

Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2015, 32: 345-360

## Efecto del tipo de galpón sobre las variables productivas y calidad del huevo en gallinas ponedoras *Isa Brown*

Effect of warehouse type on productive variables and egg quality in laying hens *Isa Brown*

J. Corona<sup>1</sup>, J. Trómpiz<sup>2</sup>, N. Jerez<sup>2</sup>, Á. Gómez<sup>3</sup> y H. Rincón<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias del Agro y Mar. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. <sup>2</sup>Departamento de Zootecnia.

<sup>3</sup>Departamento de Estadística. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia (LUZ).

<sup>4</sup>Departamento de Avicultura. Facultad de Ciencias Veterinarias. LUZ.

### Resumen

Con la finalidad de evaluar el efecto del tipo de galpón tradicional (GT) vs galpón automatizado (GA) sobre las variables productivas y calidad del huevo en gallinas ponedoras *Isa Brown* durante un período de ocho semanas, se realizó un ensayo experimental siguiendo un diseño estadístico en bloques completos al azar. Las variables productivas evaluadas fueron: peso vivo de las aves, consumo de alimento, conversión alimenticia, producción de huevos, uniformidad y mortalidad. La calidad del huevo se evaluó en variables externas: tamaño del huevo y grosor de la cascara; como variables internas: Unidades Haugh, tamaño y color de la yema. Los resultados mostraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para conversión alimenticia y producción de huevos, favoreciendo en ambas variables al GA sobre el GT (1,54 vs 1,76 y 91,42% vs 75,94%) respectivamente, no encontrándose diferencias ( $P > 0,05$ ) para el resto de las variables productivas, así como, para la calidad externa e interna del huevo independientemente del tipo de galpón. Los resultados de este estudio, indican que el GA ejerce un efecto determinante sobre la productividad de las aves de postura, debido probablemente a un mejor confort de las aves y manejo alimenticio.

**Palabras clave:** *Isa Brown*, uniformidad, producción de huevos, calidad del huevo, galpón, Unidades Haugh.

---

Recibido el 09-04-2014 ● Aceptado el 25-06-2015

Autores de correspondencia e-mail: joseluiscoronalisboa@gmail.com; jackytrompiz@yahoo.com; anggomez@fa.luz.edu.ve; jerez.nancy@gmail.com; hirwinsegundorincon@yahoo.com

## Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of the type of traditional (GT) vs automated (GA) warehouse traits in laying hens Isa Brown over a period of eight weeks. The experiment was performed following randomized complete split plot design. Productive variables evaluated were: bodyweight of poultry, consumption feed, feed conversion, egg production, uniformity and mortality. Egg quality was evaluated with external variables: size and egg weight and thickness of the shell and internal: Haugh Units, size and color of the yolk. The results showed highly significant differences ( $P < 0.05$ ) for the feed conversion and egg production, favoring the AW on the TW (1.54 vs 1.76 and 91.42% vs 75.94%) respectively, with no differences ( $P > 0.05$ ) for the rest of the production variables and, for external and internal egg quality regardless of the type of warehouse. The findings of this study indicate that the AW has a decisive effect on the productivity of laying hens, probably due to an improvement of animal welfare and food handling.

**Key words:** *Isa Brown*, uniformity, egg production, egg quality, warehouse, Haugh Units.

## Introducción

Las explotaciones avícolas requieren que las aves estén en capacidad de exhibir toda o gran proporción de su potencial genético productivo, lo cual depende de varios factores que incluyen: alimentación, suministro de agua potable, medidas sanitarias, manejo de la granja, de las condiciones climáticas, así como, la ubicación, diseño del galpón y la respectiva densidad de las aves (Ramírez *et al.*, 2005).

Adicionalmente, el clima de zonas cálidas afecta de manera importante los parámetros productivos y particularmente el tamaño y producción de huevos. El consumo de alimento, producción del huevo, peso del huevo y calidad de la cáscara disminuyen en aves con estrés calórico. Asimismo, el estrés ambiental puede deprimir la función inmune de las aves impidiendo la producción de los anticuerpos y

## Introduction

Poultry exploitations require that poultry have all the capacity of showing all their productive genetic potential, which depends on different factors that include feed, water supply, sanitary measures, farm handling, weather conditions, as well as warehouse design and the corresponding bird density (Ramírez *et al.*, 2005).

Additionally, the weather of warm areas significantly affects the productive parameters, particularly the size and egg production. The feed consumption, egg production, weight of the egg and quality of the shell reduce in poultry with caloric stress. Likewise, the environmental stress might depress the immune function of poultry not allowing the production of antibodies and the efficiency of the

la eficacia de la inmunidad celular (Miranda *et al.*, 2007).

La aceptación generalizada de la correlación negativa entre el estrés y la productividad de las aves ha generado un interés creciente de los productores por mejorar las condiciones internas de los galpones en las unidades de producción, para un mayor confort de las aves, con la finalidad que expresen su potencial productivo (Juárez-Caratachea *et al.*, 2010; Sánchez *et al.*, 2003b; Vélez y Uribe, 2010).

En gallinas ponedoras, las condiciones ambientales desfavorables de temperatura, luminosidad, humedad relativa y la concentración de amoníaco por el tipo de galpón reducen su productividad, no sólo en tasa de postura, peso y calidad de los huevos, sino también con un deterioro de la ganancia de peso, aumento de la mortalidad y efecto negativo sobre el consumo de alimento (Havlicek y Slama, 2011; Sánchez *et al.*, 2003a).

