

01674



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION

COMPARACION DE LOS PARAMETROS DE PRODUCCION DE AVES SEMIPESADAS BAJO UN SISTEMA CLASICO Y EN SEMILIBERTAD, MEDICION DE ESTRES Y ANALISIS DE LA RESISTENCIA A SALMONELLA ENTERITIDIS

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS DE LA PRODUCCION Y DE LA SALUD

ANIMAL: AVES

PRESENTA:

MVZ. ELIZABETH POSADAS HERNANDEZ

TUTOR PRINCIPAL: MVZ MSc. ERNESTO AVILA GONZALEZ
COMITE TUTORAL: MVZ. MSc. LUIS OCAMPO CAMBEROS
QFB: MSc. IRMA TEJADA DE HERNANDEZ
COLABORADOR INVITADO: MVZ. Ph.D. GUILLERMO TELLEZ ISAIAS



MEXICO, D. F

NOVIEMBRE 2000



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DECLARACION

Doy mi consentimiento a la división de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, para que esta tesis sea disponible para cualquier tipo de reproducción e intercambio bibliotecario.

ATENTAMENTE

Elizabeth Posadas H.

MVZ. Elizabeth Posadas Hernández

Dedicatorias

A Dios, quien ha estado conmigo en los momentos buenos y malos de mi vida.

A la memoria de mis padres, Manuel Posadas y Eva Hernández.

A mis queridos hermanos, Alicia, Ma. Elena, Agueda, Luis Manuel y Antonio Rafael, esperando de esta forma corresponder toda la ayuda, comprensión y cariño que siempre me han brindado.

A mis cuñados, Andrés y Araceli, por la confianza que me han dado.

A mis sobrinos, Luis Andrés, Mirtha Alicia, Adrián, Daniela y Donají, así como a los más pequeños, Andrea y José Abraham, porque siempre he compartido momentos inolvidables con todos ustedes.

A un gran amigo, el Dr. Ezequiel Sánchez Ramírez, quien siempre me ha animado a seguir adelante y apoyado incondicionalmente para lograr alcanzar mis metas, por toda la paciencia y el cariño que me has entregado, Gracias.

A mis amigos José Mauro Arrieta Acevedo, Francisco J. Gómez Uribe, Krimilda Valle Valenzuela, Pilar Castañeda Serrano, por quienes siento un aprecio muy especial.

¡Para ustedes, con todo mi cariño, gracias!

Elizabeth.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Al Departamento de Producción Animal: Aves de la FMVZ.

Al Departamento de Reproducción de la FMVZ.

*Al Departamento de Nutrición Animal del Instituto Nacional de la Nutrición,
Salvador Zubirán.*

*Al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola
de la FMVZ.*

*A la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la FMVZ-UNAM, por
el apoyo otorgado para poder realizar esta tesis. Un agradecimiento de
forma muy especial a los doctores, Javier Flores Covarrubias y Everardo
González Padilla, por todas sus atenciones y gran disponibilidad.*

*A mis asesores, Dr. Ernesto Avila González, Dr. Guillermo Téllez Isaías, por
el tiempo que me dedicaron para el desarrollo de este trabajo
y por el apoyo que me proporcionaron.*

*A los doctores, Luis Ocampo Camberos, Antonio Verdugo Rodríguez, Irma
Tejada Castañeda y Francisco Galindo Maldonado, quienes fungieron
como parte de mi comité tutorial. Por compartir sus conocimientos
y tiempo para la realización de este trabajo y por la disponibilidad
que siempre mostraron conmigo.*

*Al personal académico del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión
en Producción Avícola, a los doctores, Jaime Esquivel Peña, Tomás Jínez
Méndez, Benjamín Fuente Martínez, Marisela Juárez Acevedo, por ser
buenos compañeros de trabajo durante un largo tiempo.*

*Un especial agradecimiento al PMVZ. Oscar Olivares Tlacomulco, por
brindarme su tiempo para que gran parte de este trabajo se realizara.
Gracias Oscarín.*

A Janet y Julio, por el apoyo que me brindaron.

A los doctores Rene Morales y Arturo García, por su apoyo brindado para la realización de esta tesis.

Al personal administrativo del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola, en forma muy especial al Sr. Raúl Martínez Rivera, por su colaboración en la realización del experimento para esta tesis, a la familia Martínez Rivera, a Adrián Gutiérrez, Juan Rodríguez, Alberto Spinola, Francisco Zermeño, por su amistad.

A la Sra. Oliva Hernández Martínez, de quien sólo he recibido cosas buenas y quien con su apoyo y gran esfuerzo hizo posible la realización de la parte escrita de este trabajo. Mil gracias.

A la Sra. Irma Huerta, por su ayuda y su característica alegría.

Al personal del Departamento de Nutrición Animal del Instituto Nacional de la Nutrición, Salvador Zubirán, muy especialmente a la Dra. Silvia Carrillo y la Biol. Rosa Ma. Castillo por toda la ayuda que me proporcionaron para la realización de la fase de laboratorio.

A Prodemex, S.A. de C.V. por su contribución en el análisis de los pastos que se emplearon en este trabajo, en especial a los doctores, Vicente Salvador y Guillermo Zavala, hijo.

*Y a dos grandes personas que han resultado importantes en mi formación profesional, académica y personal, a los doctores, Ernesto Avila González y Ezequiel Sánchez Ramírez, maestros y amigos, sin cuya colaboración éste trabajo no hubiera sido posible. Muchas gracias por su apoyo.
Con admiración y respeto.*

A todos ustedes, ¡Muchas gracias!

CONTENIDO

	PAGINA
LISTA DE CUADROS	VII
LISTA DE GRAFICAS	VIII
RESUMEN	1
SUMMARY	2
INTRODUCCION	3
JUSTIFICACION	17
OBJETIVOS	18
HIPOTESIS	19
MATERIAL Y METODOS	20
a) Fase de campo	20
b) Fase de Laboratorio	23
c) Análisis estadístico	26
RESULTADOS	28
a) Fase de campo	28
b) Fase de laboratorio	31
DISCUSION	32
CONCLUSIONES	44
LITERATURA CITADA	45

LISTA DE CUADROS

CUADRO	TITULO	PAGINA
No. 1	Porcentaje de postura y número de huevos de aves en semilibertad y aves en jaula.	54
No. 2	Comparación del peso del huevo entre aves en semilibertad y aves en jaula.	54
No. 3	Grosor de cascarón entre aves en semilibertad y aves en jaula (mm).	54
No. 4	Resultados del color de la yema entre aves en semilibertad y aves en jaula.	55
No. 5	Datos de las unidades Haugh del huevo de aves en semilibertad y aves en jaula.	55
No. 6	Comparación del peso de las aves en jaula y en semilibertad.	55
No. 7	Consumo de alimento y conversión alimenticia de aves en semilibertad y aves en jaula.	56
No. 8	Comparación de los valores hemáticos número de heterófilos/ml en aves en semilibertad y en jaula.	56
No. 9	Comparación de los valores hemáticos números de linfocitos/ml en aves en semilibertad y en jaula.	56
No. 10	Resultados del aislamiento de <i>Salmonella enteritidis</i> recuperada de órganos internos en aves en jaula y semilibertad.	57
No. 11	Valores de ácidos grasos del huevo provenientes de gallinas en piso y jaula.	57

LISTA DE GRAFICAS

GRAFICA	TITULO	PAGINA
No. 1	Porcentaje de postura de gallinas alojadas en jaula y en semilibertad.	58
No. 2	Peso del huevo de aves en jaulas y en semilibertad.	59

**COMPARACION DE LOS PARAMETROS DE PRODUCCION DE AVES
SEMIPESADAS BAJO UN SISTEMA CLASICO Y EN SEMILIBERTAD,
MEDICION DE ESTRÉS Y ANALISIS DE LA RESISTENCIA
A SALMONELLA ENTERITIDIS**

Resumen

Los sistemas actuales de producción de huevos en jaula propician estados de estrés en las aves. Con el propósito de evaluar los parámetros productivos, medir el estrés y analizar la resistencia a *Salmonella enteritidis*, bajo dos sistemas de producción se realizó un experimento en gallinas de postura semipesadas, utilizando 360 aves de la estirpe Isa-Babcock B-380 de 24 semanas de edad, alimentadas "ad libitum", dichas aves se distribuyeron al azar en 2 tratamientos de 180 gallinas cada uno. Los tratamientos con 4 repeticiones de 45 aves cada uno, fueron los siguientes: Tratamiento 1 aves alojadas en jaulas de tipo convencional y tratamiento 2 aves alojadas con corrales de 20 m² con 40 m² de áreas verdes. Los resultados de 53 semanas de experimentación para áreas verdes. Los resultados de 53 semanas de experimentación para el peso corporal de las aves y porcentaje de mortalidad, no mostraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre tratamientos. En cuanto a los indicadores productivos promedio: porcentaje de postura (77.2% y 80.1%) peso del huevo (59.2 y 60.4g), grosor del cascarón (0.331 y 0.34 mm), color de la yema con el Abanico Roche (8.5 y 9.6), unidades Haugh (88.4 y 94.8), número de heterófilos/ml (45,200 y 19,750) y número de linfocitos/ml (29,735 y 52,250), mostraron diferencia estadística a favor del tratamiento 2 ($P<0.01$); no así para el aislamiento de *Salmonella enteritidis* recuperada de órganos internos de las aves en donde no se encontró diferencia estadística ($P>0.05$) entre tratamientos. Como complemento a la investigación se midieron los ácidos grasos en la yema de huevo de ambos tratamientos encontrándose diferencia estadística a favor del tratamiento 2 ($P<0.01$) para los ácidos grasos totales (20.02 y 24.22 mg/100g), el ácido linolénico (2.19 y 1.72 mg/g lípidos) y docosáhexaenoico (3.89 y 3.10 mg/g lípidos). Se concluye que el sistema en semilibertad reduce los niveles de estrés favoreciendo algunos de los parámetros productivos estudiados, además se obtienen huevos con mayor cantidad de ácidos grasos omega-3.

Palabras claves: Parámetros productivos, gallinas semipesadas, estrés, semilibertad, *Salmonella enteritidis*.

