

Comparación de los índices productivos de ponedoras línea genética ISA Brown con la guía de manejo estándar de la línea

Comparison of the productive indices of ISA Brown genetic line laying hens with the line's standard management guide

José Humberto Vera-Rodríguez^{1,2*}, Rafael Seleyman Lazo-Sulca¹, Diego Geovanny Barzallo-Granizo¹, Cesar Stalin Gavin-Moyano¹, Alan Roberto Zambrano-Pazmiño¹ y Johnny Xavier Barcia-Anchundia²

¹Universidad Estatal de Milagro, Facultad de Ciencias e Ingenierías, Carrera de Biotecnología. Milagro, Guayas, Ecuador.

²Finca Integral Agropecuaria TALU. Chone, Manabí, Ecuador.

*Correo electrónico: humbertorichi@hotmail.com

RESUMEN

La presente investigación ha comparado parámetros productivos obtenidos en la avícola SIRIA, ubicada en el recinto Mocochoal, del cantón Bolívar, Manabí-Ecuador, con la guía estándar de manejo de gallinas ponedoras línea genética ISA Brown, así también la parametrización de diversos procesos de crecimiento de esta especie como herramientas que permitan optimizar el análisis biológico y económico de esta producción. Las variables peso de huevo y porcentaje de postura se encuentran significativamente por debajo de los estándares internacionales, por tal motivo se sugiere priorizar el fomento del crecimiento de las aves en lugar de incentivar su madurez sexual. El objetivo fue proveer a las aves un perfecto confort durante su levante para obtener el peso deseado con una uniformidad mayor o igual a 90 %. Sumado a esto, un correcto programa de luz con suficiente espectro, intensidad y uniformidad adaptado a las condiciones de ambiente de la explotación para incentivar el consumo de alimento y desarrollo. En la etapa pre-postura y postura es necesario insistir que la distribución de la fuente de calcio se le divida en dos (partículas grandes para las horas de la tarde las mismas que serán aprovechadas en horas de la noche para la formación del cascarón del huevo y las partículas finas por la mañana para su inmediata utilización). Se han obtenido una serie de modelos que permiten simular una serie de procesos de producción y tasas de crecimiento para la producción avícola.

Palabras clave: Carbonato de calcio; etapa de producción; Isa Brown; manejo; parámetros productivos

ABSTRACT

The present investigation has compared productive parameters obtained in the SIRIA poultry farm located in the Mocochoal site, in the Bolívar Canton, Manabí-Ecuador, with the standard management guide for ISA Brown genetic line laying hens, as well as the parameterization of various growth processes of this species as a tool to optimize the biological and economic analysis of this production. The variables egg weight and percentage of laying are significantly below international standards, for this reason it is suggested to prioritize the growth of birds instead of encouraging their sexual maturity. The objective is to provide the birds with perfect comfort during raising to obtain the desired weight with greater than 90% uniformity. In addition to this, a correct light program with sufficient spectrum, intensity and uniformity adapted to the environmental conditions of the farm to encourage food consumption and development. In the pre-laying and laying stage, it is necessary to insist that the distribution of the calcium source be divided into two (large particles for the afternoon hours, the same ones that will be used at night for the formation of the egg shell and fine particles in the morning for immediate use). A series of models have been obtained that allow simulating a series of production processes and growth rates for poultry production.

Key words: Calcium carbonate; production stage; Isa Brown; driving; productive parameters

INTRODUCCIÓN

Isa Brown es una línea genética de gallina (*Gallus gallus domesticus*) ponedora híbrida procedente de Francia, sus siglas "ISA" significan Instituto de Selección Animal, institución que logró el cruzamiento entre las razas Rhode Island White y Rhode Island Red para producir esta ave con un nivel de postura alrededor de 400 huevos/ave/alojada [10]. Ave rustica y con una capacidad de adaptabilidad a diversidad de condiciones climáticas, es accesible y de manejo fácil. Los genetistas y patólogos de ISA Brown han trabajado durante años para producir una ponedora de excelente productividad, viabilidad, baja conversión alimenticia (Conv Ali), buena calidad de cáscara (CC) y buen peso de huevo (PH), factores determinantes del éxito del productor [6].

Las recomendaciones de las guías Isa Brown [10] describen que el éxito de la producción de las ponedoras se centra en el excelente manejo que se les dé a las aves, un buen levante de los lotes permitirá altos rendimientos al momento de la puesta. Poner en práctica las recomendaciones de sus creadores no es complicada, se requiere atención a los detalles de las necesidades de producción, lógica y una correcta toma de decisión durante la vida útil del lote.

Los huevos de producción convencional (PC) y de pastoreo analizados bajo investigaciones, permiten obtener una perspectiva de las condiciones actuales de producción y manejo de huevos y aves, de la cual se tiene muy poca información a nivel nacional. Permite, además, contrastar sistemas alternativos (SA) de crianza, para un mayor volumen de producción, la información recopilada puede llegar a ser valiosa, tanto para los productores nacionales e internacionales como para los consumidores, pudiendo mejorar el manejo y manipulación de los huevos y así brindar un producto de mejor calidad a los consumidores [7].

En el cantón Bolívar no se evidencia información técnico-científica que dimensione el nivel real de producción aviar (PA), específicamente en casta de puesta en relación al estándar guía propuesto por cada compañía de genética animal. Existe una creciente preocupación del mercado consumidor de alimentos por el bienestar animal, el sector avícola, principalmente en la producción de huevos, se ve obligado a migrar hacia SA, con el fin de ayudar a los productores en la toma de decisiones de inversión [20]. Los parámetros productivos (PP) e indicadores de calidad física interna y externa de los huevos de las aves muestran características típicas de cada raza o línea genética [15].

La adición de carbonato de calcio (CdC), influye sobre el grosor del cascarón (GC) al adicionar 1,50 gramos-ave-días⁻¹ (g-ave-d⁻¹) durante las últimas horas (h) de la tarde, con una granulometría de 2 a 4 milímetros (mm) en la dieta de ponedoras [21]. Al incrementar la resistencia del cascarón de los huevos, el productor y el comercializador puede incrementar su nivel de utilidad al evitar que éstos se rompan antes de la venta [12]. El GC permite una mayor resistencia a la ruptura de los huevos, siendo éste un requisito que deben cumplir los huevos comerciales para consumo humano y que en muchos de los casos no se da cumplimiento a lo establecido dentro de las Normas Nacionales [23, 25].