Por tal motivo, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del tipo de galpón (tradicional vs automatizado) sobre las variables productivas y la calidad del huevo en gallinas ponedoras *Isa Brown*.

## Materiales y métodos

**Área de estudio:** La fase experimental se llevó a cabo en las instalaciones de la Granja La Rosa, ubicada en el Km 18, vía Municipio La Cañada de Urdaneta, estado Zulia.

La zona se caracteriza por presentar un área ecológica enmarcada dentro de un bosque muy seco tropical, con precipitaciones entre los 125 –

cellular immunity (Miranda *et al.*, 2007).

The generalized acceptance of the negative correlation among the stress and the bird productivity has generated a growing interest among the producers to improve the internal conditions of the warehouses in the production units for a better comfort of poultry, with the purpose that it expresses the productive potential (Juárez-Caratachea *et al.*, 2010; Sánchez *et al.*, 2003b; Vélez and Uribe, 2010).

In laying hens, the unfavorable environmental conditions of temperature, light, relative humidity and concentration of ammoniac by the type of warehouse reduce the productivity, not only in the rate of laying, weight and quality of the eggs but also on the deterioration of the gain weight, increment of mortality and negative effect on the consumption of food (Havlicek and Slama, 2011; Sánchez *et al.*, 2003a).

For this reason, the aim of the current research is to evaluate the effect of the type of warehouse (traditional vs automated) on the productive variables and the egg quality in *Isa Brown* laying hens.

## Materials and methods

**Area under research:** the experimental phase was carried out in the areas of La Rosa farm, located in Km 18, La Cañada de Urdaneta parish, Zulia state.

The area is characterized by having an ecologic area in a very dry tropical forest, with precipitations from 125 – 600 mm and temperatures from

600 mm y temperaturas que van desde los 28°C y 30°C, con una humedad relativa de 75% (Sánchez *et al.*, 2003b).

**Animales de experimentación:** Para el experimento, se utilizaron gallinas ponedoras de la raza *Isa Brown* de 37 semanas de edad y 18 semanas de producción, durante un período de ocho semanas, con un peso promedio inicial de 1,73 kg.

**Características de los galpones:** El galpón tradicional (GT), mide 6,18 m de ancho x 88,16 m de largo, la altura del techo respecto al piso 3,57 m y 1,32 m de alero. Asimismo, presentó 3.168 jaulas distribuidas en ocho hileras con dos pasillos, ocho ventiladores, dos aves por jaula, un área física de 500 cm<sup>2</sup>/ave/jaula y un promedio de 6.300 gallinas alojadas. Cada jaula presentó unas dimensiones de 25 cm de ancho x 40 cm de largo, con un bebedero de copita por cada dos jaulas y comederos tubulares metálicos de 14 cm de ancho x 84 m de largo.

El galpón automatizado (GA), tiene 13,80 m de ancho x 138,75 m de largo, una altura de 4,52 m del techo respecto al piso, con 1,60 m de alero. Además, posee 3.600 jaulas distribuidas en dieciocho hileras con cinco pasillos y doce ventiladores, 5 aves por jaula, con un área física de 600 cm<sup>2</sup>/ave/jaula y un promedio de 18.000 gallinas alojadas. Las jaulas metálicas median 50 cm de ancho x 60 cm de largo, con dos bebederos tipo niple por jaula y comederos tubulares metálicos de 16 cm de ancho x 134 m de largo y bandas transportadoras de huevos.

**Suministro de agua y alimento:** El agua se suministró *ad libitum* en ambos galpones y el despacho de alimento concentrado en el GT fue ma-

28°C to 30°C, with relative humidity of 75% (Sánchez *et al.*, 2003b).

**Experimentation animals:** for this experiment *Isa Brown* laying hens were used aging 37 week and with 18 weeks of production, for eight weeks and an initial average weight of 1.73 kg.

**Characteristics of the warehouses:** the traditional warehouse (TW) measures 6.18 m width x 88.16 m length, the roof height regarding the floor 3.57 m and 1.32 m of eaves. Likewise, it presented 3.168 cages distributed into eight rows with two halls, eight fans, two poultry per cage, a physic area of 500 cm<sup>2</sup>/bird/cage and an average of 6.300 hens. Each cage presented dimensions of 25 cm of width x 40 cm length, with a water dispenser every two cages and tubular metallic feeder of 14 cm width x 84 m length.

Automated warehouse (AW) has 13.80 m width x 138.75 m length, a height of 4.52 m from the roof regarding the floor with 1.60 m eaves. Additionally, it has 3.600 cages distributed into eighteen rows with five halls and twelve fans, five poultry per cage with a physical area of 600 cm<sup>2</sup>/bird/cage and an average of 18.000 hens. The metallic cages measured 50 cm width x 60 length, with two nipple-type water dispenses per cage and metallic tubular feeder of 16 cm width x 134 m length and egg transporting bands.

**Water and food supply:** water was supplied *ad libitum* in both warehouses and the dispatching of concentrated food in the TW was manual from 8:00 am to 10:00 am; meanwhile, in the AW it was done

nual entre las 8:00 a.m y 10 a.m, mientras que el GA se efectuó a través de un dispensador marca Alaso® siete veces al día, distribuido en las siguientes horas: 8:00 a.m, 9:00 a.m, 10 am, 11:00 a.m, 2:00 p.m, 3:00 p.m y 4:00 p.m. El tipo de alimento suministrado, fue de postura con un promedio de 18% de proteína cruda para ambos galpones.