**COMPARISON OF MEDIUM SIZE BIRDS PRODUCTION UNDER BOTH
TYPICAL AND SEMIFREEDOM PRODUCTIVE SYSTEMS. STRESS
MEASURING AND ANALYSIS OF RESISTANCE TO Salmonella
enteritidis.**

Summary

Current laying systems on cage bring about stress stages on birds. With the goal of evaluating productive patterns, measuring stress and analyzing the resistance against Salmonella enteritidis on two egg production systems, an experiment on medium size layer hens were performed. Three hundred sixty 24-weeks old Isa Babcock B-380 layer hens were used. The birds were fed ad libitum and randomly assigned into two treatments of 180 birds each. Treatments included 4 replicates of 45 birds distributed as follows: treatment 1: birds conventionally housed in cages and treatment 2: birds housed on 20X40m² pens with green areas. Results at 53 weeks for body weight and mortality showed no significant difference ($P>0.05$) among treatments. However, about the productive patterns average: laying percentage (77.2% and 80.1%), egg weight (59.2 and 60.4 g), shell thickness (0.331 and 0.340 mm), egg yolk color compared with Roche Yolk Color Fan (8.5 and 9.5), Haugh units (88.4 and 94.8), heterophils/ml (45,200 and 19,750) and lymphocytes/ml (29,735 and 52,250) showed statistical difference for treatment 2 ($P<0.01$) but not for Salmonella enteritidis, that was isolated from internal organs of these birds, and statistical difference was not found. As a complement for this research, fatty acids on egg yolk were measured, and statistical difference was found in favor of treatment 2 ($P<0.01$) for total fatty acids (20.02 and 24.22 mg/100 g), linolenic acid (2.19 and 1.72 mg/g of lipids) and docosahexaenoic acid (3.89 and 3.1 mg/g. of lipids). It can be concluded that semifreedom system is able to reduce stress, improve some productive patterns and eggs with higher amounts of omega 3 fatty acids are obtained as well.

Key words: Production, medium size birds, stress, semifreedom, Salmonella enteritidis.

Introducción

Se proyecta que la población humana aumente de los 5300 millones en 1990 a 7200 millones para el año 2010, o sea un aumento de 1900 millones ó el 36% en 20 años, una cifra superior a la de los últimos 20 años. De acuerdo a las cifras publicadas por la FAO, el máximo incremento poblacional fue en los años 60; el promedio actual por año es de 1.7% con una tendencia a disminuir. Lo más importante es si se podrán producir suficientes alimentos para esta creciente población. Los expertos de la FAO están optimistas, excepto por ciertos países en desarrollo que tienen un crecimiento demográfico de alrededor de 2.0% anual que representan el 90% de la población adicional que se proyecta para el año 2010.¹

El incremento de la población humana a nivel mundial demanda la producción de alimentos para cubrir sus necesidades nutricionales, particularmente en aquellos países como México que cuentan con un alto porcentaje de gente joven, donde los recursos económicos de muchas familias no son lo suficientemente bastos para adquirir productos con un alto valor nutricional que garanticen un adecuado estado de salud en el desarrollo de los individuos. La avicultura sin lugar a dudas es una de las mejores alternativas viables, ya que proporciona tanto huevos como carne a un precio menor al de la mayoría de los otros productos de origen animal, a la vez que ha desarrollado una tecnología acorde a sus características que la mantiene a la par de los países avanzados.^{2,3}

La industria de alimentos balanceados de México está pasando por una serie de cambios conforme el mercado crece. Muchos de los cambios están

siendo motivados por la tecnología, lo cuál crea formas nuevas de abordar la producción de alimentos en todo el mundo.¹

México también está en una posición única después de la firma del Tratado de Libre Comercio (TLC) con los Estados Unidos y Canadá. Muchos de los fabricantes de alimentos e ingredientes de los Estados Unidos se están acercando al mercado mexicano por primera vez, agregándose a la comunidad comercial internacional que ya participaba en ese mercado. La situación es similar para muchas corporaciones mexicanas que ahora tienen acceso al mercado estadounidense.¹

La industria avícola mexicana insertada en el nuevo esquema de la globalización mundial, se enfrenta a importantes retos que tendrá que superar, en ese sentido las perspectivas de crecimiento para la actividad, son favorables. La gran tarea de la avicultura en este momento es generar una transformación tecnológica acelerada, para dar cabida al crecimiento industrial. La industria tiene la capacidad suficiente para crear la oferta exportable de productos avícolas, que en este momento no se tiene.⁴

Por otro lado, el proceso de globalización no es únicamente para los mexicanos. La globalización es también para los franceses, españoles y alemanes, y parte del juego de la globalización es que los grandes productores de las materias primas están en América, entonces los grandes transformadores de la proteína vegetal a la proteína animal van a estar en esta zona, y por supuesto, por trascendencia, por importancia, por clima y por competitividad estarán en México.⁴

No obstante, a pesar de que la industria avícola mexicana es participante del TLC, hasta el momento no ha podido colocar productos avícolas

mexicanos en el mercado estadounidense, debido a que ese país no ha certificado las zonas libres de enfermedades de México.⁴

La comercialización de productos avícolas se enfila hacia un nuevo reto: la exportación, pero llevarlo a cabo implica modernizar los sistemas de producción, distribución y empezar nuevas estrategias de venta. Del mismo modo estas acciones, tienen como objetivo incrementar el consumo per cápita de productos avícolas de entre 25 y 30 Kg al año, y así llegar a los niveles de países desarrollados.⁴

La avicultura mexicana representa el 56% de la producción pecuaria del país, en donde la producción de pollo ocupa el 28%, y la producción de huevo el 28% restante.⁴

En el sentido alimentario, la industria avícola representa el 55% de la oferta de proteína animal que consume el mexicano. En 1997, se registró una producción avícola superior a los 3 millones de toneladas de alimento (un millón 533 mil, 17 toneladas de huevo, un millón 512 mil 150 toneladas de pollo y 11 mil 200 toneladas de pavo).⁴

La industria avícola nacional se concentra principalmente en 16 estados de la República. Sin embargo, destacan su importancia en la producción de huevo; Jalisco que contribuye con el 33% de la producción nacional, Puebla con 24%, Sonora con 10%, Nuevo León con 7% al igual que la Laguna y Guanajuato, Yucatán y otros estados con 5% como se muestra a continuación.⁴

Principales estados productores de huevo

ESTADO	PARTICIPACION
Jalisco	33%
Puebla	24%
Sonora	10%
Nuevo León	7%
La Laguna	7%
Guanajuato	5%
Yucatán	5%
Otros	9%
Total	100%

Fuente: Unión Nacional de Avicultores⁴

En los últimos años, el productor avícola ha realizado un esfuerzo por desarrollar una marca que identifique a su producto. Actualmente existen en el país más de 100 marcas de huevo, mismas que abastecen el mercado nacional. Cabe mencionar que el huevo se vende en México de dos maneras. El 80% de la producción nacional se vende a granel y el 15% se comercializa en presentaciones de 12 ó 18 huevos.⁴

En México, el consumo per cápita de huevo y pollo anual es muy similar. De hecho, en los últimos cuatro años se ha mantenido en niveles de 15 a 16 kilos por año. En el caso del huevo, el comportamiento del consumo per cápita ha sido muy estable. Durante 1994 alcanzó los 16.7 kilos; sin embargo, para 1996 registró una ligera caída hasta 15.8 kilos. No obstante en 1997 volvió a repuntar a niveles de 16.8 kilos.⁴

En México como en muchos otros países, el huevo forma parte de la alimentación cotidiana.

La mayoría lo consume por su sabor y versatilidad, que permite prepararlo de innumerables maneras, con frecuencia se le ha atacado por su contenido de colesterol olvidando que es un alimento muy completo por sus muchas cualidades nutrimentales.⁵

En las últimas décadas la palabra colesterol se ha asociado a problemas cardiovasculares y ello ha fomentado que la gente consuma el huevo y otros productos de origen animal con cierto temor.⁵

Al investigar la función de la dieta en las enfermedades cardiovasculares, a principios de los setenta se descubrió, que los esquimales no sufrían estos males gracias a su alimentación rica en peces de aguas frías. Al analizar la situación encontraron que las grasas de los pescados contenían un tipo de ácido graso poliinsaturado, denominado decosaheptaenoico (DHA)-Omega 3, que obtenían de un alga marina. Hoy se sabe que el consumo de este tipo de grasas reduce la posibilidad de sufrir problemas cardiovasculares.⁵

Se sabe que el pescado particularmente especies grasosas como el salmón, atún, macarela, sábalo, menhaden (especie de arenque) y la sardina, son una excelente fuente de ácidos grasos omega-3. Desafortunadamente en México como en otros países el consumo de estos productos marinos es muy bajo, (menos del 1%) mientras que el de productos avícolas como el huevo y la carne de pollo es elevado; por lo que una buena alternativa sería suministrar a las aves como parte de su dieta, productos ricos en ácidos grasos omega-3 y así modificar el perfil lipídico del huevo y la carne de pollo incrementando la concentración de estos ácidos grasos en ellos.⁶

Las gallinas, depositan en la yema del huevo un gran porcentaje de los nutrientes que obtienen de su alimentación, así que el huevo se beneficia del ácido omega-3, manteniendo sus otras muchas bondades nutrimentales y su sabor. Este tipo de huevo es fácil de encontrar en algunos países de Europa como España, Alemania y Noruega, y en algunos estados de la Unión Americana, como Colorado y California, mientras que en México se empieza a vender en tiendas y supermercados de ciudades como el Distrito Federal, Guadalajara y Monterrey.⁵

Desarrollos como el anterior prometen mucho para la salud de la población mundial, ya que, a través de alimentos totalmente naturales, ponen al alcance de todos, ciertos elementos que están fuera de la dieta diaria. Hacerlos parte de la alimentación constituye un paso para corregir nuestro déficit de ácidos grasos, y con ello lograr la prevención de enfermedades cardiovasculares que tanto nos afectan.⁵

Examinando varias posibilidades que se utilizan actualmente en los países desarrollados para la explotación de gallinas para la producción de huevos, nos encontramos con que en la mayor parte de ellos se han elegido las jaulas. Las ventajas de este sistema de producción son tantas especialmente desde un punto de vista económico, por lo que los productores la han justificado.⁷

No obstante, no se puede dejar de reconocer que, en las dos últimas décadas han ocurrido hechos que en un principio han ido en contra de este sistema. La semilibertad es un paso intermedio entre la jaula y el confinamiento. Las aves están en gallineros aparentemente normales, sobre cama, pero disponiendo de salida a un patio o terreno exterior.⁷

En países como Estados Unidos, Japón, Latinoamérica no existe restricción alguna para la producción de huevo, en estos países los sistemas alternativos de producción apenas comienzan a evolucionar en este siglo, en estos países existen consumidores que por diversas razones (ambientales, religiosas o por moda) están dispuestas a pagar un sobre precio por alimentarse "más naturalmente".⁷

Valdría la pena analizar la profundidad de los costos de producción de los huevos bajo diferentes sistemas alternativos, en comparación con las jaulas, al respecto es importante señalar que diversos estudios estiman que dependiendo del sistema elegido, el costo de producción puede aumentar desde 15% hasta 50% e incluso puede llegar casi a duplicarse en el caso de la alimentación en aves con salida al exterior.⁷

Indicaremos, también, que las motivaciones del consumidor por la adquisición de este tipo de huevos son muy variables, en función de las campañas que se hayan llevado a cabo, por la presión de los grupos ecologistas, la difusión pública de algún incidente especial, etc.⁷

En principio, el manejo de las gallinas instaladas bajo un sistema con salida al exterior sea éste sobre praderas o bien en un parque más reducido, debe partir de unas normas comunes que rigen también para las ponedoras en jaulas.⁷

Algunas de estas normas generales se refieren a las necesidades de:

- Practicar un corte de picos correcto antes de que inicie la producción.
- Tener vacunadas a las aves a punto de iniciar la producción contra las principales enfermedades virales.

