

Veterinaria México

Volumen
Volume 36

Número
Number 2

Abril-Junio
April-June 2005

Artículo:

Comportamiento de algunas
características productivas, estrés y
resistencia a *Salmonella enteritidis* en
aves semipesadas bajo dos sistemas de
producción

Derechos reservados, Copyright © 2005:
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM

**Otras secciones de
este sitio:**

-  [Índice de este número](#)
-  [Más revistas](#)
-  [Búsqueda](#)

***Others sections in
this web site:***

-  [Contents of this number](#)
-  [More journals](#)
-  [Search](#)



www.Medigraphic.com

Comportamiento de algunas características productivas, estrés y resistencia a *Salmonella enteritidis* en aves semipesadas bajo dos sistemas de producción

Behaviour of certain productive characteristics, stress and resistance to *Salmonella enteritidis* in semi-heavy poultry under two production systems

Elizabeth Posadas Hernández* Ezequiel Sánchez Ramírez* Ernesto Ávila González*
Guillermo Téllez Isaías** Frida Salmerón Sosa***

Abstract

With the goal of evaluating productive parameters, measuring stress and analyzing resistance against *Salmonella enteritidis* under two egg production systems, an experiment on laying hens was performed. Three hundred and sixty, 24-week-old, red, layer hens were used. The birds were randomly assigned into two treatments of 180 birds each. Treatments included 4 replicates of 45 birds distributed as follows: Treatment 1, birds housed in conventional cages; and Treatment 2, housed in pens with access to green areas. Results at 53 weeks for body weight, daily feed consumption and feed conversion showed no significant difference ($P > 0.05$) between treatments. However, for treatments 1 and 2 respectively, egg production percentage (77.2 ± 0.73 and 80.1 ± 0.71), egg weight ($59.24 \text{ g} \pm 0.39 \text{ g}$ and $60.4 \text{ g} \pm 0.44 \text{ g}$), shell thickness ($0.331 \pm 0.0084 \text{ mm}$ and $0.344 \pm 0.0008 \text{ mm}$), egg yolk color using a Roche Yolk Color Fan (8.53 ± 0.080 and 9.66 ± 0.101), Haugh units (88.48 ± 0.381 and 95.34 ± 0.275), heterophils per ml ($44\,874 \pm 1\,221.73/\text{ml}$ and $19\,400 \pm 768.11 / \text{ml}$), and lymphocytes per ml ($29\,347 \pm 1\,068.55/\text{ml}$ and $51\,863 \pm 1\,511.14/\text{ml}$) showed statistical differences, with better results for Treatment 2 ($P < 0.05$). *Salmonella enteritidis*, isolated from internal organs, showed no statistical difference between treatments. Additionally, yolk fatty acids were measured, there was no statistical difference, for total fatty acids (20.02 ± 1.07 and $24.22 \pm 1.00 \text{ mg/g}$ of lipids), however treatment 2 was significantly ($P < 0.05$) higher for linolenic acid (1.72 ± 0.108 and $2.19 \pm 0.95 \text{ mg/g}$ of lipids) and docosahexaenoic acid (3.10 ± 0.161 and $3.89 \pm 0.166 \text{ mg/g}$ of lipids). It can be concluded that a semi-freedom system is able to reduce stress, thus improving parameters, as well as produce eggs with higher amounts of omega 3 fatty acids.

Key words: PRODUCTIVE PARAMETERS, SEMI-HEAVY HENS, STRESS, HALF RANGE PRODUCTION SYSTEM, SALMONELLA ENTERITIDIS.

Resumen

Se realizó un experimento para evaluar los parámetros productivos, medir estrés y resistencia a *Salmonella enteritidis* bajo dos sistemas de producción en gallinas rojas semipesadas, utilizando 360 aves de 24 semanas de edad, distribuidas al azar en dos tratamientos con cuatro repeticiones de 45 aves cada uno: tratamiento 1, aves alojadas en jaulas convencionales; y tratamiento 2, aves en corrales con salida a parques. Los resultados de 53 semanas de experimentación para peso corporal, consumo de alimento diario por ave y conversión alimentaria

Recibido el 25 de febrero de 2004 y aceptado el 6 de agosto de 2004.

* Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Salvador Díaz Mirón s/n, Col. Zapotitlán, 13209, México, D. F.

** Departamento de Producción Animal: Aves, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F.

*** Departamento de Genética y Estadística, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F.

Resultado de tesis de maestría del primer autor.

Responsable de correspondencia: Elizabeth Posadas Hernández. Correo electrónico: eliposadas@aol.com

no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos. Los resultados obtenidos para los tratamientos 1 y 2, respectivamente, en cuanto a porcentaje de postura (77.2 ± 0.73 y 80.1 ± 0.71), peso del huevo (59.24 ± 0.39 y $60.43 \text{ g} \pm 0.44$), grosor del cascarón (0.331 ± 0.0084 y $0.344 \pm 0.0008 \text{ mm}$), color de la yema con el abanico de Roche (8.53 ± 0.080 y 9.66 ± 0.101) y Unidades Haugh (88.48 ± 0.381 y 95.34 ± 0.275), indicaron mayores valores $P > 0.05$ estadísticamente para el tratamiento 2. En cuanto a la evaluación de los leucocitos, se encontró en los tratamientos 1 y 2, respectivamente, que el número de heterófilos/ml ($44\,874 \pm 1\,221.73$ y $19\,400 \pm 768.11$) y número de linfocitos/ml ($29\,347 \pm 1068.55$ y $51\,863 \pm 1\,511.14$); mostraron diferencia estadística con mejores resultados para el tratamiento 2 ($P < 0.05$). Los aislamientos de los órganos internos para *Salmonella enteritidis* no mostraron diferencia estadística significativa. Además se midieron los ácidos grasos en la yema del huevo; no se encontró diferencia estadística significativa para los ácidos grasos totales (20.02 ± 1.07 y $24.22 \pm 1.00 \text{ mg/g lípidos}$); sin embargo, para el ácido linolénico (1.72 ± 0.108 y $2.19 \pm 0.95 \text{ mg/g lípidos}$) y docosahexaenoico (3.10 ± 0.161 y $3.89 \pm 0.166 \text{ mg/g lípidos}$) se encontró diferencia estadística ($P < 0.05$) en favor del tratamiento 2. Se concluye que el sistema en semilibertad reduce el estrés y favorece algunos de los parámetros estudiados, así como huevos con mejor nivel de ácidos grasos omega 3.