Asimismo, todas las aves recibieron medicamentos y tratamiento veterinario preventivo y/o clínico con 18 horas de iluminación por día (12 h naturales y 6 h artificiales) siguiendo las recomendaciones establecidas para la línea.

### **Variables productivas evaluadas:**

**Peso vivo de las aves:** Se expresó en kg. Este valor se obtuvo pesando las aves de forma individual cada siete días, con la finalidad de obtener el peso promedio semanal por galpón.

**Consumo de alimento:** Se expresó en gramos (g). Es la cantidad estimada de alimento concentrado consumido por las aves diariamente por galpón durante los siete días de la semana, entre el número de aves vivas.

**Conversión alimenticia:** El cálculo se realizó en base a la cantidad de kilogramos de alimento consumido durante la semana por las aves dividido por las docenas de huevos producidas.

**Producción de huevos:** Se expresó en porcentaje (%), se obtuvo mediante la sumatoria de los huevos producidos durante la semana, divididos entre el número de aves semanal y multiplicado por cien.

**Uniformidad:** Se expresó en porcentaje (%) y se calculó tomando en cuenta el 80% del peso de aquellas aves que se encuentren en 10% por debajo o

using a dispenser of the brand Alaso® seven times per day, distributed into: 8:00 am, 9:00 am, 10 am, 11:00 am, 2:00 pm, 3:00 pm and 4:00 pm. The type of supplied food was of laying with an average of 18% of raw proteins in both warehouses.

Likewise, all the poultry received medicines and preventive and/or clinical veterinary treatment with 18 lighting hours per day (12 h natural and 6 h artificial) following the recommendations established.

### **Productive variables evaluated:**

**Live weight of poultry:** it expressed in kg. This value was obtained weighting the poultry individually every seven days with the aim of obtaining the weekly average weight per warehouse.

**Food consumption:** it expressed in grams (g). It is the estimated quantity of concentrated food consumed by the poultry daily by warehouse for seven days, dividing the poultry number.

**Food conversion:** the calculus was done based on the quantity of kilograms of food consumed during the week by poultries divided by the dozens of egg produced.

**Egg production:** it expressed in percentage (%), and was obtained with the sum of the egg produced during the week divided with the number of weekly poultries and multiplied by a hundred.

**Uniformity:** it expressed in percentage (%) and was calculated considering 80% of the weight of those poultries that were 10% under or over the average weight per warehouse.

**Mortality:** it expressed in percentage (%). The values were

encima del peso promedio para cada galpón.

**Mortalidad:** Se expresó en porcentaje (%). Los valores se obtuvieron dividiendo el número de aves muertas durante cada semana de ensayo, entre el total de aves por galpón, esto multiplicado por cien.

**Evaluación de la calidad del huevo:** Para evaluar la calidad externa e interna del huevo, se recolectaron 256 huevos durante las 8 semanas de duración del ensayo (16 huevos/galpón/semana), estos fueron identificados por fecha, sección, galpón y semana. Los huevos recolectados semanalmente fueron llevados al Laboratorio de Calidad ubicado en la misma granja experimental, el cual contó con los equipos, implementos y condiciones higiénicas-sanitarias necesarias para llevar a cabo las evaluaciones respectivas.

**Características externas evaluadas:**

**Tamaño del huevo:** Se expresó en centímetros (cm). Para el cálculo, los huevos se midieron con un vernier graduado de la marca Schering Plough®, con una precisión de 1mm.

**Peso del huevo:** Se expresó en gramos (g). Los huevos se pesaron semanalmente en una balanza electrónica Pionner Ohaus®, con una precisión de 0.1 g.

**Grosor de la cáscara:** Se expresó en milímetros (mm). Para ello, se extrajo una porción equidistante a los polos del huevo, midiendo su espesor con un vernier Schering Plough®, con una precisión de 1mm.

**Características internas evaluadas:**

Para la evaluación de calidad interna del huevo, se emplearon las Uni-

obtained dividing the number of dead poultries every week of the essay among the total of poultries per warehouse, multiplied by a hundred.

**Evaluation of the egg quality:** 256 eggs were collected for 8 weeks –duration of the essay- (16 eggs/warehouse/week) to evaluate the external and internal quality of the egg, these were identified by date, section, warehouse and week. The eggs collected weekly were taken to the Quality Laboratory located in the same experimental farm, which had the necessary equipments, implements and sanitary conditions to carry out the corresponding evaluations.

**External characteristics evaluated:**

**Size of the egg:** it expressed in centimeters (cm). For the calculus, the eggs measured with a graded vernier Schering Plough®, with 1mm of accuracy.

**Weight of the egg:** it expressed in grams (g). The eggs were weighted weekly in an electronic balance Pionner Ohaus®, with 0.1 g of accuracy.

**Thickness of the eggshell:** it expressed in millimeters (mm). For this, an equidistant portion to the poles of the egg was extracted, measuring its thickness using a Schering Plough® vernier, with 1mm of accuracy.