- Proporcionar a las aves en producción un fotoperíodo de 14 horas en todo momento del año.
- Seguir las normas habituales de manejo e higiene en la recolección del huevo; hacerlo varias veces al día, llevarlos en seguida a un lugar fresco, separar los sucios y no lavarlos, etc.
- Llevar unos controles adecuados de producción-número de gallinas existentes en todo momento, bajas, consumo de alimento, etc.
- Estudiar el período productivo óptimo y la conveniencia de realizar o no una pelecha forzada, etc.⁷

Se están estableciendo en varios lugares del mundo sistemas alternativos de producción de huevos descritos de una manera muy completa en algunos libros, en donde el medio ambiente de las aves, les permite un despliegue de pautas conductuales, que tienen que ver con el mantenimiento de su homeostásis y por lo tanto con su estado de salud. Este tipo de ambientes trae consigo modificaciones de algunos parámetros, como el peso final al desecho, aumento en la producción de huevo, sin embargo, las experiencias indican también un aumento en los costos de producción.⁸

En la actualidad la mayor parte de las especies ganaderas son explotadas en forma intensiva o semiextensiva. En ambos casos, los animales se ven sometidos a numerosos estímulos o agresiones externas de diversa intensidad y duración que pueden considerarse como consecuencia del estrés. La introducción del sistema de cría intensiva a mediados del siglo pasado tuvo como objetivo incrementar tanto la producción y venta de animales, como el producto de estos y disminuir los costos económicos de dicha producción. Esto último se ha conseguido, sin embargo ha traído consigo un cambio importante en la patología animal siendo cada vez más

frecuente la presentación de cuadros con componentes de tipo conductual, como son las crisis de pánico colectivo, el picaje, canibalismo y el aumento de las interacciones agresivas en todas las especies.⁹

Las condiciones actuales que presentan los sistemas de producción intensivos propician estados de estrés 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 que pueden tener relación con los niveles de estrés a que se encuentra sometidos los animales de esta especie.¹⁰

En este aspecto, las bacterias del género *Salmonella* son de los agentes etiológicos que mayores pérdidas ocasionan a esta industria, a la vez que representan problemas de salud en el público consumidor. Algunos tipos de *S. gallinarum* o *S. enteritidis* tienen la capacidad de penetrar al tracto digestivo de las aves, y a través del torrente sanguíneo invaden los órganos internos produciendo alteraciones patológicas.¹¹

Bacterias del género *Salmonella spp* han sido reconocidas como agentes causantes de enfermedades en los humanos y en los animales (salmonelosis), desde que este organismo fue definido por el Dr. Salmon en los años 1800.¹

Los organismos comúnmente son más patógenos cuando se ingieren en cantidades suficientes para sobrevivir el pH bajo del proventrículo estómago e invadir la mucosa intestinal, causando una respuesta inflamatoria.¹² Los síntomas principales de la enfermedad son con frecuencia el resultado de esta inflamación. La discusión se concentrará

principalmente en varios intentos para prevenir que la *Salmonella* cause enfermedad en los humanos. Estas bacterias patógenas son más comúnmente ingeridas por medio del agua, generalmente asociadas a fiebre tifoidea, o a través de alimentos manejados y/o preparados inadecuadamente. La eliminación de la salmonelosis es, por lo tanto, dirigida a dos frentes: el primero se refiere al manejo correcto de los animales; el segundo frente es eliminar la bacteria de los alimentos.¹³ El tratamiento antimicrobiano de ingredientes,¹⁴ condiciones de cría sanitarias¹⁵ y exclusión competitiva¹⁶ han sido utilizados para minimizar la entrada de los organismos al tracto intestinal de los animales, también se utiliza tratamiento del producto final, posterior al proceso.¹⁷

Otra de las enfermedades que ocasiona graves problemas a la industria avícola es la enfermedad de Newcastle, esta infección producida por un Paramixovirus aún es endémica en muchas partes de Latinoamérica, aunque ha sido erradicada en Estados Unidos y Canadá. La enfermedad lentogénica de Newcastle, es significativa en situaciones en que la inmunosupresión y la tensión causada por el ambiente llevan a una infección bacteriana secundaria del tracto respiratorio. El virus de la enfermedad lentogénica de Newcastle puede ocasionar una depresión en la producción de huevo en parvadas susceptibles de reproductoras y ponedoras comerciales. El virus de la enfermedad viscerotrópica velogénica de Newcastle puede resultar en una mortalidad hasta del 90% de las parvadas.¹

El bienestar de los animales ha recibido una atención especial en los últimos años, este bienestar ahora se relaciona con el bienestar humano y con nuestra salud.¹⁸

Algunos humanos actúan recíprocamente con los animales, las interacciones entre el hombre y los animales deben ser tan viejas como la humanidad, desde los tiempos más remotos éstas ocurrían cuando los animales eran cazados por el hombre para proporcionarle recursos de algún tipo (generalmente alimentos), también el hombre ha interactuado con los animales utilizándolos como medio de transporte, recreación, compañía y protección. ¹⁸

El hombre ha modificado los genotipos de los animales para su cría selectiva. El tipo de animales domésticos que se crían, están en función a la moda y negocio. ¹⁸

Las implicaciones biológicas del bienestar animal todavía no están bien entendidas, es por consiguiente importante, establecer conceptos básicos sobre este aspecto, mucha información está dirigida hacia la fisiología animal y se conoce muy poco acerca de su conducta. ¹⁸

La patología y cambios en el sistema inmune son indicadores de estrés relativamente precisos, sin embargo, nos pueden ayudar a entender el bienestar animal. ¹⁸

Entre los mecanismos de respuesta a factores causantes de estrés, se encuentran las respuestas derivadas de la activación de la glándula adrenal. De acuerdo con las tres etapas propuestas por Seyle¹⁹ y conocidas como "Síndrome general de adaptación" (etapas de alarma, resistencia o habituación y fatiga), se diferencia en cuanto a los componentes que intervienen en las mismas. Durante la reacción de alarma responden principalmente el sistema nervioso autónomo, la médula adrenal, la corteza adrenal, que producen la liberación de glucocorticoides,

respectivamente. También durante la etapa de resistencia, otro mecanismo de respuesta a estímulos de estrés, es la activación de un factor neurohormonal que genera el hipotálamo, secretándose posteriormente ACTH y corticosterona.^{19,20,21}

Efectos encontrados, que podrían ser utilizados como indicadores, están representados por cambios en la estructura de órganos linfoides, considerados como blanco; timo, bazo y bolsa de Fabricio.²² Además de los cambios mencionados, también se ha encontrado la estimulación de las células alfa del páncreas productoras de glucagon, conocida como hormona del estrés crónico y cambios en los componentes celulares de la sangre.^{23,24} Las patologías de la reproducción y las enfermedades metabólicas y nutricionales también se mantienen en un plano importante, a menudo relacionadas con la tensión a la que se encuentran sometidas las diferentes especies.¹⁰

Se consideran básicamente dos tipos de mediciones de estrés: directas e indirectas. En las primeras se encuentran las de tipo conductual y mediciones hormonales y de glucocorticoides y en las segundas, las pruebas hematológicas, la medición del glucagon y los parámetros de producción, aquí pueden intervenir muchos factores tanto del ave misma como del ambiente.²²

La determinación de los límites de referencia en los niveles normales de la sangre de los indicadores; proteínas totales, albúminas, colesterol total y libre, triglicéridos, aspartato aminotransferasa (AST), fosfatasa alcalina (ALP), calcio y fósforo se pueden usar como indicadores de las condiciones metabólicas y de salud de una parvada.²⁵

Se ha encontrado que en las aves se produce una respuesta bifásica al enfrentarse a situaciones de tensión, que involucran cambios en los componentes celulares de la sangre: Fase moderada: Se observa heterofilia y linfopenia. Los heterófilos son responsables de la defensa contra las bacterias, mientras que los linfocitos reconocen y destruyen una gran cantidad de patógenos. En la fase extrema o prolongada, se observa heteropenia, linfocitosis, basofilia, monocitosis y trombocitosis²⁶

Se sabe que los animales responden ante condiciones de estrés, sufriendo un retraso en el desarrollo e incrementando defensas contra infecciones bacterianas y parasitarias, como consecuencia de la acción quimiotáctica de la ACTH, sobre los heterófilos y los monocitos.²⁷ La relación heterófilos/linfocitos está considerada como un parámetro eficiente para evaluar el estrés del ave.²⁸

La utilidad de las observaciones de tipo conductual, tendrán un valor importante al lograr la determinación de alteraciones observables y estandarizadas, que nos aporten datos a nivel de campo sobre el estado general de la parvada.

Para este fin se requiere de una mayor cantidad de estudios conductuales de campo bajo condiciones ambientales en México, para confirmar así, las evidencias que actualmente existen en otras especies sobre la influencia del ambiente en la modificación de patrones de conducta, en su intento por adaptarse al ambiente donde se desarrolla.²⁹

Posiblemente la correlación de valores obtenidos mediciones de los valores hematológicos sea la manera más confiable de determinar los niveles de estrés en pollos y gallinas.²⁹

En cualquier caso, aún con la determinación objetiva de las alteraciones resultantes de estados en tensión (estrés), sólo a través de la revisión cuidadosa de todas las condiciones ambientales y de manejo se puede incidir en las mismas, para lograr un producto final que aproveche en su totalidad el potencial genético de las diferentes estirpes de aves.²⁹

Justificación

Si se vencen los retos como: aumentar la producción de proteínas de origen animal y aumentar la calidad de éste tipo de productos, se logrará satisfacer las necesidades de una población humana creciente y cada vez más cuidadosa de su salud.

El ofrecer un mejor ambiente a las aves es la oportunidad para satisfacer estas necesidades.

Con base en diferentes estudios realizados sobre el bienestar de los animales, brindándoles un ambiente que disminuya el estrés, ^{7,30,31} para obtener una buena calidad de productos avícolas, se realizó la siguiente investigación.

Objetivos

Objetivo General:

- ◆ Comparar el efecto de un sistema de producción de huevos en semilibertad, contra un sistema clásico (aves alojadas en jaulas).

Objetivos Específicos:

- a) Comparar los parámetros productivos de aves semipesadas bajo dos diferentes sistemas de producción.
- b) Comparar algunos valores hematológicos relacionados con el estrés en dos diferentes sistemas de producción.
- c) Comparar la resistencia a Salmonella enteritidis, de aves semipesadas bajo diferentes sistemas de producción.

Hipótesis

Los sistemas clásicos de producción favorecen un estado de tensión en las aves provocando alteración de los valores hematológicos, parámetros productivos y un aumento en la susceptibilidad para la presentación de enfermedades.

Material y métodos

El presente estudio se realizó en dos fases; la primera fue la fase de campo o fase práctica y la segunda fase de laboratorio, las cuales se describen a continuación:

Fase de campo:

- a) **Duración.**- Comprendió 53 semanas.

