede deberse a que al aumentar el PH por la edad de las aves, la calidad del cascarón disminuye (Roland *et al.* 1975).

Cuadro 9. Respuesta a diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y la edad de las gallinas Hy-line W36 en la gravedad específica.

Periodo	Tratamientos						$\bar{X} \pm EE$
	Niveles Ca, % Pd, %	T1 4.34 0.17	T2 4.33 0.23	T3 4.63 0.18	T4 4.64 0.23	T5 3.26 0.25	
1		1.0902	1.0903	1.0902	1.0905	1.0897	1.0902 ^a ±0.0002
2		1.0850	1.0847	1.0848	1.0862	1.0837	1.0849 ^b ±0.0002
3		1.0822	1.0824	1.0818	1.0827	1.0801	1.0818 ^c ±0.0002
4		1.0822	1.0812	1.0829	1.0820	1.0806	1.0818 ^c ±0.0002
5		1.0820	1.0813	1.0829	1.0819	1.0794	1.0815 ^c ±0.0002
6		1.0805	1.0806	1.0821	1.0809	1.0795	1.0807 ^d ±0.0002
X ± EE		1.0837^{xy}±0.0002	1.0834^y±0.0002	1.0841^x±0.0002	1.0840^x±0.0002	1.0822^z±0.0002	

Periodo 1=17 a 24 semanas de edad. Periodo 2= 25 a 32 semanas de edad. Periodo 3= 33 a 40 semanas de edad. Periodo 4= 41 a 48 semanas de edad. Periodo 5= 49 a 56 semanas de edad. Periodo 6= 57 a 64 semanas de edad.

E= Error estándar.

^{a,b} Indica diferencia entre niveles dentro de periodos ($p \leq 0.05$).

^{x,y} Indica diferencia entre niveles ($p \leq 0.05$).

5.2.2. Porcentaje de cascarón

Se encontró una disminución ($p \leq 0.05$) en el porcentaje de cascarón (PC; Cuadro 10) de los huevos de las aves que recibieron las concentraciones de Ca y Pd (3.26 y 0.25%, respectivamente) sugeridas por el NRC (1994), con respecto a los demás

tratamientos. También se encontró que en cada periodo, el PC disminuyó. La disminución en el PC en los últimos periodos, puede deberse al aumento en el PH, 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 (Keshavarz y Nakajima, 1993).

Cuadro 10. Respuesta a diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y la edad de las gallinas Hy-line W36 en el porcentaje de cascarón.

Periodo	Tratamientos						$\bar{X} \pm EE$
	Niveles	T1	T2	T3	T4	T5	
	Ca, % Pd, %	4.34 0.17	4.33 0.23	4.63 0.18	4.64 0.23	3.26 0.25	
1		8.43	8.44	8.64	9.21	8.48	8.64 ^a ±0.067
2		8.57	8.60	8.74	8.69	8.52	8.63 ^a ±0.067
3		8.33	8.51	8.39	8.38	8.26	8.38 ^b ±0.067
4		8.23	8.34	8.57	8.19	8.14	8.29 ^b ±0.067
5		8.03	8.04	8.04	7.92	7.89	7.98 ^c ±0.067
6		8.08	8.29	8.12	8.00	7.91	8.08 ^c ±0.067
$\bar{X} \pm EE$		8.28 ^{x,y} ±0.053	8.37 ^x ±0.053	8.42 ^x ±0.053	8.40 ^x ±0.053	8.20 ^y ±0.053	

Periodo 1=17 a 24 semanas de edad. Periodo 2= 25 a 32 semanas de edad. Periodo 3= 33 a 40 semanas de edad. Periodo 4= 41 a 48 semanas de edad. Periodo 5= 49 a 56 semanas de edad. Periodo 6= 57 a 64 semanas de edad.

EE= Error estándar.

^{a,b} Indica diferencia entre niveles dentro de periodos ($p \leq 0.05$).

^{x,y} Indica diferencia entre niveles ($p \leq 0.05$).

6. CONCLUSIONES

1. Las concentraciones de Ca y Pd sugeridas por el NRC (1994) son suficientes para obtener buena producción de huevo.
2. Sin embargo, las dietas con 4.63% Ca y 0.18% Pd, así como 4.64% Ca y 0.23% Pd, maximizan la gravedad específica y el porcentaje de cascarón y son iguales a las concentraciones sugeridas por Castillo *et al.* (2004) y Valdés-Narváez *et al.* (2006). Pero diferentes a los requerimientos de Ca y Pd, sugeridos por el NRC (1994).

7. LITERATURA CITADA

- Abdallah, A. G., R. H. Harás, and O. El-Husseiny. 1993. Performance of hens laying eggs with heavy or light shell weight when fed diets with different calcium and phosphorus levels. *Poult. Sci.* 72:1881-1891.
- Ahmad, H. A., S. S. Yadalam, and D. A. Roland Sr. 2003. Calcium requirements of bovans hens. *Int. J. Poult. Sci.* 2 (6):417-420.
- Anderson, K. E., J. B. Tharrington, P. A. Curtis, and F. T. Jones. 2004. Shell characteristics of eggs from historic strains of single comb white Leghorn chickens and the relationships of egg shape to shell strength. *Int. J. Poult. Sci.* 3(1):17-19.
- Anónimo, 2001. Hy-Line W-98, guía de manejo comercial 2001-2003. Hy-Line Internacional, West Des Moines, Iowa 50265, USA. 22 p.
- Bar, A., V. Razaphkovsky, and E. Vax. 2002. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements in aged laying hens. *Br. Poult. Sci.* 43:261-269.
- Beck, M. M., and K. K. Hansen. 2004. Role of estrogen in avian osteoporosis. *Poult. Sci.* 83:200-206.
- Bernardi, E. 2000. Como optimizar la calidad del cascarón por medio de medidas de manejo. *Tecnología Avipecuaria en Latinoamérica.* 13: 153: 22-26.
- Bolden, S. L., and L. S. Jensen. 1985. Effect of dietary calcium level and ingredient composition on plasma calcium and shell quality in laying hens. *Poult. Sci.* 64:1499-1505.
- Boling, S. D., M. W. Douglas, M. L. Johnson, X. Wang, C. M. Parsons, K. W. Koelkebeck, and R. A. Zimmerman. 2000a. The effects of dietary available phosphorus levels and phytase on performance of young and older laying hens. *Poult. Sci.* 79:224-230.
- Boling, S. D., M. W. Douglas, R. B. Shirley, C. M. Parsons, and K. W. Koelkebeck. 2000b. The effects of various dietary levels of phytase and available phosphorus on performance of laying hens. *Poult. Sci.* 79:535-538.

- Boorman, K. N., and S. P. Gunaratne. 2001. Dietary phosphorus supply, eggshell deposition and plasma inorganic phosphorus in laying hens. *Br. Poult. Sci.* 42:81-91.
- Buxáde, C. C. 1987. *La gallina ponedora. Sistemas de explotación y técnicas de producción.* Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp. 519.
- Castillo, C., M. Cuca, A. Pro, M. González, and E. Morales. 2004. Biological and economic optimum level of calcium in white Leghorn laying hens. *Poult. Sci.* 83:868-872.
- Cheng, T. K., and C. N. Coon. 1990. Effect on layer performance and shell quality of switching limestones with different solubilities. *Poult. Sci.* 69:2199-2203.
- Clunies, M., D. Parks, and S. Leeson. 1992. Calcium and phosphorus metabolism and eggshell formation of hens fed different amounts of calcium. *Poult. Sci.* 71:482-489.
- Cuca, G. M., E. Ávila G., y A. Pro M. 1996. *Alimentación de las aves.* Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Pág. 54.
- Elaroussi, M. A., L. R. Forte, S. L. Eber, and H. V. Biellier. 1994. Calcium homeostasis in the laying hen. 1. Age and dietary calcium effects. *Poult. Sci.* 73:1581-1589.
- Frost, T. J. and D. A. Roland. 1991. The influence of various calcium and phosphorus levels on tibia strength and eggshell quality of pullets during peak production. *Poult. Sci.* 70:963-969.
- Gilbert, A. B. 1983. Calcium and reproduction function in the hen. *Proc. Nutr. Soc.* 42:195-212.
- Gordon, W. R., and D. A. Roland. 1997. Performance of commercial laying hens fed various phosphorus levels, with and without supplemental phytase. *Poult. Sci.* 76:1172-1177.
- Hafez, E. S. E. 1989. *Reproducción e inseminación artificial en animales.* 5ª Edición. Ed. Interamericana McGraw-Hill. Pág. 410-430.
- Hamilton, R. M. G. 1982. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. *Poult. Sci.* 61:2022-2039.

