

ADICIÓN DE CARBONATO CÁLCICO Y SU REPERCUSIÓN ECONÓMICA SOBRE EL GROSOR DEL CASCARÓN EN PONEDORAS

**José Humberto Vera Rodríguez, Manuel Vicente Vélez Pinargote y Jesús Oliverio
Muñoz Cedeño**

Carrera de Pecuaria, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix
López, Campus Politécnico El Limón, km 2.7 vía Calceta - Morro - El Limón Sector El
Gramal

Contacto: humbertorichi@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la adición de dosis de carbonato de calcio en las últimas horas de la tarde con una granulometría de 2 a 4 mm sobre el peso del huevo, grosor del cascarón y análisis económico de los tratamientos. Se utilizaron 200 ponedoras Isa Brown en fase I de producción (19 a 30 semanas de edad), en un diseño de bloques completamente al azar con 4 tratamientos, 10 repeticiones por tratamiento y 5 gallinas por repetición, durante 12 semanas. Los tratamientos fueron: 0.50; 1.00; 1.50 gramos/gallina/día de carbonato de calcio más un tratamiento testigo al cual no se le adicionó. Los niveles de carbonato de calcio no influenciaron ($p > 0.05$) en el peso del huevo. Los resultados registraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el grosor del cascarón y al realizar el análisis de regresión con el peso del huevo para establecer el grosor del cascarón se alcanzó un coeficiente de correlación de 0.69 garantizando dicha diferencia. En conclusión se estima que la adición de 1.50 gramos/gallina/día de carbonato de calcio mejora significativamente el grosor del cascarón y en cuanto al análisis económico se demostró que la mejor tasa de retorno marginal la mostró dicho tratamiento con el 10.76 %. Los niveles de carbonato de calcio no afectan en el peso del huevo.

Palabras claves: carbonato de calcio, espesor del cascarón, ponedoras

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effects of calcium carbonate administered in the late afternoon with a particle size of 2 to 4 mm on egg weight, eggshell thickness, and economic analysis of treatments. 200 Isa Brown hens in Phase I of production (19 to 30 weeks of age) were used in a randomized block design with 4 treatments, 10 repetitions per treatment and 5 laying hens in each, for 12 weeks. Treatments were: 0.50, 1.00, 1.50 gram / hen / day of calcium carbonate plus a control treatment which was not added. The levels of calcium carbonate was not influential ($p > 0.05$) in egg weight. The results showed significant differences ($p < 0.05$) in eggshell thickness and regression analysis of egg weight for determining the eggshell thickness. A correlation coefficient of 0.69 was reached, guarantying the difference. In conclusion, it was estimated that the addition of 1.50 g / hen / day of calcium carbonate significantly improved eggshell thickness. As for the economic analysis, the best marginal return rate was obtained with the same treatment, reaching 10.76%. The levels of calcium carbonate did not affect the egg weight.

Keywords: calcium carbonate, eggshell thickness, laying hens

INTRODUCCIÓN

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

La selección genética ha cambiado las características de las gallinas; ahora son más productivas, con menores necesidades de mantenimiento, pero también con menor capacidad de consumo de alimento; las características del huevo también han cambiado, ya que el mejoramiento genético de gallinas por selección de 1950 a 1993, permitió incrementar el peso del huevo de 58.6 a 63.9 g (Anderson *et al.*, 2004). Además, Campas (2001) manifiesta que, al final de la recría y el inicio del período de producción se deben optimizarse las reservas de calcio, momentos críticos en la vida de la futura ponedora y que va a determinar en gran medida los posteriores resultados productivos tanto en términos cuantitativos (número total de huevos y persistencia de la puesta) como cualitativos (tamaño y calidad de la cáscara del huevo), es el periodo de las 16 semanas al pico de puesta.