- b) **Localización.**- Se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (C.E.I.E.P.A) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, el cuál se localiza en la calle de Salvador Díaz Mirón S/N en la Colonia Zapotitlán de la Delegación Tláhuac, Distrito Federal, a una altitud de 2,235 metros sobre el nivel del mar, clasificado como un clima templado subhúmedo, con bajo grado de humedad; siendo enero el mes más frío y mayo el más caluroso. La precipitación pluvial promedio es de 600 a 800 mm.³²

- c) **Procedimiento.**- Para esta fase se utilizó una caseta experimental de ambiente natural dividida en dos secciones, ubicada dentro del mismo centro, la cuál se lavó, encaló y desinfectó antes de alojar las aves. Esta caseta estaba provista con comederos de tolva y bebederos de campana para las aves alojadas en piso y comederos de canal y bebederos de copa para las aves alojadas 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 de edad distribuidas completamente al azar en 2 tratamientos. El tratamiento 1 contó con

180 aves distribuidas en 4 réplicas de 45 animales cada una; estas aves se alojaron en jaulas de tipo convencional, en pirámide, dando un espacio de 400 cm² a cada una de las aves. El tratamiento 2 correspondiente a las aves en semilibertad contó con 180 aves, con 4 réplicas de 45 aves cada una; dichas aves se alojaron en corrales, con un espacio de 444 cm² por gallina y 890 cm² de espacio por ave de áreas verdes.

Las dietas que se utilizaron fueron dietas prácticas a base de sorgo-pasta de soya en dos etapas: Postura I (del inicio de postura a la semana 42) con un 18.7% de proteína cruda y 2850 Kcal/Kg de EM y Postura II (de la semana 43 al final del ciclo) con 17.50% de proteína cruda y 2900 Kcal/Kg de EM.

La alimentación fue ad libitum; al igual que el agua de bebida. La producción de huevo se registró diariamente, calculando la producción en porcentaje,³² esto fue por tratamiento y réplica.

Se vacunó a las aves de acuerdo al programa de vacunación previsto, el cuál consistió en una vacuna contra la Enfermedad de Newcastle cepa la Sota cada 2 meses por aspersion.

En diferentes estadios de la producción se hicieron otras mediciones, las cuales se describen a continuación:

El peso del huevo se registró por tratamiento y se realizó semanalmente empleando una báscula "Torino" de 5 kg.

El peso de las aves se evaluó en forma semanal registrando el peso de todas las aves por réplica de los tratamientos de jaula y semilibertad. Otros parámetros productivos como: unidades Haugh, grosor de cascarón y color de la yema se evaluaron a los 3, 6 y 12 meses de producción de las aves. Los datos de mortalidad de la parvada se registraron diariamente y resumieron semanalmente.

El grosor del cascarón se midió por medio de un tornillo micrométrico o calibrador, rompiendo el huevo y midiendo el espesor de una parte del mismo, registrándose los valores por réplica y por tratamiento.³³

Para el color de la yema, se empleó una escala visual colorimétrica de Roche, comparándose el color de la yema por réplica y por tratamiento.

Las unidades Haugh fueron calculadas pesando cada huevo individualmente, abriéndolo y extendiéndolo sobre una superficie lisa o plana y determinando con un calibrador especial la altura de la albúmina densa en su parte más elevada o la más cercana a la yema.³³

Fase de laboratorio

a) **Ubicación.**- Esta fase se llevó a cabo en el Departamento de Producción Animal: Aves, en el Departamento de Reproducción de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México y en el Departamento de Nutrición Animal del Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán ubicado en Vasco de Quiroga # 15 de la Delegación Tlalpan en México, Distrito Federal.

Procedimiento.- Se emplearon animales con 34 semanas de edad para la fase de laboratorio, seleccionándose al azar 10 animales del tratamiento 1 y 10 animales del tratamiento 2, se trasladaron de la granja al laboratorio, donde se desafiaron por vía oral con Salmonella enteritidis, para la hiperinmunización, se utilizó una cepa de Salmonella enteritidis fagotipo 13 obtenida del laboratorio Nacional de Servicios Veterinarios (LNSV) Ames, Iowa, aprobada para su uso en el Departamento de Producción Animal: Aves (DPA: Aves) de la FMVZ, UNAM, la cuál fue seleccionada por su resistencia a novobiocina y al ácido nalidíxico (NOAN) y se mantuvieron en un medio nutritivo. El inóculo para la inmunización con Salmonella enteritidis fue preparado en solución amortiguadora salina fisiológica y ajustada a una concentración de 10^9 UFC/ml mediante espectrofotometría.³⁴

El inóculo de desafío se preparó a partir de un cultivo puro de 24 horas, una vez que se transfirió previamente 3 veces en caldo tripticasa soya y se diluyó en forma seriada en solución amortiguadora salina fosfatada estéril, para lograr una concentración de 4×10^8 UFC/1.0 ml. Se confirmó la concentración de células viables del inóculo de desafío mediante conteos de colonias en placas de agar soya tripticasa (medio

general). Los medios utilizados para cultivar el aislamiento resistente a la novobiocina y al ácido nalidíxico, procedente de los pollos desafiados en los estudios experimentales contenía 25.1 g de novobiocina y 20.1 g de ácido nalidíxico por ml para inhibir el crecimiento de otras bacterias y de otras Salmonellas no resistentes.¹⁰

Veinticuatro horas después de haber inoculado a las aves, para la determinación de Salmonella enteritidis en órganos, estas se sacrificaron mediante electrocución, aplicando corriente alterna de 110 voltios con un cable con dos pinzas, una de las cuales se colocó en la mucosa oral y otra en la mucosa cloacal, se desangró inmediatamente a las aves para evitar congestión en órganos.³⁵

Los órganos colectados de las aves se cultivaron de acuerdo a los lineamientos del Plan Nacional de Mejoramiento Avícola de los E.U.A. (NPIP). El hígado, bazo, ovario y tonsilas cecales se colectaron asépticamente y fueron cultivados, se trabajo bazo e hígado como una muestra combinada y tónsilas cecales y ovario por separado. Se incubaron durante 18 hrs. a 37° C en caldo tetratonato. Después de la incubación, el caldo se sembró por estría y se incubó a 37° C por 24 hrs. y se examinaron los órganos en busca de la presencia de colonias típicas de Salmonella enteritidis.³⁴

Pruebas sanguíneas

Se obtuvieron al azar 3 muestras por réplica en forma mensual, de la vena braquial (vena del ala) que corre por debajo de la superficie ventral del húmero. Para la toma de sangre se emplearon agujas del número

22, la cantidad obtenida fue de 1 ml por ave, se depositaron en frascos con anticoagulante EDTA líquido al 10%.

De cada muestra se obtuvo 1 gota de sangre para la realización del Frotis sanguíneo, esto se hizo sobre un porta objetos, para después teñirlo por medio de la técnica Wright y realizar la cuenta diferencial de leucocitos utilizando un contador para leucocitos, la diferenciación se realizó por la morfología celular.³⁶

A partir de los Frotis sanguíneos teñidos se observaron al microscopio con aumento de 100x y se contaron 100 leucocitos incluyendo heterófilos y linfocitos para determinar el porcentaje de cada uno de ellos.³⁶

Determinación de ácidos grasos en la yema del huevo

Como complemento del trabajo se tomaron al azar 20 huevos por tratamiento (5 de cada repetición) y se pesaron individualmente. En el Departamento de Reproducción de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM se rompieron los huevos, mezclando la clara con la yema y se liofilizaron para su conservación.

Las muestras de huevo liofilizados se trasladaron al Instituto Nacional de la Nutrición, donde se realizó la determinación de ácidos grasos utilizando la técnica descrita por Cortez, 1998 (Comunicación personal), que consiste en una saponificación directa del huevo liofilizado y posterior cuantificación en un cromatógrafo de gases variant 3400 CX con detector de ionización de flama y columna capilar DB-5 de 3m.³⁷

Análisis estadístico

Los datos de los parámetros productivos entre los tratamientos se analizaron conforme un modelo estadístico completamente al azar:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, 3 \dots t \\ j = 1, 2, 3 \dots r \end{array}$$

donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta en tratamiento i , repetición j .

μ = Media general.

T_i = Efecto del tratamiento i .

E_{ij} = Error aleatorio.

$$E_{ij} = \sim N(0, \sigma^2)$$

Previo a su análisis estadístico los porcentajes de mortalidad fueron transformados a la forma raíz cuadrada-arcoseno.

Los resultados de las pruebas de inhibición de la Hemoaglutinación y perfil hemático, entre tratamientos, se compararon también mediante un análisis de varianza siguiendo los procedimientos de Modelos Lineales Generales, utilizando el programa de análisis estadísticos SAS.

Para determinar las diferencias significativas en cuanto a invasión y colonización de órganos por *Salmonella enteritidis* se utilizó un análisis de ji - cuadrada entre los diversos tratamientos, mediante los procedimientos de Modelos Lineales Generales, utilizando el programa computarizado de análisis estadístico PCSAS, versión 6.02.³⁸

Previo a su análisis estadístico los porcentajes de mortalidad fueron transformados a la forma raíz cuadrada-arcoseno.

Resultados

Siguiendo el procedimiento del orden de este estudio, la presentación de resultados es de la siguiente manera:

Fase de campo

Porcentaje de Postura.- En el presente estudio, se observó que las aves explotadas en corral (semilibertad), presentaron una mayor producción de huevo, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.01$). El número de huevos producidos por ave con este porcentaje de producción en 361 días representó 297 para las gallinas en corral y 286 para las de jaula, siendo la diferencia de 11 huevos más por ave en el sistema de semilibertad, como se muestra en el Cuadro 1.

En la gráfica 1 se muestra el porcentaje de postura de las aves en jaula (77.2 %) y en semilibertad (80.1%), mostrándose un incremento de éste porcentaje para estas últimas.

Peso del huevo.- Para el peso del huevo, se observó diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) entre los dos tratamientos, como se observa en el Cuadro 2. En la gráfica 2 se muestra el peso del huevo para ambos tratamientos, observándose que durante el período del estudio fue mayor para las gallinas en semilibertad.

Para la masa de huevo/ave/día en gramos resultante de multiplicar el porcentaje de postura por el peso del huevo, se obtuvo 42.4 g Vs 47.1 g para los sistemas de jaula y semilibertad respectivamente, lo que indica una diferencia de 4.7 g diarios de huevo/ave a favor del sistema en corral.

Grosor del cascarón.- En el Cuadro 3, se muestra que las aves en semilibertad presentaron un grosor de cascarón en promedio mayor que las aves en jaula siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.01$).

Color de la yema.- Los huevos de las aves que se encontraban en semilibertad presentaron niveles superiores a 9 en la escala del Abanico de Roche del color de yema que las aves en jaula. Siendo estos resultados diferentes estadísticamente ($P < 0.01$). Como se muestra en el Cuadro 4.

