

Efecto de tres granulometrías de carbonato de calcio en dietas de pollas Dekalb White[®] de 13 hasta 20 semanas de edad

**Claudia Rivas Gonzalez
Josie Lucia Rivera Robles**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2016

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Efecto de tres granulometrías de carbonato de calcio en dietas de pollas Dekalb White[®] de 13 hasta 20 semanas de edad

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingenieras Agrónomas en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Claudia Rivas Gonzalez
Josie Lucia Rivera Robles**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2016

Efecto de tres granulometrías de carbonato de calcio en dietas de pollas Dekalb White® de 13 hasta 20 semanas de edad

**Claudia Rivas Gonzalez
Josie Lucia Rivera Robles**

Resumen. La producción de huevos en las gallinas ponedoras está determinada por un buen levante y nutrición. El carbonato de calcio es esencial en dietas de ponedoras, ya que proporciona calcio disponible para la formación del cascarón. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de tres tamaños de partículas de carbonato de calcio en levante y postura hasta el 50% en pollas Dekalb White®. Se utilizaron 2200 pollas, distribuidas en 42 corrales con seis tratamientos. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA). Se probó carbonato de calcio pulverizado, 0.85-2 mm y 2-4 mm, con o sin percha, distribuidos en seis tratamientos y siete bloques. Se encontró diferencias ($P \leq 0.05$) en peso corporal. No se encontró diferencias ($P > 0.05$) en uso de percha en los diferentes tratamientos ni en las variables de consumo y uniformidad. En postura se evaluaron tres tratamientos con seis repeticiones, utilizando un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con diez jaulas (siete aves por jaula) por repetición con un total de 1260 pollas. El segundo ensayo llegó hasta el 50% de postura en la semana 20 de edad. Se encontró diferencias ($P \leq 0.05$) en la variable consumo. No se encontró diferencia ($P > 0.05$) entre tratamientos de carbonato de calcio sobre peso del ave y los parámetros de calidad de huevo. Bajo condiciones de este estudio, se concluyó que el tamaño de partícula de carbonato de calcio en la dieta no influye sobre los parámetros productivos y de calidad del huevo, pero si en el consumo de alimento.

Palabras clave: Calcio, calidad de huevo, gallina ponedora.

Abstract. Egg production in layers is determined by a good development and nutrition. Calcium carbonate is essential for layer's diets because it provides available calcium for eggshell formation. The objective of the study was to evaluate the effect of three particles size of calcium carbonate in development and laying stage up to 50% in Dekalb White® layers. 2200 layers were used and distributed in 42 pens with six treatments. Randomized Complete Blocks (RCB) design was used. Pulverized calcium carbonate was tested of 0.85 to 2 mm and 2 to 4 mm, with or without stands, distributed in six treatments and seven blocks. Differences ($P \leq 0.05$) in body weight were found. No differences ($P > 0.05$) were found in the use of stands in the different treatments neither in consumption and uniformity variables. Three treatments with six repetitions was evaluated using a Randomized Complete Block design (RCB), with ten cages (seven birds per cage) per repetition making a total of 1260 layers. The second experiment reached up to 50% of egg production in 20 weeks old. No differences ($P \leq 0.05$) in the consumption variable were found. No difference ($P > 0.05$) was found with calcium carbonate treatments on weight of layers and egg quality parameters. Under this study conditions, it was concluded that the particle size of calcium carbonate on the diet had no influence on production performance and egg quality, but there was difference in food intake.

Key words enzymatic: Calcium, egg quality, laying hen.

CONTENIDO

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| Portadilla | i |
| Página de firmas | ii |
| Resumen | iii |
| Contenido | iv |
| Índice de cuadros..... | v |
| | |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 2 |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 4 |
| 4. CONCLUSIONES..... | 11 |
| 5. RECOMENDACIONES..... | 12 |
| 6. LITERATURA CITADA..... | 13 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadros | Página |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. Distribución de los tratamientos..... | 2 |
| 2. Peso promedio (g) en la etapa de levante..... | 4 |
| 3. Consumo de alimento (g) en la etapa de levante..... | 5 |
| 4. Uniformidad (%) de la etapa de levante de la línea Dekalb White®..... | 5 |
| 5. Peso promedio (g) en la etapa de transferencia e inicio de postura..... | 6 |
| 6. Consumo de alimento (g) en la etapa de transferencia e inicio de postura..... | 6 |
| 7. Porcentaje de postura hasta el 50%..... | 7 |
| 8. Peso de huevo (g)..... | 8 |
| 9. Fuerza de fractura (g)..... | 8 |
| 10. Grosor de cáscara de huevo (mm)..... | 9 |
| 11. Color de la yema..... | 9 |
| 12. Densidad de huevo..... | 10 |