Según Fassani *et al.* (2004) la variación en la composición química, solubilidad *in vitro*, biodisponibilidad y granulometría son importantes para la selección de fuentes de calcio en la alimentación animal, la solubilidad es un factor principal, ya que está muy relacionada con la biodisponibilidad y absorción intestinal. Safaa *et al.* (2008) estudiaron la influencia de distintos niveles de calcio en la dieta en el rendimiento productivo y calidad del huevo de ponedoras de 58 a 73 semanas de edad y demostró que al aumentar el consumo de calcio mejora el peso de la cáscara, espesor del cascarón y densidad. Otra posibilidad para manipular la calidad de la cáscara es la utilización de fuentes de calcio grueso (con una solubilidad entre 12 y 14), con un nivel de granulometría entre 2 a 4 mm para conseguir una liberación lenta del calcio (Zhang y Coon, 1997).

En condiciones normales, el 50% del alimento es consumido espontáneamente durante las 5 ó 6 últimas horas del día para poder afrontar las necesidades energéticas nocturnas, así como para satisfacer el apetito cálcico específico justo antes o durante la calcificación de la cáscara del huevo (Smith, 1997). Desde ya Hernández *et al.* (2006) manifiestan que, el calcio es importante para una óptima producción y formación del cascarón del huevo porque un nivel inadecuado en la dieta de gallinas ponedoras puede afectar la calidad del cascarón y la producción de huevos. Lavelin *et al.* (2000) sostienen que los cascarones rotos o con fisuras causan pérdidas económicas a los productores de huevo.

Niveles de calcio en la dieta, granulometría y solubilidad de diversas fuentes de calcio son factores que influyen en la producción y calidad del cascarón. El presente experimento tuvo como objetivo medir el efecto de la adición de distintos niveles de carbonato de calcio durante las últimas horas de la tarde en la dieta de ponedoras Isa Brown en fase I de producción, con un nivel de granulometría de 2 a 4 mm, sobre el peso del huevo, grosor del cascarón, estableciendo un análisis económico de los tratamientos en estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en las instalaciones avícolas SIRIA, ubicada en el sitio Mococho de la parroquia Calceta cabecera cantonal del cantón Bolívar, geográficamente ubicada a 0°50'39'' de latitud sur y 80°9'33'' de longitud oeste (Figura 1). Los datos meteorológicos promedio mensuales durante la realización del experimento son resumidos en el Cuadro 1.

Se utilizaron 200 ponedoras de la línea genética Isa Brown en fase I de producción (semana 19 a 30 de edad), las cuales se encontraron separadas a razón de 5 aves por repetición. Las jaulas presentaron las siguientes dimensiones, 55 cm de ancho por 45 cm de largo, la maya que soporta los huevos es de 15 cm de largo para cada jaula. La dieta se formuló (Cuadro 2), cubriendo las necesidades de nutrientes de acuerdo a el manual de manejo de ponedoras Isa Brown (2011). El alimento se suministró diariamente a las 7:00 am y el agua se ofreció *ad libitum*.