Unidades Haugh.- En el Cuadro 5 se presentan los datos de las Unidades Haugh mostrando la calidad interna de los huevos provenientes de gallinas en semilibertad y en jaula. Se observó nuevamente que las aves en semilibertad produjeron huevos con 94.87 unidades y las aves en jaula 88.48 unidades, ($P < 0.01$). Este tipo de medición es una forma de expresión logarítmica ideada por Haugh para expresar la calidad del huevo en función de su peso y de la altura de la albúmina.

Peso del ave.- Aunque las aves en semilibertad aparentemente presentaban una talla mayor que las aves en jaula, debido a una mejor condición del plumaje, no se encontraron diferencias estadísticas entre estas aves y las aves alojadas en jaula ($P > 0.05$), Cuadro 6.

En consumo de alimento y conversión alimenticia, se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$), Cuadro 7.

En lo que respecta al porcentaje de mortalidad, se observó 10.47% para las aves en jaula y 6.03% para las aves en semilibertad no existiendo una diferencia estadísticamente significativa, ($P>0.05$) para este parámetro.

Fase de laboratorio

Se observaron cambios en las cuentas celulares; 19,750 heterófilos/ml para las aves en corral y 45,200 heterófilos/ml para las aves en jaula, como se observa en el Cuadro 8, siendo diferentes estadísticamente, ($P < 0.05$).

En el Cuadro 9, se presenta la comparación de los valores de linfocitos/ml de sangre entre gallinas en semilibertad y aves en jaula, se observó un valor de 29,735 linfocitos/ml para las aves en jaulas y 52,250 linfocitos/ml para las aves en semilibertad, lo cual muestra una diferencia estadísticamente significativa, ($P < 0.05$).

En el Cuadro 10, se muestran los resultados del aislamiento de *Salmonella enteritidis* recuperada de órganos internos de las aves en jaula y semilibertad. Se observó que los aislamientos en hígado, bazo, ovario y ciegos fueron menores en las aves explotadas de corral con respecto a los de jaula; sin embargo, no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$).

En el Cuadro 11, se presentan los resultados de la cantidad de lípidos totales, ácido linolénico (18:3), ácido docosahexaenóico DHA (22:6) del huevo de gallinas en piso y jaula, observándose diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) a favor de las gallinas explotadas en corral.

Discusión

Desde hace unos diez años se están desarrollando en algunos países europeos explotaciones de gallinas criadas en suelo, con acceso a un terreno con hierba, que conviven con las pequeñas granjas tradicionales familiares y con la producción racional clásica en baterías, constituyendo esta última la parte más importante de la producción europea de huevos de consumo.³⁹

Las explotaciones de gallinas con parque exterior se han orientado rápidamente hacia dos tipos de producción, difiriendo el uno del otro en la superficie del parque con hierba disponible para cada ave: de 2.5 a 3.0 m² por gallina para unos 10 m² para los otros.³⁹

Paralelamente se ha desarrollado una producción de "huevos biológicos", es decir, huevos puestos por gallinas con una serie de condiciones como: la alimentación de las aves, la cuál debe estar constituida, en su totalidad, por productos procedentes de agricultura biológica y de productos naturales, como las algas marinas.⁴⁰

Las producciones alternativas de huevos representan en la actualidad un peso económico nada desdeñable y continúan penetrando en el mercado del huevo.

En relación a los rendimientos técnicos obtenidos, no se ha mejorado mucho, sin embargo se observa un ligero aumento en la duración de la postura y, en consecuencia, del número de huevos por gallina encasetada.³⁹

Las principales diferencias con la producción de huevos en jaulas son: la edad en la que se alcanza el pico de puesta, el número de huevos puestos con una diferencia del orden de 20 huevos por gallina instalada a favor de las ponedoras en batería, en relación a las criadas con parque exterior; el consumo diario de alimento 10g/ave/día más en las aves alojadas en piso, la mortalidad de las gallinas al aire libre es superior en un 2-3% a la observada en gallinas en batería, por último el índice de clasificación de los huevos es también superior en las producciones al aire libre.³⁹

Cada país tiene diferentes prioridades; para unos quizás su mayor preocupación radica en la seguridad de los alimentos, mientras que para otros puede serlo el “bienestar de los animales”. Clara muestra de ello lo constituye el hecho de una gran mayoría de la producción mundial de huevos no se ve afectada por ningún tipo de legislación sobre bienestar animal. De hecho excepto Suiza, que ha prohibido el uso de jaulas y Australia, que a excepción de uno de sus Estados ha “garantizado” un cierto espacio determinado, sólo la Unión Europea tiene una legislación obligatoria que rige sobre las ponedoras en explotaciones en baterías.³⁹ Pese a que varios autores han tenido diversos resultados en cuanto a las aves en semilibertad, en el presente estudio se encontraron resultados favorables para algunos parámetros, en el grupo de aves alojadas bajo este sistema.

Pudiendo deberse, en parte, a un interés por satisfacer a una mayor masa de consumidores o bien a disponer de una fuente de ingresos suplementaria de otras actividades agrícolas o ganaderas, en los últimos tiempos estamos presenciando un creciente interés por todas aquellas producciones avícolas que se diferencian de las consideradas industriales.

Con base en lo anterior, no cabe duda de que el aumento del nivel de vida que se ha tenido en varios países en los últimos años ha facilitado el que, se puedan adquirir unos huevos producidos en condiciones diferentes a las habituales de gallinas en jaula, no importando pagar más por este tipo de productos.³⁹

En el presente estudio se encontró un mejor porcentaje de postura para las gallinas alojadas en piso. Esto concuerda con lo informado por Posadas y col.^{30,31} donde este tipo de sistema favoreció de forma significativa el porcentaje de postura. Sin embargo varios autores³⁹ indican que el sistema de jaula es mejor debido a que se obtiene una mayor producción de huevos por ave que las gallinas en piso. Cabe mencionar que en estos trabajos las aves se alojaron con densidades de población muy elevadas, lo cual favorece los estados de tensión y la productividad puede verse afectada.

Algunos autores mencionan que con el sistema en semilibertad se incrementa la cantidad de huevo sucio y de selección, en un intento de proteger a la industria avícola tradicional, pues la inversión de este tipo de productores se ha visto afectada por las aves en semilibertad.⁴¹ Cabe mencionar que en el presente estudio, la selección de huevo fue escasa debido a que este experimento si contó con un número adecuado de nidos.

Peso del Huevo:

En el presente estudio se observó un mayor peso de huevo para las aves en semilibertad, esto puede deberse a que las aves alojadas en corral y acceso a pasto en los parques, presentaron una mejor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (AAGPi) como el linolénico, mismos que se han relacionado con el tamaño de la yema, mejor peso del huevo, además de

que la clara de estos huevos presentó un mejor peso específico así como un mejor grosor de cascarón, razones que intentan explicar el mayor peso del huevo.⁴²

Grosor del Cascarón

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 fue reportado por Posadas y col.,⁴³ explicándose esto como un mayor acceso de las aves a otras fuentes de minerales.

Algunos autores señalan una mayor fortaleza y estructura de la cáscara en huevos de gallinas en jaulas,⁴⁴ en tanto que otros autores indican una alteración en la calcificación del huevo en gallinas estresadas en jaula, lo cual apoya la presente investigación.^{45,46}

Calidad Interna

En el presente estudio se obtuvo un resultado de 88.48 unidades Haugh en aves alojadas en jaulas, mientras que para aquellas que se alojaron en corral fue de 94.87, probablemente el efecto de consumo de pasto, hizo posible que la consistencia de la clara aumentara mejorando las Unidades Haugh, algo similar se ha publicado en el trabajo de gallinas alimentadas con algas donde se presupone se modifica la cantidad de gomas e hidrocoloides dando este efecto la mejora de la consistencia de la albúmina.⁴⁷

Color de la yema

El color de la yema fue mejor para los huevos provenientes de gallinas en semilibertad, debido a que fueron sometidos a pastoreo. Se ha determinado que los pastos aportan una cantidad considerable de pigmento (carotenoide), mismas que en este experimento influyeron favorablemente para que el color de la yema obtuviera un nivel mayor de 9 en la escala del abanico de Roche, las aves en semilibertad al ingerir el pasto pudieron depositar más cantidad de pigmentos (Prodemex S.A. de C.V.). Lo cual es de gran importancia para el consumidor debido a que este asocia el color de un alimento con la calidad del mismo.⁴⁸

Consumo de alimento

Como en otros trabajos publicados anteriormente el consumo de alimento fue mayor para las aves en semilibertad, posiblemente esto se deba a que las aves tienen una mayor actividad.^{30,31,43}

Peso de las aves

A pesar de tener un mayor consumo, no se detectaron diferencias en el peso corporal entre las aves alojadas en piso y en jaula, cabe señalar que el aspecto físico de las aves en piso las hacía aparentar como animales con un mejor peso. Se ha relacionado mucho la actividad de la hormona triyodotironina (T₃) y la tiroxina (T₄) en la mala calidad de plumaje, encontrándose elevadas las cantidades de estas hormonas en animales estresados, además de que el roce con las jaulas también ocasiona que el plumaje se deteriore.⁴⁹

Medición de estrés

En este trabajo se encontró que la cuenta de heterófilos estaba elevada en los animales alojados en jaula, lo cual concuerda con estudios realizados por varios autores en donde se menciona que en las aves en particular hay una respuesta difásica ante el estrés, primero existe una fase moderada que se caracteriza por la presentación de heterofilia con linfopenia, disminución de colesterol y elevación de los lípidos intracelulares. Y una fase extrema o prolongado con basofilia, heteropenia, eosinopenia y trombocitosis, Además la química sanguínea muestra elevación de colesterol, de calcio de potasio y de glucosa.²⁷

En cuanto a la cantidad de linfocitos se encontró una linfopenia en las aves alojadas en jaula, lo cual supone nuevamente que estos animales estaban bajo un estado de tensión.

Es importante mencionar que no se tomaron muestras de sangre para medir la cantidad de heterófilos y linfocitos al final de la crianza de estos animales, lo cual nos hubiera permitido conocer el efecto que tuvieron los tratamientos sobre los cambios en el nivel de las células sanguíneas.

Aunque para algunos autores la relación Heterófilo/linfocito (H/L) no ha sido consistente en evaluaciones hechas con animales de laboratorio, en el caso de las aves otros autores lo consideran como un parámetro eficiente para evaluar el estrés.²⁸

En caso de estrés severo destacan la basofilia y la trombocitosis y la relación H/L no es en estos casos un indicador muy exacto, ya que la cuenta leucocitaria se altera notablemente.^{18,28}

A pesar de que la medición de glucocorticoides es un buen indicador para medir el estrés, se ha visto que estos se producen como respuesta a situaciones que normalmente no se considerarían como tal, como son: el cortejo, la cópula y cuando los animales están cazando.¹⁸

Los índices de las hormonas suprarrenales deben ser considerados como indicadores cuestionables de tensión en muchas circunstancias, debido a que existe una correlación pobre de estas con efectos adversos, el efecto específico de las tensiones y la gran variación individual.¹⁸

El efecto del ambiente en un individuo es detrimental si la aptitud de dicho individuo está reducida.¹⁸

Cabe señalar que existen otras técnicas que se pueden emplear para medir el estrés en las aves, como por ejemplo la determinación de corticosterona, misma que ha sido estudiada por varios autores,^{10,29} donde se demuestra que en la medida que reducimos el espacio a las aves, alojándolas en jaulas se eleva el nivel de corticosterona. Esta técnica presenta ciertas desventajas, pues el estrés social así como los errores en la forma de sujeción y sobre todo la rapidez empleada para la toma de las muestras, hace que la prueba no sea tan representativa de la situación de tensión.