1. INTRODUCCIÓN

La selección genética de las gallinas ponedoras ha sido responsable de mantener la producción de huevos. Este avance en las capacidades productivas ha reflejado cambios en los requerimientos nutricionales de las aves; debido a que la producción de huevos está determinada por la nutrición que se les brinde a las ponedoras (Cavero 2012). Dentro de estos nutrientes hay que suplir la demanda de minerales ya que en la mayoría de los casos la deficiencias de éstos crean problemas durante la vida del ave, afectando parámetros productivos (Pelicia et al. 2009).

Dekalb White[®] es una línea de gallinas ponedoras seleccionadas por su alto potencial genético y buenos resultados productivos como ponedoras comerciales, durante su etapa productiva proporciona gran número de huevos y de excelente calidad (Hendrix Genetics 2009).

El calcio es un mineral relevante en la dieta de gallinas ponedoras para su mantenimiento y producción, debido a sus funciones como componente de la estructura ósea y participación en el equilibrio ácido-base del sistema enzimático; este mineral también forma parte de la producción y formación del cascarón (Vera et al. 2012). Una reserva adecuada del calcio dado a la buena formación del hueso medular contribuye a mejorar la calidad de cáscara y evita que las gallinas presenten problemas de calcificación al inicio de postura (Zaviezo 2012).

La granulometría de las fuentes de calcio en la alimentación animal está relacionada con la biodisponibilidad y absorción intestinal (Vera et al. 2012). Las distintas fuentes de calcio influyen en la liberación lenta en las gallinas ponedoras y permite que estas partículas sean retenidas en la molleja y este calcio sea solubilizado y asimilado lentamente para que al momento de la calcificación la gallina no dependa exclusivamente del calcio proveniente del hueso médula (Cuca et al. 2007).

Para mejorar la salud y el bienestar de las gallinas ponedoras se ha acudido a la implementación de perchas ya que es considerada la posición natural en que las gallinas duermen (Donald 2011).

Los objetivos del estudio fueron evaluar tres granulometrías de carbonato de calcio sobre el levante con y sin percha, y evaluar postura hasta el 50% midiendo parámetros calidad del huevo en la línea Dekalb White[®].

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre junio y agosto de 2016, en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Localizado en el departamento de Francisco Morazán, a 800 msnm, temperatura promedio anual 24 °C y precipitaciones promedio anual 1100 mm.

Para el desarrollo del experimento se utilizó en la etapa de levante 2,200 pollas de la línea Dekalb White® de 13 semanas de edad, éstas fueron distribuidas en 42 corrales con dimensiones de 1.50 m × 3.75 m, con bebederos de campana y comederos cilíndricos, alimento y agua sin ninguna restricción hasta que cumplieran 15 semanas de edad.

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) utilizando una factorial de 3 × 2. Siendo el tres, las tres granulometrías de carbonato de calcio (CaCO₃) y dos, el uso o no de percha, dando un total de seis tratamientos combinados asignados en 42 corrales experimentales y siete bloques.

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos de la semana 13-15 del levante, utilizando tres partículas de carbonato de calcio (CaCO₃) y haciendo uso o no de percha.

| Tratamiento | Tamaño partícula de CaCO ₃ | Percha |
|-------------|---------------------------------------|------------|
| 1 | Pulverizado | |
| 2 | 0.85 - 2 mm | Sin Percha |
| 3 | 2 - 4 mm | |
| 4 | Pulverizado | |
| 5 | 0.85 - 2 mm | Con Percha |
| 6 | 2 - 4 mm | |

Para la etapa de postura se utilizaron 1,260 pollas de 16 semanas de edad distribuidas en el tratamiento uno carbonato de calcio pulverizado, dos carbonato de calcio 0.85-2 mm y tres carbonato de calcio 2-4 mm, dando un total de tres tratamientos asignados en 10 jaulas experimentales en un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con un total de seis bloques.