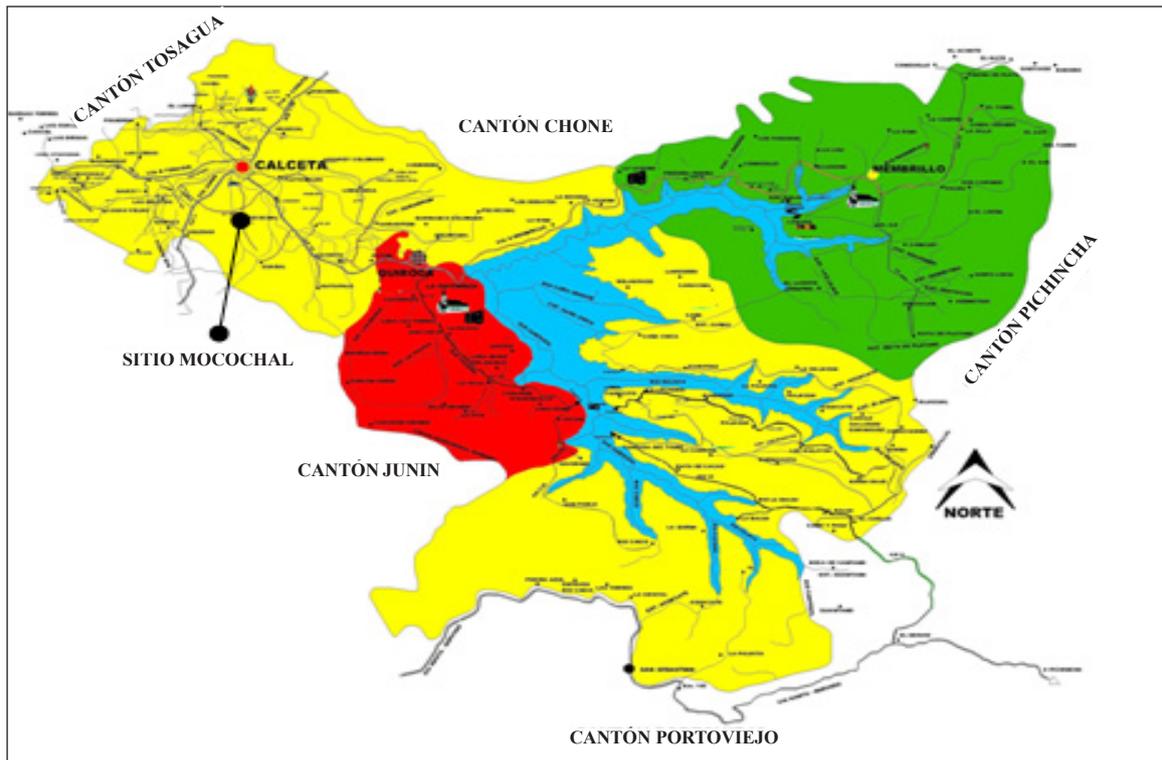


Figura 1. División política del cantón Bolívar y ubicación del sitio del experimento.

Cuadro 1. Condiciones climáticas de la zona durante la investigación (ESPAM, 2011)

Parámetros	Promedios mensuales			
	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Temperatura máxima (°C)	31.6	30.5	30.3	30.1
Temperatura mínima (°C)	21.5	22.2	21.4	21.2
Temperatura ambiente (°C)	26.2	25.9	25.6	25.1
Humedad relativa (%)	82.0	83.0	81.0	80.0
Evaporación (mm)	142.9	119.4	127.9	156.0
Precipitación (mm)	1.9	11.8	9.3	0.5
Heliofanía (horas sol)	128.7	71.6	74.1	82.0

Durante la investigación se implementaron cuatro tratamientos 0.50; 1.00; 1.50 g/ave/día de carbonato de calcio más un tratamiento testigo al que no se le adicionó ninguna dosis de carbonato, cada uno con diez repeticiones, distribuidos en un diseño de bloques completamente al azar. La adición diaria de carbonato de calcio se realizó con un nivel de granulometría entre 2 a 4 mm, aplicado en las últimas horas de la tarde.

Se midió el peso del huevo y grosor del cascarrón a partir de la semana 22 de edad en que las aves mantenían su producción uniformemente; para el peso del huevo se utilizó una balanza digital (CAMRY EK5055) y para establecer el grosor del cascarrón se tomó al

azar semanalmente 10 huevos por tratamiento, para posteriormente quebrarlos y tomar una porción de la cáscara de la línea ecuatorial y medir con un micrómetro digital (FOWLER N° 54-815) calibrado a un rango de hasta 2.5 centímetros.

Los datos de las variables se analizaron mediante el análisis de varianza y las medias se compararon con la prueba Tukey ($P < 0.05$) utilizando el paquete estadístico InfoStat versión 2008. Además fue utilizado el análisis de regresión para predecir el grosor del cascarrón a partir del peso del huevo. Para establecer el análisis económico de los tratamientos en estudio se procedió a aplicar la metodología de presupuestación parcial (Cañadas, 2011).

