



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS VERACRUZ

POSTGRADO EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES

INFLUENCIA MATERNA EN EL USO DEL HÁBITAT DE POLLOS (*Gallus gallus domesticus*) EN LIBRE PECOREO.

MIGUEL ÁNGEL MATUS ARAGÓN

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE**

MAESTRO EN CIENCIAS

TEPETATES, MANLIO FABIO ALTAMIRANO, VERACRUZ, MÉXICO

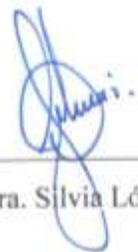
2017

La presente tesis, titulada: **Influencia materna en el uso del hábitat de pollos (*Gallus gallus domesticus*) en libre pecoreo**, realizada por el alumno Miguel Ángel Matus Aragón, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
AGROECOSISTEMAS TROPICALES

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO: 
Dra. Mónica de la Cruz Vargas Mendoza

ASESORA: 
Dra. Silvia López Ortiz

ASESOR: 
Dr. Pablo Díaz Rivera

ASESOR: 
Dr. Jaime Bautista Ortega

INFLUENCIA MATERNA EN EL USO DEL HÁBITAT DE POLLOS (*Gallus gallus domesticus*) EN LIBRE PECOREO

Miguel Ángel Matus-Aragón, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2017

Se determinó la influencia materna en el uso del hábitat, comportamiento y los parámetros productivos de pollos Red Rhode Island x Barred Plymouth Rock, de 0-56 días de edad. Se emplearon dos tratamientos: 1) pollos (n=14) acompañados por una gallina (TCG) y 2) pollos (n=14) sin gallina (TSG), con tres repeticiones c/u distribuidas completamente al azar en áreas experimentales homogéneas, de 5 x 30 m cada una. El estudio comprendió dos periodos experimentales de 28 días cada uno. Del día 1 al 28, los pollos del TCG convivieron libremente con la gallina, mientras los del TSG estuvieron solos con fuente de calor artificial, el área permitida para ambos tratamientos, para el pecoreo fue de 112.5 m². Del día 29 al 56, las gallinas y las fuentes artificiales de calor se retiraron y todas las áreas experimentales de ambos tratamientos se ampliaron a 150 m² para el pecoreo. El peso final de los pollos fue 698 y 740 g para los tratamientos del TCG y TSG respectivamente. El consumo de alimento, la ganancia de peso y conversión alimenticia, fue similar entre tratamientos (p>0.05). En el análisis del uso del hábitat y comportamiento, se encontró diferencia significativa entre los tratamientos (p<0.0001). Los pollos del TSG utilizaron con más frecuencia la sección del hábitat más cercana al gallinero que los del TCG (78.7 % vs. 49.4 %, periodo uno y 51.9 % vs. 49.9 %, periodo dos), mientras que, los pollos del TCG visitaron con mayor frecuencia las secciones más distantes del área (11.6 % vs. 1.09 %, periodo uno y 12.4 % vs. 10.5 %, periodo dos). Del día 1 al 28, el TCG realizó más actividades de pecoreo que el TSG (37% vs. 17.2%). Se concluye que la influencia materna induce a los pollos a explorar y utilizar áreas más lejanas al gallinero durante mayor tiempo, y a desarrollar mayores actividades de locomoción sin detrimento de sus parámetros productivos, lo cual puede conducir a un uso más eficiente del hábitat disponible para los pollos.

Palabras clave: cuidado materno, comportamiento, parámetros productivos, sistemas camperos.

ABSTRACT

MATERNAL INFLUENCE ON THE USE OF THE HABITAT BY FREE RANGE CHICKEN

(*Gallus gallus domesticus*)

Miguel Ángel Matus-Aragón, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2017

The maternal influence on the use of the habitat, behaviour and productive parameters of mixed Red Rhode Island x Barred Plymouth Rock chickens of 0-56 days of age was determined. There were two treatments: 1) TCG, one hen and 14 chicks, and 2) TSG, 14 chicks without a hen, with three replicates each, randomly distributed on homogenous experimental units of 5 x 30 m each. The study comprised two experimental sequential periods of 28 days each. During period one, TCG chickens freely interacted with the hen, while TSG chicken had an artificial source of heat; in each experimental unit, a 7 x 5 m area was hidden and excluded during this period. During period two hens and artificial heat sources were removed and the excluded area opened in all experimental units. The final average weight of TCG chickens was 698 g and 740 g for TSG chickens. According to the analysis of variance there was no treatment effect on the productive parameters feed consumption, weight gain and feed conversion. Linear generalized model analysis of the maternal influence on habitat use and behaviour detected significant differences among treatments ($P < 0.0001$), in both periods. TSG chickens used more frequently the areas close to the chicken coop than TCG chickens (78.7 % vs. 49.4 %, period one, and 51.9 % vs. 49.9 %, period two), while TCG chickens used more frequently the farther areas than the TSG chickens (11.6 % vs. 1.09 %, period one and 12.4 % vs. 10.5 %, period two). During period one, TCG chicken exhibited more foraging activities than TSG chickens (37 % vs. 17.2 %). It is concluded that under the maternal influence, the chickens explore more, use farther areas, and develop more locomotion activities than without the maternal influence, having no detrimental effect on their productive parameters. All of these characteristics may translate into making a more efficient use of their habitat.

Key words: maternal effects, behaviour, productive parameters, free range systems,

DEDICATORIAS

Para mis padres y hermanos por todo el apoyo incondicional que me han ofrecido en este largo trayecto de la maestría.

A mis sobrinitos Yerik y Yaretzi, parte importante de la felicidad familiar.

A Rosalba Loyo Lara por todo el cariño, amistad y compañía que me ha brindado.

A la pequeñita Laila Beatriz que esperamos con mucho amor su llegada.

Pero sobre todo a ti Dios, por la gran bondad y amor que me das día a día para lograr todos mis objetivos.

AGRADECIMIENTOS

Al consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por otorgarme una beca de manutención en el periodo de enero del 2015 a diciembre del 2016, para poder lograr mis estudios de maestría en ciencias.

Al Colegio de Postgraduados Campus Veracruz, por darme la oportunidad de ser parte de sus alumnos en el programa de Agroecosistemas Tropicales.

A la Dra. Mónica de la Cruz Vargas Mendoza, por creer en mí y brindarme su apoyo incondicional en todo el proceso del postgrado.

Al Dr. Pablo Díaz Riera, Dra. Silvia López Ortiz y Dr. Jaime Bautista Ortega, que fungieron como mi consejo particular y me aportaron grandes enseñanzas y observaciones para la realización de mi tesis.

A la Dra. Alejandra Soto, quien fue una de mis profesoras de quien recibí mayores aportes y enseñanzas en mi formación académica.

A toda la familia COLPOS, quienes me brindaron su amistad y gentileza en todo el proceso.

A Rosalba Loyo Lara por su apoyo, compañía y sugerencias durante el proceso de creación de esta tesis.