- Hernández-Sánchez, J., M. Cuca G., A. Pro M., M. González A., y C. Becerril P. 2006. Nivel óptimo biológico y económico de calcio en gallinas Leghorn blancas de segundo ciclo de postura. *Agrociencia* 40:49-57.
- Hurwitz, S., and S. Bornstein. 1966. The effect of high dietary calcium on the performance of laying hens fed rations of varying energy levels. *Poult. Sci.* 45:805-809.
- Hurwitz, S., S. Bornstein, and A. Bar. 1969. The effect of dietary calcium carbonate on feed intake and conversion in laying hens. *Poult. Sci.* 48:1453-1456.
- Jensen, E. L. 2000. Desarrollo ovárico y problemas asociados con el calcio en reproductoras pesadas. *Tecnología Avípecuaria en Latinoamérica.* 13:147:37-40.
- Keshavarz, K. 1996. The effect of different levels of vitamin C and cholecalciferol with adequate or marginal levels of dietary calcium on performance and eggshell quality of laying hens. *Poult. Sci.* 75:1227-1235.
- Keshavarz, K. 2000. Nonphytate phosphorus requirement of laying hens with and without phytase on a phase feeding program. *Poult. Sci.* 79:748-763.
- Keshavarz, K., and S. Nakajima. 1993. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and eggshell quality. *Poult. Sci.* 72:144-153.
- Larbier, M., and B. Leclercq. 1994. *Nutrition and feeding of poultry.* 2nd. Edition. Printed by the Midlands Book typesetting Company. Nottingham University. Pág. 110-113.
- Lavelin. I., N. Meiri, and M. Pines. 2000. New insight in eggshell formation. *Poult. Sci.* 79:1014-1017.
- Leeson, S., J. D Summers, and L. Caston. 1993. Response of brown-egg strain layers to dietary calcium or phosphorus. *Poult. Sci.* 72:1510-1514.
- Lewis, P. D., G. C. Perry, and T. R. Morris. 1994. Effect of breed, age and body weight at sexual maturity on egg weight. *Brit. Poult. Sci.* 35(1):181-182.
- McDowell, L. R. 1992. *Minerals in animal and human nutrition.* Ed. L.R. McDowell. Academic Press, New York. USA. Pág. 27-77.

- Mertens, K., F. Bamelis, B. Kemps, B. Kamers, E. Verhoelst, B. De Ketelaere, M. Bain, E. Decuypere, and J. De Baerdemaeker. 2006. Monitoring of eggshell breakage and eggshell strength in different production chains of consumption eggs. *Poult. Sci.* 85:1670-1677.
- North, M. O. y D. D. Bell. 1993. Manual de Producción Avícola. Tercera Edición. Manual Moderno. México D.F. Pág. 829.
- NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. Ninth Revised Edition. National Research Council. National Academy Press, Washington, D. C. USA. 155 p.
- Persia, M. E., P. L. Utterback, P. E. Biggs, K. W. Koelkebeck, and C. M. Parsons. 2003. Interrelationship between environmental temperature and dietary nonphytate phosphorus in laying hens. *Poult. Sci.* 82:1763-1768.
- Roland, D. A., Sr., D. R. Sloan, and R. H. Harms. 1975. The ability of hens to maintain calcium deposition in the egg shell and egg yolk as the hen ages. *Poult. Sci.* 54: 1720-1723.
- Roland, D. A., M. Farmer, and D. Marple. 1985. Calcium and its relationship to excess feed consumption, body weight, egg size, fat deposition, sell quality, and fatty liver hemorrhagic syndrome. *Poult. Sci.* 64:2341-2350.
- Roland, D. A., and R. W. Gordon. 1996. Phosphorus and calcium optimization in laying diets with phytase. In: BASF- Technical Symposium Phytase in Animal Nutrition and Waste Management, Atlanta, G. A. BASF Corporation, Mt. Olive, N. J. pp 305-315.
- Roland, D. A., M. M. Bryant, and H. W. Rabon. 1996. Influence of calcium and environmental temperature on performance of first-cycle (Phase 1) commercial Leghorns. *Poult. Sci.* 75:62-68.
- Roush, W. B., M. Mylet, J. L. Rosenberger, and J. Derr. 1986. Investigation of calcium and available phosphorus requirements for laying hens by response surface methodology. *Poult. Sci.* 65:964-970.
- SAGARPA. 2005. Programa Nacional Pecuario 2005. Coordinación General de Ganadería. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

- SAS. 1999. Statistical Analysis System. The SAS system for windows release 8.0 U.S.A.
- Scott, M. L., S. J. Hull, and P. A. Mullenhoff. 1971. The calcium requirements of laying hens and effect of dietary oyster shell upon egg shell quality. *Poult. Sci.* 50:1055-1063.
- Scott, T. A., R. Kampen, and F. J. Sirversides. 1999. The effect of phosphorus, phytase enzyme, and calcium on the performance of layers fed corn-based diets. *Poult. Sci.* 78:1742-1749.
- Shalev, B. A., and H. Pasternak. 1993. Increment of egg weight with the age in various commercial avian species. *Brit. Poult. Sci.* 34 (5): 915-924.
- Sohail, S. S., M. M. Bryant, S. K. Rao, and D. A. Roland. 2001. Influence of cage density and prior dietary phosphorus level on phosphorus requirement of commercial leghorns. *Poult. Sci.* 80:769-775.
- Sohail, S. S., and D. A. Roland. 2002a. Influence of dietary phosphorus on performance of Hy-line W36 hens. *Poult. Sci.* 81:75-83.
- Sohail, S. S., and D. A. Roland, Sr. 2002b. Metabolism and nutrition: Influence of dietary phosphorus on performance of Hy-Line W36 hens. *Poult. Sci.* 81:75-83.
- Soní-Guillermo, E., M. Cuca G., A. Pro M., M. González A., C. Becerril P., y E. Morales B. 2004. Nivel óptimo biológico y económico de fósforo en gallinas Leghorn blancas en el Segundo ciclo de postura. *Agrociencia.* 38:593-601.
- Thompson, B. K., and R. M. G. Hamilton. 1982. Comparison of the precision and accuracy of the flotation and Archimedes methods for measuring the specific gravity of eggs. *Poult. Sci.* 52:866-872.
- Unión Nacional de Avicultores. 2008. Compendio de Indicadores Económicos del Sector Avícola. Dirección de estudios económicos.
- Usayran, N., and D. Balnave. 1995. Phosphorus requirements of laying hens fed on wheat-based diets. *Brit. Poult.* 36:285-301.
- Usayran, N., M. T. Farran, H. H. O. Awadallah, I. R. Al-Hawi, R. J. Asmar, and V. M. Ashkarian. 2001. Effects of added dietary fat and phosphorus on the performance and egg quality of laying hens subjected to a constant high environmental temperature. *Poult. Sci.* 80:1695-1701.

- Valdés-Narváez, V., M. Cuca G., A. Pro M., J. L. Figueroa V., M. González A. y C. Becerril P.. 2006. Nivel óptimo de fósforo disponible aparente en gallinas Leghorn blanca de la línea Hy-line W36 durante el primer ciclo de producción. *Téc. Pec. Méx.* 44(1):67-80.
- Washburn, K. W. 1982. Incidence, cause and prevention of eggshell breakage in commercial production. *Poult. Sci.* 61:2005-2012.
- Zapata, L. F. and A. G. Gernat. 1995. The effect of four levels of ascorbic acid and two levels de calcium on eggshell quality of forced-molted white Leghorn hens. *Poult. Sci.* 74:1049-1052.

Direcciones electrónicas:

<http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/cifra/progpec05a.pdf> : Situación actual de la producción de huevo en México.

http://www.una.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=70&Itemid=93:
Introducción y situación actual de la producción de huevo en México.

8. ANEXOS

8.1. Resultados del análisis de varianza de las características, considerando periodos, etapas y análisis total.

Cuadro 1A. Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y edad de gallinas Hy-line W36 en el consumo de calcio (g ave⁻¹ d⁻¹).