Palabras clave: PARÁMETROS PRODUCTIVOS, GALLINAS SEMIPESADAS, ESTRÉS, SEMILIBERTAD, *SALMONELLA ENTERITIDIS*.

Introduction

The human population increment throughout the world demands food production to cover its nutritional requirements, specially in places such as Mexico that have a high percentage of young people. In this type of countries, the poultry industry is one of the best viable alternatives since it can provide eggs as well as meat at a lower price than other animal origin products.^{1,2}

Welfare of animals has received special attention these last years, as it has been related to the well-being of humans and with human health,³ since now there is a tendency to consume the best quality in animal origin products.

When examining the different hen production systems to produce eggs that are used in developed countries, it has been observed that the majority chose the use of cages. Nevertheless, we must acknowledge the fact that in the last two decades, new production systems have been established such as the half-range production system that is an intermediate step between cages and non-confinement. In this system birds are in henhouses on litter, but have an external yard available to them.⁴

The alternative production systems allow the birds to show behavioral patterns that are related to the maintenance of their homeostasis and their health status. This type of environments brings along modifications of certain parameters, such as body weight at the end of the cycle and increase in egg production; nevertheless, the experiences show that there is also an increase in production costs.⁵

The conditions of the current intensive produc-

Introducción

El incremento de la población humana en el mundo demanda la producción de alimentos para cubrir sus necesidades nutrimentales, particularmente en sitios como México, que cuentan con alto porcentaje de gente joven. En ese tipo de países, la avicultura constituye una de las mejores alternativas viables, ya que proporciona tanto huevos como carne a un precio menor al de otros productos de origen animal.^{1,2}

El bienestar de los animales ha recibido atención especial en los últimos años, éste se ha relacionado con el bienestar humano y con la salud de las personas,³ dado que en la actualidad se trata de consumir productos de origen animal de la mejor calidad.

Al examinar varias posibilidades que utilizan los países desarrollados para la explotación de gallinas con el fin de producir huevo, se ha observado que en la mayor parte de ellos se han elegido las jaulas. No obstante, no se puede dejar de reconocer que en las dos últimas décadas se han establecido nuevos sistemas de producción, como el de la semilibertad. Las aves están en gallineros sobre cama, pero disponen de salida a un patio o terreno exterior.⁴

Los sistemas alternativos de producción permiten a las aves un despliegue de pautas conductuales, que se relacionan con el mantenimiento de su homeostasis y con su estado de salud. Este tipo de ambientes trae consigo modificaciones de algunos parámetros, como el peso de las aves al final del ciclo, y aumento en la producción de huevo; sin embargo, las experiencias indican también aumento en los costos de producción.⁵

tion systems promote states of tension in domestic animals. Commercial production of poultry is one of the main examples of these conditions, since every day the relationship between the presence of certain health problems and production becomes more obvious with the levels of stress to which the animals of this species are subjected.⁶ In this aspect, the bacteria of the genus *Salmonella* are some of the etiological agents that cause losses to this industry, as well as represent health problems for the consumer public.⁷

Some indicators of animal wellness have yet to be defined, the pathology, and the changes in the immune system could be useful to detect stressful status.³

Two types of measurement of stress are taken into consideration: direct and indirect. The first are behavioral in type, with hormonal and glucocorticoid measurements; the second ones take into consideration hematological tests, measurement of glucagons and productive parameters.⁸

In any case, even with the objective determination of the resulting alterations of the stressful status, only through the careful review of all the environmental conditions and their handling can you establish the conditions to achieve a final product that fully takes advantage of the genetic potential of the different poultry breeds.⁹

The increase of animal origin protein production and increment of the quality of those types of products shall satisfy the needs of the growing human population that is increasingly aware and careful of its health.

This work was performed in order to take care of the welfare of the animals providing a stress-reducing environment in order to obtain good quality poultry products.¹⁰

Material and methods

This work was performed in the Poultry Production Teaching, Research and Extension Services Center, of the School of Veterinary Medicine and Husbandry of the National Autonomous University of Mexico in Zapotitlan, México City, at 2 250 m above sea level, between parallels 19° 17' 30" North latitude and the meridians 99° 02' 30" West longitude, with a moderate subhumid climate and low degree of humidity wo-w; January is the coldest month and May is the warmest with an annual mean temperature of 16°C and 747 mm annual rainfall.¹¹

For the experiment, that lasted 53 weeks, an experimental henhouse with available natural environment was used. It is divided into two sections, provided with hopper feeders and bell waterers for the birds lodged on the floor and auger line feeders and cup waterers