Se realizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con un análisis de varianza (ANDEVA) con separación de medias DUNCAN, un grado de significancia $P \leq 0.05$, y un modelo lineal general (GLM). Se analizó en el programa estadístico “Statistical Analysis System” (SAS® 9.4).

Variables analizadas:

Consumo de alimento (g): el consumo de alimento fue medido cada semana, realizando diferencias de peso entre los recipientes que se sirvieron al inicio de cada semana en los recipientes de almacenaje de alimento de las aves. Este parámetro se midió tanto en la etapa de levante como en la etapa de postura con la misma metodología

Peso corporal (g): se tomaron muestras de 20 pollas al azar por corral en la etapa de levante y se pesaron en una balanza y 10 pollas por jaula en la etapa de postura durante cada semana.

Uniformidad (%): se tomaron muestras de 10 pollas en la etapa de levante, posteriormente se sacó un rango a partir del promedio para determinar el porcentaje de pollas dentro del rango.

Porcentaje de producción hasta 50% de postura: se determinó por medio de la recolección de los huevos producidos diariamente por unidad experimental, se contó y registró de igual forma los huevos sucios y quebrados para obtener el porcentaje de cada variable y observar el comportamiento de las tres granulometrías en las dietas.

Parámetros de calidad: se midió fuerza de fractura (g) con un texturómetro, grosor de cáscara (mm) con un micrómetro, color de yema utilizando un refractómetro, peso del huevo (g) con una balanza digital y densidad utilizando baldes con diferentes concentraciones de sal.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Etapa de Levante

El análisis de varianza encontró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en la variable de peso promedio del ave (Cuadro 2), esto se atribuye a factores como despique y vacunación realizados al finalizar semana 12 en la cual sufrieron estrés, similar a la semana 15, esto debido a que esta semana empezaron a prepararse para la postura. El estudio realizado por (Fahey et al. 2007) indica que las aves, luego de ser despicadas, disminuyen su consumo de alimento por el estrés que le provoca el despique. No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre usar o no usar percha en la etapa de levante de la línea Dekalb White[®], contrario a los resultados encontrados por (Lemus y Ardón 2009) quienes al utilizar percha en el levante encontraron mayor producción.

Cuadro 2. Peso promedio (g), utilizando tres tamaños de partículas de carbonato de calcio (CaCO_3) y haciendo uso o no de perchas.

| Tratamiento | Semanas | | |
|-----------------------------|------------------------|---------|-----------|
| | 13 | 14 | 15 |
| CaCO_3 Pulverizado | 1062.15 a [§] | 1122.04 | 1200.14 a |
| CaCO_3 0.85-2 mm | 1045.16 b | 1126.03 | 1173.44 a |
| CaCO_3 2-4 mm | 1048.12 b | 1132.86 | 1159.90 b |
| Probabilidad | 0.016 | 0.93 | 0.011 |
| Coefficiente de variación | 2.07 | 2.49 | 3.03 |
| Con percha | 1056.58 | 1126.02 | 1174.33 |
| Sin percha | 1047.04 | 1127.82 | 1181.33 |
| Probabilidad | 0.95 | 0.76 | 0.60 |
| Coefficiente de variación | 12.56 | 28.52 | 9.37 |

§ Medias en la misma columna con letras diferentes indican que hubo diferencias significativas según prueba Duncan ($P \leq 0.05$).

En consumo de alimento (Cuadro 3) no se observó diferencia ($P > 0.05$) en el levante con o sin percha, tampoco en los diferentes tratamientos de carbonato de calcio. Estos datos presentan el mismo comportamiento de peso promedio a quienes atribuimos los mismos factores de despique, vacunación y preparación para postura. Consistentes con los resultados obtenidos por (Fahey et al. 2007) quienes reportaron que las aves que son

despicadas aumentan el consumo y disminuyen desperdicios, aunque sufren de estrés posterior al despique y bajan consumo en los días siguientes.