Cuadro 2. Dieta empleada en la fase 1 postura pico

Insumos	Cantidad (%)
Aceite rojo de palma	1.13
Afrecho de trigo	4.77
Maíz	56.75
Harina de pescado 55%	2.50
Polvillo de cono	2.00
Pasta de soya	23.00
Carbonato de calcio	8.75
Fosfato de calcio	0.55
Sal	0.35
Premezcla postura	0.04
Promotor	0.01
Fitasa Ronozyme	0.01
Colina cloruro	0.09
Atrapador Calibrin	0.02
Antimicótico	0.01
Antioxidante	0.01
Metionina 99%	0.01
TOTAL	100.00

Cuadro 3. Contenido nutricional de la formula postura pico

Nutrientes	Valor nutricional
Proteína	17.90 %
Energía	2756.62 EM.Kcl/K
Calcio	3.52 %
Fosforo	0.42 %
Fibra	3.70 %
Sal	0.38 %
Lisina	0.93 %
Metionina	0.33 %

Primeramente para determinar los ingresos, se ajustaron los rendimientos de campo, mediante una disminución de un 10%, esto por presumir que el rendimiento experimental es más alto que el que obtendría el productor; este rendimiento ajustado, se multiplicó por el precio unitario del huevo, y obtuvimos el beneficio bruto de campo; por la parte de costo, se determinaron aquellos costos que varían por efecto de los tratamientos para 200 aves.

Al restar el total de costos que varían por el beneficio bruto de campo, se determinó el

beneficio neto por tratamiento; luego se realizó un análisis de dominancia, que en resumen establece que un tratamiento es dominado si presenta un beneficio neto menor a un costo mayor, que un tratamiento anterior. Por último se determinó la tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados, tasa que se interpreta como el incremento porcentual en el beneficio neto debido a un incremento porcentual del 1% en los costos que varían. Análisis de sensibilidad con las tasas de retorno marginal, para determinar aquellos cambios en precio y costo que hacen más riesgoso el optar por una combinación u otra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 3 se muestran los resultados de la prueba de medias obtenidos del análisis estadístico. En la variable peso del huevo no se encontró diferencias estadísticas significativas al adicionar los diferentes niveles de carbonato de calcio (0.50; 1.00; 1.50 gramos/gallina/día) al ser comparadas con el tratamiento testigo durante las semanas de evaluación ($p > 0.05$).

El tratamiento con mayor cantidad de carbonato de calcio (1.5 g/gallina/día) presentó un peso promedio de 55.43 g, mientras que el testigo fue de 54.38 g. Estos datos concuerdan con estudios previos realizados por Cuca (2005) al evaluar el efecto del incremento de niveles de calcio de 2.68 a 3.86% quien no observó un aumento en el peso del huevo. Isa Brown (2011) 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 Isa Brown de ahí que el potencial de peso de huevo puede variar entre 3 a 4 g.

Los resultados del grosor del cascarón se aprecian en el Cuadro 3. Se detectó una alta significancia estadística ($p < 0.01$). El tratamiento con 1.50 gramos/gallina/día de carbonato de calcio fue el que mostró mejor promedio, 0.44 mm, en comparación con los otros tratamientos. Pizzolante *et al.* (2009), no encontraron diferencias significativas en el espesor de la cáscara al evaluar dos niveles

de calcio 3.5 y 4.0 % con distintos tamaños de partículas en ponedoras Hy-Line Brown en II ciclo de producción. Keshavarz (1998),

menciona que se redujo el consumo de calcio durante las horas de la tarde y tuvo un efecto adverso en la calidad de la cáscara.

Cuadro 3. Valores promedios de las variables peso del huevo y grosor del cascarrón

Tratamientos	Variables	
	Peso del huevo (g)	Grosor del cascarrón (mm)
	NS	**
0.05 g/gallina/día de carbonato de calcio	55.16	0.41 b
1.00 g/gallina/día de carbonato de calcio	55.32	0.42 b
1.50 g/gallina/día de carbonato de calcio	55.43	0.44 a
0.00 g/gallina/día de carbonato de calcio	54.38	0.40 c
Error Estándar	0.52	0.003

a, b y c letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente según Tukey al 5% de probabilidades de error

** Significativo al 1% de probabilidades

NS: No significativo

El Gráfico 1, muestra el análisis de regresión para las variables peso del huevo y grosor del cascarrón para el tratamiento con 1.50 gramos/gallina/día que fue altamente significativo. Esta relación expresa que este modelo tiene un

coeficiente de determinación de 0.69 para un total de 71 observaciones; el coeficiente de correlación tabular fue de $R = 0.4016$. De tal manera que este modelo está asegurando un nivel de alta significancia estadística ($p < 0.0001$).