Esta indagación permitió confrontar los índices de producción (IP) de la avícola SIRIA ubicada en el recinto Mocochoal de la parroquia Calceta del cantón Bolívar, Manabí - Ecuador, con el estándar ISA Brown, así como también la parametrización del crecimiento de esta especie como herramienta para entender los procesos productivos durante la Fase I de postura (19 a 30 semanas -sem- de edad de las aves) al adicionar CdC en horas de la tarde durante el periodo mayo-agosto 2011.

MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio de estudio donde fueron tomados los datos fue en la avícola SIRIA situada en el recinto Mocochoal de la parroquia Calceta del cantón Bolívar, Manabí - Ecuador, geográficamente ubicada a 0°50'39" de Latitud Sur y 80°9'33" de Longitud Oeste (FIG. 1). Los datos edafoclimáticos promedio mensuales durante la realización del experimento son resumidos en la TABLA I.

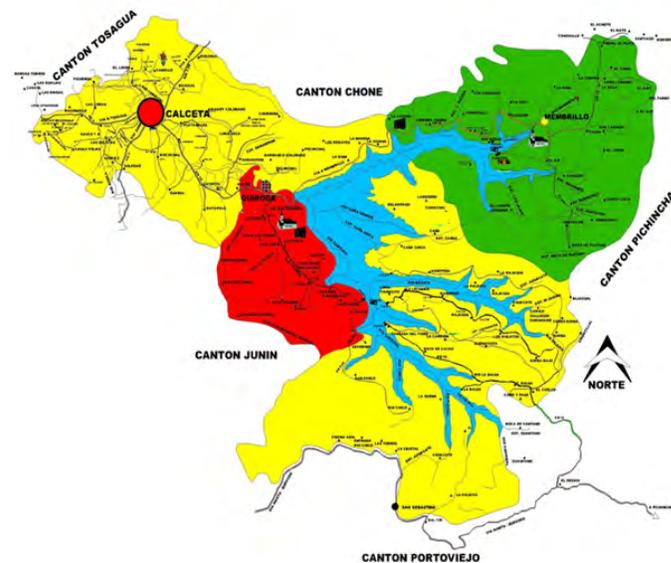


FIGURA 1. División política del cantón Bolívar y ubicación del sitio de estudio

TABLA I
Condiciones edafoclimáticas de la zona de estudio durante la investigación

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	83	81	80
Evaporación (mm)	142,9	119,4	127,9	156,0
Precipitación (mm)	1,9	11,8	9,3	0,5
Heliofanía (h. sol)	128,7	71,6	74,1	82,0

mm: milímetros, h.sol: horas de sol

La base de información consiste en el trabajo experimental realizado por Vera [22]. En la TABLA II se resume el contenido nutricional de la dieta empleada en la fase I de producción de la ISA Brown.

El manejo del experimento inició con el pesaje en una balanza colgante mecánica analógica marca TAYLOR modelo 3NZH5 graduada a 0,5 kilogramos (kg) con precisión +/-1% México, de 200 pollas cuando

tenían 19 sem de edad, es decir en su Fase 1 de producción (19-30 sem de edad), ubicadas a razón de 5 aves por jaula, tipo convencional, fabricadas con materiales de la zona (caña guadua, madera y malla galvanizada), presentando las siguientes dimensiones, 55 centímetros (cm) de frente x 45 cm de fondo x 40 cm de alto, la malla que soporta los huevos de 15 cm de largo (FIG. 2), el alimento se suministró diariamente a las 7:00, el alimento sobrante fue retirado al día siguiente a las 6:30, la dieta empleada en la alimentación de las aves se ajusta a las exigencias de la línea genética Isa Brown formulada por el método del tanteo, ver TABLA II, el agua de bebida se ofreció *ad libitum*. El suministro diario de CdC se lo realizó en h de la tarde 16:00, tomando su peso en una balanza digital [22].

Para obtener el peso semanal de las gallinas se utilizó una balanza colgante mecánica analógica marca TAYLOR modelo 3NZH5 graduada a 0,5 kg con precisión +/-1% México. La colecta de huevos se realizó diariamente en horario de 12:00 y 17:00, el PH fue tomado en una balanza digital marca CAMRY modelo EK5055. El GC se determinó seleccionando huevos aleatoriamente, romperlos y tomar una muestra de cascara de la zona ecuatorial, esta medida fue tomada con un micrómetro electrónico digital Marca FOWLER FW-548150012, rango 0-1"/0-25 milímetros -mm-, precisión ± 0,00016 EUA.



FIGURA 2. Diseño de las jaulas para mantenimiento de las aves, durante el experimento

TABLA II
Contenido nutricional empleado en la fase 1 de producción, ajusta a las exigencias de la línea genética Isa Brown

Nutrientes	Cantidad
Proteína	17,90 %
Energía	2.756,62 Kcal·Kg ⁻¹
Calcio	3,52 %
Fosforo	0,42 %
Fibra	3,70 %
Sal	0,38 %
Lisina	0,93 %
Metionina	0,33 %

El factor a evaluarse fue la adición de CdC en ponedoras de línea genética ISA Brown en fase 1 de producción sobre PP: consumo de alimento (CA)(g), peso vivo (PV)(g), porcentaje de postura (% P), PH (g), huevo acumulado, masa huevo (kg), ConvAli (kg·kg⁻¹), GC (mm)[22].

El tratamiento (T) motivo de la comparación con los estándares internacionales fue el T C (1,5 g·ave·d⁻¹ de CdC) adicionado en las últimas h de la tarde con un nivel de granulometría entre 2 a 4 mm, fue el que mejores resultados presentó durante todo el periodo de investigación.

La nutrición de las gallinas fue ajustada bajo un consumo de 4,01 g·ave·d⁻¹ de calcio, más la inclusión de 1,5 g·ave·d⁻¹ de CdC equivalente a 0,53 g de calcio, esto adicionado durante las h de la tarde, estimando un consumo total de calcio de 4,54 g·ave·d⁻¹ [22].

Para estimar los IP de las gallinas ponedoras se utilizaron los procedimientos de modelos de regresión no lineales, analizados en el paquete de software de estadística STATISTICA (2005)[19], basado en el método de la mínima diferencia y ajustados en el algoritmo de Gauss-Newton sobre mínimos cuadrados ordinarios. Para la validación de los modelos obtenidos se empleó el ajuste de los residuos entre los datos observados y los valores predichos por los modelos desarrollados.