**Internal characteristics evaluated:**

For evaluating the internal quality of the egg, Haugh Units were used (HU), which is an accurate, safe, objective and universal method that relates two factors; weight of the egg

dades Haugh (UH), es un método preciso, seguro, objetivo y universal, el cual relaciona dos factores: peso del huevo y altura de la albumina, mediante la siguiente fórmula (Fuentes, 2002):

$$UH = 100 \times \log (h - 1.7p^{0.37} + 7.6)$$

Dónde:

h = altura de la albúmina expresada en centímetros (cm).

p = peso del huevo expresado en gramos (g).

**Altura de la albúmina:** La altura de la albumina se determinó colocando el extremo de una regla encima de la yema del huevo y con los dedos pulgar e índice, se tomó una porción del albumen denso y se estiró hasta que él mismo se cortó. Se expresó en cm.

**Tamaño y color de la yema:**

Para el tamaño y grado de pigmentación de la yema de cada uno de los huevos, se procedió a abrirlos uno por uno sobre una superficie de vidrio para medir el tamaño de la yema con una regla, expresado en centímetros (cm). Mientras que la pigmentación, se determinó utilizando el Abanico Colorimétrico de Roche®.

**Análisis estadístico y diseño**

**experimental:** Para el análisis estadístico de los datos de las variables productivas y calidad del huevo, se utilizó un modelo lineal estadístico con diseño de bloques completos al azar, donde los bloques estuvieron representados por el tiempo (semanas), ya que cada variable respuesta estuvo expresada por un promedio de las lecturas realizadas en cada galpón semanalmente. El procesamiento de los resultados, se llevó a cabo por medio del paquete estadístico SAS® versión 9.3.1. Para hallar la significancia estadística

and height of the albumin using the following formula (Fuentes, 2002):

$$HU = 100 \times \log (h - 1.7p^{0.37} + 7.6)$$

Where:

h= height of the albumin expressed in centimeters (cm).

p= weight of the egg expressed in grams (g).

**Height of the albumin:** the height of the albumin was determined putting the extreme of a ruler on the egg's yolk and with the thumb and the forefinger a portion of the dense albumen was taken and stretched until it broke. It expressed in cm.

**Size and color of the yolk:** for measuring the size and pigmentation of the yolk on each egg, eggs were opened in a glass surface to measure the size of the yolk using a ruler, expressed in centimeter (cm). The colorimetric range of Roche® was used to measure the pigmentation.

**Statistical analysis and experimental design:** the lineal statistical model with randomized split plot design was used for the statistical analysis of the data of the productive variables and quality of the egg, where the plots were represented by the time (weeks), since each response variable was expressed by an average of the readings done on each warehouse weekly. The processing of the results was carried out using the statistical software SAS® version 9.3.1. A variance analysis was used to find the statistical significance of the association among the variables per warehouse, considering a significant statistical difference for a variable with  $P < 0.05$ . The factor evaluated was the type of warehouse: traditional and automated.

ca de la asociación entre variables por galpón, se utilizó el análisis de la varianza, considerando una diferencia estadística significativa para una variable con una  $P < 0,05$ . El factor de estudio fue el tipo de galpón: tradicional y automatizado.

El modelo lineal estadístico, fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \xi_{ij} \text{ donde:}$$

$Y_{ij}$  = Valor de la variable respuesta en el j-ésimo bloque del i-ésimo tipo de galpón.

$\mu$  = Media general.

$T_i$  = Efecto del i-ésimo tipo de galpón.

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo bloque o semana.

$\xi_{ij}$  = Error aleatorio asociado a la observación  $Y_{ij}$ .

## Resultados y discusión

### Variables Productivas

Se determinó diferencias estadísticas significativas entre los valores promedio de las variables conversión alimenticia y producción de huevos (cuadro 1). La conversión alimenticia, fue de 1,54 para el galpón automatizado (GA) y 1,76 para el galpón tradicional (GT) y para la variable producción de huevos en el GA fue de 91,42% vs 75,94% en GT respectivamente.

La conversión alimenticia fue mejor en el GA durante todo el ensayo, en relación al GT. No obstante en la cuarta semana la conversión alimenticia disminuyó en ambos galpones, debido probablemente a una falla mecánica en dicha semana, afectando el dispensador automático de alimento en el galpón automatizado (figura 1).

The statistical linear model was the following:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \xi_{ij} \text{ where:}$$

$Y_{ij}$  = Value of the response variable in the j-ith block of the i-ith type of warehouse.

$\mu$  = General mean.

$T_i$  = Effect of the i-ith type of warehouse.

$\beta_j$  = Effect of the j-ith block or week.

$\xi_{ij}$  = Randomized error associated to the observation  $Y_{ij}$ .

## Results and discussion

### Productive variables

Significant statistics were determined among the average values of the food conversion variables and the egg production (table 1). The food conversion was 1.54 for the automated warehouse (AW) and 1.76 for the traditional warehouse (TW), and for the variable of the egg production in the AW it was of 91.42% vs 75.94% in TW, respectively.

The food conversion was better in the AW during the entire essay in relation to the TW. Nevertheless, during the fourth week the food conversion reduced in both warehouses, mainly due to a mechanic problem in that week; thus, affecting the automated food dispenses in the automated warehouse (figure 1).