Las condiciones que presentan los actuales sistemas de producción intensivos propician estados de tensión en los animales domésticos. La producción comercial de aves es uno de los principales ejemplos de lo anterior, ya que cada día se hace más patente la relación de la presencia de los problemas de salud y producción con los niveles de estrés a que se encuentran sometidos los animales de esta especie.⁶ En este aspecto, las bacterias del género *Salmonella* son algunos de los agentes etiológicos que ocasionan pérdidas a esta industria, a la vez que representan problemas de salud en el público consumidor.⁷

Algunos indicadores del bienestar animal aún no están bien definidos, la patología y los cambios en el sistema inmune pueden ser de utilidad para detectar estados de tensión.³

Se consideran dos tipos de mediciones de estrés: directas e indirectas. Las primeras son de tipo conductual, con mediciones hormonales y de glucocorticoides; las segundas consideran las pruebas hematológicas, medición del glucagón y parámetros de producción.⁸

En cualquier caso, aun con la determinación objetiva de las alteraciones resultantes de estados de tensión (estrés), sólo a través de la revisión cuidadosa de todas las condiciones ambientales y de manejo se puede lograr un producto final que aproveche en su totalidad el potencial genético de las diferentes estirpes de aves.⁹

Aumentar la producción de proteínas de origen animal e incrementar la calidad de este tipo de productos, logrará satisfacer las necesidades de una población humana creciente y cada vez más cuidadosa de su salud.

Este trabajo se realizó con el fin de cuidar el bienestar de los animales, brindando un ambiente que disminuya el estrés para obtener buena calidad de productos avícolas.¹⁰

Material y métodos

Este trabajo se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, en Zapotitlán, ciudad de México, a 2 250 msnm, entre los paralelos 19° 17' 30" latitud Norte y los meridianos 99° 02' 30" longitud Oeste, con clima templado-subhúmedo y bajo grado de humedad wo-w; enero es el mes más frío y mayo el más caluroso, con temperatura media anual de 16°C y precipitación pluvial anual de 747 mm.¹¹

Para el experimento, que duró 53 semanas, se utilizó una caseta experimental de ambiente natural, dividida en dos, la caseta estaba provista con come-

for the birds lodged in cages. A total of 360 hens ISA Babcock B-380, red, semi-heavy, red shell egg layers, 24-week-old were used with random distribution into the two treatments. Treatment 1 had 180 birds, distributed into four replicates of 45 birds each. These birds were lodged in conventional type cages, stacked in a pyramid, with allotted space of 400 cm² for each of the birds. Treatment 2 corresponded to birds in half range production system with 180 birds, four replicates of 45 birds each; those birds were lodged in pens, with a space of 0.73 m²/bird and access to green areas with 1.3 m² space per bird.

Feeding and water was available *ad libitum* with a diet based on sorghum plus soy paste, covering nutritional needs as indicated by Cuca *et al.*¹²

Mortality was recorded as well as laying percentage, egg weight, body weight and feed consumption per bird; other parameters were also evaluated such as Haugh Units, shell thickness and yolk color.

To evaluate resistance to *Salmonella enteritidis*, ten animals from treatment 1, and ten from treatment 2, at 34 weeks of age were challenged orally with a *Salmonella enteritidis* phagetype 13 strain in the Animal Production Department; Poultry; of the School of Veterinary Medicine and Husbandry. At the next day of inoculation the birds were slaughtered by electrocution, collecting aseptically liver, spleen, ovary and cecal tonsils. These organs were incubated during 18 hours at 37°C in tetrathionate broth. After incubation the culture was plated into agar on a Petri dish and incubated at 37°C during 24 hours and then plated into a selective medium. The medium was observed to detect the presence of *Salmonella enteritidis* colonies.¹³

Three samples per replicate were randomly taken from the brachial vena in order to obtain 1ml of blood per bird for the blood tests. The samples were deposited in vials with liquid anticoagulant (10% EDTA); and blood smears were made for leukocyte count, including heterophils and lymphocytes.¹⁴

As a complement to this research, 20 eggs per treatment were taken randomly during week 48 of the experiment; these were lyophilized for preservation. With the lyophilized egg samples fatty acids were determined using gas chromatography in the National Nutrition Institute "Salvador Zubirán".¹⁵

The data of the following characteristics: body weight per bird, feed consumption, feed conversion, mortality percentage, laying percentage, egg weight, shell thickness, Haugh units, yolk color, number of lymphocytes and heterophils, as well as the determination of fatty acids in yolk were subjected to contrasting of normal distribution suppositions and homogeneity of variances and Student's "t" test was performed for the mentioned variables.

deros de tolva y bebederos de campana para las aves alojadas en piso y comederos de canal y bebederos de copa para las aves en jaula. Se emplearon 360 gallinas de postura de la estirpe ISA Babcock B-380, rojas, semipesadas, productoras de huevo con cáscara café, de 24 semanas y distribuidas aleatoriamente en dos tratamientos. El tratamiento 1 contó con 180 aves, distribuidas en cuatro réplicas de 45 animales cada una; estas aves se alojaron en jaulas de tipo convencional, en pirámide, con espacio de 400 cm² a cada una de las aves. El tratamiento 2 correspondió a las aves en semilibertad y contó con 180 aves, con cuatro réplicas de 45 aves cada una; dichas aves se alojaron en corrales, con espacio de 0.73 m²/ave y 1.3 m² de espacio de áreas verdes por ave.

La alimentación fue a libre acceso con dieta a base de sorgo más pasta de soya, que cubría las necesidades de nutrimentos señaladas por Cuca *et al.*,¹² al igual que el agua de bebida.

Se llevaron registros de mortalidad, porcentaje de postura, peso del huevo, peso de las aves y consumo de alimento; también se evaluaron otros parámetros, como Unidades Haugh, grosor de cascarón y color de la yema.