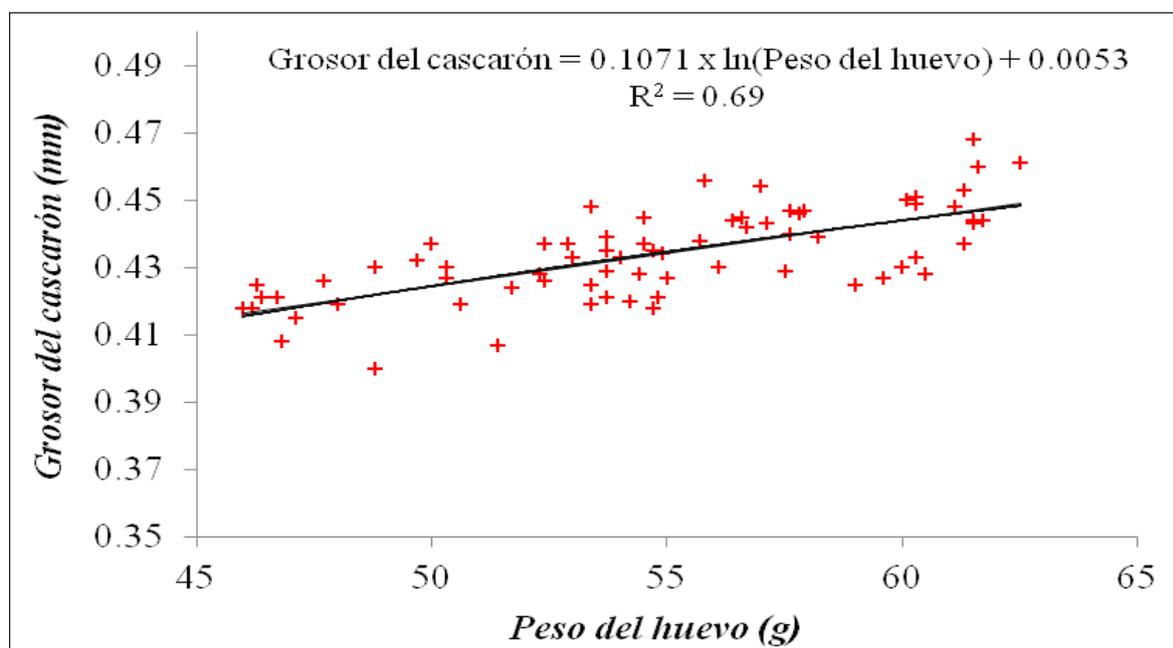


Gráfico 1. Análisis de regresión para peso del huevo y grosor del cascarrón en ponedoras Isa Brown en fase I de producción, bajo el efecto de 1.50 g de carbonato de calcio

Análisis económico

El Cuadro 4 muestra el presupuesto parcial ajustado donde se observa que la aplicación de carbonato de calcio aumenta

los beneficios netos en comparación si no se aplicará el mismo. De las dosis evaluadas se alcanza un mejor beneficio neto con 1.0 g de carbonato de calcio.

Cuadro 4. Presupuesto parcial de la experimentación sobre el efecto de cuatro niveles de carbonato de calcio en ponedoras Isa Brown fase I de producción

Concepto	Tratamientos ¹			
	A	B	C	T
Rendimiento medio (Huevos/200 gallinas)	10236.00	10356.00	9996.00	9684.00
Rendimiento ajustado (Huevos/200 gallinas)	9212.40	9320.40	8996.40	8715.60
Beneficio bruto campo (\$/200 gallinas)	1013.36	1025.24	989.60	958.72
Carbonato de calcio (\$/200 gallinas)	0.52	1.03	1.55	0.00
Alimento postura pico (\$/200 gallinas)	896.28	896.59	892.95	889.66
Probiótico (\$/200 gallinas)	2.50	2.50	2.50	2.50
Vacuna (\$/200 gallinas)	4.30	4.30	4.30	4.30
Agua (\$/200 gallinas)	1.50	1.49	1.49	1.49
Mano de obra (\$/200 gallinas)	19.20	19.20	19.20	19.20
Total de costos que varían (\$/200 gallinas)	924.30	925.11	921.99	917.14
Beneficio neto \$	89.07	100.13	67.61	41.57

¹Dosis de carbonato de calcio: A= 0.50 g/ave/día de carbonato de calcio; B= 1.00 g/ave/día de carbonato de calcio; C= 1.50 g/ave/día de carbonato de calcio; T=(testigo) 0.00 g/ave/día de carbonato de calcio.