Para establecer las diferencias estadísticas entre los manuales de producción de la ISA Brown [10] y el tratamiento (1,5 g·ave·d⁻¹ de CdC) de la investigación de Vera [22], se procedió a emplear la prueba de Lord, la cual se utilizó con la finalidad de comparar dos pruebas pequeñas (ponedoras de la avícola SIRIA y su estándar guía de manejo ISA Brown) tomadas independientemente con distribución normal [1, 14]. Las condiciones para utilizar esta ecuación es que, tengan igual varianza sus datos con similar número de muestras $n_1 = n_2 \leq 20$ y una distribución próxima a la normal [1]. La ecuación de Lord se representa de la siguiente manera:

$$Lord = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\frac{R_1 + R_2}{2}}$$

Donde:

\bar{x}_1 = Promedio de la muestra 1

\bar{x}_2 = Promedio de la muestra 2

R_1 = Amplitud de varianza de la prueba 1

R_2 = Amplitud de varianza de la prueba 2

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ganancia de peso (GdP) por semana

En la FIG. 3 se presenta el incremento de peso corporal (PCorp) por sem, tanto para las ponedoras de la avícola SIRIA como los estándares de la ISA Brown. Una vez aplicada la prueba de Lord, el valor obtenido fue de 0,08 (0,20/0,05, 0,29/0,01), por lo tanto, no se presentaron diferencias estadísticas entre el PCorp de la avícola SIRIA en relación al estándar guía internacional. Esta divergencia puede ser explicada, debido a que, en los países tropicales, las ponedoras están expuestas a menudo a severos y prolongadas condiciones de estrés por calor.

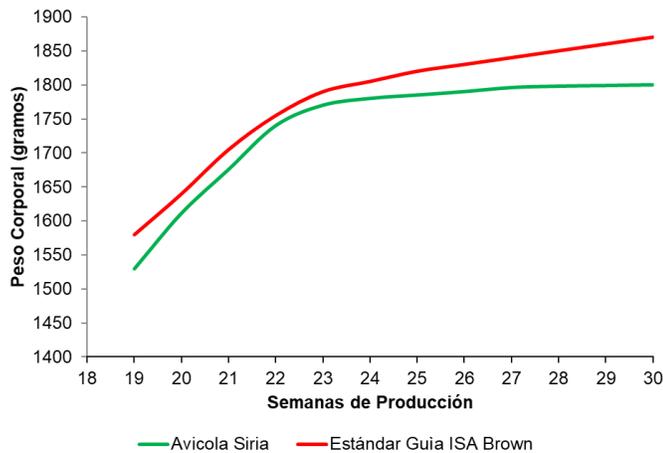


FIGURA 3. Peso corporal por semana para avícola SIRIA y su Estándar Internacionales ISA Brown

La consecuencia de esto es la disminución del CA ante la capacidad limitada de las aves para eliminar el calor [10, 17]. Ojeda [12] en su investigación sobre el crecimiento en relación a la temperatura encontró que, el desarrollo del PCorp y por ende de CA se ve afectado cuando las aves adquieren el plumaje completo. Este deterioro de crecimiento trae como consecuencia también un retraso en la madurez sexual de la gallina ISA Brown.

Con la finalidad de parametrizar la función de incremento del PCorp por sem para la avícola SIRIA se desarrolló un modelo no lineal, el cual se describe de la siguiente manera:

$$PCorp(g) = 2.532,68x \exp\left(\frac{-9,04}{SP}\right)$$

Dicho modelo tiene un coeficiente de determinación de 0,94 y esta relación está asegurada a un nivel de alta significancia estadística ($P < 0,0001$). Los valores observados y predichos por el modelo pueden ser vistos en la FIG. 4, éstos no presentaron ninguna tendencia en la distribución de los residuos. Dicho modelo puede ser empleado para predecir el PCorp por sem en la avícola SIRIA.

Relación consumo por semana de producción (SP)

El SP para las ponedoras de la avícola SIRIA puede ser determinado mediante dos vías. Una desarrollando un modelo no lineal, el cual se lo puede expresar de la siguiente manera:

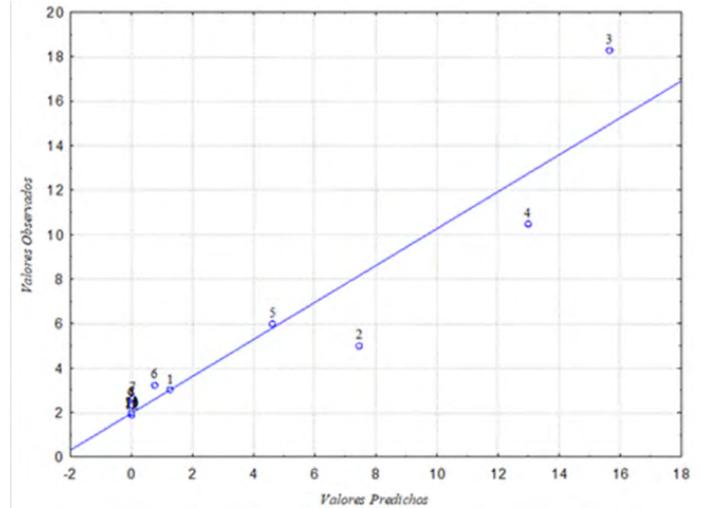


FIGURA 4. Confrontación de los valores predicho por el modelo propuesto y observados para peso corporal por semana

$$CA(g) = 270,58x \exp\left(\frac{-26,01}{SP}\right)$$

La relación gráfica de esta función puede ser vista en la FIG. 5 y el modelo arriba descrito tiene una alta significación estadística ($P < 0,0001$).

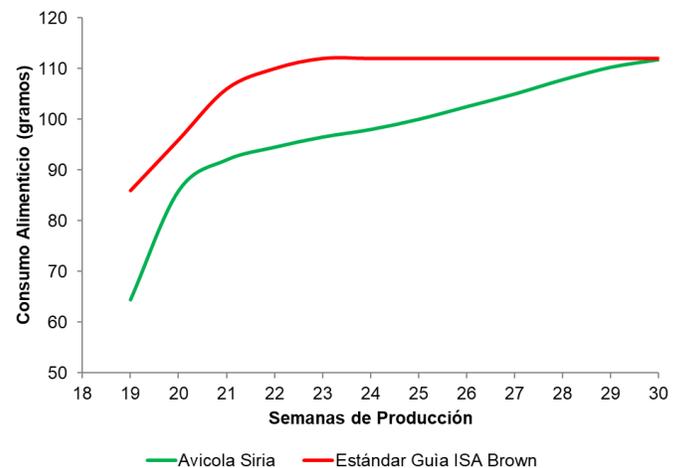


FIGURA 5. Consumo de alimento por Semana para las aves de la avícola SIRIA y su Estándar Internacionales ISA Brown

Otra forma de inducir el grado de CA, se lo puede referir al peso corporal de las gallinas y esta expresión fue la siguiente ecuación:

$$CA(g) = 0,14x \text{ Peso corporal} - 145,93$$

Esta relación lineal tiene un coeficiente de determinación de $r=0,96$ (FIG. 6) y existe una alta significancia estadística ($P < 0,001$). Ambos modelos pueden ser utilizados para predecir el CA para las aves de la avícola SIRIA.