Para la evaluación de la resistencia a *Salmonella enteritidis*, se desafiaron diez animales del tratamiento 1, y diez del tratamiento 2, a las 34 semanas de edad por vía oral con una cepa de *Salmonella enteritidis* fagotipo 13 en el Departamento de Producción Animal: Aves, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Al día siguiente de la inoculación, las aves se sacrificaron mediante electrocución, colectando asépticamente el hígado, bazo, ovario, y tonsilas cecales. Estos órganos se incubaron durante 18 horas a 37°C en caldo tetratiónato. Después de la incubación, se sembró por estría y se incubó a 37°C por 24 horas, se examinaron los cultivos en busca de la presencia de colonias de *Salmonella enteritidis*.¹³

Para las pruebas sanguíneas se obtuvieron de la vena braquial, al azar, tres muestras por réplica para obtener 1 ml de sangre por ave, la cual se depositó en frascos con anticoagulante líquido (EDTA al 10%); con estas muestras se realizaron frotis sanguíneos a partir de los cuales se hizo el conteo de leucocitos, incluyendo heterófilos y linfocitos.¹⁴

Como complemento a la investigación, se tomaron al azar 20 huevos por tratamiento en la semana 48 del experimento, los cuales se liofilizaron para su conservación, con las muestras de huevo liofilizado se realizó la determinación de ácidos grasos utilizando para ello un cromatógrafo de gases en el Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán".¹⁵

Para las características: Peso de las aves, consumo de alimento, conversión alimentaria, porcentaje de mortalidad, porcentaje de postura, peso del huevo,

Box Cox transformation was used in order to normalize the distribution, in the case of laying percentage and mortality percentage, and it was executed with the computer statistical program JMP.

Before analyzing the variables of number of lymphocytes and heterophils, they were transformed to logarithm base 2, to normalize the distribution. In order to determine the significant differences in relation to the invasion and colonization of organs by *Salmonella enteritidis*, the Chi-square analysis was performed between the different treatments.¹⁶

Results

There were no significant differences ($P > 0.05$) between treatments (Table 5) in the average results at 53 weeks of the experiment for body weight, feed consumption, feed conversion (Table 1) and isolation of *Salmonella enteritidis* from organs.

Egg production percentage

In relation to laying percentage when handled in the half range production system, it was higher (80.1) ($P < 0.05$) than when the animals were caged. (77.2).

Egg weight

There were significant differences ($P < 0.05$) between both treatments, and the conclusion is that the mean weight value was higher in T 2 (60.42 g), as compared to the mean weight of T1 (59.24 g).

Shell thickness

grosor de cascarón, unidades Haugh, color de la yema, número de linfocitos y heterófilos, así como la determinación de los ácidos grasos en la yema del huevo, se sometieron los datos a contrastación de los supuestos de distribución normal y homogeneidad de varianzas y se realizó la prueba "t" de Student para las variables mencionadas.

Con el propósito de normalizar la distribución en el caso de porcentaje de postura y porcentaje de mortalidad se utilizó la transformación Box Cox, se realizó con el programa estadístico de cómputo JMP.

Las variables número de linfocitos y heterófilos, antes de ser analizadas, fueron transformadas a logaritmo base 2, normalizando así la distribución. Para determinar las diferencias significativas en cuanto a invasión y colonización de órganos por *Salmonella enteritidis*, se empleó un análisis de Ji-cuadrada entre los diversos tratamientos.¹⁶

Resultados

Para los resultados promedio de 53 semanas de experimentación para peso de las aves, consumo de alimento, conversión alimentaria (Cuadro 1) y aislamiento de *Salmonella enteritidis* en órganos no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 5).

Porcentaje de postura

Con respecto al porcentaje de postura el manejo en semilibertad (80.1) fue mayor ($P < 0.05$) a los animales en jaula (77.2).

Cuadro 1

PROMEDIOS GENERALES Y ERRORES ESTÁNDAR PARA PESO CORPORAL (g), CONSUMO DE ALIMENTO (g) Y CONVERSIÓN ALIMENTARIA EN GALLINAS SEMIPESADAS BAJO DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

GENERAL AVERAGES AND STANDARD ERROR FOR BODY WEIGHT (g), FEED CONSUMPTION (g) AND FEED CONVERSION IN SEMI-HEAVY HENS UNDER TWO PRODUCTION SYSTEMS

Variables	Treatments	
	Commercial type cage 1	Half range production system 2
Final weight of the birds, g	1 935 ± 86.61 ^a	1 943 ± 56.43 ^a
Feed consumption, g	102 ± 0.001 ^a	106 ± 0.001 ^a
Feed conversion	2.23 ± 0.15 ^a	2.19 ± 0.15 ^a

Means with the same letter on the same row are statistically similar ($P > 0.05$).

There was a highly significant statistical difference observed, ($P < 0.05$) between both treatments, and the conclusion is that the samples of T 2, have greater thickness of the shell than T1, with the following respective mean values: 0.344 mm and 0.331 mm,

Haugh units

There was a statistical difference ($P < 0.05$), with a higher mean value in T2 (95.34) when compared to T1 (88.48).

Yolk color

There was a statistical difference observed between treatments ($P < 0.05$), the color categories in the Roche Yolk Color Fan were better for treatment 2 (Table 2).

Lymphocytes

There was a statistical difference between treatments 1 and 2 ($P < 0.01$), the value for lymphocytes in T2 was higher than in T1, with values of 51 863/ml and 29 347/ml, respectively.

Heterophils

There was a statistical difference ($P < 0.01$), the value of T1 was higher than in T2, with values of 44 874/ml and 19 400/ml, respectively (Table 3).