A ti Dios por darme la oportunidad de vivir esta vida y permitirme lograr grandes cosas.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Agroecosistemas y producción avícola	4
2.2. Sistemas de producción avícolas	5
2.2.1. Sistemas de producciones avícolas intensivas	5
2.2.1.1.Sistemas de producciones para pollos de engorda	6
2.2.1.2.Sistemas de producciones para gallinas de postura.....	6
2.2.2. Sistemas de producciones avícolas alternativas	7
2.2.2.1.Sistemas de producciones avícolas Campero.....	8
2.2.2.2.Sistemas de producciones avícolas tradicionales	9
2.2.2.3.Producciones avícolas orgánicas o ecológicas	10
2.2.3. Ventajas y desventajas de las producciones avícolas alternativas	11
2.3. Bienestar animal	12
2.4. Etología animal	14
2.5. Crianza materna en las aves <i>Gallus gallus domesticus</i>	15
2.5.1. Postura y cloquez	16
2.5.2. Impronta	17
2.5.3. Maternidad y separación	19
2.5.4. Efectos perdurables en las crías	20
2.5.5. Crianza materna y su importancia en los sistemas alternativos de producción avícola.	21
3. OBJETIVO E HIPÓTESIS	21
3.1. Objetivo.....	21
3.2. Hipótesis.....	21
4. MATERIALES Y MÉTODOS	21

4.1.	Ubicación y descripción del área experimental.....	21
4.1.1.	Diseño de corrales	21
4.1.2.	Aves experimentales	23
4.2.	Diseño experimental.....	23
4.3.	Variables evaluadas.....	24
4.3.1.	Parámetros productivos	24
4.3.2.	Uso del hábitat y comportamientos.....	25
4.4.	Análisis estadísticos	26
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
5.1.	Parámetros productivos	27
5.2.	Uso del hábitat.....	29
5.3.	Actividades y comportamientos	32
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
7.	LITERATURA CITADA.....	38

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Modelo de sistema avícola en el agroecosistema (elaboración propia).	4
Figura 2. Producción pecuaria en México en el año 2016 (UNA, 2016).....	5
Figura 3. Corrales experimentales conformada por caseta y área de pecoreo.	22
Figura 4. Diseño y medidas de cada corral, donde se delimitaron siete secciones de pecoreo.	23
Figura 5. Temperatura media diaria (°C) durante el experimento. El periodo experimental fue del día 11 de mayo al 5 de julio del 2016..	28
Figura 6. Uso del hábitat de los tratamientos de pollos criados con y sin gallina durante el periodo I (primeras cuatro semanas de vida de los pollos). Las secciones fueron espacios delimitados dentro del hábitat asignados, para observar la ubicación de los pollos durante el experimento (n° de observaciones: 62713).	30
Figura 7. Uso del hábitat de los tratamientos de pollos criados con y sin gallina durante el periodo II (de la semana cinco a la ocho de vida de los pollos). Las secciones fueron espacios delimitados dentro del hábitat asignados, para observar la ubicación de los pollos durante el experimento (n° de observaciones: 63768).....	30
Figura 8. Uso de la sección siete por los tratamientos de pollos criados con y sin gallina durante el periodo II (de la semana cinco a la ocho de vida de los pollos). La sección siete fue un área nueva que se les proporciono a los pollos en el periodo II (n° de observaciones: 7267).....	31
Figura 9. Actividades representativas de los pollos de los tratamientos con y sin gallina durante el periodo I. Las actividades son: acicala= acicalarse; bebe= bebiendo agua; desplaza= caminando y corriendo; come=comiendo alimento; reposo= descansando; otros=sobre la percha, volando y peleando; parados=parados inactivos; pecoreo= rascar, picar el piso, picar el follaje, explorar; refugio= bajo la caseta (n° de observaciones: 62713).....	33
Figura 10. Actividades representativas de los pollos de los tratamientos con y sin gallina durante el periodo II. Las actividades son: acicala= acicalarse; bebe= bebiendo agua; desplaza= caminando y corriendo; come=comiendo alimento; reposo= descansando; otros=sobre la percha, volando y peleando; parados=parados inactivos; pecoreo= rascar, picar el piso, picar el follaje, explorar; refugio= bajo la caseta (n° de observaciones: 63768).....	34

Figura 11. La actividad del pecoreo observado durante el periodo I y II (ocho semanas) de los tratamientos con y sin gallina (n° observaciones en el periodo uno: 16969; n° observaciones en el periodo dos: 21702). 36

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Características distintivas de las producciones avícolas.	12
Cuadro 2. Medias (\pm EE) de los parámetros productivos por tratamientos con y sin gallina en los periodos I (semana 1-4) y II (semana 5-8) del experimento.....	27
Cuadro 3. Valores de F de los análisis de varianza de los parámetros productivos.	27

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la demanda mundial del consumidor y las producciones que buscan el uso racional de los recursos naturales, respetando el medio ambiente, el bienestar animal y disminuyendo u omitiendo el uso de productos químicos en el proceso productivo, ha ido en aumento (Fanatico, 2007; Centeno-Bautista *et al.*, 2007; CAAE, 2010). Un papel fundamental lo ha jugado la Unión Europea (UE), principal pionera e impulsora de los sistemas alternativos que buscan mejorar el bienestar animal en las producciones pecuarias como la avícola (Nicol y Davies, 2013). La Unión Europea ha desarrollado leyes que fortalecen la formación de sistemas productivos que proporcionen mayor espacio y libertad a las aves, para que desarrollen su comportamiento natural, toda vez que se ha evidenciado la capacidad de los animales para sentir dolor, estrés, hambre, al igual que el ser humano (British Egg Industry Council, 2012; Nicol y Davies, 2013). En 2012, la UE estableció la prohibición de jaulas en batería tradicionales para la producción de huevo, obligando a usar jaulas enriquecidas con mayor espacio, con camas y perchas (Shimmura *et al.*, 2010), y fue la punta de lanza para la valoración de los sistemas alternativos.

Entre los sistemas de producción alternativos encontramos a los camperos, orgánicos y tradicionales. Las producciones camperas se caracterizan por mantener a las aves en piso dentro de galpones como resguardo, con la implementación de permitirles el acceso a áreas externas para que puedan desarrollar sus comportamientos naturales (ASEPRHU, 2013). Por otro lado, las producciones avícolas orgánicas se diferencian principalmente, por poseer una certificación que las avala en criar aves y obtener productos libres de cualquier sustancia química que posiblemente sea dañina para la salud del consumidor (Reyes, 2007). Los sistemas productivos tradicionales, en comparación a los anteriores, se caracterizan por ser en general, una producción de autoconsumo y que se desarrolla en zonas rurales y periurbanas (Juárez y Pérez, 2003). En común, estos sistemas de producción alternativos comparten características como la eliminación de jaulas, densidades menores de población (más espacio por ave), espacios enriquecidos con el uso de perchas y camas y proporcionar áreas verdes para que las aves puedan desarrollar sus comportamientos naturales propios de la especie (García-Trujillo *et al.*, 2009; Sossidou *et al.*, 2011).

