



Diferencias observadas entre estándares internacionales de la gallina ponedora Isa Brown y los resultados obtenidos en el Cantón Bolívar, Ecuador

Differences observed between international standards of the laying hen Isa Brown and the results obtained in Cantón Bolívar, Ecuador

Autores: Álvaro Gustavo Cañadas López¹
Alberto Vivas R.²
Carlos Molina H.³
Diana Rade L.⁴
Odilón Schnabel D.⁵

Dirección para correspondencia: alvaro.canadas@uleam.edu.ec

Recibido: 2017-08-05

Aceptado: 2018-06-07

Resumen

Se comparó diversos parámetros productivos obtenidos en el cantón Bolívar con los estándares internacionales de la ISA Brown y modelar las funciones de producción. Se estudiaron a 300 gallinas ponedoras en la fase I de producción. Se midieron: peso ave (g), consumo alimenticio (g), peso huevo (g), porcentaje de postura (%), huevo acumulado alojado, masa huevo acumulado (kg), conversión alimenticia (g/g), grosor del cascarón (mm). Se empleó la prueba de Lord y modelos no lineales. Obteniéndose los siguientes resultados: masa de huevo, huevo acumulado, peso de huevo y porcentaje de postura del Mococho, fueron estadísticamente inferiores a los estándares internacionales. Se debe priorizar

¹ Ingeniero Agrónomo, Magister Forst Economy, Ph.D. Nat Rer, Investigador Principal 1 (SENESCYT). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí-Extensión Chone. Manabí, Ecuador.

² Médico Veterinario, Magister en Producción Animal. Docente Investigador. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí-Extensión Chone. Manabí, Ecuador. E-mail: alberto.vivas@uleam.edu.ec

³ Ingeniero Zootecnista, Magister en Producción Animal. Mención Nutrición, Director EETP, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Ecuador. E-mail: carlos.molina@iniap.gob.ec

⁴ Ingeniero Comercial, Magister en Contabilidad y Auditoría Ambiental. Docente Investigador. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Ecuador. E-mail: yasbeth_rade15@hotmail.com

⁵ Médico Veterinario, Magister en Producción Animal. Docente Investigador. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí-Extensión Chone. Manabí, Ecuador. E-mail: odilon.schnabel@uleam.edu.ec

el fomento de buenas condiciones de crianza a fin de conseguir mejor peso vivo y una buena uniformidad a la quinta semana de edad e insistir en la división de raciones, partículas grandes para las horas de la tarde y las partículas finas para la mañana.

Palabras clave: Modelos no lineales; consumo de alimentos; Producción de huevos; Primer ciclo de producción.

Abstract

The present research tries to compare productive parameters in Mocochoal, canton Bolívar with the international standards of ISA Brown as well as the fitting of different growth models. A total of 300 hens were studied. Following parameter were investigated: weigh of hens, food consumption, egg weigh, % posture, egg amount, egg mass, feed conversion and thingness of shell. Lord test and Non lineal regression were applied. Obtained the following results: the productive parameters were significantly below to the international standards. The development growth of the hens should be prioritized instead of appealing the sexual maturity of the same ones. It can be obtained with good conditions of rearing in order to obtain better weight and a good uniformity to the 5 weeks of age. After the week 6, it is necessary to insist that the distribution of the food have to be divided in two portions, big particles for the hours of the afternoon and the fine particles for the morning.

Keywords: Non-linear models; food consumption; egg production; First production cycle.

Introducción

La producción pecuario local ha tomado gran importancia en la mayoría de los países del mundo y es sujeto de estudio en relación al crecimiento producción, programas de mejoramiento genético, la raza, aumento de la producción local y tensiones locales relacionadas con la proporción de cobertura de las necesidades nutritivas de las poblaciones (Fisinin *et al.*, 2008). Las características de adaptación a las condiciones medioambientales y resistencia, de la pollería local ha jugado un papel significante en la producción, incitando a los productores a introducir programas de crianza, seguido de la mejora genética y adopción de híbridos comerciales de la pollería industrial (Hmeshe, 2012). Desde la perspectiva comercial, la casta moderna de gallinas ponedoras tiende a una producción alta de huevo y a un peso de cuerpo bajo en el primer ciclo de postura (Xioao *et al.*, 2014).

De acuerdo a *Sunders-Blades et al.* (2009) el peso de los huevos se incrementa gradualmente a través del curso del ciclo de producción. El peso de huevo es menor durante la primera fase de producción en comparación con todas las fases de producción. El peso de huevo se incrementa durante la primera fase pasa de 55 g a 66 g al final de la fase de producción. Por otro lado, la pérdida de huevos desde la granja hasta el consumidor final abarca entre 5 al 7% de los

huevos puestos (Safaa *et al.*, 2008). La mayor pérdida está relacionada con la pobre calidad de la cascara producida al final del ciclo productivo de las gallinas ponedoras (Costa *et al.*, 2008). Xiao *et al.* (2014) reportaron que, los huevos más grandes, tienen una mayor probabilidad de romperse y que, cuando las ponedoras envejecen, ellas ponen huevos más grandes con más bajo deposición de calcio, con lo que la calidad de la cáscara de huevo decrece.