	Nivel de Ca (%)	4.62	3.25	4.34	4.62	4.34
	Nivel de Pd (%)	0.18	0.25	0.18	0.23	0.23
Semana 1		3.70 ± 0.165	2.64 ± 0.165	3.46 ± 0.165	3.68 ± 0.165	3.46 ± 0.165
Semana 2		4.12 ± 0.165	2.70 ± 0.165	3.42 ± 0.165	3.95 ± 0.165	3.48 ± 0.165
Semana 3		5.44 ± 0.165	3.49 ± 0.165	4.43 ± 0.165	5.21 ± 0.165	4.49 ± 0.165
Semana 4		5.03 ± 0.165	3.23 ± 0.165	4.09 ± 0.165	4.44 ± 0.165	4.13 ± 0.165
Semana 5		4.80 ± 0.165	3.27 ± 0.165	4.04 ± 0.165	4.56 ± 0.165	4.22 ± 0.165
Semana 6		4.57 ± 0.165	3.45 ± 0.165	4.14 ± 0.165	4.46 ± 0.165	4.36 ± 0.165
Semana 7		4.91 ± 0.165	3.61 ± 0.165	4.33 ± 0.165	4.94 ± 0.165	4.62 ± 0.165
Semana 8		4.50 ± 0.165	3.37 ± 0.165	4.30 ± 0.165	4.79 ± 0.165	4.46 ± 0.165
Periodo 1		4.63^c ± 0.098	3.22[±] ± 0.098	4.03[±] ± 0.098	4.50[±] ± 0.098	4.15[±] ± 0.098
Semana 1		5.51 ± 0.165	4.06 ± 0.165	5.05 ± 0.165	5.76 ± 0.165	5.09 ± 0.165
Semana 2		4.80 ± 0.165	3.54 ± 0.165	4.55 ± 0.165	5.04 ± 0.165	4.42 ± 0.165
Semana 3		4.58 ± 0.165	3.44 ± 0.165	4.59 ± 0.165	4.88 ± 0.165	4.32 ± 0.165
Semana 4		4.47 ± 0.165	2.96 ± 0.165	3.89 ± 0.165	4.25 ± 0.165	4.06 ± 0.165
Semana 5		4.83 ± 0.165	3.52 ± 0.165	4.38 ± 0.165	4.92 ± 0.165	4.38 ± 0.165
Semana 6		5.14 ± 0.165	3.67 ± 0.165	4.63 ± 0.165	5.30 ± 0.165	4.58 ± 0.165
Semana 7		4.86 ± 0.165	3.53 ± 0.165	4.58 ± 0.165	5.15 ± 0.165	4.45 ± 0.165
Semana 8		5.08 ± 0.165	3.58 ± 0.165	4.59 ± 0.165	5.20 ± 0.165	4.58 ± 0.165
Periodo 2		4.91[±] ± 0.098	3.54[±] ± 0.098	4.52[±] ± 0.098	5.06[±] ± 0.098	4.49[±] ± 0.098
Semana 1		4.77 ± 0.165	4.90 ± 0.165	4.80 ± 0.165	4.94 ± 0.165	4.66 ± 0.165
Semana 2		4.61 ± 0.165	4.70 ± 0.165	4.61 ± 0.165	4.71 ± 0.165	4.48 ± 0.165
Semana 3		5.08 ± 0.165	4.90 ± 0.165	4.88 ± 0.165	5.00 ± 0.165	4.76 ± 0.165
Semana 4		4.68 ± 0.165	4.87 ± 0.165	4.78 ± 0.165	4.59 ± 0.165	4.65 ± 0.165
Semana 5		5.31 ± 0.165	5.11 ± 0.165	5.12 ± 0.165	5.35 ± 0.165	4.93 ± 0.165
Semana 6		5.31 ± 0.165	5.18 ± 0.165	5.12 ± 0.165	5.35 ± 0.165	4.95 ± 0.165
Semana 7		4.06 ± 0.165	4.11 ± 0.165	3.95 ± 0.165	3.86 ± 0.165	3.91 ± 0.165
Semana 8		4.64 ± 0.165	4.92 ± 0.165	4.60 ± 0.165	4.73 ± 0.165	4.66 ± 0.165
Periodo 3		4.81[±] ± 0.098	4.84[±] ± 0.098	4.73[±] ± 0.098	4.82[±] ± 0.098	4.62[±] ± 0.098
Semana 1		4.77 ± 0.165	4.84 ± 0.165	4.64 ± 0.165	4.7 ± 0.165	4.82 ± 0.165
Semana 2		4.74 ± 0.165	4.59 ± 0.165	4.48 ± 0.165	4.54 ± 0.165	4.70 ± 0.165
Semana 3		4.52 ± 0.165	4.70 ± 0.165	4.47 ± 0.165	4.44 ± 0.165	4.63 ± 0.165
Semana 4		4.76 ± 0.165	4.58 ± 0.165	4.56 ± 0.165	4.70 ± 0.165	4.91 ± 0.165
Semana 5		4.85 ± 0.165	4.79 ± 0.165	4.69 ± 0.165	4.75 ± 0.165	5.10 ± 0.165
Semana 6		4.89 ± 0.165	4.81 ± 0.165	4.68 ± 0.165	4.93 ± 0.165	4.83 ± 0.165
Semana 7		4.93 ± 0.165	4.89 ± 0.165	4.90 ± 0.165	5.25 ± 0.165	4.81 ± 0.165
Semana 8		5.17 ± 0.165	5.35 ± 0.165	5.32 ± 0.165	5.16 ± 0.165	5.42 ± 0.165
Periodo 4		4.83[±] ± 0.098	4.82[±] ± 0.098	4.72[±] ± 0.098	4.82[±] ± 0.098	4.90[±] ± 0.098
Semana 1		4.73 ± 0.165	4.96 ± 0.165	4.66 ± 0.165	4.89 ± 0.165	4.98 ± 0.165
Semana 2		5.07 ± 0.165	4.54 ± 0.165	4.75 ± 0.165	4.75 ± 0.165	4.82 ± 0.165
Semana 3		4.71 ± 0.165	4.59 ± 0.165	4.44 ± 0.165	4.50 ± 0.165	4.73 ± 0.165
Semana 4		4.92 ± 0.165	4.69 ± 0.165	4.75 ± 0.165	4.79 ± 0.165	4.84 ± 0.165
Semana 5		4.81 ± 0.165	4.69 ± 0.165	4.58 ± 0.165	4.64 ± 0.165	4.64 ± 0.165
Semana 6		5.04 ± 0.165	4.99 ± 0.165	4.91 ± 0.165	4.95 ± 0.165	4.99 ± 0.165
Semana 7		5.09 ± 0.165	4.58 ± 0.165	4.94 ± 0.165	4.77 ± 0.165	5.09 ± 0.165
Semana 8		4.74 ± 0.165	4.61 ± 0.165	4.56 ± 0.165	4.52 ± 0.165	4.60 ± 0.165
Periodo 5		4.89[±] ± 0.098	4.71[±] ± 0.098	4.70[±] ± 0.098	4.73[±] ± 0.098	4.83[±] ± 0.098
Semana 1		4.70 ± 0.165	4.58 ± 0.165	4.68 ± 0.165	4.78 ± 0.165	4.70 ± 0.165
Semana 2		4.91 ± 0.165	4.80 ± 0.165	4.76 ± 0.165	4.89 ± 0.165	4.76 ± 0.165
Semana 3		4.11 ± 0.165	4.47 ± 0.165	4.37 ± 0.165	4.89 ± 0.165	4.65 ± 0.165
Semana 4		5.06 ± 0.165	4.93 ± 0.165	4.99 ± 0.165	4.87 ± 0.165	5.05 ± 0.165
Semana 5		4.72 ± 0.165	4.74 ± 0.165	4.67 ± 0.165	4.95 ± 0.165	4.73 ± 0.165
Semana 6		4.87 ± 0.165	4.56 ± 0.165	4.34 ± 0.165	4.79 ± 0.165	5.36 ± 0.165
Semana 7		4.58 ± 0.165	4.88 ± 0.165	4.72 ± 0.165	4.81 ± 0.165	4.71 ± 0.165
Semana 8		4.73 ± 0.165	4.87 ± 0.165	5.02 ± 0.165	5.07 ± 0.165	5.01 ± 0.165
Periodo 6		4.71[±] ± 0.098	4.75[±] ± 0.098	4.69[±] ± 0.098	4.88[±] ± 0.098	4.87[±] ± 0.098
Total		4.80[±] ± 0.044	4.31[±] ± 0.044	4.56[±] ± 0.044	4.80[±] ± 0.044	4.64[±] ± 0.044

Periodo 1=17 a 24 semanas de edad. Periodo 2= 25 a 32 semanas de edad. Periodo 3= 33 a 40 semanas de edad. Periodo 4= 41 a 48 semanas de edad. Periodo 5= 49 a 56 semanas de edad. Periodo 6= 57 a 64 semanas de edad.

EE= Error estándar.

^{a,b} Indica diferencia entre niveles dentro de periodos (p≤0.05).

^{x,y} Indica diferencia entre niveles (p≤0.05).

Cuadro 2A. Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y edad de gallinas Hy-line W36 en el consumo de fósforo disponible aparente (g ave⁻¹ d⁻¹).