The results in the amount of total lipids in egg yolk were similar between treatments ($P > 0.05$), but a statistical difference was found in favor of treatment

Peso del huevo

Se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los dos tratamientos, concluyendo que el valor medio de peso fue mayor en el T 2 (60.42 g), respecto del peso medio del T 1 (59.24 g).

Grosor del cascarón

Se observó diferencia estadística, altamente significativa ($P < 0.05$) entre ambos tratamientos, concluyendo que las muestras del T 2, tienen mayor grosor del cascarón que las del T 1, con valores medios de 0.344 mm y 0.331 mm, respectivamente.

Unidades Haugh

Se encontró diferencia estadística ($P < 0.05$), observándose un valor medio mayor en el T 2 (95.34) con respecto al T 1 (88.48).

Color de la yema del huevo

Se encontró diferencia estadística entre los tratamientos ($P < 0.05$), observándose que las categorías del color con el abanico Roche fueron mejores para el tratamiento 2 (Cuadro 2).

Linfocitos

Entre los tratamientos 1 y 2 se encontró diferencia estadística ($P < 0.01$), el valor de linfocitos en el T 2 fue mayor que en el T 1, con valores de 51 863/ml y 29 347/ml, respectivamente.

Cuadro 2

PROMEDIOS GENERALES Y ERRORES ESTÁNDAR EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE GALLINAS SEMIPESADAS, BAJO DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
GENERAL AVERAGE AND STANDARD ERROR IN THE PRODUCTIVE PERFORMANCE OF SEMI-HEAVY HENS, UNDER TWO PRODUCTION SYSTEMS

<i>Variables</i>	<i>Treatments</i>	
	<i>Commercial type cage</i> 1	<i>Half range production system</i> 2
Egg production percentage	77.2 ± 0.73 ^b	80.1 ± 0.71 ^a
Egg weight, g	59.24 ± 0.39 ^b	60.43 ± 0.440 ^a
Shell thickness, mm	0.331 ± 0.0084 ^b	0.344 ± 0.0008 ^a
Haugh units	88.48 ± 0.381 ^b	95.34 ± 0.275 ^a
Egg yolk color, Roche	8.53 ± 0.080 ^b	9.66 ± 0.101 ^a

Means with different letter on the same row are statistically different ($P < 0.05$).

Cuadro 3

PROMEDIOS GENERALES Y ERRORES ESTÁNDAR PARA DATOS HEMÁTICOS, EN GALLINAS SEMIPESADAS BAJO DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
GENERAL AVERAGE AND STANDARD ERROR IN HEMATOLOGICAL DATA OF SEMI-HEAVY HENS UNDER TWO PRODUCTION SYSTEMS

Variables	Treatments	
	Commercial type cage 1	Half range production system 2
Number of heterophils/ml	44 874 $\pm$ 1221.73 ^a	19 400 $\pm$ 768.11 ^b
Number of lymphocytes/ml	29 347 $\pm$ 1068.55 ^b	51 863 $\pm$ 1511.14 ^a

Means with different letter on the same row are statistically different ($P < 0.01$).

2 ($P < 0.01$) in linolenic acid 2.19 and 1.72 mg/g of lipids, and docosaehaenoic acid 3.89 and 3.10 mg/g of lipids. (Table 4)

Discussion

The results that were obtained in this experiment show that the half range production system was favorable for some of the studied parameters. The data that were obtained during the experiment for percentage of egg laying is in agreement with the previous study made by Posadas *et al.*, who mentioned that this type of systems promotes a slight increase in the duration of laying.^{17,18} Nevertheless, certain authors such as Champagne indicate that the cage system is better than the floor for the hen, since there is a greater amount of egg production per bird.¹⁹

As far as egg weight is concerned, a greater amount of weight was observed in the half range production system, and this could be due to the fact that where the birds were lodged in pens with access to green areas and had access to a lot of polyunsaturated fatty acids such as linolenic acid, that is related to the yolk size and besides the whites of these eggs had better quality (Haugh units).²⁰ Cepero²¹ did some comparisons between both systems and obtained better egg weight for birds that had access to exterior green areas, nevertheless Cepero²² indicated in other research that there is greater fortitude of the egg shell of hens in cages, while Mills *et al.*²³ inform that there is an alteration of egg calcification in hens that have cage stress, and this would support the findings of this study.

The shell thickness that was observed was 0.344 mm for birds that had access to the exterior, while the caged birds had a shell thickness of 0.331 mm as had been previously informed by Cepero,²¹ who obtained 0.377 mm shell thickness for caged hens and 0.382

Heterófilos

Se encontró diferencia estadística ($P < 0.01$), el valor de heterófilos en el T1 fue mayor que en el T2, con valores de 44 874/ml y 19 400/ml, respectivamente (Cuadro 3).

Los resultados de la cantidad de lípidos totales de la yema de huevo fueron similares entre tratamientos ($P > 0.05$), pero en el ácido linolénico 2.19 y 1.72 mg/g de lípidos y docosaehaenoico 3.89 y 3.10 mg/g de lípidos, se encontró diferencia estadística en favor del tratamiento 2 ($P < 0.01$) (Cuadro 4).