Valkonen *et al.* (2010) encontraron que, el porcentaje de huevos rotos de gallinas ponedoras Brown a nivel de granja se incrementó de 0.43% para las semanas 22 a 1.81% para la semana 74 de edad. Las gallinas ponedoras tienen altos requerimientos de Calcio para el mantenimiento de sus huesos, como la postura de huevos, los cuales deben estar disponibles en las dietas diarias. El conocimiento de las exigencias de calcio para la formación de la cáscara de huevo es esencial y los niveles solicitados después de la madurez en la literatura son aún controversiales (Neijat *et al.*, 2011). Estudios sobre los niveles óptimos de calcio en las dietas son de gran importancia económica, minimizan el porcentaje de ruptura de huevos, costos de producción e impacto ambiental (Skinner *et al.*, 2002).

La gallina ponedora conocida como ISA Brown es oriunda de Francia. El origen de su nombre "ISA" proviene del Instituto de Selección Animal. La ISA Brown es el resultado del cruce entre Rhode Island Red y Rhode Island White, de tal manera que es un híbrido y no una casta en sí. Este cruce depositará por lo menos 300 huevos de excelente calidad en el primer año (Zita *et al.*, 2009). Esta gallina también tiene alta adaptación a diversos climas, es amigable, confiable y fácil de manejar. De acuerdo a los manuales de la ISA Brown (2017), una buena técnica de manejo es la llave del éxito con las ponedoras. Nadie debe aceptar desempeños regulares o bajo del promedio. Obtener el máximo desempeño de cada una de las aves colabora para producir buenos resultados. La buena crianza de un lote requiere unos esfuerzos extras, pero rinde altos dividendos. Aplicar las buenas técnicas no es una cosa complicada, simplemente requiere atención a todos los detalles de las necesidades del plantel, buen sentido común y decisiones adecuadas durante toda la vida del lote (Neijat *et al.*, 2011).

Debido a que en la provincia de Manabí existe muy poca información científica que permita establecer la verdadera dimensión de la producción pecuaria en relación a los estándares internacionales (Cañadas *et al.* 2016_a), la presente investigación pretende comparar los diversos parámetros productivos de la Fase 1 de producción de la ISA Brown obtenidos en el Sitio Mocochoal, parroquia Calceta, cantón Bolívar, Provincia de Manabí con los estándares internacionales y la obtención de parámetros de modelos no lineales para describir los procesos productivos de la ISA Brown.

Metodología

Caracterización del área experimental. Los datos utilizados para esta investigación fueron levantados en la granja avícola "SIRIA", ubicada en el sitio

Mocochal de la parroquia Calceta, cabecera cantonal del cantón Bolívar, geográficamente ubicada en las coordenadas UTM: X 593037.99 - Y 9906304.62, Figura 1, perteneciente a la zona de vida de Bosque Seco Tropical (Cañadas, 1983).

Granja Avícola "Siria"

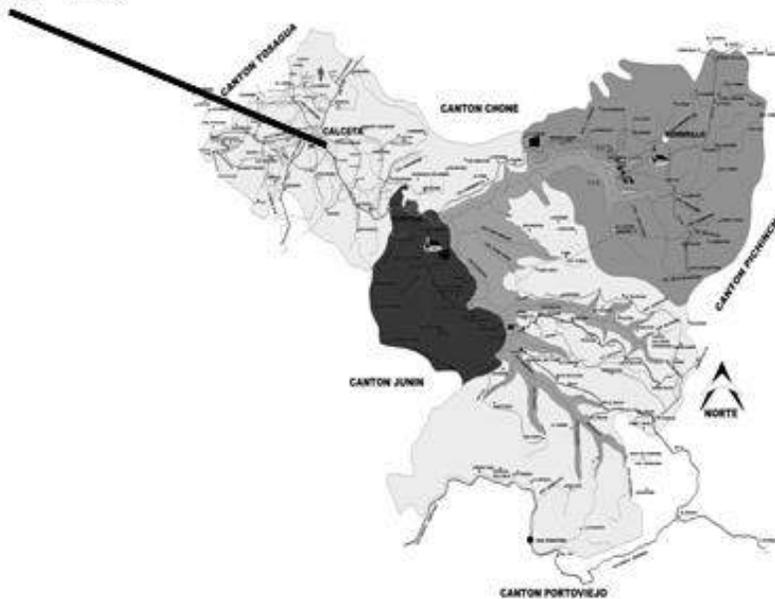


Figura 1. División política del cantón Bolívar y ubicación del sitio del experimento, parroquia Calceta.

Condiciones ambientales reinantes en el periodo de investigación. En la Figura 2a se presenta la temperatura máxima promedio, promedio y mínima observada entre mayo a agosto del 2012. Todas las temperaturas máximas en este periodo de investigación sobrepasaron los 30°C. En la Figura 2b, se representa el balance hídrico del área de investigación. Es evidente el déficit hídrico observado.

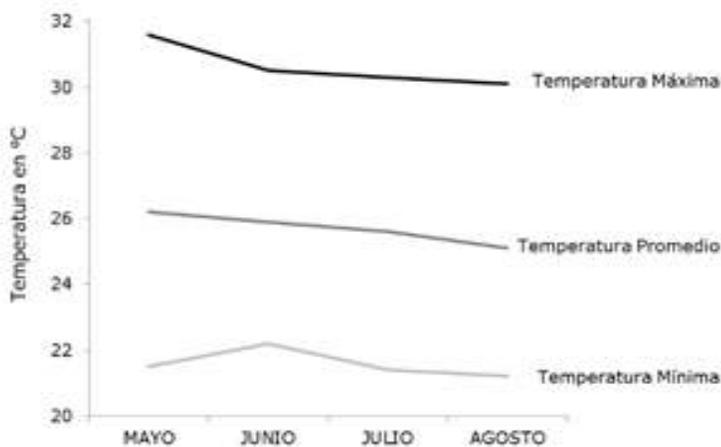


Figura 2. Temperatura observada en el sitio el Mocochal entre mayo/agosto 2012

Obtención de datos. Un total de 300 ponedoras de 18 semanas de edad de la raza ISO Brown (Fase 1 de Producción) fueron investigadas entre las semanas 18-30 (15 mayo a 15 de agosto del 2012), el alimento se suministró diariamente a las 7:00, previo registro de su peso empleando una balanza digital, se procedió de la misma manera con el alimento sobrante que se lo retiraba al día siguiente a las 6:30, la dieta empleada en la alimentación de las aves se aprecia en la Tabla 1.