Cuadro 3. Consumo de alimento (g), utilizando tres tamaños de partículas de carbonato de calcio (CaCO₃) y haciendo uso o no de percha.

| Tratamiento | Semanas | | |
|-------------------------------|---------|-------|-------|
| | 13 | 14 | 15 |
| CaCO ₃ Pulverizado | 51.03 | 70.69 | 57.86 |
| CaCO ₃ 0.85-2 mm | 52.84 | 67.09 | 55.77 |
| CaCO ₃ 2-4 mm | 55.73 | 63.45 | 54.06 |
| Probabilidad | 0.21 | 0.06 | 0.08 |
| Coeficiente de variación | 16.66 | 16.82 | 15.11 |
| Con percha | 51.50 | 69.27 | 60.60 |
| Sin percha | 54.90 | 64.89 | 59.53 |
| Probabilidad | 0.22 | 0.21 | 0.45 |
| Coeficiente de variación | 16.67 | 20.88 | 13.09 |

En la etapa de levante (Cuadro 4), se obtuvo una uniformidad por encima del 90% que referencia la guía de manejo de la línea Dekalb White[®] (Hendrix Genetics 2009) en los tres tratamientos de carbonato de calcio, por lo que en las interacciones no se encontraron diferencias entre los tratamientos ($P > 0.05$), lo que nos indica un levante eficiente.

Cuadro 4. Uniformidad (%), utilizando tres tamaños de partículas de carbonato de calcio (CaCO₃) y haciendo uso o no de percha.

| Tratamiento | Semanas | | |
|-------------------------------|---------|-------|-------|
| | 13 | 14 | 15 |
| CaCO ₃ Pulverizado | 95.71 | 95.71 | 97.86 |
| CaCO ₃ 0.85-2 mm | 95.71 | 95.71 | 96.43 |
| CaCO ₃ 2-4 mm | 95.00 | 95.00 | 94.29 |
| Probabilidad | 0.88 | 0.88 | 0.47 |
| Coeficiente de variación | 5.66 | 5.66 | 5.60 |
| Con percha | 95.24 | 95.24 | 95.24 |
| Sin percha | 95.71 | 95.71 | 97.14 |
| Probabilidad | 0.78 | 0.78 | 0.57 |
| Coeficiente de variación | 16.66 | 16.66 | 15.67 |

Etapa de transferencia e inicio de postura.

La etapa de postura es donde se ve reflejada la calidad del levante de las ponedoras. Se reportó un aumento lineal en el peso por semana de las aves (Cuadro 5), pero no se observó diferencias significativas de peso promedio por ave ($P > 0.05$) entre los diferentes tratamientos de carbonato de calcio en la dieta. Esto hace referencia al estudio realizado por (Vásquez 2013), que al aumentar el peso de las pollas aumenta significativamente en la etapa de inicio y transferencia de postura.

Cuadro 5. Pesos promedios (g), utilizando tres tamaños de partículas de carbonato de calcio (CaCO_3).

| Tratamiento | Semanas | | | | |
|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| CaCO_3 Pulverizado | 1240.58 | 1285.93 | 1412.94 | 1488.16 | 1526.99 |
| CaCO_3 0.85-2 mm | 1237.33 | 1266.06 | 1400.84 | 1460.73 | 1484.33 |
| CaCO_3 2-4 mm | 1216.60 | 1263.58 | 1396.74 | 1433.89 | 1475.58 |
| Probabilidad | 0.95 | 0.86 | 0.96 | 0.67 | 0.65 |
| Coefficiente de variación | 3.94 | 7.50 | 4.84 | 4.50 | 4.72 |

El consumo de alimento (Cuadro 6) se encontró diferencia ($P \leq 0.05$) entre uno de los tratamientos de carbonato de calcio partícula de 2-4 mm reportándose por abajo durante todas las semanas esto debido a que a mayor tamaño de partícula permanece más tiempo en tracto digestivo, los resultados son consistentes con (Pizzolante et al. 2009) quienes deducen que, el tamaño de partícula afecta a la disponibilidad de calcio. Por lo general, cuanto mayor es el tamaño de partícula más tiempo la partícula se mantendrá en el tracto digestivo superior. Esto significa que las partículas más grandes de la fuente de calcio se liberan más lentamente, y necesitan menor consumo para suplir sus necesidades (Wang et al. 2014) y (Scott et al. 1971) quienes experimentaron con la concha de ostión como carbonato de calcio también aducen que para partículas gruesas la liberación de calcio en la molleja se realiza más lentamente que con partículas finas por lo que se necesita menos consumo de alimento.