Discusión

Los resultados obtenidos en este experimento muestran que el sistema en semilibertad favoreció algunos de los parámetros estudiados. Los datos obtenidos en este experimento para porcentaje de postura concuerdan con un estudio previo de Posadas *et al.*, quienes mencionan que en este tipo de sistemas se observa un ligero aumento en la duración de la postura.^{17,18} Sin embargo, algunos autores como Champagne indican que el sistema en jaula es mejor que el de gallina en piso debido a que se obtiene mayor producción de huevos por ave.¹⁹

En cuanto al peso del huevo, se observó mayor peso en los de las aves en semilibertad, esto último pudo deberse a que las aves alojadas en corral y con acceso a pasto en los parques, presentaron mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados, como el linolénico, el cual se ha relacionado con el tamaño de la yema, además de que la clara de estos huevos presentó mejor calidad (Unidades Haugh).²⁰ Cepero²¹ realizó comparaciones entre ambos sistemas y obtuvo mejor peso del huevo para las aves con salida a un parque exterior; sin embargo, en otras investigaciones Cepero²² señala que existe mayor fortaleza de la

Cuadro 4

PROMEDIO Y ERRORES ESTÁNDAR PARA ÁCIDOS GRASOS, EN YEMA DE HUEVO
LIOFILIZADO DE GALLINAS SEMIPESADAS, BAJO DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
GENERAL AVERAGE AND STANDARD ERROR IN FATTY ACIDS IN LYOPHILIZED EGG YOLK
OF SEMI-HEAVY HENS UNDER TWO PRODUCTION SYSTEMS.

Variables	Treatments	
	Commercial type cage 1	Half range production system 2
Total lipids g/100 g	24.22 $\pm$ 1.00 ^a	20.02 $\pm$ 1.07 ^a
Linolenic acid mg/g of lipids	1.72 $\pm$ 0.108 ^b	2.19 $\pm$ 0.95 ^a
DHA mg/g of lipids	3.10 $\pm$ 0.161 ^b	3.89 $\pm$ 0.166 ^a

Means with different letter on the same row are statistically different (P < 0.01)

for hens with exterior green areas access, since these birds have greater access to mineral sources besides that which is found in the concentrated feed.

The Haugh units were better for birds in the half range production system; perhaps the consumption of grass increased the egg white consistency and improved this parameter, even though a study was not done about this. Something similar was informed by Rodríguez *et al.*, in the study of hens fed with algae, where it is supposed they modify the amount of gum and hydrocolloids, which in turn improves the consistency of albumin.²⁴

Yolk color was better for the eggs that came from hens in the half range production system, since the hens were subjected to grassing. It has been shown that grasses (green plants) provide a considerable amount of pigments (carotenoids) that favorably influenced the color of the yolk during this experiment in such a manner that the yolk obtained a level higher than nine in the Roche Yolk Color Fan. A better yolk color is very important for the consumer since the color is associated to its quality.²⁵

Feed consumption was higher for birds in the half range production system, as was seen in published studies by Descloux and Guerder,²⁶ as well as Carrasco²⁷ and Champagne.¹⁹ This is possibly due to the fact that these birds have greater activity than those lodged in cages, and also there might be more feed waste. Even though there was a larger amount of feed consumption on behalf of the animals on the floor, no differences were detected in body weight in both treatments; the birds on the floor finished with complete feathers, while it did not happen so in the caged birds. The activity of the hormones triiodothyronine and thyroxine are associated with bad plumage quality, since high amounts of these hormones have been found in animals with stress.²⁸

cáscara en huevos de gallinas en jaulas, en tanto que Mills *et al.*²³ indican alteración en la calcificación del huevo en gallinas con estrés en jaula, lo cual apoya la presente investigación.

Se observó un grosor de cascarón de 0.344 mm para las aves alojadas en corral, mientras que las aves en jaula presentaron un grosor de cascarón de 0.331 mm como previamente lo había informado Cepero,²¹ quien obtuvo un espesor de la cáscara de 0.377 mm para las aves en jaula y 0.382 para las aves con acceso a parques exteriores, debido a que las aves de los corrales, al salir a pastorear, tienen acceso a otras fuentes de minerales, además de las que se encuentran en el alimento balanceado.

Las Unidades Haugh fueron mejores para las aves en semilibertad, quizá el efecto del consumo del pasto hizo posible que la consistencia de la clara aumentara y se mejora este parámetro, aunque no se hizo un estudio del mismo; algo similar informaron Rodríguez *et al.*, en el estudio de gallinas alimentadas con algas, donde se presupone que se modifican la cantidad de gomas e hidrocoloides, lo cual mejora la consistencia de la albúmina.²⁴

El color de la yema fue mejor para los huevos provenientes de gallinas en semilibertad, debido a que los animales fueron sometidos a pastoreo. Se ha mostrado que los pastos (plantas verdes) aportan una cantidad considerable de pigmentos (carotenoides), que influyeron favorablemente en este experimento para que el color de la yema obtuviera un nivel mayor de 9 en la escala del abanico de Roche; un mejor color de la yema es de gran importancia para el consumidor, pues asocia el color de un alimento con su calidad.²⁵

Como en trabajos publicados por Descloux y Guerder,²⁶ así como en los de Carrasco²⁷ y Champagne,¹⁹ el consumo de alimento fue mayor para las aves en semilibertad, posiblemente esto se deba a que dichas

Cuadro 5

PROMEDIOS GENERALES Y ERRORES ESTÁNDAR DEL AISLAMIENTO DE *Salmonella enteritidis*, RECUPERADA DE ÓRGANOS INTERNOS DE AVES SEMIPESADAS BAJO DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

GENERAL AVERAGES AND STANDARD ERROR IN *Salmonella enteritidis* RETRIEVAL FROM INTERNAL ORGANS OF SEMI-HEAVY HENS UNDER TWO PRODUCTION SYSTEMS.