In figure 2 is observed that the egg production was higher in AW during the eight weeks of the essay compared to TW. In average, the AW had 15.48% of the production of bigger eggs rather than TW, with a tendency towards the increment in the WA. Meanwhile, in the TW was observed a



**Cuadro 1. Medias del efecto del galpón sobre las variables productivas.**

**Table 1. Means of the warehouse effect on the productive variables.**

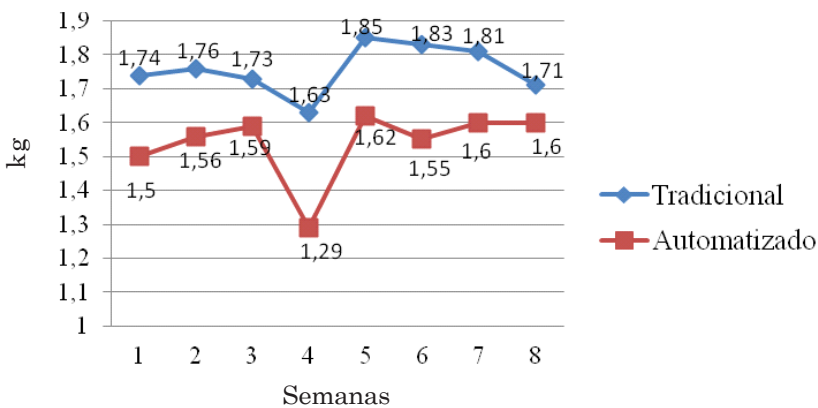
Variable	Tradicional	Automatizado	Pr > F
Peso vivo de las aves (kg)	1,74±0,03 <sup>a</sup>	1,70±0,04 <sup>a</sup>	0,1019
Consumo de alimento (g)	111,06±4,20 <sup>a</sup>	116,22±8,46 <sup>a</sup>	0,0572
Conversión Alimenticia	1,76±0,07 <sup>b</sup>	1,54±0,11 <sup>a</sup>	<,0001
Producción de Huevos (%)	75,94±1,87 <sup>b</sup>	91,42±1,34 <sup>a</sup>	<,0001
Uniformidad (%)	77,30±5,60 <sup>a</sup>	75,12±2,42 <sup>a</sup>	0,3792
Mortalidad (%)	0,27±0,23 <sup>a</sup>	0,34±0,16 <sup>a</sup>	0,0748

Medias con letras distintas en la misma fila son diferentes (P<0,05).

En la figura 2, se observa que la producción de huevos fue superior en el GA durante las 8 semanas del experimento, en comparación al GT. En promedio, el GA tuvo un 15,48% de producción de huevos mayor que el GT, con una tendencia al aumento en el GA, mientras que en el GT se apreció una disminución paulatina de la producción, ya que inicialmente la producción era de 79,18% y hacia el final del ensayo disminuyó a 73,45%.

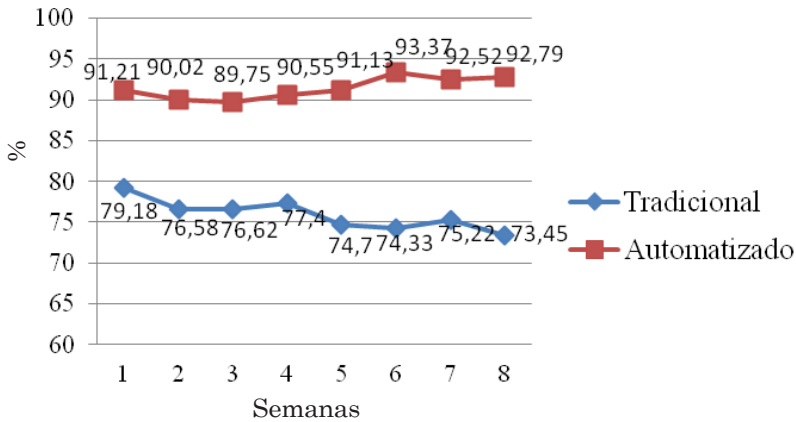
stepwise reduction of the production, since the production was initially of 79.18% and at the end of the essay it reduced until 73.45%.

The statistical differences among the production percentage of eggs and food conversion might be attributed to the warehouse design and physical area (cm<sup>2</sup>/poultry/cage). The AW presented broader dimensions in width and length compared to the TW. Likewise, the physical area was higher in AW



**Figura 1. Conversión Alimenticia.**

**Figure 1. Food conversion.**



**Figura 2. Producción de huevos.**

**Figure 2. Egg production.**

Las diferencias estadísticas entre el porcentaje de producción de huevos y conversión alimenticia, pueden ser atribuidas al diseño del galpón y área física ( $\text{cm}^2/\text{ave}/\text{jaula}$ ). El GA presenta dimensiones más amplias en ancho y largo de galpón en comparación al GT, asimismo el área física fue mayor en GA de  $600 \text{ cm}^2/\text{ave}/\text{jaula}$  vs  $500 \text{ cm}^2/\text{ave}/\text{jaula}$  del GT, condiciones que según Havlicek y Slama (2011), Lee y Moss (1995) afirman que el porcentaje de postura se deprime al disminuir el área física. Cuando las gallinas ponedoras son enjauladas en espacios demasiados limitados, se producen incrementos en los niveles de corticoesteroides plasmáticos como resultado del nerviosismo, ocasionando la pérdida de plumas y se deprime el comportamiento productivo, tal como ocurrió en el GT.

Los resultados de producción de huevos del presente estudio, concuerdan con los obtenidos por Acosta *et al.*

with  $600 \text{ cm}^2/\text{poultry}/\text{cage}$  vs  $500 \text{ cm}^2/\text{poultry}/\text{cage}$  of the TW, conditions that according to Havlicek and Slama (2011), Lee and Moss (1995) affirm that the laying percentage decreases when reducing the physical area. When laying hens are caged in limited areas increments in the plasmatic corticosteroids levels are produced as a result of nerves caused by the lost of feathers and the productive behavior depresses, as well as happened in TW.