Tabla 1. Dieta empleada en la fase pico producción de la ISA Brown, Mocochoal, cantón Bolívar.

INSUMOS	CANTIDAD (%)
Aceite rojo de palma	1.13
Afrecho de trigo	4.78
Maíz	56.76
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

El agua para las gallinas ISA Brown se ofreció a voluntad, la adición diaria de Carbonato de Calcio se la realizó aproximadamente a las 16:00, la ración fue pesada en una balanza digital. La dieta de las ponedoras fue formulada para que cada ave consuma 4.01 gramos de calcio al día, y más la adición de 1.5 gramos/ave/día de carbonato de calcio (0.53 gramos de calcio) en las últimas horas de la tarde, en sí, se estimó que, cada animal consumió 4.54 gramos de calcio/ave/día, con un nivel de granulometría entre 2 a 4 mm. El pesaje de las aves se efectuó semanalmente utilizando una balanza de chorro con un rango de 25 gramos. La recolección de la postura se la ejecutó a las 12:00 y a

las 17:00 tomando el peso respectivo de cada huevo con una balanza digital (gramos). Para medir el espesor del cascarón se procedió a escoger al azar los huevos, posteriormente se los quebró y se tomó una muestra de la zona ecuatorial realizando su medida con micrómetro digital. Los factores a evaluarse fueron los indicadores productivos en ponedoras de la línea genética ISA Brown en fase 1 de producción: peso ave (g), consumo alimenticio (g), peso huevo (g), porcentaje de postura (%), huevo acumulado alojado, masa huevo acumulado (g), conversión alimenticia (g/g), grosor del cascarón (mm).

Procedimientos estadísticos. Se emplearon la comparación entre pruebas independientes, con la finalidad de establecer las diferencias estadísticas entre los manuales de producción de la ISA Brown (2017) y los obtenidos en esta investigación. Se procedió a emplear la prueba de LORD, la cual es utilizada con la finalidad de comparar dos pruebas pequeñas (Mocochoal e ISA Brown) tomadas independientemente (Bortz y Schster, 2011). Las precondiciones para aplicar esta prueba es que, los datos tengan igual varianza, una misma cantidad de muestras $n_1=n_2 \leq 20$ y una distribución cercana a la normal (10). La prueba de Lord se la expresa de la siguiente manera en la ecuación 1:

Ec (1)

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

Dónde:

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

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

$R_1 =$ Amplitud de varianza de la muestra 1

$R_2 =$ Amplitud de varianza de la muestra 2

Modelos de Regresión no Lineal y Validación fueron desarrollados para la estimación de los parámetros productivos de la ISA Brown, los cuales fueron calculados mediante el programa STATISTICA, en base al método de la diferencia mínima de la suma de cuadrados entre los valores medidos y calculados. Estos modelos fueron ajustados de acuerdo al método Gauss-Newton provisto por el programa STATISTICA (Ordinary Least Squares). Para la validación de los modelos obtenidos en esta contribución fueron esgrimidos criterios cuantitativos para evaluar, comparar y validación de los modelos desarrollados para la ISA Brown. Como parámetros se utilizó el coeficiente de determinación y como medida para comparar los datos observados y predichos mediante los modelos propuestos se utilizó la metodología propuesta por Cañadas et al. (2002), Cañadas et al. (2016b) y Párraga et al. (2017). Los criterios para la evaluación de los modelos fueron de acuerdo a la ecuación 2 y 3:

Distorsión

$$D = \frac{\sum_{j=1}^n (y_i - \hat{y}_i)}{n} \quad (\text{Ec } 2)$$

El valor ideal de distorsión es 0

Precisión

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - p}} \quad (\text{Ec } 3)$$

El valor ideal del Cuadrado Medio del Error (RMSE) es 0

Donde:

$y_i =$ Datos observados

$\hat{y}_i =$ Datos calculados (Predichos)

$n =$ Total de observaciones

$p =$ número de parámetros empleados en los modelos

Resultados

Comparación de los rendimientos internacionales de la ISA Brown y del Cantón Bolívar

En la Tabla 2, se presenta los valores críticos de la prueba de Lord y los valores tabulares al 5 y al 1% entre los parámetros productivos de la ISA Brown y los observados en el cantón Bolívar. Se detectó una alta significación estadística

entre estas dos producciones para peso de huevo por semana de producción, mientras que se detectó una significancia estadística para masa de huevo acumulada por semana de producción, huevo acumulada por semana de producción y porcentaje de postura por semana de producción. No se detectó significancia estadística para los parámetros incremento de peso corporal por semana y conversión alimentaria por semana de producción.

Tabla 2. Comparación entre pruebas independientes entre los parámetros productivos de la ISA Brown y los observados en el Cantón Bolívar.