Variables	Treatments	
	Commercial type cage 1	Half range production system 2
Isolation of <i>Salmonella enteritidis</i> retrieved from internal organs.	5/10 Liver (50%), 5/10 Spleen (50%), 3/10 Ovary (30%), 6/10 Caecum (60%) ^a	4/10 Liver (40%), 3/10 Spleen (30%), 1/10 Ovary (10%), 4/10 Caecum(40%) ^a
Results expressed as total positive birds of the total sampled birds (%)		

Means with the same letter on the same row are statistically similar ($P > 0.05$)

In this study, the heterophil count was elevated in the caged animals and their level of lymphocytes was low which is in agreement with McFarlane *et al.*, who mention that in birds there is a diphasic response to stress that involves changes in the blood cell components. In the moderate phase, there is heterophilia and lymphopenia while in the extreme or prolonged phase there is heteropenia, lymphocytosis, basophilia, monocytosis and thrombocytosis;²⁹ this relationship shall be greater with the intensification of stress, yet it does not indicate a greater or reduced susceptibility to diseases.³⁰

There was no significant difference in the retrieval of *Salmonella enteritidis*. There were more birds positive to the bacteria in the caged birds, perhaps due to a greater amount of stress but this was not tested.

As a complement to this study, the lipid profile of yolk was analyzed and a significant increase was found in certain fatty acids that are important to human health, such as omega 3 and omega 6. This difference was due to the consumption of grasses that may contain certain components similar to the marine algae, that also favorably modify the profile of polyunsaturated fatty acids of the yolk of hens that were fed with this type of algae.³¹ Cepero²¹ mentions that the lipid composition may change if the hens have access to green areas, but it depends on the type of plants that are consumed.²¹

In some countries, certain social sectors have increased their preoccupation about improving the well-being of layers, which means most of all, having them have more space available that allows the possibility of developing a greater amount of behavioral patterns as possible. This worry has prompted

aves tienen mayor actividad que las alojadas en jaula y también mayor desperdicio de alimento. A pesar de que existió mayor consumo de alimento por parte de los animales alojados en corral, no se detectaron diferencias en el peso corporal en ambos tratamientos; las aves en piso finalizaron con un plumaje completo no así las aves alojadas en jaula. La actividad de las hormonas triyodotironina y tiroxina se asocian con la mala calidad del plumaje, ya que se han descubierto elevadas cantidades de estas hormonas en animales con estrés.²⁸

En este trabajo se encontró que la cuenta de heterófilos estaba elevada en animales alojados en jaula y que su nivel de linfocitos era bajo, lo cual concuerda con McFarlane *et al.*, quienes mencionan que en las aves existe una respuesta difásica ante el estrés, que involucra cambios en los componentes celulares de la sangre; en la fase moderada se observa heterofilia y linfopenia; en la fase extrema o prolongada se presenta heteropenia, linfocitosis, basofilia, monocitosis y trombocitosis,²⁹ esta relación será mayor a medida que se eleve la intensidad del estrés, pero no indica mayor o menor grado a susceptibilidad a enfermedades.³⁰

No hubo diferencia significativa en la recuperación de *Salmonella enteritidis*, se observó mayor número de aves positivas a la bacteria en las aves de jaula, quizá debido a que tenían mayor estrés, aunque esto último no se comprobó.

Como complemento al presente estudio, se analizó el perfil lipídico de la yema y se encontró aumento significativo de algunos ácidos grasos que son importantes para la salud humana, como omega 3 y omega 6; esta diferencia se debió al consumo de pastos que

the development of research of this type on rearing alternative systems to caged laying or their modifications, centering around the etological aspects and paying attention to the quality of the product that is obtained. Since the egg is a daily indicator of the interaction that the birds have with their environment; some characteristics, such as shell structure properties, may be useful as wellness indicators.

Alternative systems have been proposed as a solution, it is considered that they provide hens with a higher degree of wellness, since added to a larger space per bird is the presence of diverse elements (perches, nests, sand baths) that allow the presentation of natural behavioral patterns. Thus, research during the last decade has centered on the ethological or health and production aspects but it is necessary to have more studies on the external and internal quality or level of bacterial contamination of eggs.

1. Referencias

- Quintana LJA. Comportamiento productivo de gallinas reproductoras pesadas con diferente peso a la madurez sexual (tesis de maestría). Colima (Colima) México: Univ de Colima, 1998.
2. Bossman D. La demanda mundial de alimentos y cómo podemos satisfacerla. Temas de Actualidad para la Industria Avícola. 1998, 1:33.
- Broom DM, Johnson KG. Stress and animal welfare. London; Chapman and Hall animal behaviour series, 1993
- Anónimo. Situación actual de la producción de huevos de gallinas en sistemas alternativos. Selec Avic 1995; 37:10; 639-644.
- Appleby CH, Hughes OB, Elson, HA. Poultry Production Systems, United Kingdom: CAB International, 1992.
- Caballero CS. Contribución a la metodología para la caracterización del estrés en bovinos (tesis de maestría). México (D.F). México: Universidad Nacional Autónoma de México. 1996.
- Prince WR. The *in vitro* inhibition of *Salmonella gallinarum* by pancreatic intestinal extracts from chickens exposed to fowl typhoid. Poult Sci 1971; 50: 1069-1071.
- Freeman BM. Glucagon: a stress hormone in the domestic fowl. Res Vet Sci 1980; 28:389-390.
- Tejeda PA, Téllez IG, Galindo M F. Técnicas de medición de estrés en aves. Vet Méx 1997;28: 350-351.
- Posadas H. E. Comparación de los parámetros de producción de aves semipesadas bajo un sistema clásico y en semilibertad, medición de estrés y análisis de la resistencia a *Salmonella enteritidis* (tesis de maestría) México (D. F). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2000.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Tláhuac. Cuaderno de Información Básica Dele-

pueden tener ciertos componentes similares a los de las algas marinas, que también modifican favorablemente el perfil de los ácidos grasos polinsaturados de la yema en gallinas que reciben alimentación con este tipo de algas.³¹ Cepero²¹ menciona que la composición lipídica puede cambiar si las gallinas tienen acceso a parques con vegetación, pero dependerá del tipo de plantas consumidas.²¹