The production result of the eggs of the current research agree to those found by Acosta *et al.* (2002), where the highest laying percentage (65.4%) was obtained in cages with  $600 \text{ cm}^2/\text{poultry}/\text{cage}$ ; likewise; Sánchez *et al.* (2003a) obtained higher production percentage of eggs when comparing the wide warehouse vs the narrow warehouse (68.1% vs 63.6%).

In relation to the variables: live weight of poultries, food consumption, uniformity and mortality, means are

(2002), donde el mayor porcentaje de postura (65,4%) se logró en jaulas con 600 cm<sup>2</sup>/ave/jaula, así mismo, Sánchez *et al.* (2003a) obtuvieron mayor porcentaje de producción de huevos al comparar el galpón ancho vs galpón angosto (68,1% vs 63,6%).

En relación a las variables: peso vivo de las aves, consumo de alimento, uniformidad y mortalidad, las medias se muestran en el cuadro 1, las cuales no arrojaron diferencias significativas. Se apreció que las aves del GT presentaron una diferencia de 0,4 kg en el peso vivo más que las aves del GA, debido probablemente a la inyección de antibióticos durante la segunda semana del ensayo a las aves del GA, como parte del tratamiento médico veterinario que se venía empleando en la granja comercial, cayendo el peso promedio del galpón de 1,70 a 1,61 kg en comparación al GT con 1,75 kg para dicha semana.

En relación a la variable consumo de alimento, los valores promedios fueron de 111,06 g para GT y 116,22 g para GA, con una tendencia de 5,16 g más de consumo diario por las aves en el GA, comportamiento que puede ser atribuido a una conducta condicionada de las aves del GA, respecto al estímulo causado por el dispensador automático de alimento sobre el consumo de alimento de las aves y al ancho del comedero, comportamiento que no se observó en el GT cuando el obrero despachaba el alimento.

Para la variable uniformidad, no hubo diferencias significativas ( $P>0,05$ ) con 77,30% en el GT vs 75,12% del GA. (cuadro 1). A pesar que el tipo de galpón no afectó estadísticamente el comportamiento de

shown on table 1, which did not present significant differences. It was seen that poultries of TW presented a 0.4 kg of difference in the live weight more than poultries of the AW, maybe due to the injection of antibiotics during the second week of the essay to the poultries of the AW, as part of a medical veterinary treatment that was being employed in the commercial farm, reducing the average weight of the warehouse from 1.70 to 1.61 kg, compared to TW with 1.75 kg for that week.

In relation to the variable food consumption, the average values were 111.06 g for TW and 116.22 g for AW, with a tendency of 5.16 g more of the daily consumption by the poultries in the AW, this might be attributed to a conditioned behavior of poultries of the AW regarding the stimuli caused by the food automated dispenser on the food consumption of poultries and the width of the feeder, behavior that was not observed in the TW where the worker was dispatching the food.

For the uniformity variable, there were not significant differences ( $P>0.05$ ) with 77.30% in the TW vs 75.12 % of the AW (table 1). Even though the type of the warehouse did not have a statistical difference in the uniformity behavior, some means per week in both warehouses were under the theoretical and practical standard percentage for this variable, especially in the AW since less of the 80% of the weight of poultries was from  $\pm 10\%$  of the average weight of the poultry per each warehouse.

This is probably due the variability of weights among poultries of the same plot in the breeding phase,

la uniformidad, varias de las medias por semana en ambos galpones se encontraron por debajo del porcentaje estándar teórico y práctico para esta variable, en especial en el GA, ya que menos del 80% del peso de las aves, no se encontraban entre  $\pm 10\%$  del peso promedio del lote de aves para cada galpón.

Esto se debe probablemente, a la variabilidad de pesos entre aves del mismo lote en la fase de cría, siendo favorecido ligeramente el GT por 2,18%. Büttow *et al.* (2007), Sunil *et al.* (2011) señalan que para llegar a altos niveles de productividad han de levantarse poblaciones uniformes con un peso límite establecido para la raza, saludables, no hacinadas, apropiadamente manejadas y alimentadas. La uniformidad del lote dará como resultado una elevada producción de huevos y de mayor tamaño.

El comportamiento de la variable mortalidad, donde se observa una ligera tendencia de 0,7% de más aves muertas en el GA. Se observó un incremento de la mortalidad en las semanas 7 y 8 en ambos galpones, asociado probablemente a la alta temperatura ambiental durante dichas semanas.

### **Calidad del huevo**

Los análisis de la varianza para las características externas e internas correspondientes a la calidad del huevo, no arrojaron efecto significativo respecto al tipo de galpón ( $P>0,05$ ).

En el cuadro 2, se presentan los valores promedios correspondientes a las características externas: tamaño del huevo y grosor de la cáscara.

No se reportaron diferencias significativas ( $P>0,05$ ) para el tamaño del

being slightly favored the TW by 2.18%. Büttow *et al.* (2007), Sunil *et al.* (2011) mention that to reach high productivity levels uniform populations must be created with a limit weight established for the breed, healthy, without being overcrowded, properly handled and fed. The uniformity of the plot will result into an elevated production of egg with higher size.