Parámetros Productivos	Valor Crítico de Lord	Valor Tabular de Lord	
		0.05%	0.01%
Incremento de peso corporal por semana	0.08 ^{ns}	0.20	0.29
Conversión alimentaria por semana de producción	0.06 ^{ns}	0.20	0.29
Masa de huevo acumulada por semana de producción	0.21 [*]	0.20	0.29
Huevo acumulado por semana de producción	0.21 [*]	0.20	0.29
Peso de huevo por semana de producción	0.31 ^{**}	0.20	0.29
Porcentaje de postura por semana de producción	0.21 [*]	0.20	0.29

En la Figura 3 se muestra el incremento de peso corporal por semana tanto para el Mocochal como los estándares de la ISA Brown, relacionado con la acumulación de huevo. Mientras que, el desarrollo de la masa de huevo para la primera fase de producción de la ISA Brown con sus parámetros internacionales y los observados en Mocochal son presentados en la Figura 4. En la Figura 5 se representa el parámetro de huevo acumulado por semana observada en Mocochal, en confrontación con los estándares internacionales ISA Brown.

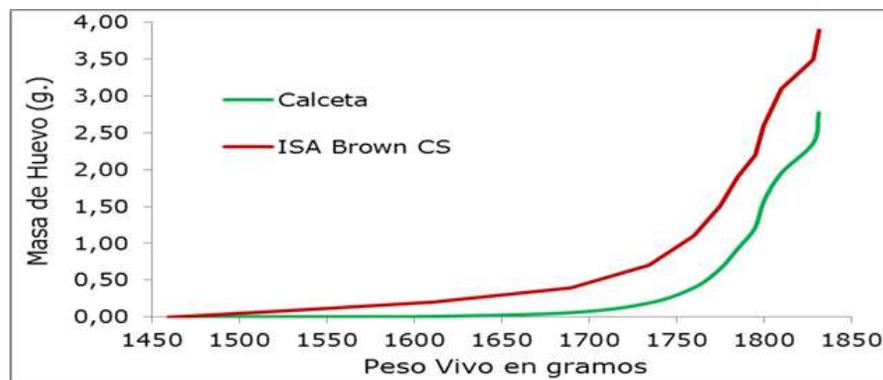


Figura 3. Peso corporal por semana para Mocochal y el Estándar Internacional en confrontación con los valores de huevo acumulado.

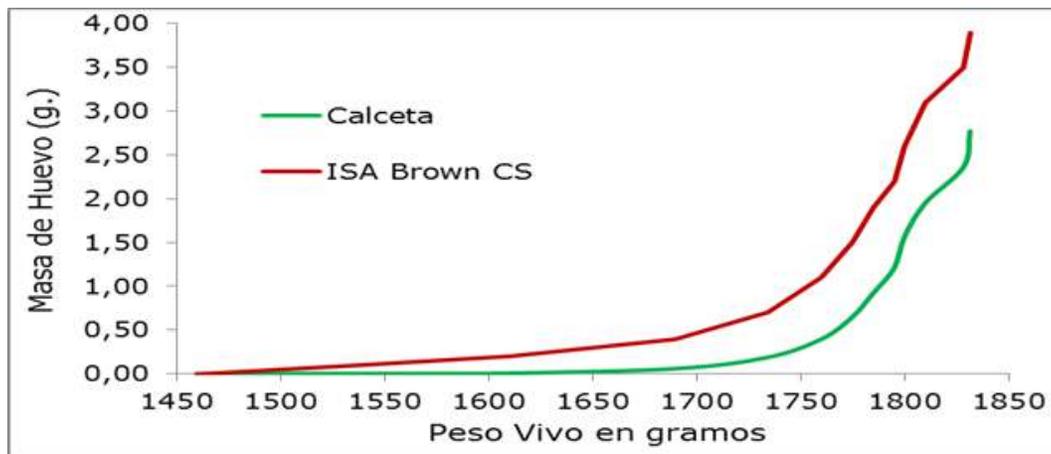


Figura 4. Masa de huevo por semana observada en Mocochal, cantón Bolívar y los estándares internacionales ISA Brown.

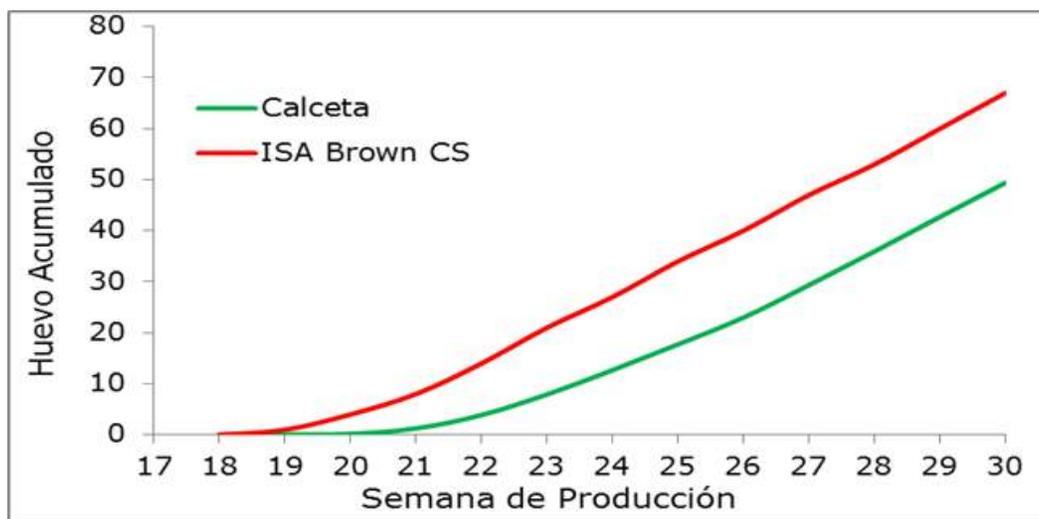


Figura 5. Huevo acumulado por semana observada en Mocochal, cantón Bolívar y los estándares internacionales ISA Brown.