Sin embargo, en la UE, los cambios efectuados en favor del bienestar animal y de las producciones no convencionales (Council Directive 1999/74/EC, 1999), no logran totalmente los objetivos de

equilibrar la productividad con el bienestar y desarrollo de las aves. Dos de las deficiencias presentadas en las producciones no convencionales, son el poco desarrollo del comportamiento natural y el uso deficiente del área de pecoreo por parte de las aves (Hegelund *et al.*, 2005; Hegelund *et al.*, 2006; Knierim, 2006; Rivera-Ferre *et al.*, 2007; Zeltner yHirt, 2008; Rodríguez-Aurrekoetxea *et al.*, 2013). Posiblemente, la deficiencia de las aves bajo las producciones camperas y orgánicas, se deba al manejo y elección de estirpes genéticamente modificadas, que por generaciones se han ido seleccionando con base a una mayor producción ya sea de carne y/o huevo, adaptados a los sistemas convencionales e incubados artificialmente, lo que ocasiona poca rusticidad, pérdidas de diversos comportamientos innatos y problemas en la adaptabilidad a hábitats naturales (González-Esquivel *et al.*, 1995). Estas aves, genéticamente seleccionadas por la intervención del hombre, solo en México, aportan más del 60 % como producto producido en las actividades pecuarias, pero bajo las condiciones de los sistemas convencionales (UNA,2016). Estableciéndose la avicultura, como la actividad pecuaria con mayor dinamismo y con más altos grados de tecnificación en México y el mundo (Zaragoza-Martínez, 2012). A pesar de sus aportaciones, se debe buscar la adaptabilidad e inclusión de estirpes de aves adaptadas a los hábitats y condiciones climáticas presentes en las diversas producciones alternativas. Para lo cual, el instinto, aprendizaje y la socialización de las aves, puede influenciar la equidad entre producción y bienestar animal.

Debe de resaltarse que la producción avícola tradicional se destaca por ser una actividad que se ha practicado en México, desde la época de la conquista (CONABIO, 1998) y está presente en el 85%, de las unidades rurales de producción familiar (PESA, 2007; Molina-Martínez, 2013), conteniendo muchos elementos propios de la producción orgánica como el poco o nulo uso de sustancias químicas. Este sistema se caracteriza por disponer de espacios amplios para habitar y pecorear, el uso del maíz como base de su alimentación, más las sobras de los alimentos familiares (Centeno-Bautista *et al.*, 2007; Juárez-Caratachea *et al.*, 2008; Camacho-Escobar *et al.*, 2011). Las aves con las que cuentan estos sistemas productivos son principalmente gallinas criollas, las cuales se crearon por las cruzas indiscriminadas de diferentes razas *Gallus gallus domesticus*, con una mínima intervención del productor, lo cual formó aves con gran rusticidad y adaptabilidad a las condiciones de su localidad (Camacho-Escobar *et al.*, 2016). En los sistemas de producción tradicional, la cloquez y el instinto materno de las gallinas principalmente, son un elemento importante para la proliferación, crianza y sobrevivencia de las aves. Aunado a que, diversas

investigaciones encuentren que la madre influye en los pollos, sobre su comportamiento, y a su vez se ve reflejado en las preferencias alimenticias (Wauters *et al.*, 1999; Wauters *et al.*, 2002), estados de alerta (de Margerie *et al.*, 2012), temor hacia los humanos (Shimmura *et al.*, 2010; Pittet *et al.*, 2013), agresividad entre los pollos (Ronden y Wechsler, 1998), y uso del hábitat (de Margerie *et al.*, 2012; Abouelezz *et al.*, 2014), entre otros.

El instinto materno de las gallinas, puede coadyuvar a mejorar el desarrollo de los pollos en los sistemas alternativos, mejorando su salud, desarrollo, bienestar, y una mejor adaptación a su hábitat. Los pollos, agudizan su aprendizaje durante los primeros días de vida, a través de comportamientos como la impronta y la interacción social (Edgar *et al.*, 2016). Aunado a que puede devolver comportamientos a las aves, que las producciones convencionales han perdido a través del confinamiento, ya que con la tecnificación y por mejorar los parámetros productivos, se han omitido etapas del ciclo de vida de la especie, importantes para prepararlas a las condiciones ambientales que se disponen en las producciones alternativas. Con base en lo anterior, el objetivo de esta investigación fue, determinar la influencia materna sobre los parámetros productivos, uso del hábitat y comportamiento de las crías.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Agroecosistemas y producción avícola

Conway (1987) conceptúa al agroecosistema (AE) como un ecosistema modificado por el hombre, quien se encuentra inmerso e interactúa con factores socioeconómicos y tecnológicos para la utilización de los recursos naturales con el fin de obtener alimentos y servicios para su beneficio. Se resalta por lo tanto el papel del ser humano como modificador y tomador de decisiones del AE (Martínez-Dávila, 2004). Bajo el enfoque de sistemas, el AE siempre es parte de una jerarquía de sistemas por lo cual se puede identificar que está integrado por un conjunto de subsistemas interrelacionados entre sí, con entradas y salidas de energía y materiales, al mismo tiempo que el AE se pertenece y se integra a un sistema superior que agrupa a otros AEs a nivel comunitario o regional (Martínez-Dávila, 2004).

Dentro de los subsistemas que integran los AE encontramos con una gran frecuencia en nuestro país y en el mundo, al componente avícola. La avicultura es una de las principales actividades pecuarias, caracterizada por ser de rápido desarrollo, obtener productos de buena calidad alimenticia y que posee una diversidad en su manejo, debido a que se puede establecer producciones desde pequeña escala como el traspatio, hasta producciones intensivas y tecnificadas (Terraz-Cuenca, 2005; figura 1).

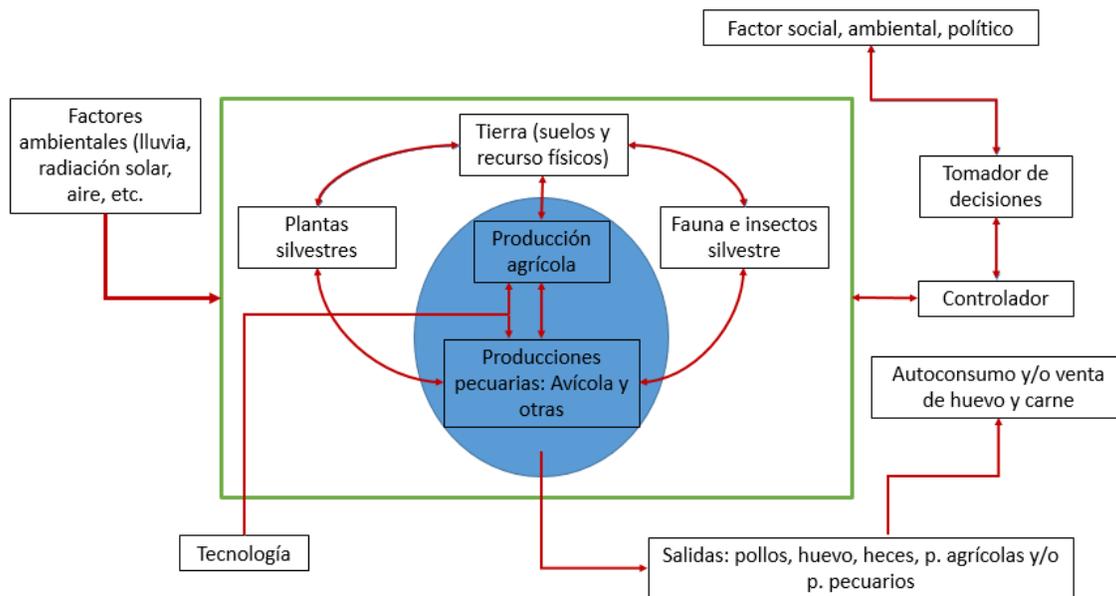


Figura 1. Modelo de sistema avícola en el agroecosistema (elaboración propia).