Cuadro 6. Consumo de alimento (g) utilizando tres tamaños de partículas de carbonato de calcio (CaCO_3).

| Tratamiento | Semanas | | | | |
|-----------------------------|----------------------|---------|-------|-------|---------|
| | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| CaCO_3 Pulverizado | 70.42 a [§] | 77.44 a | 91.36 | 85.76 | 90.76 a |
| CaCO_3 0.85-2 mm | 68.81a | 70.84 a | 88.72 | 83.14 | 90.38 b |
| CaCO_3 2-4 mm | 63.42 b | 65.99 b | 82.38 | 81.02 | 89.94 b |
| Probabilidad | 0.001 | 0.002 | 0.18 | 0.67 | 0.24 |
| Coefficiente de variación | 10.14 | 11.10 | 11.21 | 9.46 | 3.02 |

§Medias en la misma columna con letras diferentes indican que hubo diferencias significativas según prueba Duncan ($P \leq 0.05$).

El porcentaje de postura de la línea Dekalb White® (Cuadro 7) se encontró diferencia ($P \leq 0.05$) en la semana 16 y 17 del ensayo esto debido a que empezaron la postura, sin embargo en la semana 18, 19 y 20 no se encuentra diferencia ($P > 0.05$) debido al aumento de postura en los tres tratamientos, llegando a un 54% en la semana 20. Los resultados mejoraron de forma positiva a la producción que presenta la guía de manejo en jaulas Dekalb White publicada por (Hendrix Genetics 2009) quienes indican llegar al 50% de postura a los 144 días es decir 20.57 semanas.

Cuadro 7. Porcentaje de postura hasta el 50% de la línea Dekalb White®, utilizando tres partículas de carbonato de calcio (CaCO_3).

| Tratamiento | Semanas | | | | |
|-----------------------------|---------|--------|-------|-------|-------|
| | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| CaCO_3 Pulverizado | 0.83 a | 4.93 a | 19.10 | 40.93 | 54.52 |
| CaCO_3 0.85-2 mm | 0.50 a | 3.52 b | 18.08 | 40.53 | 54.50 |
| CaCO_3 2-4 mm | 0 b | 3.50 b | 17.87 | 39.65 | 54.33 |
| Probabilidad | 0.0001 | 0.0007 | 0.23 | 0.16 | 0.12 |
| Coefficiente de variación | 96.13 | 21.00 | 20.30 | 11.35 | 11.54 |

Medias en la misma columna con letras diferentes indican que hubo diferencias significativas según prueba Duncan ($P \leq 0.05$).

Para el parámetro peso del huevo (Cuadro 8) medido en semana 18 y 20 del ensayo y además separados por categoría: grande, mediana y pequeña. No se encontró diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) al incorporar diferentes partículas de carbonato de calcio la dieta. Estos resultados no concuerdan (Guo y Kim 2012) y (Anchieta et al. 2011) quienes demostraron que las partículas de carbonato de calcio gruesa aumenta el peso específico de huevo en comparación con las partículas finas.

Nuestros resultados son consistentes con los de (Vera et al. 2012) quienes en su estudio demostraron que las partículas no influyen en el peso del huevo pero si en grosor de cascara, concordando también con (Cuca et al. 2007) al evaluar el efecto del incremento de niveles de calcio no observaron un aumento en el peso del huevo. También (Geraldo et al. 2006) observó ningún efecto del tamaño de las partículas de carbonato de calcio en el peso específico del huevo. En la guía de Dekalb White publicada por (Hendrix Genetics 2009) menciona, que el peso del huevo depende del peso corporal al principio de la puesta, por tanto, existe una fuerte correlación entre precocidad y peso medio del huevo, un peso corporal bajo en la madurez sexual reduce el peso medio del huevo, también el mismo autor manifiesta que desde el punto de vista genético, el peso del huevo es una de los criterios principales en selección genética de las ponedoras.

Cuadro 8. Peso de huevo (g) de la línea Dekalb White[®], utilizando tres partículas de carbonato de calcio (CaCO₃) y clasificados por categorías.

| Tratamiento | Grande | | Mediano | | Pequeño | |
|-------------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | Semanas | | | | | |
| | 18 | 20 | 18 | 20 | 18 | 20 |
| CaCO ₃ Pulverizado | 52.82 | 49.00 | 46.50 | 49.12 | 41.80 | 42.82 |
| CaCO ₃ 0.85-2 mm | 49.88 | 51.22 | 46.22 | 47.90 | 43.16 | 42.56 |
| CaCO ₃ 2-4 mm | 49.26 | 49.90 | 47.08 | 45.84 | 43.66 | 43.80 |
| Probabilidad | 0.79 | 0.81 | 0.79 | 0.81 | 0.79 | 0.81 |
| Coefficiente de variación | 5.32 | 6.49 | 5.32 | 6.49 | 5.32 | 6.49 |