	Nivel de Ca (%)	4.62	3.25	4.34	4.62	4.34
	Nivel de Pd (%)	0.18	0.25	0.18	0.23	0.23
Semana 1		0.144 ± 0.008	0.202± 0.008	0.136± 0.008	0.182± 0.008	0.184± 0.008
Semana 2		0.160 ± 0.008	0.207± 0.008	0.134± 0.008	0.196± 0.008	0.185± 0.008
Semana 3		0.212 ± 0.008	0.267± 0.008	0.174± 0.008	0.258± 0.008	0.239± 0.008
Semana 4		0.196 ± 0.008	0.248± 0.008	0.160± 0.008	0.220± 0.008	0.219± 0.008
Semana 5		0.186 ± 0.008	0.251± 0.008	0.158± 0.008	0.226± 0.008	0.224± 0.008
Semana 6		0.178 ± 0.008	0.264± 0.008	0.162± 0.008	0.221± 0.008	0.231± 0.008
Semana 7		0.191 ± 0.008	0.277± 0.008	0.170± 0.008	0.245± 0.008	0.245± 0.008
Semana 8		0.175 ± 0.008	0.258± 0.008	0.169± 0.008	0.238± 0.008	0.237± 0.008
Periodo 1		0.180 ± 0.005	0.247± 0.005	0.158± 0.005	0.223± 0.005	0.221± 0.005
Semana 1		0.214 ± 0.008	0.311± 0.008	0.198± 0.008	0.286± 0.008	0.271± 0.008
Semana 2		0.187± 0.008	0.271± 0.008	0.178± 0.008	0.250± 0.008	0.235± 0.008
Semana 3		0.178± 0.008	0.264± 0.008	0.180± 0.008	0.242± 0.008	0.230± 0.008
Semana 4		0.174± 0.008	0.227± 0.008	0.149± 0.008	0.211± 0.008	0.216± 0.008
Semana 5		0.188± 0.008	0.270± 0.008	0.171± 0.008	0.244± 0.008	0.233± 0.008
Semana 6		0.200± 0.008	0.281± 0.008	0.182± 0.008	0.263± 0.008	0.243± 0.008
Semana 7		0.189± 0.008	0.271± 0.008	0.179± 0.008	0.255± 0.008	0.236± 0.008
Semana 8		0.197± 0.008	0.275± 0.008	0.180± 0.008	0.258± 0.008	0.244± 0.008
Periodo 2		0.191± 0.005	0.271± 0.005	0.177± 0.005	0.251± 0.005	0.283± 0.005
Semana 1		0.186± 0.008	0.265± 0.008	0.176± 0.008	0.246± 0.008	0.231± 0.008
Semana 2		0.179± 0.008	0.254± 0.008	0.170± 0.008	0.234± 0.008	0.223± 0.008
Semana 3		0.198± 0.008	0.265± 0.008	0.179± 0.008	0.249± 0.008	0.237± 0.008
Semana 4		0.182± 0.008	0.263± 0.008	0.175± 0.008	0.228± 0.008	0.231± 0.008
Semana 5		0.206± 0.008	0.276± 0.008	0.188± 0.008	0.266± 0.008	0.245± 0.008
Semana 6		0.207± 0.008	0.280± 0.008	0.188± 0.008	0.266± 0.008	0.246± 0.008
Semana 7		0.158± 0.008	0.222± 0.008	0.145± 0.008	0.192± 0.008	0.194± 0.008
Semana 8		0.180± 0.008	0.266± 0.008	0.169± 0.008	0.235± 0.008	0.231± 0.008
Periodo 3		0.187± 0.005	0.261± 0.005	0.174± 0.005	0.239± 0.005	0.230± 0.005
Semana 1		0.186± 0.008	0.261± 0.008	0.170± 0.008	0.236± 0.008	0.239± 0.008
Semana 2		0.184± 0.008	0.248± 0.008	0.165± 0.008	0.226± 0.008	0.234± 0.008
Semana 3		0.175± 0.008	0.254± 0.008	0.164± 0.008	0.220± 0.008	0.230± 0.008
Semana 4		0.185± 0.008	0.247± 0.008	0.167± 0.008	0.234± 0.008	0.244± 0.008
Semana 5		0.188± 0.008	0.259± 0.008	0.172± 0.008	0.236± 0.008	0.253± 0.008
Semana 6		0.190± 0.008	0.260± 0.008	0.172± 0.008	0.245± 0.008	0.240± 0.008
Semana 7		0.192± 0.008	0.264± 0.008	0.180± 0.008	0.261± 0.008	0.239± 0.008
Semana 8		0.201± 0.008	0.289± 0.008	0.195± 0.008	0.256± 0.008	0.269± 0.008
Periodo 4		0.188± 0.005	0.260± 0.005	0.173± 0.005	0.239± 0.005	0.244± 0.005
Semana 1		0.184± 0.008	0.268± 0.008	0.171± 0.008	0.243± 0.008	0.248± 0.008
Semana 2		0.197± 0.008	0.245± 0.008	0.174± 0.008	0.236± 0.008	0.240± 0.008
Semana 3		0.183± 0.008	0.248± 0.008	0.163± 0.008	0.224± 0.008	0.235± 0.008
Semana 4		0.191± 0.008	0.253± 0.008	0.174± 0.008	0.238± 0.008	0.240± 0.008
Semana 5		0.187± 0.008	0.253± 0.008	0.168± 0.008	0.231± 0.008	0.230± 0.008
Semana 6		0.196± 0.008	0.269± 0.008	0.180± 0.008	0.246± 0.008	0.248± 0.008
Semana 7		0.198± 0.008	0.247± 0.008	0.181± 0.008	0.237± 0.008	0.253± 0.008
Semana 8		0.184± 0.008	0.249± 0.008	0.168± 0.008	0.225± 0.008	0.229± 0.008
Periodo 5		0.190± 0.005	0.254± 0.005	0.173± 0.005	0.235± 0.005	0.183± 0.005
Semana 1		0.183± 0.008	0.257± 0.008	0.172± 0.008	0.237± 0.008	0.252± 0.008
Semana 2		0.191± 0.008	0.259± 0.008	0.175± 0.008	0.243± 0.008	0.234± 0.008
Semana 3		0.160± 0.008	0.241± 0.008	0.160± 0.008	0.243± 0.008	0.237± 0.008
Semana 4		0.197± 0.008	0.266± 0.008	0.183± 0.008	0.242± 0.008	0.231± 0.008
Semana 5		0.184± 0.008	0.256± 0.008	0.171± 0.008	0.246± 0.008	0.251± 0.008
Semana 6		0.189± 0.008	0.246± 0.008	0.159± 0.008	0.238± 0.008	0.235± 0.008
Semana 7		0.179± 0.008	0.264± 0.008	0.173± 0.008	0.239± 0.008	0.266± 0.008
Semana 8		0.184± 0.008	0.263± 0.008	0.184± 0.008	0.239± 0.008	0.234± 0.008
Periodo 6		0.183± 0.005	0.256± 0.005	0.173± 0.005	0.242± 0.005	0.249± 0.005
Total		0.186 ± 0.002^a	0.258 ± 0.002^b	0.171 ± 0.002^a	0.238 ± 0.002^a	0.236 ± 0.002^x

Periodo 1=17 a 24 semanas de edad. Periodo 2= 25 a 32 semanas de edad. Periodo 3= 33 a 40 semanas de edad. Periodo 4= 41 a 48 semanas de edad. Periodo 5= 49 a 56 semanas de edad. Periodo 6= 57 a 64 semanas de edad.

EE= Error estándar.

^{a,b} Indica diferencia entre niveles dentro de periodos (p≤0.05).

^{x,y} Indica diferencia entre niveles (p≤0.05).

Cuadro 3A. Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y edad de gallinas Hy-line W36 en el número de huevos (huevos ave⁻¹ d⁻¹).

	Nivel de Ca (%)	4.62	3.25	4.34	4.62	4.34
	Nivel de Pd (%)	0.18	0.25	0.18	0.23	0.23
Semana 1		0.32±0.035	0.39±0.035	0.34±0.035	0.35±0.035	0.31±0.035
Semana 2		0.63±0.035	0.60±0.035	0.68±0.035	0.60±0.035	0.59±0.035
Semana 3		0.83±0.035	0.81±0.035	0.86±0.035	0.71±0.035	0.82±0.035
Semana 4		0.89±0.035	0.90±0.035	0.85±0.035	0.78±0.035	0.90±0.035
Semana 5		0.91±0.035	0.91±0.035	0.89±0.035	0.87±0.035	0.92±0.035
Semana 6		0.90±0.035	0.92±0.035	0.87±0.035	0.87±0.035	0.91±0.035
Semana 7		0.84±0.035	0.90±0.035	0.87±0.035	0.87±0.035	0.92±0.035
Semana 8		0.90±0.035	0.91±0.035	0.88±0.035	0.91±0.035	0.91±0.035
Periodo 1		0.78±0.219	0.79±0.219	0.78±0.219	0.74±0.219	0.78±0.219
Semana 1		0.91±0.035	0.90±0.035	0.88±0.035	0.87±0.035	0.95±0.035
Semana 2		0.91±0.035	0.91±0.035	0.87±0.035	0.86±0.035	0.87±0.035
Semana 3		0.91±0.035	0.93±0.035	0.88±0.035	0.86±0.035	0.88±0.035
Semana 4		0.89±0.035	0.86±0.035	0.80±0.035	0.79±0.035	0.84±0.035
Semana 5		0.85±0.035	0.85±0.035	0.72±0.035	0.70±0.035	0.83±0.035
Semana 6		0.94±0.035	0.95±0.035	0.87±0.035	0.85±0.035	0.90±0.035
Semana 7		0.93±0.035	0.97±0.035	0.90±0.035	0.92±0.035	0.91±0.035
Semana 8		0.92±0.035	0.95±0.035	0.92±0.035	0.90±0.035	0.93±0.035
Periodo 2		0.91±0.219	0.91±0.219	0.85±0.219	0.84±0.219	0.89±0.219
Semana 1		0.92±0.035	0.96±0.035	0.92±0.035	0.91±0.035	0.92±0.035
Semana 2		0.89±0.035	0.94±0.035	0.88±0.035	0.94±0.035	0.88±0.035
Semana 3		0.89±0.035	0.92±0.035	0.88±0.035	0.90±0.035	0.91±0.035
Semana 4		0.88±0.035	0.92±0.035	0.84±0.035	0.88±0.035	0.84±0.035
Semana 5		0.90±0.035	0.80±0.035	0.85±0.035	0.88±0.035	0.85±0.035
Semana 6		0.79±0.035	0.76±0.035	0.76±0.035	0.80±0.035	0.76±0.035
Semana 7		0.75±0.035	0.83±0.035	0.79±0.035	0.74±0.035	0.76±0.035
Semana 8		0.82±0.035	0.83±0.035	0.81±0.035	0.77±0.035	0.78±0.035
Periodo 3		0.86±0.219	0.87±0.219	0.84±0.219	0.85±0.219	0.84±0.219
Semana 1		0.85±0.035	0.81±0.035	0.82±0.035	0.81±0.035	0.83±0.035
Semana 2		0.89±0.035	0.83±0.035	0.83±0.035	0.80±0.035	0.85±0.035
Semana 3		0.89±0.035	0.85±0.035	0.84±0.035	0.88±0.035	0.88±0.035
Semana 4		0.82±0.035	0.79±0.035	0.82±0.035	0.82±0.035	0.84±0.035
Semana 5		0.83±0.035	0.80±0.035	0.81±0.035	0.79±0.035	0.82±0.035
Semana 6		0.81±0.035	0.79±0.035	0.79±0.035	0.80±0.035	0.82±0.035
Semana 7		0.84±0.035	0.81±0.035	0.83±0.035	0.81±0.035	0.84±0.035
Semana 8		0.81±0.035	0.78±0.035	0.83±0.035	0.77±0.035	0.83±0.035
Periodo 4		0.84±0.219	0.81±0.219	0.82±0.219	0.81±0.219	0.84±0.219
Semana 1		0.79±0.035	0.81±0.035	0.80±0.035	0.76±0.035	0.82±0.035
Semana 2		0.76±0.035	0.77±0.035	0.76±0.035	0.75±0.035	0.80±0.035
Semana 3		0.78±0.035	0.78±0.035	0.77±0.035	0.73±0.035	0.82±0.035
Semana 4		0.80±0.035	0.80±0.035	0.78±0.035	0.73±0.035	0.81±0.035
Semana 5		0.80±0.035	0.79±0.035	0.75±0.035	0.74±0.035	0.78±0.035
Semana 6		0.79±0.035	0.78±0.035	0.76±0.035	0.74±0.035	0.78±0.035
Semana 7		0.79±0.035	0.79±0.035	0.72±0.035	0.77±0.035	0.76±0.035
Semana 8		0.72±0.035	0.74±0.035	0.71±0.035	0.71±0.035	0.76±0.035
Periodo 5		0.78±0.219	0.78±0.219	0.76±0.219	0.74±0.219	0.79±0.219
Semana 1		0.76±0.035	0.79±0.035	0.70±0.035	0.74±0.035	0.76±0.035
Semana 2		0.58±0.035	0.72±0.035	0.64±0.035	0.73±0.035	0.59±0.035
Semana 3		0.58±0.035	0.77±0.035	0.64±0.035	0.70±0.035	0.55±0.035
Semana 4		0.69±0.035	0.81±0.035	0.65±0.035	0.75±0.035	0.68±0.035
Semana 5		0.69±0.035	0.73±0.035	0.65±0.035	0.70±0.035	0.65±0.035
Semana 6		0.70±0.035	0.75±0.035	0.69±0.035	0.73±0.035	0.67±0.035
Semana 7		0.67±0.035	0.72±0.035	0.64±0.035	0.71±0.035	0.63±0.035
Semana 8		0.63±0.035	0.76±0.035	0.63±0.035	0.72±0.035	0.67±0.035
Periodo 6		0.66±0.219	0.76±0.219	0.65±0.219	0.72±0.219	0.65±0.219
Total		0.80±0.0100	0.82±0.0100	0.78±0.0100	0.78±0.0100	0.80±0.0100