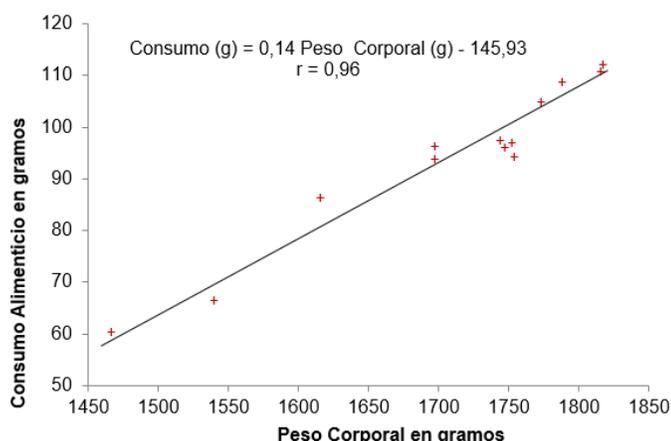


FIGURA 6. Relación peso corporal y consumo de alimento de la avícola SIRIA

ConvAli por semana de producción (SP)

De acuerdo a Vera [22] en su investigación sobre el efecto del CdC en los IP de la ponedora ISA Brown, encontraron que la adición de los diferentes niveles de CdC (0,5; 1,0; 1,5 g-ave-d⁻¹) no provocó diferencias significativas en la ConvAli total de las ponedoras en estudio al ser comparadas con el T testigo durante las sem 25; 26; 27; 28; 29 y 30 de edad de evaluación al ($P < 0,05$) de probabilidad de error.

El aumento del consumo de calcio permite que la ConvAli tiende a disminuir [4]. Este hecho puede ser observado en la FIG. 7. Con la finalidad de comparar los niveles de conversión con los estándares internacionales se realizó la prueba de Lord, el valor obtenido fue de 0,005 (0,20/0,05, 0,29/0,01). Es decir que no existe diferencia estadística entre la convertibilidad observada en la avícola SIRIA en comparación con los estándares guía de la ISA Brown.

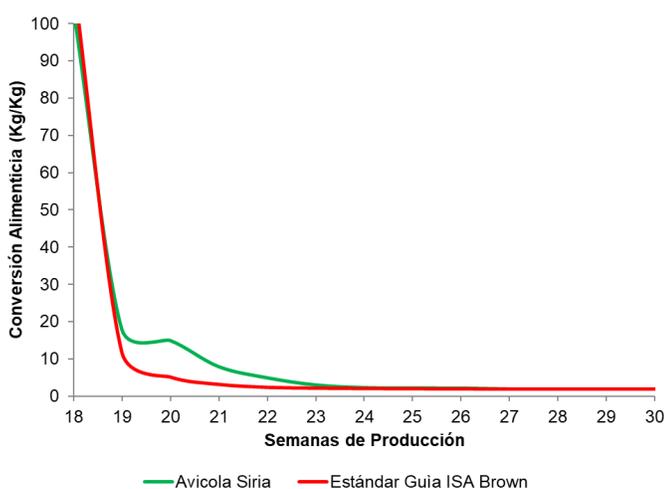


FIGURA 7. Conversión alimenticia observada en la avícola SIRIA y su Estándar Internacionales ISA Brown

Un modelo para predecir la convertibilidad fue desarrollado para el recinto Mocochoal, el cual puede ser expresado de la siguiente manera:

$$ConvAli = 4.923,80 \times \exp\left(\frac{-0,29}{SP}\right)$$

El coeficiente de determinación para este modelo fue de 0,94. El nivel de significancia estadística fue de $P < 0,0001$. En la FIG. 8, no se puede ver ningún tipo de tendencia entre los residuos, lo cual confiere una gran confiabilidad para predecir este parámetro para el recinto Mocochoal.

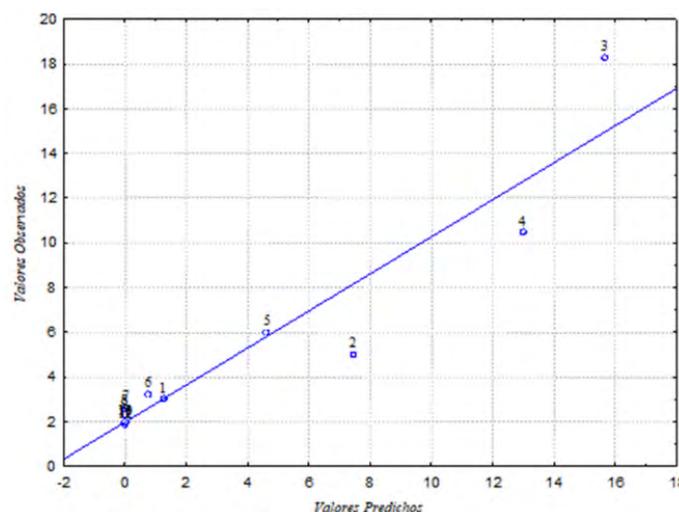


FIGURA 8. Confrontación de los valores predicho por el modelo propuesto y observados para conversión alimenticia por semana

Masa de huevo (MH) por semana de producción (SP)

Según lo reportado por Vera [22, 24] en su investigación la adición de los diferentes niveles de CdC (0,50; 1,00; 1,50 g-ave-d⁻¹) no provocó diferencias significativas en la MH acumulada de las ponedoras en estudio al ser comparadas con el tratamiento testigo durante las sem de evaluación al $P < 0,05$ de probabilidad de error.