2.2. Sistemas de producción avícolas

La avicultura como actividad pecuaria, tuvo sus inicios bajo un sistema extensivo o de libertad, el cual consistía en brindarles a las aves áreas abiertas donde desarrollar sus comportamientos y actividades (Camacho-Escobar, *et al.*, 2011). Sin embargo, su bajo nivel de producción (carne y/o huevo), alta mortalidad y morbilidad condujo a desarrollar sistemas productivos en confinamiento; logrando formar los sistemas avícolas intensivos en confinamiento, los cuales mejoraron aspectos como el manejo, sanidad, alimentación, nutrición, y genética, entre otros, que llevó a la avicultura a ser una de las principales producciones pecuarias en el mundo (UNA, 2014).

En México, las producciones avícolas convencionales, son de las actividades pecuarias con mayor eficiencia, generando más del 60 % de las producciones pecuarias (figura 2).

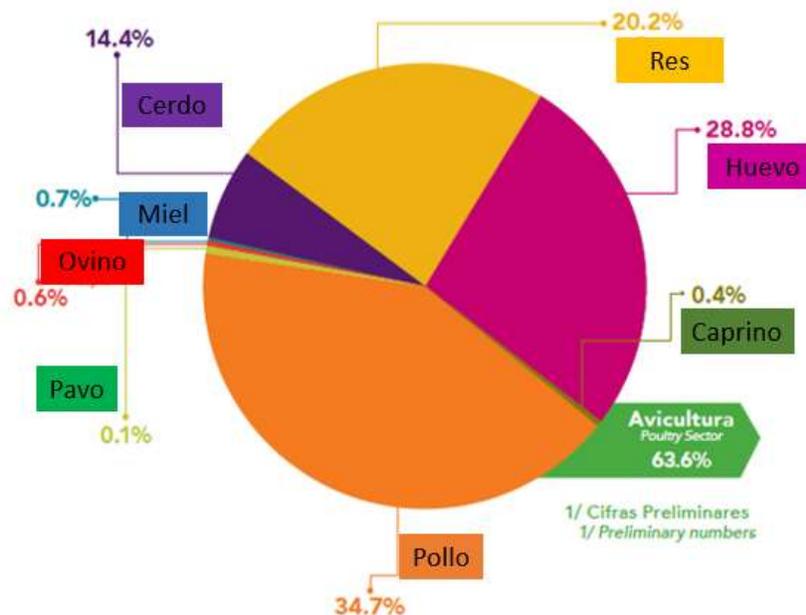


Figura 2. Producción pecuaria en México en el año 2016 (UNA, 2016).

De esta manera, podemos diferenciar y clasificar a la avicultura en producciones intensivas en confinamiento y alternativas de libre pecoreo, de acuerdo a su infraestructura, densidad (Nº de aves/m²), producción (carne y/o huevo) y áreas verdes disponibles para las aves.

2.2.1. Sistemas de producciones avícolas intensivas

Los sistemas intensivos en confinamiento se caracterizan por su alta densidad de población de aves por metro cuadrado, rápida y alta producción, infraestructura innovadora, ambientes controlados,

etc. En estas condiciones, las aves no desarrollan su comportamiento natural de manera favorable, de tal forma que, la organización de la Unión Europea ha sido la primera instancia en buscar alternativas para mejorar estos sistemas, permitiendo a las aves mayor libertad para que puedan desarrollar su comportamiento lo más natural posible, mejorando su bienestar (British Egg Industry Council, 2012; Nicol y Davies, 2013).

Para clasificar las distintas producciones avícolas intensivas, es necesario diferenciar el fin zootécnico de las aves, ya sea los pollos en la producción de carne o las gallinas en la puesta de huevos.

2.2.1.1. Sistemas de producciones para pollos de engorda

Los sistemas para producir pollos de engorda se caracteriza principalmente, por establecer los pollos dentro de galpones o naves a nivel de suelo sobre camas (aserrín, paja, hoja de arroz, etc.), en ambientes controlados, y utilizar bebederos y comederos automáticos. Asimismo, tienen ciclos de producción cortos (de 42 a 49 días), manejar líneas genéticas especializadas en el crecimiento rápido y formar lotes de pollos en grandes cantidades. Algunos productores, varían este sistema de producción de acuerdo a su menor nivel económico y tecnológico, que se ve reflejado en lotes más reducidos, uso manual del instrumental avícola (comederos, bebederos) y control de temperatura por cortinas (SENASICA, 2016).

La densidad para los pollos varía de acuerdo a la condición del inmueble, condición ambiental, manejo, bienestar de los pollos y principalmente a las normativas de cada país. La Unión Europea, en el 2007 estableció un límite de producción de 33 kg de peso de las aves/m² en ambientes controlados, y si se cumplen las normas de bienestar animal se puede aumentar hasta 42 kg de peso de las aves/m². De manera similar, Estados Unidos tiene un máximo de producción de 38 kg de peso de las aves/m², Suiza de 30 kg de peso de las aves/m² (Van horne y Achterbosch, 2015) y México por su parte, maneja una densidad máxima permitida de 36-39 kg de peso de las aves/m² o de 15 a 19 aves por m² para pollo de engorda (SENASICA, 2009_a).

2.2.1.2. Sistemas de producciones para gallinas de postura

La producción intensiva de huevo de plato, se realiza en un sistema de jaulas o piso dentro de un galpón o nave, con control de luz, agua y alimentación mecánica. La temperatura, humedad y

ventilación puede ser controlado de manera artificial o manual por medio de cortinas o sombreaderos y barreras de aire según la orientación del galpón (SENASICA, 2009_b). En general, existen dos tipos de jaulas de alojamiento, la tradicional o convencional y las enriquecidas, que se diferencian por la densidad (aves por m²) y los aditamentos como perchas y camas.

Por su alta eficiencia productiva, las jaulas tradicionales son las más comunes y usadas en la mayoría de las producciones avícolas de huevo. No obstante, su característica principal es el manejo de densidades muy altas que impiden a las aves realizar comportamientos naturales. Brasil, Ucrania e India manejan densidades de una gallina por cada 300 a 400 cm², la Unión Europea manejó un área disponible de 550 cm² por gallina entre los años del 2003 al 2012 (BOE, 2011), México por su parte, establece una densidad de ave por cada 400 cm² (SENASICA, 2009_b).