Periodo 1=17 a 24 semanas de edad. Periodo 2= 25 a 32 semanas de edad. Periodo 3= 33 a 40 semanas de edad. Periodo 4= 41 a 48 semanas de edad. Periodo 5= 49 a 56 semanas de edad. Periodo 6= 57 a 64 semanas de edad.

EE= Error estándar.

^{a,b} Indica diferencia entre niveles dentro de periodos (p≤0.05).

^{x,y} Indica diferencia entre niveles (p≤0.05).

Cuadro 4A. Respuesta diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y edad de gallinas Hy-line W36 en la masa de huevo.

	Nivel de Ca (%)	4.62	3.25	4.34	4.62	4.34
	Nivel de Pd (%)	0.18	0.25	0.18	0.23	0.23
Semana 1		14.20±2.259	17.40±2.259	15.50±2.259	16.30±2.259	13.95±2.259
Semana 2		29.57±2.259	28.05±2.259	32.18±2.259	28.97±2.259	28.03±2.259
Semana 3		40.35±2.259	40.27±2.259	43.47±2.259	35.43±2.259	40.52±2.259
Semana 4		44.62±2.259	44.17±2.259	42.58±2.259	39.97±2.259	45.57±2.259
Semana 5		46.77±2.259	46.85±2.259	45.33±2.259	44.68±2.259	47.60±2.259
Semana 6		47.65±2.259	48.83±2.259	45.13±2.259	46.35±2.259	48.57±2.259
Semana 7		47.20±2.259	46.43±2.259	47.15±2.259	45.85±2.259	48.47±2.259
Semana 8		51.45±2.259	49.07±2.259	48.55±2.259	48.22±2.259	50.88±2.259
Periodo 1		40.23±1.475	40.13±1.475	39.99±1.475	38.22±1.475	40.45±1.475
Semana 1		49.88±2.259	49.15±2.259	48.50±2.259	48.55±2.259	52.75±2.259
Semana 2		50.53±2.259	50.05±2.259	47.77±2.259	47.20±2.259	48.32±2.259
Semana 3		51.12±2.259	42.38±2.259	49.52±2.259	49.12±2.259	49.58±2.259
Semana 4		50.35±2.259	48.25±2.259	44.42±2.259	45.13±2.259	48.02±2.259
Semana 5		48.15±2.259	47.35±2.259	39.52±2.259	38.93±2.259	47.37±2.259
Semana 6		53.86±2.259	54.05±2.259	49.08±2.259	49.48±2.259	52.80±2.259
Semana 7		53.53±2.259	56.48±2.259	52.68±2.259	51.40±2.259	51.75±2.259
Semana 8		53.38±2.259	56.47±2.259	53.88±2.259	52.93±2.259	55.45±2.259
Periodo 2		51.33±1.475	51.77±1.475	48.17±1.475	48.22±1.475	50.75±1.475
Semana 1		54.02±2.259	56.10±2.259	54.30±2.259	53.57±2.259	54.55±2.259
Semana 2		52.28±2.259	55.18±2.259	52.13±2.259	55.40±2.259	52.97±2.259
Semana 3		53.12±2.259	54.58±2.259	52.47±2.259	54.17±2.259	54.52±2.259
Semana 4		52.40±2.259	54.87±2.259	51.43±2.259	52.57±2.259	50.60±2.259
Semana 5		53.45±2.259	48.53±2.259	51.10±2.259	53.08±2.259	51.95±2.259
Semana 6		47.52±2.259	44.15±2.259	44.88±2.259	48.41±2.259	46.32±2.259
Semana 7		44.47±2.259	50.18±2.259	46.80±2.259	44.20±2.259	45.92±2.259
Semana 8		49.42±2.259	50.57±2.259	49.18±2.259	48.13±2.259	48.77±2.259
Periodo 3		50.83±1.475	51.77±1.475	50.29±1.475	51.19±1.475	50.70±1.475
Semana 1		52.18±2.259	49.48±2.259	50.37±2.259	50.77±2.259	52.13±2.259
Semana 2		54.27±2.259	51.55±2.259	50.97±2.259	49.88±2.259	53.22±2.259
Semana 3		54.47±2.259	52.97±2.259	51.32±2.259	54.88±2.259	55.25±2.259
Semana 4		50.97±2.259	49.68±2.259	51.08±2.259	50.72±2.259	53.27±2.259
Semana 5		50.52±2.259	50.52±2.259	49.95±2.259	49.90±2.259	51.93±2.259
Semana 6		50.78±2.259	50.10±2.259	48.95±2.259	50.93±2.259	52.02±2.259
Semana 7		50.53±2.259	51.13±2.259	52.00±2.259	51.37±2.259	52.88±2.259
Semana 8		51.22±2.259	49.63±2.259	52.18±2.259	49.33±2.259	53.82±2.259
Periodo 4		52.12±1.475	50.63±1.475	50.85±1.475	50.97±1.475	53.06±1.475
Semana 1		50.20±2.259	51.50±2.259	50.23±2.259	48.57±2.259	53.15±2.259
Semana 2		48.88±2.259	49.07±2.259	48.93±2.259	48.35±2.259	51.82±2.259
Semana 3		50.08±2.259	49.87±2.259	49.07±2.259	47.08±2.259	52.65±2.259
Semana 4		51.65±2.259	51.27±2.259	49.60±2.259	46.77±2.259	52.88±2.259
Semana 5		51.53±2.259	51.15±2.259	48.03±2.259	47.32±2.259	50.77±2.259
Semana 6		51.43±2.259	50.90±2.259	48.98±2.259	48.08±2.259	51.35±2.259
Semana 7		50.80±2.259	50.73±2.259	45.85±2.259	49.82±2.259	50.62±2.259
Semana 8		48.02±2.259	47.77±2.259	46.68±2.259	47.02±2.259	49.58±2.259
Periodo 5		50.33±1.475	50.28±1.475	48.42±1.475	47.88±1.475	51.60±1.475
Semana 1		49.33±2.259	51.22±2.259	45.07±2.259	48.43±2.259	50.57±2.259
Semana 2		37.58±2.259	46.75±2.259	41.57±2.259	48.03±2.259	39.00±2.259
Semana 3		37.58±2.259	50.38±2.259	41.52±2.259	45.50±2.259	35.95±2.259
Semana 4		45.12±2.259	55.45±2.259	43.15±2.259	49.12±2.259	44.65±2.259
Semana 5		45.25±2.259	47.77±2.259	42.68±2.259	46.05±2.259	43.48±2.259
Semana 6		46.07±2.259	49.87±2.259	45.47±2.259	48.60±2.259	44.65±2.259
Semana 7		44.68±2.259	48.30±2.259	41.58±2.259	47.02±2.259	42.27±2.259
Semana 8		41.72±2.259	50.32±2.259	41.65±2.259	47.77±2.259	48.78±2.259
Periodo 6		43.42±1.475	50.01±1.475	42.84±1.475	47.56±1.475	43.29±1.475
Total		48.04±0.688	49.10±0.688	46.76±0.688	47.34±0.688	48.31±0.688

Periodo 1=17 a 24 semanas de edad. Periodo 2= 25 a 32 semanas de edad. Periodo 3= 33 a 40 semanas de edad. Periodo 4= 41 a 48 semanas de edad. Periodo 5= 49 a 56 semanas de edad. Periodo 6= 57 a 64 semanas de edad.