Similar trabajo realizado por Hernández [9], quienes evaluaron cinco niveles de calcio (2,74; 3,4; 4,06; 4,56 y 5,19 %) en 250 gallinas de la línea genética Leghorn Hy-Line suministrado en tres etapas (79 a 87; 88 a 96 y 97 a 105 sem de edad) para evaluar el efecto sobre el % P de huevo y el GC, logrando observar que no se presentó interacción entre los niveles de calcio en las etapas de producción, viéndose afectado otros IP ($P < 0,05$) pero no la MH, gravedad específica y ConvAli.

De acuerdo a ISA Brown [10], en 1999 se llevó a cabo un experimento en el cual se probó un alimento comercial con una granulometría de 1,100 μm y 1,500 μm y fue molido de nuevo y tamizado para obtener un menor tamaño de partícula 900 μm - 1100 μm . Este alimento fue utilizado a partir de la sem 19, concluyéndose que, el consumo se reduce en cerca de 4 g, cuando el alimento se muele muy fino. Esto conlleva a una reducción de la MH.

De ahí que, las aves tienden marcadamente a preferir los granos y no al empastado de los picos con comida fina. No existe significancia estadística entre los estándares internacionales de la ISA Brown y los observados en la avícola SIRIA (FIG. 9), debido a que los valores tabulares de Lord fueron de 0,19 (0,20/0,05, 0,29/0,01).

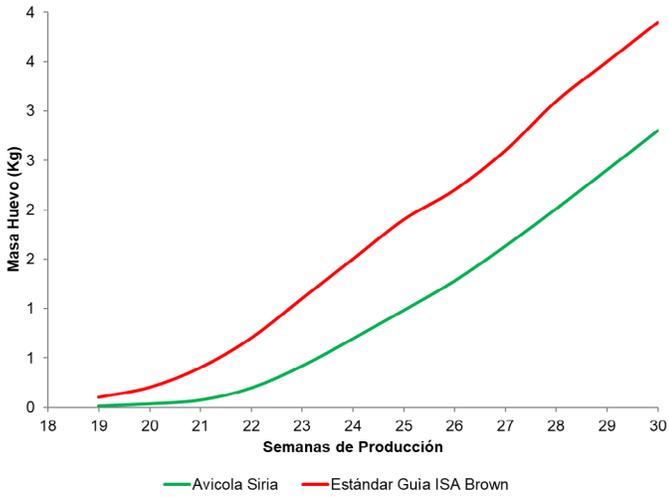


FIGURA 9. MH observada en avícola SIRIA y su Estándar Internacionales ISA Brown

El modelo de predicción puede ser expresado mediante la siguiente ecuación:

$$MH = \left(\frac{SP^2}{0,09 - 0,17x SP - 1,38x SP^2} \right)$$

El coeficiente de determinación de 0,98 ($P < 0,001$) y la ninguna tendencia entre los residuos puede ser observada en la FIG. 10. De tal forma que, el modelo arriba mencionado predice este PP para la avícola SIRIA.

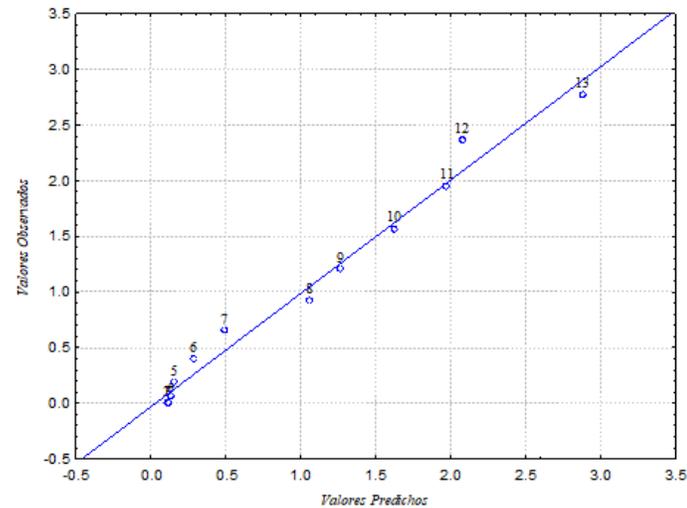


FIGURA 10. Confrontación de los valores predicho por el modelo propuesto y observados para masa de huevo

Huevo acumulado (HA) por semana de producción

En relación a este parámetro, la adición de los diferentes niveles de CdC (0,5; 1,0; 1,5 g·ave·d⁻¹) no provocó diferencias en porcentaje de postura de las ponedoras en estudio al ser comparadas con el T testigo

durante las sem 24; 25; 26; 27; 28; 29 y 30 de edad de evaluación al nivel de $P < 0,05$ [21]. Al comparar la variable HA de la avícola SIRIA con el estándar ISA Brown (FIG. 11), no existieron diferencias estadísticas (valor de Lord 0,20/0,05; 0,29/0,01), sin embargo, se puede observar durante las 18; 19; 20 y 21 sem que el HA presenta un significativo retraso al inicio de la actividad reproductiva de las ponedoras, por tal motivo ellas empiezan a romper postura una vez alcanzado su PV requerido. Situación afirmada por ISA Brown [10]: cuanto más tarden las aves alcanzar este peso ideal, más tarde se iniciará la producción.

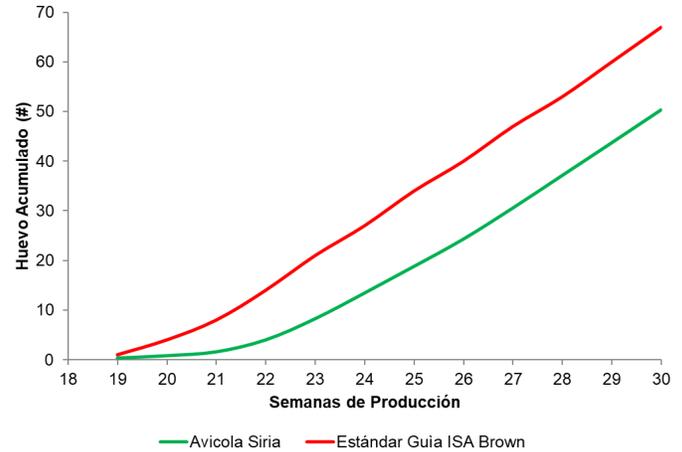


FIGURA 11. HA por semana observada en avícola SIRIA y su Estándar Internacionales ISA Brown

De igual manera se desarrolló un modelo para predecir este parámetro productivo:

$$HA = \left(\frac{SP^2}{0,07x - 3,15x SP + 1,12x SP^2} \right)$$

Se obtuvo un coeficiente de determinación de 0,98 y en la FIG. 12 se presenta el comportamiento de los residuos en relación a los valores observados y los obtenidos por el modelo propuesto.