Las jaulas enriquecidas fueron creadas en la Unión Europea e implementadas a partir del año 2012, con el fin de brindarles mayor comodidad y libertad a las gallinas, caracterizadas por dar una densidad mínima de ave por cada 750 cm² y poseer dentro de las jaulas perchas, nidos y camas para un mejor desarrollo del comportamiento (Van horne y Achterbosch, 2015). Cabe mencionar, que algunos países manejan sus propios diseños, dimensiones y densidades de jaulas para desarrollar esta actividad, tratando de mejorar lo establecido por la unión europea (DEFRA, 2002). Como último ejemplo, en las producciones avícolas intensivas están los sistemas sin jaulas o de piso de cama profunda, diseñada por los países bajos y que proporciona una densidad mínima de 1111 cm²/ave, en el cual se les permite a las gallinas recorrer todo el galpón libremente, adicionando el área con múltiples niveles de piso, cama, perchas y nidos (Fanatico, 2007).

Buscando mejorar el bienestar animal, se ha disminuido la densidad (ave/m²) proporcionándoles mayor libertad a las aves en las producciones avícolas, que en conjunto a las demandas sociales por productos más naturales y saludables (libres de hormonas y antibióticos), nos ha llevado a retornar en los sistemas de producción avícola alternativos de libre pastoreo o libre pecoreo (Fanatico, 2007; Torres, 2016).

2.2.2. Sistemas de producciones avícolas alternativas

Las producciones avícolas de libre pecoreo, son aquellas en las cuales se les permite a las aves, interactuar en menor o mayor grado con el medio ambiente, desarrollando plenamente sus actividades y comportamientos propios de la especie (Terraz-Cuenca, 2005). Su importancia radica

en la libertad de las aves, mismo que da un valor agregado a los productos obtenidos (carne y huevo) y a la factibilidad de desarrollarse a diversas escalas productivas, desde las producciones para el auto consumo hasta producciones en gran escala (Quezada-Tristán, 2001).

De esta forma, las producciones de libre pecoreo han obtenido gran importancia en el mundo, y la unión europea ha sido pionera y líder en desarrollar esta actividad en buscar de mejorar el bienestar de las aves. Por tal motivo, las producciones alternativas se pueden clasificar en: semi-libre pecoreo, producciones a pequeña escala y orgánicas.

2.2.2.1. Sistemas de producciones avícolas Campero

Las producciones en semi-libre pecoreo también conocidas como camperas, son en particular las de mayor aportación de productos al mercado en la Unión Europea, entre la categoría de las producciones avícolas alternativas.

Las aves suelen pasar los primeros días de su vida en confinamiento, y dependiendo de las condiciones climáticas presentes se les permite el acceso a campos exteriores a partir de la 3^a o 6^a semana de vida. Se caracterizan por estar establecidas dentro de galpones o naves que, en algunos casos tuvieron un uso para producciones intensivas en confinamiento. Sin embargo, las naves cuentan con acceso a espacios al aire libre con vegetación, por medio de puertas del tamaño de las aves establecidas uniformemente en su perímetro, que permite la entrada y salida de los animales (al menos 1/3 de vida de las aves deben tener contacto al exterior). Estos orificios deben ser distribuidos uniformemente y en conjunto deben de tener una proporción de 4 metros de longitud por cada 100 m² que mida el galpón y una altura mínima de 35 cm (ASEPRHU, 2013).

En el caso de las producciones de huevo, en la Unión Europea, las gallinas son criadas en suelo libres de jaulas dentro de las naves, a una densidad de 9 aves/m² de superficie en el interior y 4 m²/ave o 2500 gallinas/ha en espacios exteriores (Van horne y Achterbosch, 2015). Las gallinas manejadas en estos tipos de sistemas son rústicas de razas especializadas en la producción de huevo, acelerando su madurez sexual a base de equipos de iluminación, alcanzando un peso promedio de 1.550 kg en un tiempo de 18 semanas. Su vida productiva es de aproximadamente un año a partir del comienzo de la puesta de huevo, posterior a ello, son sacrificadas para el aprovechamiento de su carne (ASEPRHU, 2013).

Por otro lado, en la producción camperas de carne se han desarrollado razas rústicas de crecimiento lento con un ciclo de producción mínimo de 80 días, alcanzando un peso promedio de 2-2.5 kg, los cuales son criados en piso a una densidad en el interior de las naves de 11 aves/m², con acceso al exterior antes de las 6 semanas de vida con un área disponible de 2 m²/ ave (González-Jiménez, 2013).

En particular, las normas que rigen las buenas prácticas pecuarias en las producciones avícolas en México, se limitan en las producciones convencionales o intensivas, pero ven a las producciones avícolas a pequeña escala como una alternativa importante para apoyar a las familias de escasos recursos debido a su baja inversión requerida y por la facilidad de efectuarla (Segura, 1989; Juárez-Caratachea *et al.*, 2008).

2.2.2.2. Sistemas de producciones avícolas tradicionales

Las producciones avícolas tradicionales son conocidas también como producciones familiares, tradicionales o de traspatio, se caracterizan por ser una actividad de gran importancia en las zonas rurales de países en desarrollo como México, generalmente son de pequeña escala. Son consideradas como una de las principales actividades pecuarias en zonas rurales realizados generalmente por la mujer, ya que más del 85 % de las familias cuentan con aves en su predio y son una fuente importante de proteína de origen animal y dinero por la venta de los productos excedentes (aves o huevos) (Vieyra *et al.*, 2004).

Las aves con las que cuenta este sistema de producción son gallinas criollas, las cuales se han ido adaptando casi de manera natural a las distintas condiciones ambientales, alimenticias y enfermedades de la localidad. Las edades y el tamaño de las parvadas manejadas bajo este sistema son muy variados, por lo general, se encuentran por debajo de las 100 aves por unidad de producción y se encuentran mezclados con otras especies animales como cerdos, ovinos, bovinos, caninos, entre otros., de las cuales no se tiene un control específico por el productor (Alonso y Ulloa, 1996). La base de su alimentación es maíz más los residuos de la comida de la unidad familiar y los insectos, piedras y plantas que logre consumir del predio. Por consecuencia, el inicio de la postura se prolonga aproximadamente hasta las 30 semanas de vida y la producción de huevo es mucho menor a los otros sistemas de producción mencionados anteriormente, teniendo una

postura de 7 a 16 huevos mensuales (Juárez y Pérez, 2003). Posteriormente, inicia la fase de cloquez e incubación para la subsistencia y proliferación de la gallina criolla.

En México, la inversión para la realización de las instalaciones en estos sistemas, como los gallineros es poca o nula. Por lo general, se observan gallineros fijos hechos de materiales de la región (madera, bambú, postes, etc.) para el alojamiento de estas aves (Lara *et al.*, 2003). Bajo este sistema de producción, la densidad y libertad de las aves es establecida por las condiciones económicas y de espacio con que cuente el productor, ya que se observan producciones desde confinamiento, mediante jaulas que limitan el desarrollo del comportamiento de las aves, hasta extensivas en la cual, se pasan las aves toda su vida en libertad. Asimismo, en otros países se han desarrollado otros sistemas de alojamiento como los gallineros fijos con praderas rotacionales y gallineros móviles en confinación para el mejor aprovechamiento de las pasturas (Fanatico, 2007).