Comparación de los rendimientos internacionales de la ISA Brown y del Cantón Bolívar. En la Tabla 3, se presenta los coeficientes calculados para cada uno de los modelos desarrollados, el coeficiente de determinación, distorsión y el cuadrado medio del error. Es necesario resaltar que, los modelos fueron desarrollados en relación a la semana de producción (SP). De los diferentes modelos desarrollados para los parámetros productivos de la ISA Brown, se puede destacar que la mayoría de modelos desarrollado presentan un alto coeficientes de determinación, los valores de distorsión se acercan a los valores ideales de 0 y el cuadrado medio del error fueron cercanos a 0.001 gramos.

Tabla 3. Valores calculados, coeficiente de determinación, valores de distorsión y cuadrado medio del error (RMSE) para los diversos modelos de los parámetros productivos de la ISA Brown.

Parámetro	Modelo	r ²	Distorsión en g	RMSE en g
Incremento de peso corporal por semana	$PesoCorporal(g) = 2532.68 \times \exp\left(\frac{-9.04}{SP}\right)$	0.94	0.021	0.001
Conversión alimentaria por semana de producción	$Convertivlidad = 4923.80 \times \exp\left(\frac{-0.29}{SP}\right)$	0.94	0.020	0.001
Masa de huevo acumulada por semana de producción	$MasaHuevo = \frac{SP^2}{0.09 - 0.17 \times SP - 10.38 \times SP^2}$	0.97	0.014	0.0005
Huevo acumulada por semana de producción	$HuevoAcumulado = \frac{SP^2}{0.07 \times -3.15 \times SP + 13.12 \times SP^2}$	0.95	0.022	0.003
Grosor de Huevo	$GrosordeHuevo = 1.50 \times \exp\left(\frac{-77.35}{SP}\right)$	0.93	0.030	0.005

Discusión

Incremento de peso corporal por semana. No existieron diferencias estadísticas entre el peso corporal del sitio Mocochoal en relación a los estándares internacionales (Figura 3). No obstante, el crecimiento al comienzo de la disposición de huevo por parte de las gallinas se ve reducido, cuando la temperatura estuvo sobre los 24°C (Figura 2a y 2b) y mayormente a temperaturas de 28°C (Roca, 2011). De acuerdo a la ISA Brown (2017), el peso del cuerpo a la madurez sexual depende principalmente de la edad a que se da un estímulo lumínico y el período de crecimiento. Por otro lado, si uno tiene una curva de crecimiento normal y si la edad de inicio de disposición es cambiada por cuestiones de manejo (Figura 3), entonces el peso del cuerpo a la madurez sexual también se altera y esto tiene relación directa con una serie de parámetros productivos.

Conversión alimentaria por semana de producción. Este índice explica cómo la cantidad de alimento consumido (g) es necesario para la producción (g) de huevos (g alimento/g huevos). La heredabilidad del radio de conversión de alimentos es de 0.4, lo cual significa que, los factores hereditarios tienen un papel importante en las variaciones de este parámetro (Hmesche, 2012). Con la finalidad de comparar los niveles de conversión con los estándares internacionales con los locales se realizó la prueba de Lord, el valor obtenido

fue de 0.06 (0.20/0.05, 0.29/0.01). Es decir que, no existió diferencia estadística. Similares resultados fueron reportados por Belahmidi y Benabdeljelil (2001) en Marruecos para la línea híbrida ISA Brown entre las edades de 26 y 42 semanas.

Scheideler (1998) en su estudio sobre el efecto del calcio en la producción de la ISA Brown en relación a este parámetro encontraron que, la adición de los diferentes niveles de carbonato de calcio (0.5; 1.0; 1.5 g/ave/día) no provocó diferencias en la conversión alimenticia de las ponedoras en estudio al ser comparadas con el tratamiento testigo durante las semanas 25; 26; 27; 28; 29 y 30 de edad de evaluación al ($p \leq 0.05$). La conversión alimenticia tiende a disminuir al aumentar el consumo de calcio (Lichovnikova, 2007).

Masa de huevo acumulada por semana de producción. Este parámetro se basa en la cantidad del huevo y su peso, para expresar el promedio total del peso (g) para los huevos que, produce una gallina por período de producción (Figura 4). De acuerdo a Grossman y Koops (2001) la producción de huevo se incrementa rápidamente durante las dos semanas primeras, lo cual se mantiene algunas semanas y posteriormente van decreciendo gradualmente. No obstante, los patrones de la producción de huevos están genéticamente programados, esta tendencia puede verse afectado por factores ambientales, así como también por aspectos nutricionales y de fotoperiodo (Pavlidis *et al.*, 2002).

En la investigación realizada por Scheideler (1998) observaron que, la adición de los diferentes niveles de carbonato de calcio (0.5; 1.0; 1.5 g/ave/día) no provocó diferencias en la masa huevo acumulada de las ponedoras en estudio al ser comparadas con el tratamiento testigo, durante las semanas 27; 28; 29 y 30 de edad de evaluación ($p \leq 0.05$).