El Cuadro 5 presenta el análisis de dominancia sobre el efecto de cuatro niveles de carbonato de calcio en ponedoras Isa Brown en

fase I de producción. El testigo (D) es excluido por presentar menores beneficios netos por lo tanto se lo descarta de los posteriores análisis.

Cuadro 5. Análisis de dominancia sobre el efecto de cuatro niveles de carbonato de calcio en ponedoras Isa Brown fase I de producción.

Tratamientos	Niveles de carbonato de calcio	Producción en huevos/200 gallinas	Total de costos que varían	Beneficios netos
T	0.00 g/ave/día	9684.00	917.14	41.57 D
C	1.50 g/ave/día	9996.00	921.99	67.61
A	0.50 g/ave/día	10236.00	924.30	89.07
B	1.00 g/ave/día	10356.00	925.11	100.13

En la Gráfico 2 se representa la curva de beneficio neto. Del tratamiento C al A se presentó un incremento de 10.76%, y del tratamiento A al B se mostró un incremento de 7.32%.

En el Cuadro 6 se incorpora el análisis marginal sobre el efecto de cuatro niveles de carbonato de calcio en ponedoras Isa Brown en fase I de producción. La tasa de retorno marginal

indica lo que el avicultor puede esperar ganar, en promedio con su inversión cuando decide cambiar la práctica de, no adicionar carbonato de calcio al decidir adicionar. Este cuadro nos da a entender que al pasar del tratamiento con carbonato de calcio de 1.50 gramos/gallina/día a de 0.50 gramos/gallina/día, esto representa que por cada \$ 1.00 invertido en adicionar gramos de carbonato de calcio en 200 gallinas,

el productor puede esperar recobrar su \$ 1.00 invertido y obtener \$ 0.11 adicional.

Al pasar del tratamiento con carbonato de calcio de 0.50 gramos/gallina/día a de 1.00 gramos/gallina/día, significa que por cada \$ 1.00 invertido en adicionar gramos de carbonato de calcio en 200 gallinas, el

productor puede esperar recobrar su \$ 1.00 invertido y obtener \$ 0.07 adicional. Por lo concerniente, el análisis económico encontró, que la mejor tasa de retorno marginal la obtuvo el tratamiento 1.50 gramos/gallina/día de carbonato de calcio con 10.76%, logrando un beneficio neto favorable.

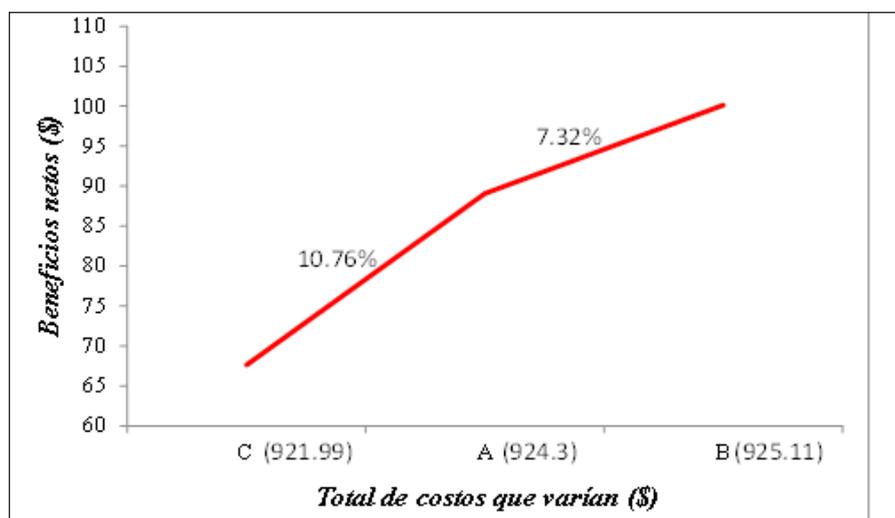


Gráfico 2. Curva de beneficio neto sobre el efecto de cuatro niveles de carbonato de calcio en ponedoras Isa Brown fase I de producción