EE= Error estándar.

^{a,b} Indica diferencia entre niveles dentro de periodos (p≤0.05).

^{x,y} Indica diferencia entre niveles (p≤0.05).

Cuadro 5A. Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y edad de gallinas Hy-line W36 en el consumo de alimento (g ave⁻¹ d⁻¹).

	Nivel de Ca (%)	4.62	3.25	4.34	4.62	4.34
	Nivel de Pd (%)	0.18	0.25	0.18	0.23	0.23
Semana 1		79.85±3.639	80.87±3.639	79.75±3.639	79.18±3.639	79.90±3.639
Semana 2		88.87±3.639	82.88±3.639	78.87±3.639	85.05±3.639	80.40±3.639
Semana 3		117.50±3.639	106.88±3.639	102.13±3.639	112.19±3.639	103.78±3.639
Semana 4		108.65±3.639	99.09±3.639	94.32±3.639	95.81±3.639	95.27±3.639
Semana 5		103.61±3.639	100.19±3.639	93.15±3.639	98.16±3.639	97.53±3.639
Semana 6		98.75±3.639	105.62±3.639	95.42±3.639	96.06±3.639	100.62±3.639
Semana 7		106.02±3.639	110.81±3.639	99.71±3.639	106.40±3.639	106.63±3.639
Semana 8		97.26±3.639	103.29±3.639	99.09±3.639	103.33±3.639	103.09±3.639
Periodo 1		100.06±2.159	98.70±2.159	92.80±2.159	97.02±2.159	95.90±2.159
Semana 1		118.97±3.639	124.35±3.639	116.35±3.639	124.06±3.639	117.56±3.639
Semana 2		103.64±3.639	102.42±3.639	104.75±3.639	108.66±3.639	102.11±3.639
Semana 3		98.90±3.639	108.54±3.639	105.84±3.639	105.12±3.639	99.74±3.639
Semana 4		96.61±3.639	90.67±3.639	87.72±3.639	91.52±3.639	93.82±3.639
Semana 5		104.35±3.639	107.99±3.639	100.81±3.639	106.10±3.639	101.24±3.639
Semana 6		110.94±3.639	112.43±3.639	106.68±3.639	114.16±3.639	105.81±3.639
Semana 7		104.85±3.639	108.28±3.639	105.52±3.639	110.97±3.639	102.63±3.639
Semana 8		109.65±3.639	110.02±3.639	105.85±3.639	111.92±3.639	105.83±3.639
Periodo 2		105.99±2.159	108.46±2.159	104.19±2.159	109.06±2.159	103.59±2.159
Semana 1		103.10±3.639	105.86±3.639	103.66±3.639	106.71±3.639	103.53±3.639
Semana 2		99.47±3.639	101.54±3.639	99.67±3.639	101.70±3.639	96.81±3.639
Semana 3		109.80±3.639	105.78±3.639	105.41±3.639	108.10±3.639	102.81±3.639
Semana 4		101.02±3.639	105.15±3.639	103.30±3.639	99.12±3.639	100.37±3.639
Semana 5		114.60±3.639	110.38±3.639	110.52±3.639	115.60±3.639	106.45±3.639
Semana 6		114.68±3.639	11.97±3.639	110.53±3.639	115.63±3.639	106.77±3.639
Semana 7		87.73±3.639	88.82±3.639	85.33±3.639	83.45±3.639	84.32±3.639
Semana 8		100.32±3.639	106.38±3.639	99.47±3.639	102.03±3.639	100.60±3.639
Periodo 3		103.84±2.159	104.48±2.159	102.24±2.159	104.04±2.159	99.83±2.159
Semana 1		103.10±3.639	104.43±3.639	100.12±3.639	102.73±3.639	104.08±3.639
Semana 2		102.43±3.639	99.17±3.639	96.65±3.639	99.17±3.639	101.55±3.639
Semana 3		97.73±3.639	101.47±3.639	96.43±3.639	95.88±3.639	100.00±3.639
Semana 4		102.77±3.639	98.95±3.639	98.43±3.639	101.62±3.639	105.98±3.639
Semana 5		104.67±3.639	103.32±3.639	101.37±3.639	102.58±3.639	110.18±3.639
Semana 6		105.63±3.639	103.93±3.639	101.07±3.639	106.62±3.639	104.25±3.639
Semana 7		106.42±3.639	105.60±3.639	105.92±3.639	113.48±3.639	103.97±3.639
Semana 8		111.73±3.639	115.70±3.639	114.97±3.639	111.35±3.639	117.13±3.639
Periodo 4		104.31±2.159	104.07±2.159	101.87±2.159	104.05±2.159	105.89±2.159
Semana 1		102.23±3.639	107.15±3.639	100.73±3.639	105.53±3.639	107.58±3.639
Semana 2		109.42±3.639	98.15±3.639	102.52±3.639	102.52±3.639	104.15±3.639
Semana 3		101.78±3.639	99.12±3.639	95.82±3.639	97.22±3.639	102.05±3.639
Semana 4		106.17±3.639	101.27±3.639	102.48±3.639	103.52±3.639	104.42±3.639
Semana 5		103.82±3.639	101.27±3.639	95.88±3.639	100.15±3.639	100.15±3.639
Semana 6		108.88±3.639	107.68±3.639	106.10±3.639	106.97±3.639	107.68±3.639
Semana 7		109.93±3.639	98.93±3.639	106.70±3.639	109.80±3.639	109.88±3.639
Semana 8		102.30±3.639	99.57±3.639	98.48±3.639	97.68±3.639	99.33±3.639
Periodo 5		105.57±2.159	101.64±2.159	101.46±2.159	102.07±2.159	104.41±2.159
Semana 1		101.42±3.639	102.55±3.639	101.07±3.639	103.17±3.639	101.48±3.639
Semana 2		105.92±3.639	103.72±3.639	102.77±3.639	105.50±3.639	102.87±3.639
Semana 3		88.70±3.639	96.50±3.639	94.27±3.639	105.55±3.639	100.40±3.639
Semana 4		109.23±3.639	106.42±3.639	107.82±3.639	105.18±3.639	109.07±3.639
Semana 5		101.92±3.639	102.40±3.639	100.72±3.639	106.97±3.639	102.13±3.639
Semana 6		105.10±3.639	98.53±3.639	93.67±3.639	103.38±3.639	115.67±3.639
Semana 7		98.90±3.639	105.45±3.639	101.93±3.639	103.82±3.639	101.72±3.639
Semana 8		102.10±3.639	105.12±3.639	108.35±3.639	109.38±3.639	108.17±3.639
Periodo 6		101.66±2.159	102.59±2.159	101.32±2.159	105.37±2.159	105.19±2.159
Total		103.57±0.969	103.32±0.969	100.65±0.969	103.60±0.969	102.47±0.969

Periodo 1=17 a 24 semanas de edad. Periodo 2= 25 a 32 semanas de edad. Periodo 3= 33 a 40 semanas de edad. Periodo 4= 41 a 48 semanas de edad. Periodo 5= 49 a 56 semanas de edad. Periodo 6= 57 a 64 semanas de edad.

EE= Error estándar.

^{a,b} Indica diferencia entre niveles dentro de periodos (p≤0.05).

^{x,y} Indica diferencia entre niveles (p≤0.05).

Cuadro 6A. Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y edad de gallinas Hy-line W36 en la conversión alimenticia.