Concomitantemente a este hecho, Hernández *et al.* (2006), realizó un experimento con 250 gallinas Leghorn Hy-Line para evaluar cinco niveles de Ca (2.74; 3.48; 4.06; 4.56 y 5.19%) en tres periodos (79 a 87, 88 a 96 y 97 a 105 semanas de edad) sobre la producción de huevo y la calidad del cascaron. No hubo interacción entre el nivel de calcio y periodo de producción, afectando otros parámetros productivos ($p < 0.05$) pero no la masa de huevo, conversión alimenticia y gravedad específica del huevo. Para este parámetro existió una significancia estadística entre los estándares Internacionales de la ISA Brown y los observados en el Sitio Mocochoal, debido a que los valores tabulares de Lord fueron de 0.21 (0.20/0.05, 0.29/0.01).

Huevo acumulado por semana de producción. Al confrontar la acumulación de huevo del sitio Mocochoal con los estándares internacionales de la ISA Brown (2017) existieron diferencias estadísticas. No obstante, como se puede ver en la Figura 5, en las semanas 18, 19 y 20, la acumulación de huevo presentó un retraso notorio de la entrada en la madurez sexual de las aves y por ende empieza la producción cuando ellas alcanzan un peso vivo ideal y su madurez sexual. En el cantón Bolívar las gallinas entrarían a su madures sexual a partir de los 140 días. Esto datos pueden ser similares a los de la raza White Russian

entre 150-165 días (1) y 148-158 días de las líneas derivadas de la híbrida Lohman Brown (Hmeshe, 2012). De acuerdo a Zita *et al.*, (2009), cuanto más tarden en alcanzar este peso ideal, posterior se iniciará la fase de producción.

Peso de huevo por semana de producción. Dentro de este parámetro, el factor genético juega un importante rol en la observación de la variación de esta característica. Los rangos de la heredabilidad (h^2) varía entre 0.5 y 0.7, lo que significa que los factores ambientales desempeñan en esta variación entre un 0.3 y 0.5 (Hmeshe, 2012). La prueba de Lord determinó una alta significancia estadística al nivel del 99% de probabilidad. Esto quiere decir que, el peso de huevo del sitio Mochochal es significativamente inferior a los estándares internacionales de la ISA Brown (2017). El potencial de peso de huevo puede variar entre 3 a 4 g. Estos rangos de variación de peso de huevo ofrecidos por la ISA Brown (2017) se observaron a partir de la semana 24 en el sitio Mochochal.

De acuerdo a la ISA Brown (2017) el peso de huevo es altamente dependiente del peso vivo a las 24 semanas. La ISA Brown (2017) resalta que, entre un 5% de postura y el pico de producción, el peso vivo debe aumentar en al menos unos 300 g. Esta precondition no ha sido alcanzada en el sitio del Mochochal, donde el aumento del peso vivo ha sido de 294 g (Figura 3). En la Figura 2^{a,b}, se presentan las temperaturas máximas registradas para el sitio Mochochal y exceden los 30°C para los meses de mayo, junio, julio y agosto. El peso de huevo cae alrededor de 0.4% por °C entre 23 y 27°C., y la reducción es de alrededor del 0.8% por encima de 27°C.

La ISA Brown (2017) concluye que, la edad de inicio de puesta tiene un efecto directo en el peso vida adulto y, por lo tanto, en el tamaño de huevo a lo largo de toda la puesta. El peso del huevo puede ser afectado también por aspectos nutricionales. El peso del huevo puede incrementarse mediante el uso de aceite vegetal en el pienso de postura (Zita *et al.*, 2009). La dieta empleada en la fase pico producción es resumido en la Tabla 1 y este factor no puede ser visto como una causa de reducción del peso de huevo.

Porcentaje de postura por semana de producción. Una vez realizada la prueba de Lord se obtuvo un valor calculado de 0.21 (0.20/0.05, 0.29/0.01). Es decir que, las diferencias entre el sitio el Mochochal y la ISA Brown son significantes. De acuerdo al estudio conducido por Scheideler (1998) en relación a la adición de los diferentes niveles de carbonato de calcio (0, 1 y 1.5 g/ave/día) no provocó diferencias en porcentaje de postura de las ponedoras en estudio al ser comparadas con el tratamiento testigo durante las semanas 24, 25, 26, 27, 28, 29 y 30 de edad de evaluación ($p \leq 0.05$). Sin embargo, en la semana 28, 29 y 30 de edad se observó que las aves que recibieron el tratamiento con la adición >1.0 g/ave/día de carbonato de calcio presentaron el mayor porcentaje de producción (Saunders-Blades *et al.*, 2009). En la Figura 3, se puede observar el retraso en el porcentaje de postura por semana de producción especialmente en las semanas 18, 19, 20 y 21. Para el mes de Mayo se registró la mayor temperatura máxima del periodo de investigación con 31.7°C y se registró un total de 128.7 horas sol, este hecho podría inducir un estrés por calor (Roca,

2011), retrasando la ovoposición, fundamentalmente cuando las aves están jadeando, como consecuencia de las pérdidas de dióxido de carbono y de bicarbonato plasmático que se producen por el jadeo. Por otro lado, una clave de la producción avícola es el priorizar el crecimiento en lugar de la madurez sexual. De ahí que, un peso demasiado bajo al inicio de la puesta traerá caídas post-pico y riesgo de menor persistencia de la producción posterior.

De acuerdo a Zita *et al.*, (2009) ha demostrado que, como el peso medio de huevo aumenta 1 g, cuando la madurez sexual se retrasa una semana. En cambio, el número de huevos producidos será menor. Por cada modificación de una semana en la edad de inicio de puesta, se tendrá una variación de 4.5 huevos en el número de huevos producidos.