2.2.2.3. Producciones avícolas orgánicas o ecológicas

Se entiende por producción ecológica a aquella actividad agropecuaria que esté estrechamente ligada a la tierra y su trabajo, sin productos químicos como hormonas, reguladores de crecimiento y organismos genéticamente modificados, que puedan dañar la estabilidad del producto. De igual forma, la producción de los animales está ligado a realizarse en espacios abiertos, donde pueda realizar sus actividades de forma natural y por consecuencia el bienestar animal. Por ello, se comprende que las producciones intensivas o en confinamiento, no puedan considerarse como ecológicas (CAAE, 2010).

La finalidad de este tipo de producciones, es responder a las demandas de la sociedad por productos de mayor calidad natural y que se produzca considerando la protección del medio ambiente. Por eso, se debe trabajar con especies animales rústicas, que puedan adaptarse al medio que se les presenta y crear medicinas alternativas que respondan a la exigencia de este tipo de producciones (Fanatico, 2002).

El crecimiento de las producciones orgánicas o ecológicas se puede observar en casi todos los países del mundo. En 1999, más del 66 % de las producciones ecológicas se presentaban en los países que conformaban la Unión Europea (Alonso, 2003 citado por Flores-Camarillo, 2012). Según la Organización mundial del comercio y la organización de las naciones unidas para la

alimentación y la agricultura, los países con más demandas por productos orgánicos son los de la Unión Europea, Estados Unidos y Japón, los cuales se caracterizan por tener una población con altos ingresos monetarios (Gómez *et al.*, 2002).

Aunado al gran nicho de oportunidad que el sistema de producción orgánica ofrece, su sistema productivo debe de estar regulado y certificado para que este tenga su valor como producto de calidad orgánica o ecológica. Dicho proceso es lento y costoso, y provoca que sea una práctica poco usual en los países en desarrollo (Reyes, 2007).

Con este sistema productivo, la Unión Europea maneja densidades máximas de 6 aves/m² en espacios en el interior de la nave, con un máximo de 3 mil aves, con acceso a áreas exteriores a una densidad de 4 m²/ave como mínimo en corrales rotacionales (ASEPRHU, 2013). Todo alimento proporcionado para estas aves, debe de poseer de igual forma el certificado de orgánico. México por su parte, carece de normativas específicas que regulen la producción ecológica en la avicultura.

2.2.3. Ventajas y desventajas de las producciones avícolas alternativas

Los sistemas avícolas alternativos, en los últimos años han crecido productivamente, debido a la demanda de los consumidores por productos más saludables y obtenidos de animales que fueron criados en libertad (Fanatico, 2007). De acuerdo a ello, las producciones avícolas alternativas son un área de oportunidad en desarrollo que necesita mejorías en su proceso productivo. De las ventajas que este sistema productivo ofrece son: proporción de libertad a las aves para el desarrollo de comportamientos naturales propios de la especie, mantienen áreas externas de pecoreo con diversidad de plantas y árboles para el desarrollo estable de las aves, producen productos ecológicos, proveen al consumidor productos de calidad natural, en familias de escasos recursos, tiene la función principal de proveer carne de excelente calidad con un bajo costo.

Por el contrario, de las desventajas de este sistema productivo son: presentan mayor mortalidad de las aves, ciclos de producción prolongados, costo de producción y de los productos es mayor, menor obtención de productos, mayor susceptibilidad a enfermedades, los certificados en el caso de la producción orgánica son costosos, entre otros. Por lo cual, estas desventajas nos ofrecen una oportunidad para mejorar los sistemas productivos avícolas alternativos. En el Cuadro 1 se muestran las características distintivas de los sistemas de producción avícola.

Cuadro 1. Características distintivas de las producciones avícolas.

Sistemas de Producción	Objetivos de producción	Características	Densidad o disponibilidad de área
*Intensivo en confinamiento	Engorda para mercado	Producción en piso	36-39 kg/m ²
	Postura para mercado	Producción en jaula tradicional	400 cm ² /ave
		Producción en jaula enriquecida	Mínimo de 750 cm ² /ave
		Producción en piso	Mínimo de 1111 cm ² /ave
*Alternativos	Postura o engorda para mercado	Alojamiento en piso, dentro de la nave	9 aves/m ²
Camperos		Alojamiento externo para el pecoreo	4 m ² /ave
Tradicional	Auto consumo (doble propósito)	Variada sin regulación	Confinamiento o extensivo
	Orgánico	Postura o engorde para mercado	Alojamiento en piso, dentro de la nave
Alojamiento externo para el pecoreo			Mínimo de 4 m ² /ave

2.3. Bienestar animal

En los últimos años, en las producciones pecuarias uno de los temas que ha tomado importancia en todo el mundo es el bienestar animal, debido a que el fin de estas producciones, es obtener mayores beneficios económicos a menor costo, con la producción de los animales en confinamiento, para lograr mayor ganancia de huevo o carne con el sacrificio de los animales (Fanatico, 2007). Esto ha causado que diversas instituciones decidan establecer normas que mejoren los sistemas de producción y el bienestar animal (ASEPRHU, 2013).

Por lo que, organizaciones mundiales como la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), decidieron elaborar las primeras normativas internacionales a base de investigaciones científicas, para mejorar el bienestar animal en las producciones pecuarias. Sin embargo, la apreciación del bienestar animal puede llegar a ser controversial y variar de acuerdo a la percepción cultural, religión, ética, localidad, economía y política de cada individuo (OIE, 2016). Cada país miembro de la OIE (180 países), designa un punto focal nacional para el bienestar animal, que complementan las normativas internacionales establecidas, y que deben ser adoptadas por todos

los países miembros de la organización. La normativa abarca principios generales como el transporte de los animales, sacrificio con fines de control zoonosológico, sacrificio de animales para el consumo humano, sistemas de producción animal y utilización de animales en la investigación y educación (OIE, 2015).

Tal es la importancia del bienestar animal, que la Unión Europea ha logrado ser la principal organización en establecer leyes a favor del cuidado animal, disminuyendo las densidades de poblaciones de aves, permitiéndole mayor área para desarrollar su comportamiento lo mejor posible (Van horne y Achterbosch, 2015). Asimismo, los consumidores europeos, valoran las producciones que integren a su sistema productivo actividades benéficas al bienestar animal, por lo que el precio de estos productos es superior a los productos proporcionados por las granjas convencionales (FAO, 2012).

De acuerdo con la Real Academia Española (2014), el bienestar lo define como, conjunto de las cosas necesarias para vivir bien. Por su parte, el código sanitario para los animales terrestres de la OIE (2016), define al bienestar animal como el modo en que un animal afronta las condiciones en las que vive. SENASICA (2016) indica que es un estado de salud donde las aves están en armonía con el ambiente que las rodea, y depende de la habilidad del productor para mantenerlas sanas y libre de sufrimientos. Midiéndose a partir de indicadores basados en la presencia o ausencia de enfermedades y su comportamiento. Para lo cual, se consideran aspectos de alojamiento en instalaciones adecuadas, evitando hacinamiento o sobre población, tomando en cuenta la etapa productiva y la densidad máxima permitida.