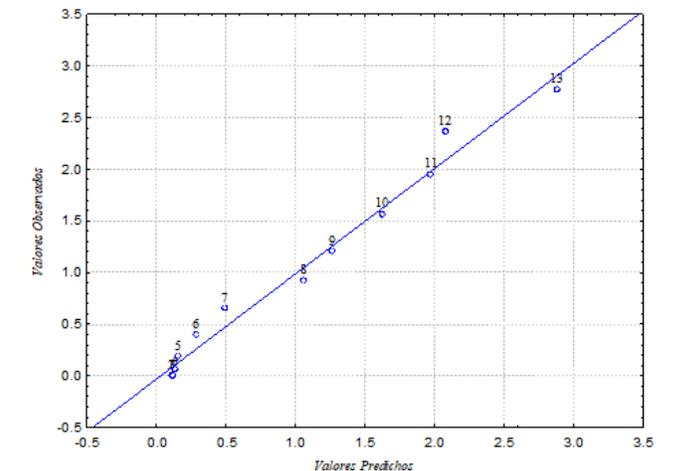


FIGURA 12. Confrontación de los valores predicho por el modelo propuesto y observados para HA

Peso de huevo (PH) por semana de producción

El estadístico X^2 de Lord presentó un nivel alto de significancia estadística 95 % de probabilidad. Expresando que el PH de la avícola SIRIA es menor significativamente al comparar con el estándar internacional ISA Brown, según se observa en la FIG. 13. Desde el punto de vista genético, el PH es uno de los criterios principales en selección genética de la ISA Brown. De ahí que el potencial de PH puede variar entre 3 a 4 g [10]. Estos rangos de variación de peso de huevo ofrecidos por la ISA Brown se observaron a partir de la sem 24 en la avícola SIRIA.

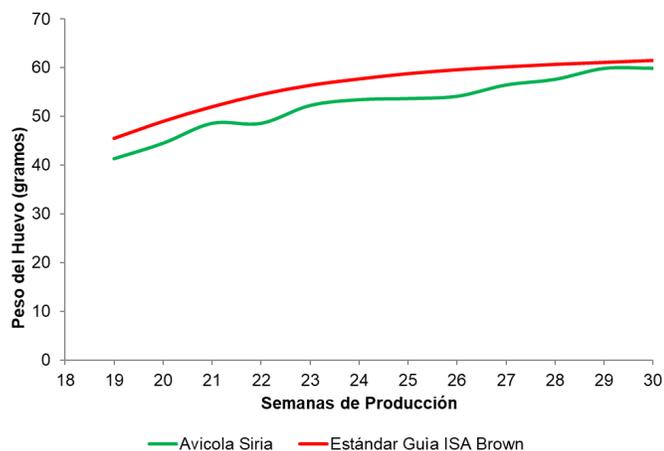


FIGURA 13. Peso de huevo en gramos por semana de producción, avícola SIRIA, Cantón Bolívar, Manabí-Ecuador.

Los manuales de ISA Brown [10] indican que existe una relación entre el PH y el PV del ave a la sem 24 de vida, debe existir un incremento del PH en un 5 % en el pico de producción y un aumento de 300 g en el PV del ave. Esta relación puede ser vista en la FIG. 14 para la avícola SIRIA. Sin embargo, dicha predicción no fue manifestada en dicho estudio ya que las aves solo incrementaron 294 g del PV (FIG. 2).

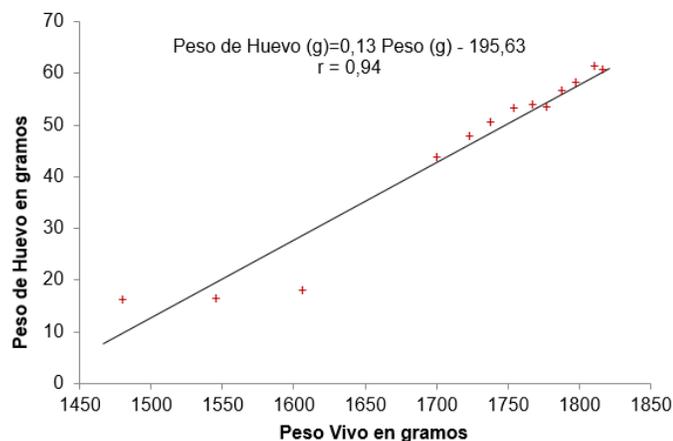


FIGURA 14. Relación entre peso vivo y peso de huevo, avícola SIRIA, Cantón Bolívar, Manabí-Ecuador

En la TABLA I, se observan las condiciones de temperatura del sitio de estudio, donde la máxima supera los 30°C en los meses de evaluación (mayo, junio, julio y agosto 2011). ISA Brown [10] indica que, el PH disminuye 0,4 % por el incremento de cada grado centígrado entre 23 y 27°C y por encima de 27°C, la reducción es de alrededor del 0,8 %.

La edad a la que alcanza el inicio de postura la gallina tiene un efecto directo en el PV del ave adulta, repercutiendo en el tamaño del huevo en los posteriores ciclos de puesta. El tipo de nutrición aplicado a los animales también puede afectar el PH [10]. El contenido nutricional de la ración empleada en las ponedoras durante la fase pico de postura puede observarse en la TABLA II, este elemento no puede ser considerado como motivo de disminución del PH. Sin embargo, Segura [18] sostiene que la suplementación de metionina, proporciona un aumento del tamaño de huevo y demás parámetros productivos de ponedoras comerciales.

Porcentaje de postura (%P) por semana de producción

La prueba de Lord muestra diferencias significativas al comparar el %P de la avícola SIRIA y el estándar ISA Brown obteniendo un valor calculado de 0,21 (0,20/0,05; 0,29/0,01) (FIG. 15). Vera [22] en su estudio manifiestan que:

La adición de los diferentes niveles de CdC (0,5; 1,0; 1,5 g-ave-d⁻¹) no provocó diferencias en % P de las ponedoras en estudio al ser comparadas con el T testigo durante las sem 24; 25; 26; 27; 28; 29 y 30 de edad de evaluación ($P < 0,05$).

En cambio, para la 28; 29 y 30 sem de edad se incrementa el % P, esto al recibir el T con adición de CdC >1,0 g-ave-d⁻¹ durante las últimas h de la tarde.