Por otro lado también se ha estudiado como una forma de medir el estrés, los niveles de la hormona tiroidea triyodotironina (t₃), la cual se ha encontrado elevada en aves en jaula en comparación con las gallinas libres.⁴⁹

Por último, también se ha reportado un incremento en T₃ plasmático en los embriones de pollos sometidos a elevadas concentraciones de CO₂, hacia el final del proceso de incubación, lo cual demuestra que esta prueba puede ser mucho más sensible para determinar estados de tensión en las aves, que los empleados actualmente.⁵⁰

Resistencia a Salmonella enteritidis

Aunque no hubo diferencia estadística significativa en la recuperación de Salmonella enteritidis, si se observó una diferencia numérica en el porcentaje de aves positivas a la bacteria en las aves de jaula, probablemente debido al estrés.

Acidos grasos

Como complemento al presente estudio se analizó el perfil lipídico de la yema, encontrándose un aumento estadísticamente significativo de algunos ácidos grasos que son importantes para la salud humana, como son los ácidos Omega-3 y Omega-6, este tipo de ácidos grasos también está presente en peces de aguas frías, así como en cierto tipo de algas marinas, este hallazgo fue interesante debido a que no solamente con una dieta en la que se incluyen pescado o algas marinas se puede modificar el perfil lipídico de la yema, sino también manteniendo a las aves en semilibertad con acceso a una ingesta de pastos, los cuales puedan modificar el perfil anterior, por ser fuentes de ácidos linolénico.

Los ácidos grasos n-3 han adquirido en los últimos años un gran interés debido a que aportan grandes beneficios a la salud. Juegan un papel importante en la prevención de enfermedades cardiovasculares como la

hipertensión, arteriosclerosis e infarto al miocardio,⁶ reducen el riesgo de padecer desórdenes inflamatorios, autoinmunes^{51,52,53,54} y artritis reumatoide.⁵⁵ Asimismo, son de gran importancia en el desarrollo fetal humano y en desarrollo del cerebro y tejido de la retina en los infantes recién nacidos^{56,57} y además tienen la propiedad de reducir las concentraciones de colesterol en la sangre.⁶

Se sabe que las dietas occidentales son deficientes en ácidos grasos n-3. Fue a través de las dietas de los esquimales de Groenlandia, consistentes principalmente en oso polar y carne de foca, que se descubrió la correlación entre la baja incidencia de enfermedades coronarias y la ingesta de ácidos grasos n-3. Los ácidos grasos n-3 son esenciales para el crecimiento y desarrollo del hombre a lo largo de todo su ciclo de vida por lo que deberían ser incluidos en las dietas humanas. Parece ser que los ácidos n-3 tienen propiedades antitrombóticas y antiaterogénicas.⁵⁸

Los ácidos grasos presentes en un triglicérido están en forma lineal, formados por cadenas de 4 a 22 átomos de carbono, hidrógeno y un grupo carboxilo, que pueden ser totalmente saturados, parcialmente insaturados o poliinsaturados, de acuerdo al número de dobles ligaduras presentes.⁵⁹

La letra griega omega (ω) es usada para indicar la localización de la primera doble ligadura a partir del carbón metílico terminal de la molécula del ácido graso (también se puede usar "n"). Van de n-1 hasta n-12. Las familias más importantes son las n-3 y la n-6, ya que sus ácidos grasos son considerados como nutrientes esenciales en la dieta humana porque no se sintetizan en el cuerpo y tienen que ser suministrados a través de la dieta.⁶⁰

Beneficios de los ácidos grasos n-3

La incidencia de enfermedades cardiovasculares ha ido en aumento en los últimos años. Se ha visto que el consumo de los ácidos grasos n-3 reduce este tipo de enfermedades. Groscolas (1994), menciona que la dieta de los esquimales se basa casi exclusivamente en el consumo de pescado, la foca y la ballena, con una ingesta diaria de 3400 calorías generadas a partir de 377 g de proteínas y cerca de 162 g de grasa y, a pesar de todo no padecen arteriosclerosis ni sus cardiopatías asociadas. Esto se atribuye a que una gran proporción de las grasas son poliinsaturadas, especialmente ricas en ácido eicosapentaenóico (EPA) que protege de la arteriosclerosis. Aquellos esquimales que han adoptado una dieta de tipo occidental, también padecen este tipo de enfermedades.⁶¹

El DHA es esencial para el apropiado desarrollo del cerebro y los ojos, por lo tanto una deficiencia de DHA durante el desarrollo temprano puede resultar en anomalías de la vista.⁵⁷

El ácido araquidónico (AA) y el eicosapentaenoico (EPA) son precursores de eicosanoides (prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos). Cuando una dieta contiene altos niveles de LA, bajos niveles de linoléico (LNA) y muy bajos de EPA y DHA, la conversión de linoléico (LA) a AA dentro del cuerpo compite con la conversión de LNA a EPA y a DHA, generándose un exceso relativo del AA produciendo mayor cantidad de la prostaglandina 1_2 (PGI₂) y del tromboxano A₂ (TxA₂), los cuales están relacionados con algunos desórdenes cardiovasculares y condiciones inflamatorias.⁶

La producción de este tipo de eicosanoides es normalmente reducida por la presencia de EPA en la dieta, ya que este ácido produce otro tipo de

eicosanoides, la PGI₃, que tienen gran importancia para mantener la estructura de las membranas celulares y tienen efectos antitrombóticos. El EPA y DHA presentan funciones muy variadas y diversos efectos favorables sobre las células de los tejidos blandos, la agregación plaquetaria, la permeabilidad y contractilidad de los vasos sanguíneos, en los procesos inflamatorios y de respuesta del sistema inmunológico.^{6,52,53,54,55} Grandes dosis de ácidos grasos omega-3 tiene efectos sobre la disminución de la hipertensión e inflamaciones y otras enfermedades como infarto al miocardio y artritis reumatoide.⁵⁵

Estudios clínicos han demostrado que entre la gente que consume pescado se reduce la mortalidad por enfermedades del corazón como hipertensión, obesidad y elevado colesterol en la sangre. Estos beneficios se han atribuido al contenido de ácidos grasos n-3 en el pescado.⁶

Otros estudios indican que el consumo de aceite de pescado, puede tener efectos inhibitorios en cánceres incluyendo el de colon, piel, páncreas y próstata (Nettleton, 1992), La función más notable de los n-3 consiste en reducir el nivel de lípidos en sangre, cosa que consiguen modificando el metabolismo de los ácidos grasos y de los triglicéridos en el hígado, su consumo en cantidades mínimas podrían simultáneamente limitar la obesidad abdominal.⁵⁵

Se ha demostrado también, que los n-3 reducen la incidencia de enfermedades crónicas del corazón, tienen un papel importante en el desarrollo fetal humano y se ha sugerido que reduce la incidencia de varias enfermedades comunes. Se dice, también que el DHA es esencial para el desarrollo y funcionamiento de la retina y el cerebro.^{57,62,63}

Todas las aves requieren ácidos linoléico y linolénico. El consumo de otros ácidos grasos poliinsaturados de los n-3 reduce los requerimientos de ácido α -linolénico. Los ácidos grasos poliinsaturados linoléico, araquidónico y DHA son almacenados en los fosfolípidos de las membranas y sirven como precursores de eicosanoides, prostaglandinas, leucotrienos y tromboxanos. En las aves, los eicosanoides regulan casi todo el sistema fisiológico incluyendo la ovoposición, el desarrollo embrionario, el crecimiento, la inmunidad, el desarrollo de huesos, la termorregulación y el comportamiento.⁶⁴

Algunos investigadores han intentado disminuir el colesterol de estos productos a través de fármacos como el lovastatin,⁶⁵ Probucol, pero a pesar de que con el empleo de estos productos farmacéuticos las reducciones de colesterol han sido interesantes, tienen poca probabilidad de ser útiles en la producción comercial debido a su elevado costo y a la posibilidad de dejar residuos en el huevo. Otros han empleado ingredientes naturales como harina de alfalfa y harina de cebada, pero no detectaron efectos significativos en el contenido de colesterol en el hígado, en el tejido de la pechuga, plasma y yema.⁶⁶

Otros estudios han tenido como objetivo reducir el colesterol pero al mismo tiempo aumentar la concentración de ácidos grasos n-3 en el huevo y la carne de pollo. García,⁵² observó que los huevos obtenidos de gallinas alimentadas con productos de origen marino contienen significativamente menos colesterol, más triglicéridos y menos fosfolípidos que aquellos provenientes de gallinas alimentadas solo con productos de origen vegetal; también se modificó el perfil de los ácidos grasos en el huevo, aumentando los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA's), fundamentalmente aquellos de la serie n-3.⁵²

Conclusiones

De los resultados obtenidos en 53 semanas de experimentación y bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio donde se analizaron los parámetros productivos como: porcentaje de postura, peso de huevo, grosor de cascarón, Unidades Haugh y color de la yema; indican que gallinas semipesadas rojas productoras de huevo café en un sistema en semilibertad adecuadamente llevado pueden mejorar su producción.

Aunque los valores hemáticos se vieron alterados para aquellas aves que se alojaron en jaula, es probable que existan mejores alternativas para medir el estrés en las aves como son comparar los niveles de T₃ y T₄ y la medición del ácido vanil mandélico en suero, por lo cual se sugiere realizar esta pruebas para trabajos posteriores.

En cuanto a la resistencia a Salmonella enteritidis no se observó claramente una diferencia entre los dos sistemas de producción, por lo que se concluye que un buen manejo y medidas de bioseguridad adecuadas van a proteger a los animales contra los procesos patológicos, aún cuando se alojen en piso con salida al exterior.

Además de encontrar diferencias significativas en cuanto algunos parámetros estudiados también se encontró un mejor nivel de los ácidos grasos n-3 en las aves del sistema de semilibertad, ya que se demostró que los animales al tener acceso a pastoreo pueden aumentar la cantidad de estos ácidos en el huevo. Por lo cual se recomienda seguir haciendo más investigaciones con esta línea de trabajo.

Literatura citada

1. Balconi RI editor. Temas de actualidad para la industria avícola. Situación actual y perspectivas futuras, México: Midia Relaciones, 1995.
2. Quintana LJA. Comportamiento productivo de gallinas reproductoras pesadas con diferente peso a la madurez sexual (tesis de maestría). Colima (Colima) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Univ. de Colima, 1998.
3. Bossman D. La Demanda mundial de alimentos y como podemos satisfacerla. Temas de Actualidad para la Industria Avícola. 1998,1:33.
4. Unión Nacional de Avicultores. La Industria Avícola Mexicana. México (DF): UNA, 1998.
5. Troncoso LA. El huevo revisitado. Escala Boletín Aeroméxico. 1999 (120);109-114.
6. Simpoulos AP. Omega-3 Fatty acids in health and disease and in growth and development. Am. J. Clin. Nutr. 1991;54:438-63.U.S.A. American Society for Clinical Nutrition.
7. Circular TECNA. Situación actual de la producción de huevos de gallinas en sistemas alternativos. Selecciones Avícolas. 37:10 639-644.1995.