Evaluating the behavior of the mortality variable was observed a slight tendency of 0.7% of dead poultries in the AW. Also, it was observed an increment of the mortality during the weeks 7 and 8 in both warehouses, probably associated to the high environmental temperature of such weeks.

### **Quality of the egg**

The variance analyses for the external and internal characteristics corresponding to the quality of the egg did not show a significant effect in relation to the type of warehouse ( $P>0.05$ ).

Regarding table 2, the average values corresponding to the external characteristics are presented: size of the egg and thickness of the eggshell.

None significant differences were reported ( $P>0.05$ ) for the size of the egg with a mean of 5.60 cm for the eggs of both warehouse. The behavior of this variable showed little variability among weeks. These results indicate that under experimentation conditions, no matter the type of warehouse, this did not have an important effect on the size of the egg.

Likewise, the means for the thickness of the eggshell registered an identical behavior in both warehouses

## Cuadro 2. Medias del efecto del galpón sobre la calidad externa del huevo.

**Table 2. Means of the warehouse effect on the external quality of the egg.**

Variable	Tradicional	Automatizado
Tamaño del huevo (cm)	5,60±0,07 <sup>a</sup>	5,60±0,07 <sup>a</sup>
Grosor de la cáscara (mm)	0,05±0,00 <sup>a</sup>	0,05±0,00 <sup>a</sup>

Medias con letras distintas en la misma fila son diferentes (P<0,05).

huevo, con una media de 5,60 cm para los huevos de ambos galpones. El comportamiento de esta variable, mostró poca variabilidad entre semanas. Estos resultados indican que bajo las condiciones de experimentación, independientemente del tipo de galón, este no ejerció de manera importante un efecto sobre el tamaño del huevo.

De la misma forma, las medias para el grosor de la cáscara, registraron comportamiento idéntico en ambos galpones con 0,05, sin arrojar diferencias significativas, lo cual indica que el tipo de galpón no influyó de manera significativa sobre el grosor de la cáscara.

En el cuadro 3, se muestran los valores promedios correspondientes a

with 0.05 without significant differences, which indicate that the type of warehouse did not have a significant difference on the thickness of the eggshell.

In table 3 are presented the average values corresponding to the internal characteristics: Haugh units, size of the yolk and color of the yolk.

The means corresponding to the Haugh units did not present significant differences (P>0.05) for this variable. The values obtained show that the eggs are AA type, that is, of excellent quality in terms of freshness, since the HU are >70 according to the internal quality of the egg (Fuentes, 2002), with a clean, viscose and well defined albumen,

## Cuadro 3. Medias del efecto del galpón sobre la calidad interna del huevo.

**Table 3. Means of the warehouse effect on the internal quality of the egg.**

Variable	Tradicional	Automatizado	Pr > F
Unidades Haugh	86,54±7,65 <sup>a</sup>	85,94±6,67 <sup>a</sup>	0,8026
Tamaño de la yema	3,83±0,08 <sup>a</sup>	3,86±0,08 <sup>a</sup>	0,2832
Color de la yema	9,35±0,78 <sup>a</sup>	9,37±0,94 <sup>a</sup>	0,9274

Medias con letras distintas en la misma fila son diferentes (P<0,05).

las características internas: Unidades Haugh, tamaño de la yema y color de la yema.

Las medias correspondiente a las Unidades Haugh, no arrojaron diferencias significativas ( $P>0,05$ ) para esta variable. Los valores obtenidos demuestran que los huevos son del tipo AA, es decir, de excelente calidad en cuanto a frescura se refiere, ya que las U.H son  $>70$ , según la escala de clasificación de la calidad interna del huevo (Fuentes, 2002), con un albumen denso limpio, viscoso y bien definido, distinguiéndose claramente de la fracción líquida del mismo (Sastre, 2002).

No obstante, hubo variabilidad entre las medias por semana para esta variable, especialmente en la semana 1 en los huevos del GT y en la semana 8 en el GA, causado posiblemente por la variación del peso del huevo en dichas semanas.

Del mismo modo, el tipo de galpón no afectó significativamente ( $P>0,05$ ) el tamaño y color de la yema de los huevos examinados durante el ensayo (cuadro 3). Se observó un ligero incremento de esta variable de 0,3 en promedio en los huevos del GA en relación a los huevos evaluados del GT.

Respecto al color de la yema, ésta fue 0,2 mayor en el GA. Solo se registró un leve descenso de esta variable en el GA durante la tercera semana del ensayo. Sastre (2002), explica que la calidad de la yema se entiende desde dos posiciones: el color y las características físicas de la misma, siendo el color la característica de calidad más buscada por el consumidor, la cual debe ser uniforme y sin manchas visibles. Entre las causas de variación en

clearly distinguished from the liquid fraction (Sastre. 2002).

Nevertheless, there was variability among the means by week for the variable, especially in week 1 in the eggs of the TW and in the week 8 in the AW, maybe caused by the variation of the egg weight in such weeks.

Likewise, the type of warehouse did not significantly affects ( $P>0.05$ ) the size and color of the yolk of the eggs evaluated during the essay (table 3). A slightly increment of 0.3 this variable was observed in eggs of AW in relation to the eggs of the TW.