En el parámetro de fuerza de fractura (Cuadro 9) separados por categoría grande, mediano y pequeño. No hubo diferencia ($P > 0.05$) entre la fuerza de fractura y los tres tratamientos. (Vera et al. 2012) demostraron que el carbonato de calcio con granulometría de 2 a 4 mm en dietas de ponedoras necesita mayor fuerza de fractura y hay mayor grosor del cascaron. Consintiendo de igual forma con (Witt et al. 2009) quien en su estudio identifico que el tamaño de partículas mejoran la calidad del cascaron la cual se utiliza con frecuencia como sinónimo de resistencia de la cáscara o capacidad del huevo para resistir fuerzas aplicadas

Cuadro 9. Fuerza de fractura del huevo (g) de la línea Dekalb White[®], utilizando tres partículas de carbonato de calcio (CaCO₃) y clasificados por categorías

| Tratamiento | Pequeño | | Mediano | | Grande | |
|-------------------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| | Semanas | | | | | |
| | 18 | 20 | 18 | 20 | 18 | 20 |
| CaCO ₃ Pulverizado | 5024 | 3.6 | 3.4 | 3.6 | 3.8 | 4.2 |
| CaCO ₃ 0.85-2 mm | 5276 | 4.2 | 3.6 | 4.0 | 3.8 | 3.6 |
| CaCO ₃ 2-4 mm | 5117 | 3.6 | 3.4 | 3.6 | 4.2 | 3.4 |
| Probabilidad | 0.62 | 0.09 | 0.62 | 0.09 | 0.62 | 0.09 |
| Coefficiente de Variación | 13.91 | 12.19 | 13.91 | 12.19 | 13.91 | 12.19 |

No hubo diferencia ($P > 0.05$) en los tres tratamientos con respecto al grosor de cascara (Cuadro 10), aunque partículas más gruesas proporcionen más calcio disponible para la formación de la cáscara del huevo, debido a la retención mayor en la molleja, según lo sugerido por (Gongruttananun 2011) y (Guo y Kim 2012). Sin embargo, los resultados muestran que no hay diferencias significativas entre los tratamientos, independientemente del tamaño de las partículas de carbonato de calcio en el grosor del cascarón.

Cuadro 10. Grosor de cáscara de huevo (mm), utilizando tres partículas de carbonato de calcio (CaCO₃) y clasificados por categorías.

| Tratamiento | Pequeño | | Mediano | | Grande | |
|-------------------------------|---------|------|---------|------|--------|------|
| | Semanas | | | | | |
| | 18 | 20 | 18 | 20 | 18 | 20 |
| CaCO ₃ Pulverizado | 0.34 | 0.40 | 0.33 | 0.38 | 0.32 | 0.38 |
| CaCO ₃ 0.85-2 mm | 0.33 | 0.39 | 0.31 | 0.38 | 0.33 | 0.37 |
| CaCO ₃ 2-4 mm | 0.34 | 0.37 | 0.34 | 0.37 | 0.33 | 0.38 |
| Probabilidad | 0.57 | 0.16 | 0.57 | 0.16 | 0.57 | 0.16 |
| Coefficiente de Variación | 8.39 | 4.89 | 8.39 | 4.89 | 8.39 | 4.89 |

En el parámetro de color de yema (Cuadro 11) no se encontró diferencias ($P > 0.05$) entre las tres granulometrías de carbonato de calcio utilizadas en el experimento. Según (Roberts 2004) el color de la yema varía considerablemente dependiendo de la dieta que se les provea. En este caso los colores estuvieron arriba de 3.3 y por debajo de 4.3, es decir no hubo mucha variación entre estos en las dos semanas analizadas, ni diferencias significativas entre los mismos.