Cuadro 6. Análisis marginal sobre el efecto de cuatro niveles de carbonato de calcio en ponedoras Isa Brown fase I de producción

Tratamientos	Costos que varían	Costos marginales	Beneficios netos	Beneficios marginales	Tasas de retorno marginal
C	921.99	2.31	67.62	21.46	10.76%
A	924.30	0.81	89.07	11.06	7.32%
B	925.11		100.13		

CONCLUSIONES

Con base en los resultados se concluye que la adición de las diferentes dosis de carbonato de calcio, no influyó sobre el peso del huevo, pero si aumento el grosor del cascarrón al adicionar 1.50 gramos/gallina/día de carbonato de calcio en las últimas horas de la tarde con una granulometría de 2 a 4 mm en la dieta de ponedoras. En cuanto al análisis económico la mejor tasa de retorno marginal la mostró el tratamiento con 1.50 gramos/gallina/día de carbonato de calcio con 10.76% de utilidad.

LITERATURA CITADA

- Anderson, K. E., Tharrington, J. B., Curtis, P. A., Jones, F. T. 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):7-19.
- Campas, D. M. 2001. Sistema de alimentación por fase según variación en el nivel de proteína en dietas para ponedoras. *Rev. Cubana Ciencias Avícola.* 10(4):143-145.

- Cañadas, A. 2011. Economía ambiental para el manejo de recursos naturales. Lecturas de las maestrías en ingeniería ambiental. Universidad Internacional SEK, UISEK, p. 250.
- Cuca, M. 2005. Estudios recientes con calcio en gallinas de postura. (En línea). Consultado, 9 de feb. Formato (PDF). Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>.
- ESPAM-MFL. 2011. Anuario Meteorológico. Estación Meteorológica ESPAM-MFL Calceta – Ecuador.
- Fassani, J.F, A.G., Bertechini, R.K., Kato e A. Geraldo. 2004. Composição e solubilidade in vitro de calcários calcíticos de minas gerais. *Ciênc. Agrotec. Lavras*. 28:913-918.
- Hernández, J., Cuca, M., Pró, A., González, M y Becerril, C. 2006. Nivel óptimo biológico y económico de calcio en gallinas Leghorn blancas de segundo ciclo de postura. *Agrociencia*. 40:49-57.
- ISA Brown (Instituto de Selección Animal). 2011. Guía de producción. Formato (PDF). Disponible en <http://www.isapoultry.com>.
- Keshavarz, K. 1998. Investigation on the possibility of reducing protein, phosphorus, and calcium requirements of laying hens by manipulation of time of access to these nutrients. *Poultry Sci*. 77:1320-1332.
- Lavelin, I., N. Meiri and M. Pines. 2000. New Insight in eggshell formation. *Poult. Sci*. 79: 1014-1017.
- Peixoto, R. R., Rutz F. 1988. Fontes de cálcio para poedeiras comerciais. I. Calcários “Matarazzo”, “Trevo Filler” and “Trevo Dolomítico”. *Revista Brasileira de Zootecnia*. (1):17-29.
- Pizzolante, C., Saldanha, E. S. P. B., Laganá, C., Kakimoto, SK y 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 Sci*. 11:79-86.
- Safaa, H., Serrano, M., Valencia, D., Frikha, M., Moreno, E y Mateos, G. 2008. Productive performance and egg quality of Brown egg-laying hens in the late phase of production as influenced by level and source of calcium in the diet. *Poultry Sci*. 87:2043-2051.
- Smith, M. 1997. Efecto del suministro de diferentes dietas en la etapa de prepostura en el comportamiento de la reproductoras ligeras White Leghorn. *Rev. Cubana Ciencia Avícola*. 51 (21):51–52.
- Zhang, B y Coon, C.N. 1997. The relationship of calcium intake, source, size, solubility in vitro and in vivo, and gizzard limestone retention in laying hens. *Poultry Sci*. 76:1702–1706.