Regarding the color of the yolk, this was 0.2 higher in AW. A slight reduction of this variable was observed in the AW during the third week of the essay. Sastre (2002) explains that the yolk quality extends from two positions: the color and the physical characteristics, being the color the quality characteristic more preferred by the consumer, which must be uniform and without visible dots. Among the variation causes in the color of the yolk, it might be mentioned: the individual capacity of the hen to transport pigments to the yolk, the premix used in the elaboration of concentrated food, the quantity and type of xantophylls available in the diet, the genetic differences in the laying lines, diseases, stress, oxidation of xantophylls and little digestible fats.

## Conclusions and recommendations

It is concluded that the automated warehouse had better results regarding the food conversion

el color de yema se puede mencionar: la capacidad individual de la gallina para transportar pigmentos a la yema, la premezcla utilizada en la elaboración del alimento concentrado, cantidad y tipo de xantofilas disponibles en la dieta, diferencias genéticas en las líneas de postura, enfermedades; estrés, oxidación de xantofilas y grasas poco digestibles.

## Conclusiones y recomendaciones

Se concluye que el galpón automatizado presentó mejores resultados en cuanto a conversión alimenticia y producción de huevos en comparación al galpón tradicional.

Asimismo, se observó una tendencia de mayor consumo (5g) de alimento en las aves del galpón automatizado en relación a las gallinas del galpón tradicional. Igualmente, el mayor estímulo y distribución del alimento en las aves del galpón automatizado, favorecieron un mayor consumo y producción de huevos. No obstante, el tipo de galpón no afectó significativamente el resto de las variables productivas (peso vivo de las aves, consumo de alimento, uniformidad y mortalidad).

Igualmente, para las variables de la calidad externa (tamaño del huevo y grosor de la cáscara) e interna (Unidades Haugh, tamaño y color de la yema) del huevo, no se reportaron diferencias estadísticas significativas.

Se recomienda realizar un estudio económico para determinar el costo de la producción de huevos en el galpón automatizado, en relación al galpón tradicional.

and egg production compared to the traditional warehouse.

Likewise, a tendency of higher food consumption (5 g) was observed in the poultries of the automated warehouse in relation to poultries of the traditional warehouse. Likewise, the highest stimuli and food distribution in the poultries of the automated warehouse favored a higher consumption and production of eggs. Nevertheless, the type of warehouse did not significantly affect the rest of the productive variables (live weight of the poultries, food consumption, uniformity and mortality).

Also, none significant statistical differences were observed for the external quality variables (size of the egg and thickness of the eggshell) and internal (Haugh units, size and color of the yolk) of the egg.

It is recommended to carry out an economic research to determine the production cost of the eggs in the automated warehouse in relation to the traditional warehouse.

*End of english version*

---

## Literatura citada

- Acosta, I., A. Márquez, y I. Angulo. 2002. Respuestas de gallinas ponedoras a diferentes densidades en jaulas y niveles de energía dietética. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 10(1):1-6.
- Büttow, V.F., R. Cepero, y G.A. María. 2007. Aspectos etiológicos y productivos de gallinas ponedoras alojadas en jaulas convencionales o enriquecidas de fabricación española. R. Bras. Agrocência, Pelotas. 13(3):371-376.
- Fuentes, P. 2002. Calidad interna del huevo y su conservación. En Sastre (ed).

- Lecciones sobre el huevo. (1 ed). Instituto de Estudios del Huevo, Madrid, España. Pp 57-74.
- Havlicek, Z. y P. Slama. 2011. Effect of heat stress on biochemical parameters of hens. *Proceedings of ECO pole*. 5(1):1-10.
- Juárez-Caratachea, A., E. Gutiérrez-Vázquez, R. Garcidueñas-Piña, y G. Salas-Razo. 2010. Producción de huevos en gallinas criollas Cuello Desnudo (Nana) y con emplume normal (nana) en la región del altiplano mexicano. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 44(3):287-290.
- Lee, K. y C.W. Moss. 1995. Effects of population density on layer performance. *Poultry Sci.* (74):1754-1760.
- Miranda, S., H. Rincón, R. Muñoz, A. Higuera, A. Arzálluz y H. Urdaneta. 2007. Parámetros productivos y química sanguínea en pollos de engorde alimentados con tres niveles dietéticos de harina de frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) durante la fase de crecimiento. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 27(2):150-160.
- Ramírez, R., Y. Oliveros, R. Figueroa y T. Valentina. 2005. Evaluación de algunos parámetros productivos en condiciones ambientales controladas y sistema convencional en una granja comercial de pollos de engorde. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 5(1):49-56.
- Sánchez, C., J. Montilla, I. Angulo y A. León. 2003a. Efecto del diseño de galpón y ubicación de las jaulas sobre el peso corporal, mortalidad y conversión alimenticia en gallinas ponedoras. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. (20):195-209.
- Sánchez, C., J. Montilla, I. Angulo y A. León. 2003b. Efecto del diseño del galpón y ubicación de las jaulas sobre la tasa de postura y peso de los huevos en gallinas ponedoras. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. (20):339-351.
- SAS Institute, Inc. 1985. SAS user's guide: Statistics. 5<sup>th</sup> edition. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Sastre, A. 2002. Lecciones sobre el huevo. Instituto de Estudios del Huevo. 1ra Edición, Madrid, España, P.p 170-176.
- Sunil Kumar, B.V., A. Kumar y K. Meena. 2011. Effect of heat stress in tropical livestock and different strategies for its amelioration. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*. 7(1):45-54.
- Vélez, M. y L. F. Uribe. 2010. ¿Cómo afecta el estrés calórico la reproducción? *Biosalud*. 9(2):83-95.