En algunos países ha ido en aumento la preocupación de ciertos sectores sociales para mejorar el bienestar de las ponedoras, lo cual significa ante todo que las aves dispongan de más espacio y de la posibilidad de desarrollar mayor número de pautas de comportamiento. Esta inquietud ha dado lugar a que se desarrollen investigaciones de este tipo sobre sistemas alternativos a las jaulas de postura o a sus modificaciones, centrados principalmente en aspectos etológicos y poniendo atención a la calidad del producto obtenido, ya que el huevo es un indicador diario de la interacción de las aves con su medio ambiente y algunas características, como las propiedades estructurales de la cáscara, pueden ser útiles como indicadores de bienestar.

Los sistemas alternativos se han propuesto como una solución, ya que se considera que proporcionan a las gallinas mayor grado de bienestar, pues al mayor espacio por ave se unen la presencia de diversos elementos (perchas, nidos, baños de arena), que les permiten realizar algunas pautas de comportamiento naturales. Así pues, la investigación durante la última década se ha centrado en aspectos etológicos o de sanidad y producción, pero se requieren más estudios sobre calidad externa, calidad interna o el nivel de contaminación bacteriana del huevo.

gacional INEGI. México 1992.

- Cuca GM, Ávila GE. Pró. MA. Alimentación de las aves 8ª ed. Chapingo. México: Universidad Autónoma Chapingo, 1996.
- Gast RK, Berad CW. Detection of *Salmonella* serogroup D-specific antibodies in the yolk of eggs laid by hen infected with *Salmonella enteritidis*. Poult Sci 1991; 70: 1273-1276.
- Martínez VE. Cambios hematológicos en una parvada de pollos de engorda durante el ciclo de producción (tesis de licenciatura). México (D. F.). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1995.
- Cortez PAD. Método cromatográfico para la cuantificación de colesterol en huevo de gallina cuya ración incluyó langostilla (tesis de licenciatura). México, 16. (D. F). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1998.
- Gill JL. Design analysis of experiments in the animal and medical sciences. Vol 1. Iowa: the Iowa State University Press, 1978.
- Posadas HE, Paasch ML. Ávila GE, Téllez IG, Sánchez

- RE: Producción de huevos en semilibertad. Memorias de la XXI Convención Anual de la Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas; 1996 Mayo 1-5; Cancún (QR): México. México (DF): Asociación
18. Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas, AC, 1996:423-424.
Posadas HE, Sánchez RE, Ávila GE, Téllez IG, Tejeda PA, Esquivel PJ. Nuevas alternativas para la producción de huevo. Segundo Congreso Nacional de Etología Veterinaria, SOMEV, A.C.: Primero Latinoamericano de la Sociedad Internacional de Etología
 19. Aplicada, ed. Sociedad Mexicana de Etología Mexicana, Diciembre 10 y 11, México, D.F., 1998.
Champagne J. Progreso en Francia de las ponedoras
 20. al aire libre, en tanto el huevo "alternativo" va viento en popa. *Fil Avic* 1996;573:69-71.
 21. Hess JB and Lienrj. Lighting program and other effects on egg size. *World Poult* 1999; 15:10:22-23.
 22. Cepero B R. La calidad del huevo y el método de producción. *Selec Avic*; 2000:42:469-481.
 23. Cepero B R. Avances de la investigación sobre la calidad del huevo. *Selec Avic* 1996; 38:3:133.
Mills AD, Marche M, Faure JM. Extraneous egg shell
 24. calcification as a measure of stress in poultry. *Brit Poult Sci* 1987; 28:177-181.
Rodríguez BM, Carrillo DS, Pérez-Gil RF, Ávila GE, Casas VM. Efecto sobre la calidad del huevo y cascarón al incluir las algas marinas *Sargassum sinicola* y *Ulva lactuca* en raciones para ponedora. Memorias de la XX Convención Anual de la Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas; 1995 mayo 2-5; Acapulco (Gro). México. México (DF): Asociación
 25. Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas, A. C. 1995:291-294.
González LM. Efecto de la capsaicina del chile rojo (*Capsicum annuum*) sobre la depositación de carotenoides en yema de huevo (tesis de maestría), Querétaro (Qro) México: Univ de Querétaro, 1997.
Descloux H. y Guerder F. Rendimientos técnicos y costos de las explotaciones de pollos y de ponedoras
 27. bajo la denominación de "agricultura biológica". *Sci Technol Avic*, 2000: 32.
Carrasco L. Holly Farm: nuevos sistemas de producción en los tiempos modernos. *Selec Avic* Noviembre 2001: 656-661.
Gipson SW, Hughes BO, Harvey S, Dunc. Plasma concentrations of corticosterone and thyroid hormones in laying fowls from different housing systems. *Br Poult Sci*: 1986; XXVII: 621-628.
Mc Farlane JM, Stanley CE, Shanks RD, Carner SG. Multiple concurrent stressors in chicks. Effect on
 30. weight gain, feed intake and behaviour. *Poult Sci* 1989; 68:501-509.
Charles NM. Hematología del estrés en aves. Memorias de la V Jornada Médico Avícola; 1995 abril 19-21; México (DF) México. México (DF): Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas, A. C., 1995: 26-27.
García C. y Alba C. Composición lipídica de huevo de gallinas alimentadas con productos grasos y proteicos marinos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 1998; 48:1; 71-76.