Cuadro 11. Color de la yema, utilizando tres partículas de carbonato de calcio (CaCO₃) y clasificados por categorías.

| Tratamiento | Pequeño | | Mediano | | Grande | |
|-------------------------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| | Semanas | | | | | |
| | 18 | 20 | 18 | 20 | 18 | 20 |
| CaCO ₃ Pulverizado | 3.8 | 3.6 | 3.4 | 3.6 | 3.8 | 4.2 |
| CaCO ₃ 0.85-2 mm | 3.8 | 4.2 | 3.6 | 4.0 | 3.8 | 3.6 |
| CaCO ₃ 2-4 mm | 4.0 | 3.6 | 3.4 | 3.6 | 4.2 | 3.4 |
| Probabilidad | 0.66 | 0.38 | 0.66 | 0.38 | 0.66 | 0.38 |
| Coefficiente de Variación | 16.36 | 21.19 | 16.36 | 21.19 | 16.36 | 21.19 |

En densidad del huevo (Cuadro 12) no se encontró diferencia ($P > 0.05$) entre los tratamientos de carbonato de calcio pulverizado, 0.85-2 mm y 2-4 mm. Sin embargo, se observa un comportamiento de mayor densidad en el tratamiento de 2-4 mm. Resultados parecidos a los que obtuvo (Pelicia et al. 2009) Cuanto más gruesa sea la cáscara del huevo, mayor es la densidad, y por lo tanto, menor será la probabilidad de agrietado que producen pérdidas económicas.

Cuadro 12. Densidad de huevo, utilizando tres partículas de carbonato de calcio (CaCO_3) y clasificados por categorías.

| Tratamiento | Pequeño | | Mediano | | Grande | |
|---------------------------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|
| | Semanas | | | | | |
| | 18 | 20 | 18 | 20 | 18 | 20 |
| CaCO3 Pulverizado | 1.080 | 1.084 | 1.092 | 1.088 | 1.096 | 1.088 |
| CaCO3 0.85-2 mm | 1.084 | 1.084 | 1.096 | 1.092 | 1.096 | 1.096 |
| CaCO3 2-4 mm | 1.088 | 1.088 | 1.096 | 1.096 | 1.096 | 1.096 |
| Probabilidad | 0.2792 | 0.5256 | 0.2792 | 0.5256 | 0.2792 | 0.5256 |
| Coefficiente de Variación | 7.89 | 6.56 | 7.89 | 6.56 | 7.89 | 6.56 |

4. CONCLUSIONES

- Bajo las condiciones de Zamorano el uso de percha y la granulometría de carbonato de calcio no afectaron los parámetros medidos.
- En la etapa de transferencia e inicio de postura solo se presentó un menor consumo en el tratamiento con carbonato de calcio 2-4 mm.
- Las granulometrías de carbonato de calcio no afectan los parámetros de producción y calidad.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar el estudio incluyendo un análisis de costos, para determinar la rentabilidad de utilizar diferentes granulometrías de carbonato de calcio.
- Bajo las condiciones de Zamorano no se recomienda el uso de percha.
- Se recomienda la línea Dekalb White para producción, debido a sus características de levante y productividad.

6. LITERATURA CITADA

Anchieta J, Vilar JH, Perazzo FG. 2011. Effect of the levels of calcium and particle size of limestone on laying hens. *Revista Brasileira de Zootecnia*; [consultado 2016 Sep 18]. <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v40n5/a08v40n5.pdf>

Cavero Pintado D. 2012. La vida productiva de la gallina, hoy y en el futuro. Lonhmann Tierzucht GmbH, Cuxhaven (Alemania); [consultado 2016 Ago 10]. <http://jornadasavicultura.com/2012/docs/conferenciantes/ponencias/27-20120510-David-Cavero-La-vida-productiva-de-la-gallina-ponedora-TEXTO.pdf>

Cuca M, Valdés V, Suárez M, Figueroa J, González M. 2007. Comportamiento productivo y calidad del cascarón del huevo; [consultado 2016 Jul 5]. http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/75Cuca_gallinaspelechadas.pdf

Donald C L JR. 2011. Laying hen housing and welfare. Livestock Behavior Research Unit; [consultado 2016 Ago 10]. <https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/50201500/Laying%20Hen%20Housing%20Fact%20Sheet.pdf>

Fahey AG, Marchant RM, Cheng HW. 2007. Relationship between body weight and beak characteristics in one-day-old white leghorn chicks. *Poult Sci*; [consultado 2016 Sep 17]. <https://ps.oxfordjournals.org/content/86/7/1312.full.pdf+html>