8. Appleby CH, Hughes OB, Elson HA. Poultry Production Systems, Behaviour, Management and Welfare. CABY, Great Britain (1992).
9. García BS, Momedé P. Nuevo concepto del estrés en ganadería: Psicobiología y Neurobiología de la adaptación. Invest. Agropecu. Prod. Sanit. Anim. 1993; 8 (2): 87-110.
10. Caballero CS. Contribución a la metodología para la caracterización del estrés en bovinos (tesis de maestría) México (D.F.) Universidad Nacional Autónoma de México. 1996.
11. Prince WR. The in vitro inhibition of *Salmonella gallinarum* by pancreatic intestinal extracts from chickens exposed to fowl typhoid. Poul. Sci., 50: 069-1071 (1971).
12. Benenson AS, editor. Control of communicable diseases in man, 14th. ed. Washington: American Public Health Association, 1985.
13. Guthrie, RK, editor. Food sanitation, 3rd. ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988.
14. Edel WM, Van Shothorst PAM and Kampelmacher EH. Mechanism and prevention of *Salmonella*; infection in animals, in the microbiological safety of foods. New York: Hobbsand Christian, eds. 1972.
15. Nurmi E. Sesión II. Competitive exclusion; in colonization control of human. San Diego: Blankeship ed. 1991.

16. Birkhold SG and Rieke SC. Consumer food safety awareness and likelihood to purchase irradiated raw poultry in three urban Texas cities. South. Poult. Sci Soc. 15th. 1994. Abstract # 117.
17. Bryan FL. Impact of foodborne disease and methods of evaluating control programs. Environ Health 1978;; 40:315-323.
18. Broom DM, Johnson KG. Stress and animal welfare, 1st ed. Chapman and Hall animal behaviour series. London, 1993.
19. Rivier C and Rivest S. Effect of stress on the activity of the hypothalamic-pituitary gonadal axis: peripheral and central mechanisms. Biol. Reprod. 1991; 45: 523-532.
20. Knol BW. Stress and the endocrine hypothalamus-pituitary-testis system: a review. Vet. 1991; 3: 104-114.
21. Siegel BP. Poultry stress, immunity interactions are analysed. Poult. Dig. 1990, Mayo: 38-42.
22. Freeman BM. Glucagon: a stress hormone in the domestic fowl. Res Vet Sci. 1980;28: 389-390.
23. Charles NM. Hematología del estrés en aves. Memorias de la V Jornada Médico Avícola; 1995 Abril 19-21; México (D.F).México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. 1995: 26-27.
24. Siegel HS. Physiological stress in birds. Biol. Sci. 1980; 30.8:529-533.

25. Meluzzi A, Priniceri G, Giordani R and Fabris G. Determination of blood constituents referent values in broilers. *Poult. Sci.* 1992; 71: 337-345.
26. Maxwell MH, Robertson GW, Mitchell MA and Carlise, A.J. The fine structure of broiler chicken blood cells, with particular reference to basophils, after severe heat stress. *Comp Haem Int.* 1992; 2: 190-200.
27. Mcfarland JM, Stanley CE, Shanks RD and Carmer SG. Multiple concurrent stressors in chicks. 1. Effect on weight gain, feed intake, and behavior. *Poult. Sci.* 1989, 68: 501-504.
28. Gross WS and Siegel HS. Evaluation of the heterophil / lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. *Avian Dis.* 1983; 972-979.
29. Tejeda PA, Téllez IG and Galindo MF. Técnicas de medición de estrés en aves. *Vet. Méx.* 28 (4) 1997: 350-351.
30. Posadas HE, Paasch ML, Avila GE, Téllez IG y 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, (Q.R.) México. ANECA. 1996: 423-424.
31. Posadas H E, Sánchez RE, Avila GE, Téllez IG, Tejeda PA and 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 Aplicada, ISAE. México D.F. 1998.

32. INEGI. Tláhuac. Cuaderno de Información Básica Delegacional INEGI. México 1992.
33. Quintana L JA. Avitecna. Tercera edición. México D. F: Trillas, 1999.
34. Gast RK. And Berad CW. Detection of Salmonella serogroup D-specific antibodies in the yolk of eggs laid by hen infected with Salmonella enteritidis. Poult. Sci. 70: 1273-1276, 1991.
35. Perrusquía JT y Paasch ML. Técnica de Necropsia en las aves domésticas. Primera edición. México D.F.: Trillas, 1985
36. Martínez VE. Cambios hematológicos en una parvada de pollos de engorda durante el ciclo de producción (tesis licenciatura). México, D.F. México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. 1995.
37. Cortez PAD. Método cromatográfico para la cuantificación de colesterol en huevo de gallina cuya ración incluyó langostilla (tesis licenciatura). México, D.F. México, Facultad de Química. UNAM. 1998.
38. Gill JL. Designad analysis of experiments in the animal and medical sciences. Vol. 1. Iowa: The Iowa State University press, 1978.

39. Champagne J. Progreso en Francia de las ponedoras al aire libre, en tanto el huevo "alternativo" va viento en popa. *Filières Avicoles*, 573:1.69-71. 1996.
40. Castelló JA. El huevo biológico: ¿Vale la pena producirlo?. *Selecciones Avícolas*. 61:10. 607, 1991.
41. Champagne J. La explotación de ponedoras en el suelo no es una panacea. *Filières Avicoles*. 584, 54-56. 1997.
42. Hess JB And Lien RJ. Lighting program and other effects on egg size. *World Poult*. 15: 10. 22-23, 1999.
43. Posadas HE, Sánchez RE, Rosas VC, Avila GE, Téllez GI y Quinatana LJA. Efecto de dos sistemas de producción sobre la calidad externa e interna del huevo en gallinas ligeras. *Memorias del XV Congreso Latinoamericano de Avicultura*: 285-286. Cancún, Q.R. 1997.
44. Cepero BR. Avances de la investigación sobre la calidad del huevo. *Selecciones Avícolas* 38: 3. 133, 1996.
45. Mills AD, Marche M and Faure JM. Extraneous egg shell calcification as a measure of stress in poultry . *British Poult. Sci*. 28: 177-181, 1987
46. North MO. *Commercial chicken production manual*. Fourth edition, 325, 1990.
47. Rodríguez BM, Carrillo DS, Perez-Gil RF, Avila GE y 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 Especialistas en Ciencias Avícolas ; 1995 Acapulco, (Gro.) México. ANECA.1995:291-294.
48. González LM. Efecto de la capsaicina del chile rojo (*capsicum annuum*) sobre la depositación de carotenoides en yema de huevo (tesis maestría) Querétaro (Qro.) México, Facultad de Química. Universidad Autónoma de Querétaro, 1997.
 49. Gipson SW, Hughes BO, Harvey S and Dunp. Plasma concentrations of corticosterone and thyroid hormones in laying fowls from different housing systems. *British Poult. Sci.* : XXVII. 621-628, 1986.
 50. Martin D, editor. Incubation and Ascites. *Poult. Dig.* Abril-Mayo. 1999.
 51. García C y Alba C. Composición lipídica de huevo de gallinas alimentadas con productos grasos y proteicos marinos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 48:1, 71-76, 1998.
 52. Craig - Schmidt M, Sam AF and Weete JD. Modulation of avian lung eicosanoids by dietary ω -3 fatty acids. *J. Nutr.* 117: 1197-1206, 1987.
 53. Boundreau MD, Prithiva S, Shanmugan SB, Soo H L. and Hwang D. Lack of dose response by dietary n-3 fatty acids at a constant ratio of n-3 to n-6 fatty acids in suppressing eicosanoid biosynthesis from arachidonic acid. *Am. J. Clean. Nutr.* 54: 111-117, 1991

54. Wander R, Beberly DP. Comparison of three species of fish consumed as part of a western diet: effects on lateled faty acids and function, hemostasis, and production of thromboxane. Am. J. Clin. Nutr. 54:326-333 1991
55. Holub BJ. Potential health benefits of the omega-3 fatty acids in fish. Sea Food Science &Technology: 41-45, Canada.
56. Sargent JR. Fish oils and human diet. British Journal of Nutrition, 78 Supl I 55-513, 1997.
57. Connor W, Neuringer E and Reisbick S. Essential fatty acids: The importance of n-3 , fatty acids in the retina and brain. Nutr. Rev. 50: 21-29,1992.
58. Carbajo GE. Cría de avestruces, emues y ñandues. Segunda edición Barcelona España.: Real Escuela de Avicultura, 1997.
59. ATAM. Programa de educación continua sobre la tecnología de grasas y aceite y sus aplicaciones en la industria alimentaria. 1978, México D.F.
60. Lobb K. Fatty acid classification and momenclature. Fatty acids in foods and their health implications. New York, 1992.
61. Groscolas R. ¿Aceite para tratar la obesidad? Mundo científico. Edit. Fontalba Vol. 14 No. 143: 172-174 Barcelona, España 1994.

62. Zeidler G. ¿Son capaces los ácidos grasos poliinsaturados de ayudar a los huevos a transmitir un mensaje positivo? California Poultry letter. 11: 5-7,1995.
63. Barroeta AC. Huevos enriquecidos: ciencia ó ficción. Jornadas Técnicas de Avicultura. Selecciones Avícolas 39:4 209-217. 1997.
64. De Blas C y Mateos GG. Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras. Primera Edición Editorial Aedos.1991.
65. Elkin RG. & Rogler JC. Effect of lovostatin of laying hen performance and egg cholesterol content. Poult. Sci. (68) Supl, 1:49.
66. Beyer RS and Jensen LS. Tissue and egg cholesterol concentrations of laying hen feed high-protein barley fluor-tocotrienol, and cholesterol. Poult. Sci. 72: 1339-1348,1993.

Cuadro 1
**Porcentaje de postura y número de huevos de aves en semilibertad
 y aves en jaula**

<i>Tratamiento</i>	<i>% Postura promedio ± ee</i> <i>huevo/ave ± ee</i>	<i>No. de</i>
Jaula	77.2 ee ± 0.73 ^b	286 ± ee 0.80 ^b
Corral	80.1 ee ± 0.71 ^a	297 ± ee 0.30 ^a

Medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.01)
 ee = error estándar de la media.