Nicol y Davies (2013) mencionan que el Farm Animal Welfare Council del Reino Unido contempla una serie más amplia de necesidades físicas y de comportamiento de las aves, establecido en cinco libertades como necesidades indispensables para el bienestar animal, las cuales son: libertad de no padecer hambre y sed, libertad de no sufrir molestias, libertad de no sufrir dolor, heridas o enfermedades, libertad de expresar un comportamiento natural y libertad de no padecer miedo ni angustia.

De acuerdo a lo establecido en el mejoramiento de las normas del bienestar animal, es de vital importancia enfocar las investigaciones hacia la etología de las aves, para obtener mayor conocimiento acerca del comportamiento de estos animales y en base a ello hacer las mejoras en los sistemas productivos.

2.4. Etología animal

Se entiende como etología al estudio científico del comportamiento o la conducta animal en su ambiente natural o habitual, los cuales se presentan como respuesta a estímulos externos como el ambiente o internos como el estado de salud, y son discernidos a través de la percepción del hombre. La importancia del estudio del comportamiento animal radica desde los inicios de vida de los primeros humanos, debido que, para obtener carne de animales silvestres, tuvo la necesidad de comprender las actividades y comportamientos de estos animales para lograr cazarlos o domesticarlos (Ortega-Cerrilla y Gómez-Danés, 2006). La importancia del estudio del comportamiento radica principalmente en las producciones pecuarias, con el fin de establecer programas de bienestar, alimentación, manejo, transporte y reproducción, que ayudan en gran medida a mejorar la producción y salud de los animales (Bavera, 2002).

El comportamiento animal es una actividad fisiológica que se da a través de diversos estímulos, involucrando la función de órganos de los sentidos (vista, olfato, oído, gusto y tacto), mismos que incitan la actividad neural y este activa el sistema nervioso, para lograr finalmente la movilidad originada por los órganos motores como músculos y huesos (Petryna y Bavera, 2002). Las circunstancias que dan origen al comportamiento, se establece a partir de tres tipos de comportamientos o aprendizajes, el innato (genético), la impronta (enseñanza materna) y el adquirido (ambientales y sociales) (Álvarez-Calvo *et al.*, 1983).

El comportamiento innato es aquel que se desarrolla sin necesidad de un aprendizaje previo, esto quiere decir que es heredado genéticamente y se presenta de forma instintiva. Como lo realizado por John Ray (1676) citado por Jensen (2002), que observó en aves que eran retiradas de su nido a temprana edad, mantenían la capacidad de construir su nido en edades adultas.

La impronta o imprinting es el comportamiento de aprendizaje de fijación irreversible que se realiza en las primeras horas de vida de los animales recién nacidos. Su principal y mejor vínculo de aprendizaje se establece con la interacción entre la madre y cría. Investigaciones como la de Pittet *et al* (2013) demostraron que las codornices criadas por madres adoptivas, desarrollaban mejor instinto materno que aquellas codornices que fueron criadas sin madre.

Por último, está el comportamiento adquirido, el cual se desarrolla por influencias ambientales como la temperatura, iluminación, estación del año, precipitación, sociabilidad, depredadores, entre otros. Como en el caso de los bovinos y ovinos, pueden presentar variación en su conducta

alimenticia si se les varía la hora de pastar y las interacciones sociales con otros animales (Fraser y Broom, 1997).

Los distintos tipos de aprendizajes que dan origen al comportamiento y que se mencionaron anteriormente, varían entre los animales. Sin embargo, cabe mencionar que el comportamiento sufre cambios o evoluciones, de acuerdo a las condiciones ambientales, que llevan a la muerte o adaptación de los organismos (selección natural). Esta adaptación, con el paso de los años causa cambios fisiológicos lo cual, es un reflejo físico de la genética y de los estímulos ambientales percibidos (Perinat, 1980).

La domesticación, es un proceso por el cual ciertas poblaciones de especies vegetales o animales pierden, adquieren o desarrollan ciertas características morfológicas, fisiológicas o de comportamiento, resultado de la interacción prolongada con el ser humano. Dicha interacción, tiene como fin para el hombre, mantener a los animales en ambientes controlados y confortables, que les ayuden a desarrollarse con facilidad y producir mayor volumen de productos para el consumo humano. Sin embargo, esta actividad rompe con la secuencia de selección natural y evolución de los animales, creando generaciones adaptadas a ambientes controlados, por la selección artificial y decisiones del humano para la elección de animales a reproducirse (Petryna y Bavera, 2002). En producciones convencionales, muchos comportamientos naturales de los animales se han perdido a causa de la intervención del hombre, como es el caso de la crianza materna de las gallinas. Por lo que es de vital importancia, recuperar este comportamiento (crianza materna) en las producciones alternativas para el mejor desempeño y bienestar de los animales.

2.5. Crianza materna en las aves *Gallus gallus domesticus*

La crianza materna es un comportamiento innato de los animales domésticos, el cual tiene como fin preservar y preparar a su progenie para desarrollarse en su hábitat. Las aves *G. gallus domesticus* en particular, tienen varias etapas de vital importancia antes, durante y después de la crianza materna. Para su entendimiento, se clasificó en postura y cloquez, impronta, maternidad y separación y efectos perdurables en las crías.

2.5.1. Postura y cloquez

Las gallinas comienzan su etapa reproductiva con la postura de huevos entre las 18 y 28 semanas de vida, dependiendo del sistema de producción avícola (Romero-Lara, 2007; Singh *et al.*, 2009; Guamán-Toapanta, 2012). Los factores que inciden en este ciclo productivo son principalmente la genética, alimentación, nutrición, salud, luminosidad y estrés (Estrada y Márquez, 2005; Dorador-Palomo, 2013). La reproducción de las aves es regulada por las hormonas producidas en el hipotálamo, hipófisis y gónadas (Peralta y Miazso, 2002; Angulo-Asensio, 2009), iniciando con el aumento en el estímulo de la captación de luz por medio del nervio óptico y la glándula pineal que actúan sobre el hipotálamo, mismo que secreta la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), la cual influye sobre la hipófisis, y ésta segrega las hormonas FSH (hormona folículo estimulante) y LH (hormona luteinizante), que son las encargadas del crecimiento folicular y la ovulación (Gutiérrez, 1999; Peralta y Miazso, 2002; Angulo-Asensio, 2009 Galina y Valencia, 2010). Una vez alcanzado el final del ciclo de postura de las gallinas, la hipófisis libera la hormona LTH (prolactina), la cual es antagonista de la FSH y LH, desarrollando en ese momento el comportamiento de la cloquez y maternidad en las gallinas (Gutiérrez, 1999; Jiang *et al.*, 2005; Galina y Valencia, 2010; Rivas-Acaro, 2011).

La cloquez es un estado fisiológico de la gallina caracterizado por interrumpir su ciclo de postura para posar dentro del nido sobre sus huevos. Su presencia depende de la raza, edad, condición física y ciclo de postura, entre otros factores. La principal función de la cloquez es desarrollar la incubación natural, y consiste en proporcionar condiciones óptimas de temperatura, humedad, ventilación y movilidad, para el desarrollo del embrión y eclosión del huevo a los 21 días. En las gallinas provoca un aumento de la temperatura corporal, y reducción de la ingesta de comida y agua (Jiang *et al.*, 2005, 2010).