	Nivel de Ca (%)	4.62	3.25	4.34	4.62	4.34
	Nivel de Pd (%)	0.18	0.25	0.18	0.23	0.23
Semana 1		6.09±0.200	5.19±0.200	5.32±0.200	5.75±0.200	6.66±0.200
Semana 2		3.02±0.200	2.99±0.200	2.48±0.200	3.01±0.200	2.93±0.200
Semana 3		2.90±0.200	2.66±0.200	2.36±0.200	3.17±0.200	2.56±0.200
Semana 4		2.45±0.200	2.25±0.200	2.22±0.200	2.40±0.200	2.09±0.200
Semana 5		2.23±0.200	2.14±0.200	2.05±0.200	2.22±0.200	2.06±0.200
Semana 6		2.08±0.200	2.17±0.200	2.12±0.200	2.08±0.200	2.08±0.200
Semana 7		2.28±0.200	2.40±0.200	2.12±0.200	2.33±0.200	2.20±0.200
Semana 8		1.89±0.200	2.12±0.200	2.05±0.200	2.15±0.200	2.03±0.200
Periodo 1		2.87±0.125	2.74±0.125	2.59±0.125	2.89±0.125	2.83±0.125
Semana 1		2.39±0.200	2.54±0.200	2.41±0.200	2.56±0.200	2.23±0.200
Semana 2		2.05±0.200	2.17±0.200	2.21±0.200	2.32±0.200	2.12±0.200
Semana 3		1.94±0.200	1.02±0.200	2.15±0.200	2.15±0.200	2.03±0.200
Semana 4		1.91±0.200	1.88±0.200	1.99±0.200	2.03±0.200	1.96±0.200
Semana 5		2.27±0.200	2.35±0.200	2.69±0.200	2.97±0.200	2.22±0.200
Semana 6		2.07±0.200	2.09±0.200	2.18±0.200	2.34±0.200	2.01±0.200
Semana 7		1.97±0.200	1.92±0.200	2.00±0.200	2.04±0.200	1.99±0.200
Semana 8		2.08±0.200	1.95±0.200	1.97±0.200	2.12±0.200	1.91±0.200
Periodo 2		2.08±0.125	2.11±0.125	2.20±0.125	2.32±0.125	2.06±0.125
Semana 1		1.91±0.200	1.89±0.200	1.92±0.200	2.00±0.200	1.84±0.200
Semana 2		1.92±0.200	1.84±0.200	1.92±0.200	1.84±0.200	1.84±0.200
Semana 3		2.07±0.200	1.95±0.200	2.02±0.200	2.01±0.200	1.90±0.200
Semana 4		1.93±0.200	1.93±0.200	2.02±0.200	1.89±0.200	2.00±0.200
Semana 5		2.15±0.200	2.28±0.200	2.17±0.200	2.20±0.200	2.08±0.200
Semana 6		2.44±0.200	2.54±0.200	2.48±0.200	2.42±0.200	2.34±0.200
Semana 7		1.99±0.200	1.77±0.200	1.85±0.200	1.90±0.200	1.86±0.200
Semana 8		2.05±0.200	2.12±0.200	2.04±0.200	2.12±0.200	2.08±0.200
Periodo 3		2.06±0.125	2.04±0.125	2.05±0.125	2.05±0.125	1.99±0.125
Semana 1		1.98±0.200	2.12±0.200	1.99±0.200	2.04±0.200	2.00±0.200
Semana 2		1.89±0.200	1.93±0.200	1.91±0.200	1.99±0.200	1.92±0.200
Semana 3		1.81±0.200	1.93±0.200	1.90±0.200	1.90±0.200	1.81±0.200
Semana 4		2.03±0.200	2.00±0.200	1.95±0.200	2.01±0.200	1.99±0.200
Semana 5		2.08±0.200	2.06±0.200	2.05±0.200	2.07±0.200	2.13±0.200
Semana 6		2.09±0.200	2.08±0.200	2.07±0.200	2.10±0.200	2.02±0.200
Semana 7		2.03±0.200	2.09±0.200	2.04±0.200	2.21±0.200	1.97±0.200
Semana 8		2.18±0.200	2.35±0.200	2.21±0.200	2.28±0.200	2.18±0.200
Periodo 4		2.01±0.125	2.07±0.125	2.02±0.125	2.06±0.125	2.00±0.125
Semana 1		2.04±0.200	2.08±0.200	2.02±0.200	2.19±0.200	2.03±0.200
Semana 2		2.24±0.200	2.00±0.200	2.14±0.200	2.16±0.200	2.02±0.200
Semana 3		2.04±0.200	1.99±0.200	1.96±0.200	2.10±0.200	1.95±0.200
Semana 4		2.06±0.200	1.99±0.200	2.09±0.200	2.23±0.200	1.99±0.200
Semana 5		2.02±0.200	1.98±0.200	2.10±0.200	2.14±0.200	1.99±0.200
Semana 6		2.13±0.200	2.11±0.200	2.17±0.200	2.24±0.200	2.12±0.200
Semana 7		2.18±0.200	1.95±0.200	2.38±0.200	2.08±0.200	2.19±0.200
Semana 8		2.13±0.200	2.09±0.200	2.12±0.200	2.10±0.200	2.02±0.200
Periodo 5		2.10±0.125	2.02±0.125	2.12±0.125	2.16±0.125	2.04±0.125
Semana 1		2.08±0.200	2.01±0.200	2.28±0.200	2.14±0.200	2.01±0.200
Semana 2		2.88±0.200	2.24±0.200	2.57±0.200	2.21±0.200	2.98±0.200
Semana 3		2.55±0.200	1.92±0.200	2.30±0.200	2.38±0.200	3.27±0.200
Semana 4		2.55±0.200	1.97±0.200	2.63±0.200	2.16±0.200	2.70±0.200
Semana 5		2.26±0.200	2.15±0.200	2.38±0.200	2.32±0.200	2.54±0.200
Semana 6		2.29±0.200	2.00±0.200	2.10±0.200	2.16±0.200	2.75±0.200
Semana 7		2.23±0.200	2.19±0.200	2.48±0.200	2.23±0.200	2.60±0.200
Semana 8		2.48±0.200	2.11±0.200	2.63±0.200	2.35±0.200	2.51±0.200
Periodo 6		2.41±0.125	2.07±0.125	2.42±0.125	2.24±0.125	2.67±0.125
Total		2.26±0.057	2.18±0.057	2.23±0.057	2.28±0.057	2.26±0.057

Periodo 1=17 a 24 semanas de edad. Periodo 2= 25 a 32 semanas de edad. Periodo 3= 33 a 40 semanas de edad. Periodo 4= 41 a 48 semanas de edad. Periodo 5= 49 a 56 semanas de edad. Periodo 6= 57 a 64 semanas de edad.

EE= Error estándar.

^{a,b} Indica diferencia entre niveles dentro de periodos (p≤0.05).

^{x,y} Indica diferencia entre niveles (p≤0.05).

Cuadro 7A. Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y edad de gallinas Hy-line W36 en el peso individual del huevo (g).

	Nivel de Ca (%)	4.62	3.25	4.34	4.62	4.34
	Nivel de Pd (%)	0.18	0.25	0.18	0.23	0.23
Bisemana 1		49.68±0.896	50.04±0.896	49.40±0.896	50.75±0.896	48.87±0.896
Bisemana 2		51.44±0.896	50.54±0.896	52.17±0.896	53.03±0.896	52.45±0.896
Bisemana 3		53.47±0.896	54.70±0.896	52.23±0.896	54.33±0.896	54.56±0.896
Bisemana 4		56.50±0.896	53.04±0.896	55.38±0.896	58.65±0.896	57.53±0.896
Periodo 1		52.77±0.554	52.08±0.554	52.30±0.554	54.19±0.554	53.35±0.554
Bisemana 1		57.22±0.896	55.95±0.896	55.83±0.896	56.84±0.896	57.43±0.896
Bisemana 2		58.30±0.896	58.91±0.896	59.00±0.896	58.90±0.896	58.00±0.896
Bisemana 3		57.56±0.896	58.64±0.896	57.02±0.896	58.56±0.896	56.88±0.896
Bisemana 4		59.05±0.896	59.19±0.896	60.98±0.896	59.23±0.896	59.12±0.896
Periodo 2		58.03±0.554	58.17±0.554	58.21±0.554	58.38±0.554	57.86±0.554
Bisemana 1		59.62±0.896	60.26±0.896	58.93±0.896	61.22±0.896	61.31±0.896
Bisemana 2		61.07±0.896	60.91±0.896	61.75±0.896	60.67±0.896	61.54±0.896
Bisemana 3		60.51±0.896	57.68±0.896	60.61±0.896	61.87±0.896	61.09±0.896
Bisemana 4		62.51±0.896	62.40±0.896	62.06±0.896	63.37±0.896	62.24±0.896
Periodo 3		60.93±0.554	60.31±0.554	60.84±0.554	61.78±0.554	61.54±0.554
Bisemana 1		61.60±0.896	63.44±0.896	62.13±0.896	61.40±0.896	63.66±0.896
Bisemana 2		63.04±0.896	63.85±0.896	63.13±0.896	64.28±0.896	64.32±0.896
Bisemana 3		64.16±0.896	63.65±0.896	63.85±0.896	62.29±0.896	64.21±0.896
Bisemana 4		65.09±0.896	65.55±0.896	64.79±0.896	65.60±0.896	65.78±0.896
Periodo 4		63.47±0.554	64.12±0.554	63.48±0.554	63.39±0.554	64.49±0.554
Bisemana 1		64.28±0.896	63.71±0.896	64.74±0.896	65.03±0.896	65.38±0.896
Bisemana 2		65.51±0.896	63.95±0.896	63.60±0.896	65.79±0.896	64.32±0.896
Bisemana 3		65.11±0.896	63.68±0.896	64.30±0.896	65.70±0.896	65.35±0.896
Bisemana 4		64.71±0.896	63.42±0.896	65.00±0.896	65.61±0.896	66.39±0.896
Periodo 5		64.90±0.554	63.69±0.554	64.41±0.554	65.53±0.554	65.36±0.554
Bisemana 1		65.22±0.896	65.70±0.896	65.47±0.896	65.02±0.896	65.61±0.896
Bisemana 2		67.48±0.896	65.89±0.896	66.31±0.896	66.86±0.896	66.14±0.896
Bisemana 3		66.61±0.896	66.10±0.896	66.76±0.896	65.28±0.896	67.80±0.896
Bisemana 4		67.02±0.896	66.49±0.896	66.25±0.896	66.69±0.896	67.15±0.896
Periodo 6		66.58±0.554	66.04±0.554	66.20±0.554	65.96±0.554	66.68±0.554
Total		61.12±0.243	60.74±0.243	60.90±0.243	61.54±0.243	61.55±0.243

Periodo 1=17 a 24 semanas de edad. Periodo 2= 25 a 32 semanas de edad. Periodo 3= 33 a 40 semanas de edad. Periodo 4= 41 a 48 semanas de edad. Periodo 5= 49 a 56 semanas de edad. Periodo 6= 57 a 64 semanas de edad.