Relación peso de huevo y grosor de cascarón. Para determinar la calidad del cascarón es necesario examinar las siguientes características: color y grosor. Estos son factores genéticos y depende de la estirpe de las aves, lo producen la tonalidad color café. Antiguamente, los huevos para consumo con cascarón café tenían más demanda, pero hoy en día los huevos cafés como los blancos provienen de gallinas acondicionadas en iguales circunstancias y con la misma alimentación. Este último factor determina el sabor y el valor nutritivo del huevo (Hernández-Sánchez *et al.*, 2006). Para las gallinas ponedoras de la raza Hy-Line Brown, en la segunda fase de producción de acuerdo a Pizzolante *et al.* (2009) registró un promedio de grosor de cáscara de 0.41 mm cuando se aplicaron 100% de piedra caliza fina como fuente de calcio.

En esta investigación se registró para la primera fase de producción un espesor de 0.40 mm (± 0.08 E.S.). Con la edad de las gallinas ponedoras, el tamaño de huevo incrementa, así como la espesura de la cáscara y consecuentemente la gravedad específica se reduce, indicando una relación directa entre el grosor de la cáscara y los demás componentes de huevo (Franco-Jimenez y Beck, 2005). Durante la formación de la cáscara, el ave primero usa el calcio contenido en el tracto digestivo, que disuelve con una abundante secreción de ácido clorhídrico. Cuando éste es insuficientemente, utilizan las reservas óseas (el calcio se deposita y el fósforo lo excretan los riñones) (Pizzolante *et al.*, 2009). Se ha demostrado muchas veces que, las aves que son forzadas a usar sus reservas óseas, con la finalidad de producir huevos, producen huevos con cáscara de peor calidad (Castillo *et al.*, 2004; Pelicia *et al.*, 2009).

Este hecho puede ser contrastado con la investigación Scheideler (1998) en la cual, la adición de los diferentes niveles de carbonato de calcio (0.5; 1.0; 1.5 g/ave/día) no provocó diferencias significativas en el grosor del cascarón de las ponedoras en estudio al ser comparadas con el tratamiento testigo durante las semanas 22, 23; 24; 25; 26; 27, 28, 29 y 30 de edad de evaluación ($p \leq 0.05$). De acuerdo a Roberts *et al.* (2004) observó que, el porcentaje de decrecimiento del grosor de la cáscara disminuye entre 9.8 a 8.9% y el ancho de cáscara decrece entre 0.403 a 0.372 mm para el período comprendido entre la semana 22 a la 57 de edad. Esta relación entre peso de huevo y su correspondiente grosor,

observada en este estudio fue concomitante con lo observado por Pizzolante *et al.* (2009).

Conclusiones

Los parámetros productivos: masa de huevo, huevo acumulado, peso de huevo y porcentaje de postura, obtenidos en el sitio Mocochoal, parroquia Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí están significativamente por debajo de los estándares internacionales ISA Brown. La mayoría de diferencias se debieron a los aspectos de manejo de este negocio. Se debe priorizar el fomento del crecimiento de las aves en lugar de incentivar la madurez sexual de las mismas. Esto se consigue con buenas condiciones de crianza a fin de conseguir mejor peso vivo y una buena uniformidad a las 5 semanas de edad. Es necesario tomar en cuenta, un programa de iluminación decreciente lento para fomentar el consumo de pienso y el crecimiento. Esto permitirá también que, las aves coman temprano en la mañana durante el momento fresco del día, ayudándolas a eliminar el calor específico de la digestión antes de la llegada de la parte más calurosa del día. Después de la semana 6, es necesario insistir que la distribución de la ración se la divida en dos, partículas grandes para las horas de la tarde y las partículas finas para la mañana. Esta comida fomentará el desarrollo del tracto digestivo y ayudará a incrementar el consumo al inicio de la puesta.

Un aprovechamiento moderno pecuario adecuado requiere una comprensión de los procesos biológicos de un sistema de producción. En términos de modelización de los procesos de producción pecuaria se podría decir que el conocimiento de las tasas de crecimiento, relevantes desde el punto de vista biológico, a partir de un estado inicial determinado hasta un punto final de aprovechamiento, constituye la base para esa comprensión. Estos conocimientos nos permiten crear programas informáticos como ayuda a los profesionales del campo, con la finalidad de poder juzgar los efectos de diferentes tratamientos en el área pecuaria. Una de las herramientas más importantes son los modelos de crecimiento creados a partir de datos empíricos, es decir, de observaciones reales.

En la presente investigación se han desarrollados modelos que han permitido obtener los parámetros de los principales parámetros de producción de la ISA Brown para el cantón Calceta, con la finalidad de servir como una herramienta que permita controlar semanal de todos estos parámetros de producción semanalmente, lo cual permitiría observar la evolución real de la población y mientras más temprano se detecte alguna deficiencia, de esto anticipadamente se pueden corregirlas.

Referencias bibliográficas

Belahmidi, L., & Benabdeljelil, K. (2001). Use of extruded full fat soyabean in laying hens diets: Effects on hen performance and egg quality. *British poultry science*, 42, S45-S47.

Bortz, J., & Schuster, C. (2011). *Statistik für Human-und Sozialwissenschaftler: Limitierte Sonderausgabe*. Springer-Verlag.

Cañadas L. (1983). *Mapa ecológico y bioclimático del Ecuador*. Editores Asociados.

Cañadas, Á., Korol, M., Zambrano, C. H., & Camacho, B. (2012). Modelos descriptivos de corona para Laurel (*Cordia alliodora*) bajo sistemas agroforestales en el Bosque Protector Sumaco, Ecuador. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 4(2).