En la FIG. 15, se observa la disminución del porcentaje de postura en especial durante las sem 18; 19; 20 y 21, esto a consecuencia que durante el mes de mayo 2011 se registró 128,7 h sol [21], el aumento de h sol incrementa la temperatura ambiental pudiendo inducir a las aves a un estrés calórico, retrasando la postura [10].

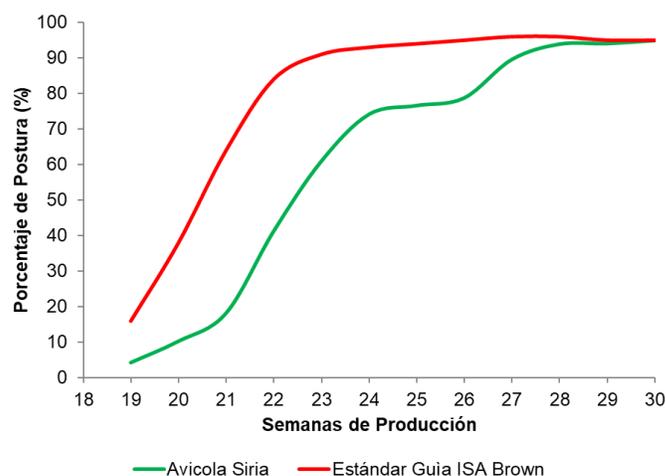


FIGURA 15. Porcentaje de postura por semana de producción de la ISA Brown y la avícola SIRIA, Cantón Bolívar, Manabí-Ecuador

Relación peso de huevo y grosor de la cáscara

Hernández [9] señala, que el PH puede verse disminuido por el CA y contenido de aminoácidos presente en la formulación de la ración, por consiguiente, los productores deben ajustar esta dieta en relación al porcentaje de proteína.

El GC es de grosor muy variable, pero normalmente comprendido en el intervalo de los 0,28 mm a los 0,42 mm constituye la envoltura del contenido del huevo y a la vez lo protege, aunque solo puede ser de una forma parcial, de múltiples agresiones del medio, tanto mecánicas como microbianas [3].

Butcher [2] sostiene que, para la formación del cascarón del huevo dentro de la matriz de la gallina, el ave utiliza prioritariamente la fuente de calcio que se encuentra en el sistema digestivo, su solubilidad gracias al ácido clorhídrico es un factor que interviene en la disponibilidad de calcio a la hora de formar el cascarón. Fisiológicamente, las aves contienen reserva de calcio en sus huesos, mismas que son utilizadas en caso de requerirlas, aunque está demostrado que aquellas aves que forzosamente usan sus reservas de calcio producen huevos con cascarones débiles de pésima calidad [5, 8, 9, 11, 13, 16].

Vera [22] sometió a prueba este hecho, adicionando distintos niveles de CdC procedente de piedras caliza (0,5; 1,0; 1,5 g-ave-d⁻¹) resultando una alta significancia estadística en el GC de las ponedoras en estudio al ser comparadas con el T testigo durante las sem 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29 y 30 de edad de evaluación ($P < 0,05$), siendo el tratamiento (1,50 g-ave-d⁻¹) de CdC el mejor con un promedio de 0,44 mm.

En la FIG. 16, se presenta la relación entre PH y su correspondiente GC. Para la determinación de los parámetros de esta función, se obtuvo la siguiente ecuación:

$$GC = 1,50x \exp\left(\frac{-77,35}{SP}\right)$$

Este modelo tiene un coeficiente de determinación de 0,93 y es altamente significativo ($P < 0,001$) y puede ser utilizado para determinar este importante PP.

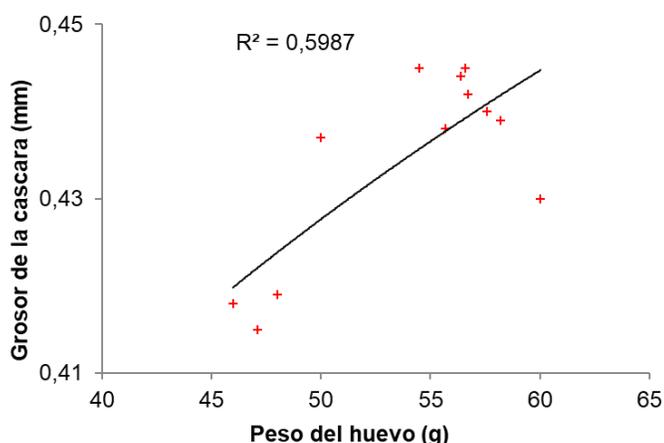


FIGURA 16. Relación entre peso de huevo y grosor de la cáscara, avícola SIRIA, Cantón Bolívar, Manabí-Ecuador

CONCLUSIONES

El comportamiento productivo, PH y % P calculados en el sitio de investigación (Avícola SIRIA) muestran un nivel bajo en comparación al estándar guía ISA Brown.

En la etapa de pre-postura y postura es necesario insistir que la distribución de la fuente de calcio se la divida en dos (partículas grandes para las h de la tarde las mismas que será aprovechada en h de la noche para la formación del cascarón del huevo y las partículas finas por la mañana para su inmediata utilización).

Desde el punto de vista estadístico, la utilización de un Diseño Experimental en el área pecuaria conduce a una utilización real del 30 % de la información levantada en un proceso experimental. Para un mejor aprovechamiento del potencial genético que actualmente poseen los animales, es de menester un profundo conocimiento sobre su fisiología y comprender su etología dentro de un sistema de producción.

La simulación de los sistemas pecuarios mediante modelos matemáticos describe que el desarrollo animal es importante biológicamente ya que el desarrollo inicial repercute como respuesta al nivel de producción final que este posea genéticamente, su comprensión se da con la evaluación apropiada de datos de la propia explotación analizados metódicamente permitiendo conocer la rentabilidad del negocio y tomar decisiones precisas para alcanzar un nivel de control eficiente.

AGRADECIMIENTO

A la Carrera de Medicina Veterinaria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador.