Cuadro 2
**Comparación del peso del huevo entre aves en semilibertad
 y aves en jaula**

<i>Tratamientos</i>	<i>Promedio ± ee</i>
Jaula	59.2 ^b ± 0.39
Corral	60.4 ^a ± 0.43

Medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

Cuadro 3
Grosor de cascarón entre aves en semilibertad y aves en jaula (mm)

<i>Tratamientos</i>	<i>Promedio ± ee</i>
Jaula	0.331 ^b ± 0.0007
Corral	0.344 ^a ± 0.0008

Medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.01)

Cuadro 4
**Resultados del color de la yema entre aves en semilibertad
 y aves en jaula**

<i>Tratamientos</i>	<i>Promedio \pm ee</i> <i>Abanico Roche</i>
Jaula	8.53 ^a \pm 0.080
Piso	9.66 ^b \pm 0.101

Medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.01).

Cuadro 5
**Datos de las unidades Haugh del huevo de aves en semilibertad
 y aves en jaula.**

<i>Tratamientos</i>	<i>Promedio \pm ee</i>
Jaula	88.48 ^b \pm 0.381
Piso	94.87 ^a \pm 0.520

Medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.01).

Cuadro 6
Comparación del peso de las aves en jaula y en semilibertad

<i>Tratamientos</i>	<i>Promedio \pm ee</i>
Jaula	1935 ^a \pm 86.61
Piso	1943.2 ^a \pm 56.43

Medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P>0.05).

Cuadro 7
Consumo de alimento y conversión alimenticia de aves en semilibertad y aves en jaula

	<i>Jaula</i>	<i>Piso</i>
Consumo alimento	102 ^a g±0.00083	106 ^a g±0.00084
Conversión alimenticia	2.23 ^a ±0.15	2.19 ^a ±0.151

Medias con la misma literal no son estadísticamente significativas (P>0.05).

Cuadro 8
Comparación de los valores hemáticos, número de heterófilos/ml en aves en semilibertad y en jaula

<i>Tratamientos</i>	<i>Promedio ± ee</i>
Jaula	45200 ^a ±1221.73
Corral	19750 ^b ±770.76

Medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

Cuadro 9
Comparación de los valores hemáticos, número de linfocitos/ml en aves en semilibertad y en jaula

<i>Tratamientos</i>	<i>Promedio ± ee</i>
Jaula	29735 ^b ±1068
Corral	52250 ^a ±1511

Medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

Cuadro 10
**Resultados del aislamiento de *Salmonella enteritidis* recuperada de
 órganos internos en aves en jaula y semilibertad**

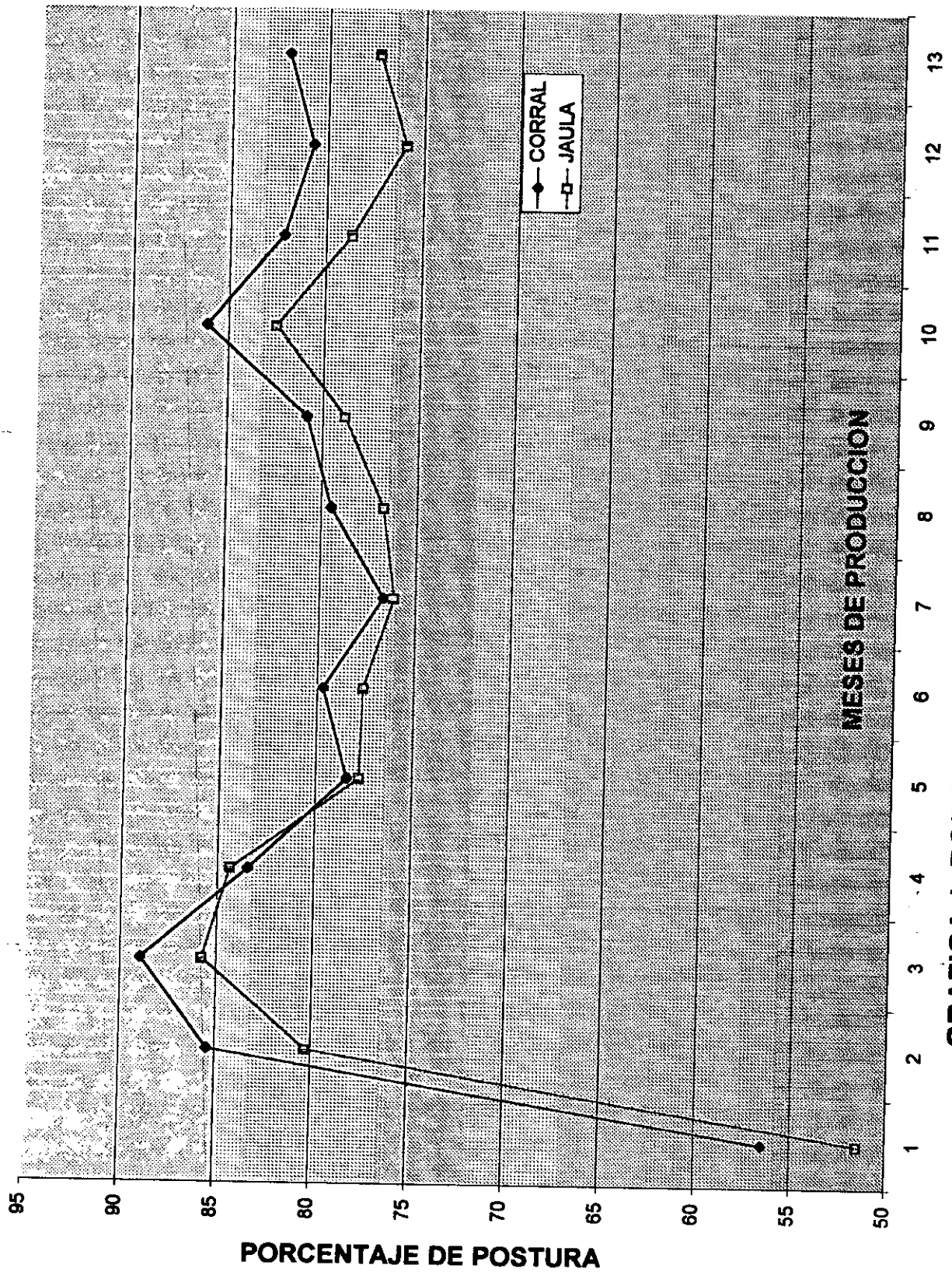
<i>Tratamientos</i>	<i>Hígado</i>	<i>Bazo</i>	<i>Ovario</i>	<i>Ciego</i>
Jaula	5/10 (50%)	5/10 (50%)	3/10 (30%)	6/10 (60%)
Corral	4/10 (40%)	3/10 (30%)	1/10 (10%)	4/10 (40%)

Resultados expresados como total de aves positivas entre el total de aves muestreadas (%) (P>0.05).

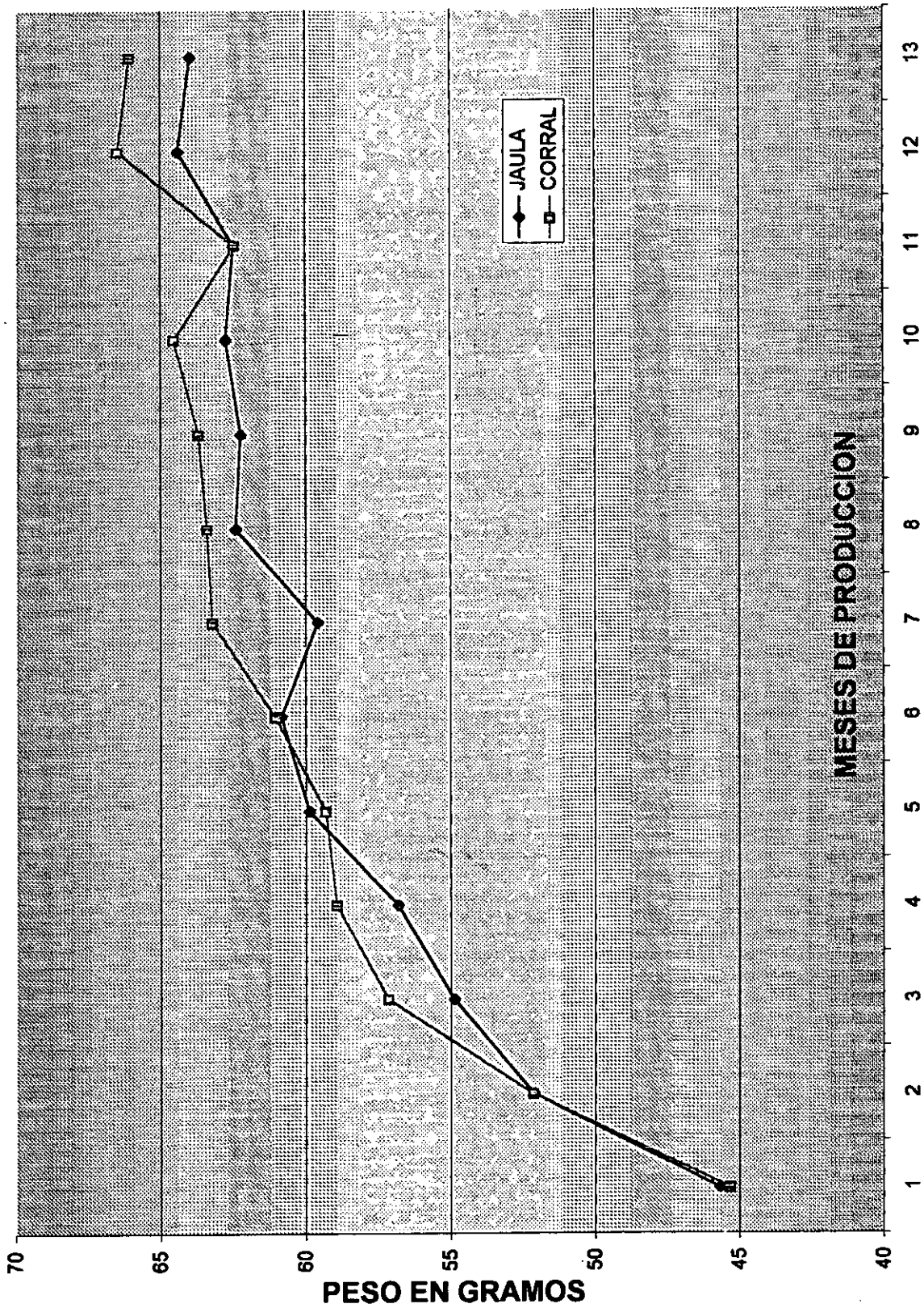
Cuadro 11
**Valores de ácidos grasos del huevo provenientes
 de gallinas en piso y jaula**

<i>Variables</i>	<i>Piso</i>	<i>Jaula</i>
Lípidos totales g/100 g	20.02 ^b ±1.07	24.22 ^a ±1.00
Ácido linolénico Mg/g de lípidos	2.19 ^a ±0.095	1.72 ^b ±0.108
DHA Mg/g de lípidos	3.89 ^a ±0.166	3.10 ^b ±0.161

Medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).



GRAFICA 1. PORCENTAJE DE POSTURA DE GALLINAS ALOJADAS EN JAULA Y EN SEMILIBERTAD



GRAFICA 2. PESO DEL HUEVO DE AVES EN JAULAS Y
EN SEMILIBERTAD