Cañadas, Á., Rade, D., Domínguez, J. M., Murillo, I., & Molina, C. (2016b). *Modelación forestal como Innovación tecnológica para el manejo silvicultural y aprovechamiento económico de la Balsa, Región Costa-Ecuador*. Abya-Yala.

Cañadas, L., Molina, H., Rade, L., & Fernández, M. (2016a). Seasons and planting densities interaction on forage production of eight hybrids maize, Ecuador. *Revista MVZ Córdoba*, 21(1), 5112-5123.

Castillo, C., Cuca, M., Pro, A., González, M., & Morales, E. (2004). Biological and economic optimum level of calcium in white Leghorn laying hens. *Poultry science*, 83(6), 868-872.

Costa, F. G. P., Oliveira, C. F. S. D., Dourado, L. R. B., Neto, L., da Cunha, R., Campos, M. Á. D. S. F., & Lima, A. G. V. D. O. (2008). Níveis de cálcio em dietas para poedeiras semipesadas após o pico de postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 624-628.

Fisinin, V. I., Papazyan, T. T., & Surai, P. F. (2008). Producing specialist poultry products to meet human nutrition requirements: Selenium enriched eggs. *World's poultry science journal*, 64(1), 85-98.

Franco-Jimenez, D. J., & Beck, M. M. (2005). Intestinal calcium uptake, shell quality and reproductive hormones levels of three laying hen varieties after prolonged egg production. *Int. J. Poult. Sci*, 4, 518-522.

Grossman, M., & Koops, W. J. (2001). A model for individual egg production in chickens. *Poultry Science*, 80(7), 859-867.

Hernández Sánchez, J., Cuca García, M., Pró Martínez, A., González Alcorta, M., & Becerril Pérez, C. (2006). Nivel óptimo biológico y económico de calcio en gallinas Leghorn blancas de segundo ciclo de postura. *Agrociencia*, 40(1).

Hmeshe, M. (2012). Study of Some Production Indicators of Syrian Local Poultry in Coastal Conditions. *International Journal of Poultry Science*, 11(2), 108-113.

ISA BROWN (2017). General Management Guide of Commercial Eggs Legs Hend.

Recuperado:<http://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/Guia%20de%20Manejo%20General%20de%20ponedoras%20comerciales%20ISA%20Brown.pdf>

- Lichovnikova, M. (2007). The effect of dietary calcium source, concentration and particle size on calcium retention, eggshell quality and overall calcium requirement in laying hens. *British poultry science*, 48(1), 71-75.
- Neijat, M., House, J. D., Guenter, W., & Kebreab, E. (2011). Calcium and phosphorus dynamics in commercial laying hens housed in conventional or enriched cage systems. *Poultry science*, 90(10), 2383-2396.
- Párraga, J., Cañadas, A., Fajardo, P., Rade, D., & Andrade, J. (2017). Caracterización in vitro de *Trichoderma spp.*, y su antagonismo frente a *Moniliophthora perniciosa*. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 38(1).
- Pavlidis, H. O., Price, S. E., & Siegel, P. B. (2002). Associations between egg production and clutch length in four selected lines of chickens. *Journal of applied poultry research*, 11(3), 304-307.
- Pelicia, K., García, E., Mori, C., Faitarone, A. B. G., Silva, A. P., Molino, A. B., ... & Berto, D. A. (2009). Calcium levels and limestone particle size in the diet of commercial layers at the end of the first production cycle. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 11(2), 87-94
- Pizzolante, C. C., Saldanha, E. S. P. B., Laganá, C., Kakimoto, S. K., & Togashi, C. K. (2009). Effects of calcium levels and limestone particle size on the egg quality of semi-heavy layers in their second production cycle. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 11(2), 79-86.
- Roberts, J. R. (2004). Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *The Journal of Poultry Science*, 41(3), 161-177.
- Roca, A. J. (2011). Efecto del Estrés Calórico en el Bienestar Animal, una Revisión en Tiempo de Cambio Climático. *Revista ESPAMCIENCIA*, 2(1).
- Safaa, H., Serrano, M. P., Valencia, D. G., Frikha, M., Jiménez-Moreno, E., & Mateos, G. 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 Science*, 87(10), 2043-2051.
- Saunders-Blades, J. L., MacIsaac, J. L., Korver, D. R., & Anderson, D. M. (2009). The effect of calcium source and particle size on the production performance and bone quality of laying hens. *Poultry science*, 88(2), 338-353.
- Scheideler, S. E. (1998). Eggshell calcium effects on egg quality and Ca digestibility in first-or third-cycle laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 7(1), 69-74.
- Skinner, J. T., Bauer, S., Young, V., Pauling, G., & Wilson, J. (2010). An economic analysis of the impact of subclinical (mild) necrotic enteritis in broiler chickens. *Avian diseases*, 54(4), 1237-1240.
- Valkonen, E., Venäläinen, E., Rossow, L., & Valaja, J. (2010). Effects of calcium diet supplements on egg strength in conventional and furnished cages, and effects of 2 different nest floor materials. *Poultry science*, 89(11), 2307-2316.
- Xiao, J. F., Zhang, Y. N., Wu, S. G., Zhang, H. J., Yue, H. Y., & Qi, G. H. (2014). Manganese supplementation enhances the synthesis of glycosaminoglycan in

eggshell membrane: A strategy to improve eggshell quality in laying hens. *Poultry science*, 93(2), 380-388.

Zita, L., Tůmová, E., & Štolc, L. (2009). Effects of genotype, age and their interaction on egg quality in brown-egg laying hens. *Acta Veterinaria Brno*, 78(1), 85-91.