Geraldo A, Gilberto A, Kanji R, Ávito J. 2006. Níveis de cálcio e granulometrias do calcário para frangas e seus efeitos sobre a produção e qualidade de ovos. *Revista Brasileira de Zootecnia*; [consultado 2016 Sep 18]. https://www.researchgate.net/publication/250039609_Niveis_de_calcio_e_granulometrias_do_calcario_para_frangas_e_seus_efeitos_sobre_a_producao_e_qualidade_de_ovos

Gongruttananun N. 2011. Effects of eggshell calcium on productive performance, plasma calcium, bone mineralization, and gonadal characteristics in laying hens. *Poult Sci*; [consultado 2016 Sep 18]. <https://ps.oxfordjournals.org/content/90/2/524.full.pdf+html>

Guo XY, Kim IH. 2012. Impacts of limestone multi-particle size on production performance, egg shell quality, and egg quality in laying Hens. *Asian-Australas J Anim Sci*; [consultado 2016 Sep 18]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4093090/pdf/ajas-25-6-83914.pdf>

Hendrix Genetics. 2009a. Guia de manejo general de ponedoras comerciales Dekalb White; [consultado 2016 Jul 5].

<http://www.isapoultry.com/~media/Files/ISA/Different%20languages/Spanish/Products/CS/Dekalb/Guia%20de%20Manejo%20General%20de%20ponedoras%20comerciales%20Dekalb%20White.pdf>

Hendrix Genetics. 2009b. Guia de Manejo- Sistemas de Producción en Jaulas; [consultado 2016 Jun 24]. http://www.isapoultry.com/~media/Files/ISA/ISA%20new/Different%20languages/Spanish/dekalb_white_product_guide_alternative_production_systems_sp_vs1410.pdf

Lemus Jarquín CA, Ardón López NA. 2009. Efecto del uso de perchas, práctica de despique y densidad durante la etapa de levante sobre la productividad en gallinas ponedoras Leghorn Blanco de la línea Hy-Line W-98 desde las 18 hasta las 32 semanas de edad. [consultado 2016 Jul 1]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/433/1/T2887.pdf>

Pelicia K, Garcia EA, Faitarone A, Silva A, Berto D, Molino A, Vercese F. 2009. Calcium and available phosphorus levels for laying hens in second production cycle. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*; [consultado 2016 Ago 10]. <http://www.scielo.br/pdf/rbca/v11n1/v11n1a07.pdf>

Pizzolante CC, Saldanha ES, Laganá C, Kakimoto SK, Togashi CK. 2009. Effects of calcium levels and limestone particle size on the egg quality of semi-heavy layers in their second production cycle. *Brazilian Journal of Poultry Science*; [consultado 2016 Sep 18]. <http://www.scielo.br/pdf/rbca/v11n2/02.pdf>

Roberts JR. 2004. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *Journal of Poultry Science*; [consultado 2016 Sep 18]. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/41/3/41_3_161/_pdf

Scott ML, Hull SJ, Mullenhoff PA. 1971. The calcium requirements of laying hens and effects of dietary oyster shell upon egg shell quality. Oxford University Press; [consultado 2016 Ago 9]. <http://ps.oxfordjournals.org/content/50/4/1055.short?citedby=yes&legid=poultrysci;50/4/1055>.

Vasquez Moreira A. 2013. Efecto de tres programas nutricionales en el desarrollo de pollas en las líneas Hy-Line CV-22® y Dekalb White® de 1 hasta 16 semanas de edad; [consultado 2016 Oct 7]. <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1777/1/CPA-2013-078.pdf>

Vera J, Vélez M, Muñoz J. 2012. Adición de carbonato de calcio y su repercusión económica sobre el cascarón; [consultado 2016 Jul 5]. <http://espam.edu.ec/revista/2012/V3N1/14.pdf>

Wang S, Chen W, Zhang H, Ruan D, Lin Y. 2014. Influence of particle size and calcium source on production performance, egg quality, and bone parameters in laying ducks. *Poult Sci*; [consultado 2016 Sep 18]. <http://ps.oxfordjournals.org/content/93/10/2560.full.pdf>

Witt FH, Kuleile NP, Merwe HJ, Fair MD. 2009. Influence of limestone particule size on egg production and eggshell qualitu of layers; [consultado 2016 Ago 9]. <http://www.scielo.org.za/pdf/sajas/v39n5/v39n5a09.pdf>