Conflictos de interés

Declaramos no tener conflictos de interés con respecto al trabajo presentado en este informe.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BORTZ, J.; SCHUSTER, C. Normalverteilung. **Statistik für Sozialwissenschaftler**. Limitierte Sonderausgabe. Springerler – Verlag. Pp 900. 2011.
- [2] BUTCHER, G.; MILES, R. Concepts of Eggshell Quality. **Food and Agricult. Sci.** 69: 1-2. 1990.
- [3] CABELLO, J.; VILLANUEVA, V.; VALDÉS, F.; VALENZUELA, C. Huevos de desecho en Chile: Estimación de las pérdidas en la cadena productiva y posibilidades para su uso. **Rev. Chilena Nutr.** 49(1): 17-24. 2022.
- [4] CHANDRAMONI, S.; JADHAO, S.; SINHA, R. Effect of dietary calcium and phosphorus concentrations on retention of these nutrients by caged layers. **Brazilian Poult. Sci.** 39(4): 544-548. 1998.
- [5] CLUNIES, M.; PARKS, D. Calcium and phosphorous metabolism and eggshell formation of hens fed different amounts of calcium. **Poult. Sci.** 71(3): 482-489. 1992.
- [6] GALINDO, S. Embriodiagnosis y ovoscopia. Análisis y control de calidad de los huevos incubables. **Rev. Electrón. Vet.** 6:(3): 1-25. 2005.

- [7] GUIER-SERRANO, M.; DAVIDOVICH-YOUNG, G.; WONG-GONZÁLEZ, E.; CUBERO-CASTILLO, E. Calidad microbiológica y fisicoquímica y sabor de huevos de gallina de producción convencional o pastoreo. **Agron. Mesoame.** 33(1): 1-18. 2022.
- [8] GUTIÉRREZ, D.; CUCA, M.; BECERRIL, M. Validación de los niveles óptimos biológicos de calcio y fósforo en gallinas en postura de primer ciclo. 2007. Sitio Argentino de Producción Animal. APPA-ALPA. 1-4. En línea: <https://bit.ly/3yNzD7H>. 22/04/2022
- [9] HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, J.; CUCA-GARCÍA, M.; PRÓ-MARTÍNEZ, A.; GONZÁLEZ-ALCORTA, M.; BECERRIL-PÉREZ, C. Nivel óptimo biológico y económico de calcio en gallinas Leghorn blancas de segundo ciclo de postura. **Agron.** 40(1): 49-57. 2006.
- [10] ISA BROWN. Guía del producto. Alojamiento en jaulas. Hendrix Genetics. Netherlands-EU. 1-16. En línea: <https://bit.ly/3MDth0d>. 23/04/2022.
- [11] LARCO, D.; CORONADO, R.; MANZANO, M. Efecto de diferentes niveles de B-TRAXIM2C en gallinas ponedoras sobre desempeño y calidad de huevo. **Rev. Alfa.** 6(16): 89-106. 2022.
- [12] OJEDA, A.; OLMO-GONZÁLEZ, C. Comparación física de la calidad externa e interna del huevo de tres razas de gallinas. **Opuntia Brava.** 14(1): 134-144. 2022.
- [13] PAVAN, A.; GARCIA, E.; MÓRI, C.; PIZZOLANTE, C.; PICCININ, A. Efeito da densidade na gaiola sobre o desempenho de poedeiras comerciais nas fases de cria, recria e produção. **Rev. Brasileira Zoot.** 34(4): 1320-1328. 2005.
- [14] PELICIA, K.; GARCIA, E.; MORI, C.; FAITARONE, A.; SILVA, A.; MOLINO, A.; BERTO, D. Calcium levels and limestone particle size in the diet of commercial layers at the end of the first production cycle. **Brazilian J. Poult. Sci.** 11(2): 87-94. 2009.
- [15] RIOS, R.; BERTECHINI, A.; CARVALHO, J.; CASTRO, S.; COSTA, V. Effect of cage density on the performance of 25-to 84-week-old laying hens. **Brazilian J. Poult. Sci.** 11(4): 257-262. 2009.
- [16] ROCA-CEDEÑO, A. Efecto del estrés calórico en el bienestar animal, una revisión en tiempo de cambio climático. **Rev. ESPAMCIEN.** 2(1): 15-25. 2011.
- [17] RODRIGUEZ, A.; GONZALEZ, C. Physical Comparison of External and Internal Egg Quality of Three Breeds of Hens. **Opuntia Brava.** 14(1): 134. 2022.
- [18] SEGURA, O., BOADA, M. Efecto de suplementación en la dieta con BIG EGG® en los parámetros productivos en ponedoras de huevo comercial. **Rev. Colomb. Cien. Anim.** 3(1): 22-32. 2010.
- [19] STATISTICA. Stadistika Microsoft Release 6.0, USA. 2005.
- [20] TABORDA, J.; DA, S.; SILVA, V.; SGAVIOLI, S. Economic viability of cage-free system for commercial laying hens. **Res. Soc. Developm.** 11(1): 1-13. 2022.
- [21] VERA-RODRÍGUEZ, J.; HIDALGO-BRAVO, G. El Efecto de diferentes niveles de suministro de carbonato de calcio sobre el peso y grosor de la cascara del huevo. **Rev. Colomb. Cien. Anim.** 11(2): 11-18. 2019.
- [22] VERA-RODRÍGUEZ, J.; VÉLEZ-PINARGOTE, M. Adición de carbonato de calcio en la dieta para mejorar parámetros productivos en ponedoras ISA BROWN Fase I. ESPAM-MFL. Ecuador. Tesis. 167 pp. 2012. <https://bit.ly/3Mjd5uz>. 01/08/2022.
- [23] VERA-RODRÍGUEZ, J.; LAZO-SULCA, R.; HIDALGO-BRAVO, G.; MENDÍA - MENDÍA, C.; NARANJO-GODOY, R.; ORTIZ-DUCHI, R.; RIVERA-VÁSQUEZ, S.; MONCAYO-CARAVALLA, K.; BRAVO-GAVILANEZ, I. Evaluación física del huevo comercial de gallinas criollas (*Gallus gallus domesticus*) en el cantón La Troncal - Ecuador. **Cien. E Intercult.** 29(02): 138-151. 2021.
- [24] VERA-RODRÍGUEZ, J.; VÉLEZ-PINARGOTE, M.; MUÑOZ-CEDEÑO, J. Adición de carbonato cálcico y su repercusión económica sobre el grosor del cascarón en ponedoras. **Rev. ESPAMCIEN.** 3(1): 1-7. 2012.
- [25] VERA-RODRÍGUEZ, J.; CEPEDA-LANDIN, W.; TORRES-AJILA, K.; BUENO-GUALLPA, E.; MENDOZA-LÓPEZ, C.; MERCHAN-PUCHA, B.; CARPIO-GÓMEZ, J.; RIVERA-RIVERA, D. Evaluación de la calidad del huevo marrón comercial del cantón La Troncal, Ecuador. **Rev. Colomb. Cien. Anim.** 12(2): 51-59. 2020.