EE= Error estándar.

^{a,b} Indica diferencia entre niveles dentro de periodos ($p \leq 0.05$).

^{x,y} Indica diferencia entre niveles ($p \leq 0.05$).

Cuadro 8A. Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y edad de gallinas Hy-line W36 en la gravedad específica.

	Nivel de Ca (%)	4.62	3.25	4.34	4.62	4.34
	Nivel de Pd (%)	0.18	0.25	0.18	0.23	0.23
Bisemana 1		1.0920±0.0008	1.0925±0.0008	1.0932±0.0008	1.0913±0.0008	1.0918±0.0008
Bisemana 2		1.0913±0.0008	1.0902±0.0008	1.0905±0.0008	1.0908±0.0008	1.0907±0.0008
Bisemana 3		1.0900±0.0008	1.0892±0.0008	1.0907±0.0008	1.0923±0.0008	1.0908±0.0008
Bisemana 4		1.0875±0.0008	1.0867±0.0008	1.0865±0.0008	1.0877±0.0008	1.0878±0.0008
Periodo 1		1.0902±0.0005	1.0896±0.0005	1.0902±0.0005	1.0864±0.0005	1.0846±0.0005
Bisemana 1		1.0853±0.0008	1.0843±0.0008	1.0860±0.0008	1.0865±0.0008	1.0857±0.0008
Bisemana 2		1.0855±0.0008	1.0863±0.0008	1.0863±0.0008	1.0893±0.0008	1.0860±0.0008
Bisemana 3		1.0858±0.0008	1.0850±0.0008	1.0865±0.0008	1.0873±0.0008	1.0862±0.0008
Bisemana 4		1.0825±0.0008	1.0792±0.0008	1.0807±0.0008	1.0823±0.0008	1.0807±0.0008
Periodo 2		1.0848±0.0005	1.0837±0.0005	1.0849±0.0005	1.0827±0.0005	1.0823±0.0005
Bisemana 1		1.0827±0.0008	1.0795±0.0008	1.0815±0.0008	1.0830±0.0008	1.0817±0.0008
Bisemana 2		1.0833±0.0008	1.0808±0.0008	1.0830±0.0008	1.0838±0.0008	1.0827±0.0008
Bisemana 3		1.0803±0.0008	1.0788±0.0008	1.0813±0.0008	1.0808±0.0008	1.0808±0.0008
Bisemana 4		1.0817±0.0008	1.0812±0.0008	1.0827±0.0008	1.0832±0.0008	1.0842±0.0008
Periodo 3		1.0820±0.0005	1.0801±0.0005	1.0821±0.0005	1.0820±0.0005	1.0813±0.0005
Bisemana 1		1.0870±0.0008	1.0847±0.0008	1.0853±0.0008	1.0860±0.0008	1.0848±0.0008
Bisemana 2		1.0840±0.0008	1.0807±0.0008	1.0830±0.0008	1.0825±0.0008	1.0817±0.0008
Bisemana 3		1.0792±0.0008	1.0778±0.0008	1.0782±0.0008	1.0785±0.0008	1.0778±0.0008
Bisemana 4		1.0815±0.0008	1.0797±0.0008	1.0817±0.0008	1.0810±0.0008	1.0807±0.0008
Periodo 4		1.0829±0.0005	1.0807±0.0005	1.0820±0.0005	1.0818±0.0005	1.0813±0.0005
Bisemana 1		1.0822±0.0008	1.0788±0.0008	1.0798±0.0008	1.0810±0.0008	1.0802±0.0008
Bisemana 2		1.0842±0.0008	1.0805±0.0008	1.0835±0.0008	1.0830±0.0008	1.0828±0.0008
Bisemana 3		1.0832±0.0008	1.0803±0.0008	1.0835±0.0008	1.0825±0.0008	1.0822±0.0008
Bisemana 4		1.0820±0.0008	1.0777±0.0008	1.0818±0.0008	1.0808±0.0008	1.0798±0.0008
Periodo 5		1.0829±0.0005	1.0793±0.0005	1.0822±0.0005	1.0809±0.0005	1.0807±0.0005
Bisemana 1		1.0842±0.0008	1.0800±0.0008	1.0823±0.0008	1.0825±0.0008	1.0810±0.0008
Bisemana 2		1.0808±0.0008	1.0797±0.0008	1.0803±0.0008	1.0812±0.0008	1.0813±0.0008
Bisemana 3		1.0840±0.0008	1.0815±0.0008	1.0807±0.0008	1.0820±0.0008	1.0828±0.0008
Bisemana 4		1.0792±0.0008	1.0768±0.0008	1.0785±0.0008	1.0780±0.0008	1.0775±0.0008
Periodo 6		1.0820±0.0005	1.0795±0.0005	1.0805±0.0005	1.8090±0.0005	1.0807±0.0005
Total		1.0841^a±0.0002	1.0822^a±0.0002	1.0836^{xy}±0.0002	1.0841^a±0.0002	1.0834^a±0.0002

Periodo 1=17 a 24 semanas de edad. Periodo 2= 25 a 32 semanas de edad. Periodo 3= 33 a 40 semanas de edad. Periodo 4= 41 a 48 semanas de edad. Periodo 5= 49 a 56 semanas de edad. Periodo 6= 57 a 64 semanas de edad.

EE= Error estándar.

^{a,b} Indica diferencia entre niveles dentro de periodos ($p \leq 0.05$).

^{x,y} Indica diferencia entre niveles ($p \leq 0.05$).

Cuadro 9A. Respuesta de diferentes concentraciones de calcio y fósforo disponible en la dieta y edad de gallinas Hy-line W36 en el porcentaje de cascarón (%).

	Nivel de Ca (%)	4.62	3.25	4.34	4.62	4.34
	Nivel de Pd (%)	0.18	0.25	0.18	0.23	0.23
Mes 1	SM		SM	SM	SM	SM
Mes 2	8.64±0.148	8.48±0.148	8.43±0.148	9.22±0.148	8.45±0.148	
Periodo 1	8.64±0.148	8.48±0.110	8.43±0.110	9.22±0.110	8.45±0.148	
Mes 1	8.68±0.148	8.48±0.148	8.53±0.148	8.83±0.148	8.65±0.148	
Mes 2	8.79±0.148	8.56±0.148	8.61±0.148	8.56±0.148	8.59±0.148	
Periodo 2	8.74±0.148	8.52±0.110	8.57±0.110	8.69±0.110	8.62±0.148	
Mes 1	8.39±0.148	8.21±0.148	8.21±0.148	8.40±0.148	8.83±0.148	
Mes 2	8.40±0.148	8.32±0.148	8.45±0.148	8.36±0.148	8.19±0.148	
Periodo 3	8.40±0.148	8.26±0.110	8.33±0.110	9.38±0.110	8.51±0.148	
Mes 1	8.69±0.148	8.24±0.148	8.23±0.148	8.28±0.148	8.32±0.148	
Mes 2	8.45±0.148	8.06±0.148	8.25±0.148	8.09±0.148	8.33±0.148	
Periodo 4	8.57±0.148	8.15±0.110	8.24±0.110	8.18±0.110	8.33±0.148	
Mes 1	8.13±0.148	8.02±0.148	8.21±0.148	7.99±0.148	8.30±0.148	
Mes 2	7.95±0.148	7.77±0.148	7.85±0.148	7.86±0.148	7.78±0.148	
Periodo 5	8.04±0.148	7.89±0.110	8.03±0.110	7.92±0.110	8.04±0.148	
Mes 1	8.12±0.148	7.91±0.148	8.08±0.148	8.01±0.148	8.29±0.148	
Mes 2	SM	SM	SM	SM	SM	
Periodo 6	8.12±0.148	7.91±0.110	8.08±0.110	8.01±0.110	8.28±0.148	
Total	8.42^a±0.053	8.20^b±0.053	8.28^b±0.053	8.40^a±0.053	8.40^a±0.053	

Periodo 1=17 a 24 semanas de edad. Periodo 2= 25 a 32 semanas de edad. Periodo 3= 33 a 40 semanas de edad. Periodo 4= 41 a 48 semanas de edad. Periodo 5= 49 a 56 semanas de edad. Periodo 6= 57 a 64 semanas de edad.

EE= Error estándar.

SM= Sin medición.

^{a,b} Indica diferencia entre niveles dentro de periodos ($p \leq 0.05$).

^{x,y} Indica diferencia entre niveles ($p \leq 0.05$).