El estado fisiológico de la cloquez de las gallinas para la incubación y obtención de sus pollos es utilizado frecuentemente en los sistemas de producciones avícolas tradicionales. Cabe señalar que en sistemas de producción intensivos es casi nulo la presencia de la cloquez, creando de esta manera ciclos prolongados de postura de huevo y por consecuencia un mayor desgaste físico de la gallina, en los cuales, se subestima su bienestar.

Jiang *et al.* (2010) evaluaron y compararon la influencia de la cloquez en la producción de huevo de gallinas chinas Qingyuan, obteniendo un inicio de postura en promedio a las 20 semanas de

vida y su primer ciclo de cloquez 20 semanas después, con una incidencia a la cloquez del 15% de la parvada aproximadamente; obteniendo, una producción de huevo mayor en el periodo previo a la cloquez, en aquellas gallinas que presentaban este comportamiento, pero con una producción total, menor a aquellas que no presentaban este estado.

Posteriormente, la gallina entra a la etapa de maternidad, caracterizada por la eclosión de los huevos, nacimiento e interacción entre pollos y madre (gallina), tiempo en el cual éstos, aprenden a adaptarse y sobrevivir en su hábitat (Jiang *et al.*, 2005; Juárez-Caratachea *et al.*, 2008; Jiang *et al.*, 2010). Asimismo, Azharul *et al* (2005) no encontraron diferencia significativa en relación al peso de las gallinas indígenas de Bangladesh con el número de huevos incubados (8, 11, 14 y 17 huevos) y la eclosión de huevos fértiles. Sin embargo, las gallinas de menor peso (800 a 950 g) tuvieron mayor supervivencia de sus pollos (95.4%) comparado con las más pesadas (peso entre 951 a 1100 g y supervivencia de 87.4%), deduciendo de esta manera que las gallinas de menor peso serían las más aptas en factor maternal. Se infiere que esto pudo deberse, a que las gallinas ligeras tienen la capacidad de presentar a sus crías ambientes óptimos donde desarrollarse y al aporte de termorregulación de la gallina que le proporciona su cuerpo menos pesado para disipar el calor con mayor facilidad.

2.5.2. Impronta

Se define impronta al vínculo (madre-cría) y aprendizaje de las crías derivado de la influencia materna, de cualquier especie animal, que se establece durante un periodo de tiempo breve, a una edad muy temprana. La importancia de este periodo radica en la fijación estable e irreversible de señales o características aprendidas, que será de utilidad a una edad adulta, para el desarrollo de un comportamiento óptimo para su supervivencia (Hess, 1958; Maier, 2001; Mandujano-Camacho, 2010; Edgar *et al.*, 2016); se considera que el vínculo madre-cría mejora el aprendizaje y comportamiento de las crías en edades posteriores, por lo que pensamos que el contacto materno en las primeras horas de vida es de gran relevancia.

Estudios con humanos han demostrado que las crías menores a 3 días de nacidos tienen la capacidad de reconocer la voz materna entre otras voces femeninas (DeCasper y Fifer, 1980). Esto puede deberse a que el desarrollo de las crías se lleva a cabo en el interior de la madre y por consecuencia llega a crearse un lazo y reconocimiento de la voz previo a su nacimiento. Sin

embargo, en especies ovíparas como las aves, el desarrollo de sus crías se realiza externo al cuerpo de la hembra. Es así que, en aves se han desarrollado investigaciones para comprobar el efecto de la impronta, mediante estímulos prenatales o durante las primeras horas de vida. Al respecto, Gottlieb (1983) observó mayor respuesta en patos que recibieron estímulos de sonidos prenatales mediante interacciones con patos de madera, en comparación a aquellos que fueron incubados en aislamiento (sin ningún tipo de sonido). Asimismo, Jain *et al.* (2004) con pollos White Leghorn (*G. gallus domesticus*) mostraron que con experiencia auditiva prenatal mejoraban la preferencia postnatal por sonidos específicos de su especie.

Otras investigaciones evidencian la capacidad de aprendizaje de los pollos instantes después de su nacimiento; Wong y Amsel (1971), obtuvieron una mayor respuesta de picoteo en pollos que habían tenido experiencia previa mediante destellos lumínicos al momento de alimentarse, después de ser sometidos a la privación alimenticia durante 10 horas y presentarles los mismos estímulos lumínicos, en comparación de pollos que no se les fue presentado dicha experiencia. No obstante, investigaciones como la de Nordgreen *et al.* (2006), tuvo la finalidad de comparar las reacciones a estímulos presentados de tratamientos de pollos con y sin corticosterona prenatal (altos niveles de corticosterona en huevo está relacionado a estrés de la gallina); los pollos del tratamiento sin corticosterona reaccionó primeramente a estos estímulos, pero los pollos de ambos tratamientos no presentaron preferencias. Asimismo, Kirkden *et al.* (2008) comparó la respuesta de pollos domésticos White Leghorn con pollos ancestrales red junglefowl (*Gallus gallus*), debido a que mencionan que la domesticación ha sido un factor primordial en la reducción del aprendizaje y comportamiento social de las aves. Para esto, hicieron uso de objetos estimulantes como un cilindro rojo y una pelota azul, no encontrando diferencia significativa en la motivación filial entre ambos tipos de pollos. Sin embargo, los pollos junglefowl presentaron preferencias iniciales sobre el cilindro rojo, mientras que los pollos White Leghorn no presentaron preferencia. Los resultados mostrados anteriormente, pueden deberse a la falta de estímulos presentados a los pollos, para que estos desarrollen mayor movilidad. Además, que muchas de las investigaciones de impronta, son comprobadas únicamente días posteriores a la enseñanza, por lo que se recomienda realizarla en tiempos prolongados para observar si en realidad hubo fijación de lo presentado en la edad inicial.

2.5.3. Maternidad y separación

En toda especie animal, incluyendo a las aves, la maternidad es crucial para el desarrollo del comportamiento de las crías. En mamíferos se ha observado que la privación maternal a edades tempranas puede traer problemas en su comportamiento social y sexual (Levine y Mody, 2003; Weaver *et al.*, 2004). En aves, las investigaciones buscan descubrir la importancia del cuidado materno en el desarrollo de comportamientos de sus crías, como la agresividad, movilidad, capacidad exploratoria y miedo.

En este sentido, Fält (1978) efectuó una investigación sobre la agresividad dentro de camadas de pollos (Old Swedish Bantam) criados con y sin influencia materna; observando diferencia significativa entre camadas y encontrando que las gallinas tienen la capacidad de inhibir el comportamiento agresivo entre sus pollos.

Roden y Wechsler (1998) estudiaron y compararon el comportamiento de pollos criados con y sin influencia materna, y registraron mayor movilidad en pollos criados por una gallina en comparación con aquellos criados solos, igualmente observaron que las crías destinaron tiempos significativamente mayores en actividades como descansar, acicalarse, explorar y alimentarse mientras que su madre realizaba dichas actividades. Asimismo, Brinch-Riber *et al.* (2007) descubrieron que en espacios enriquecidos (con perchas y camas de aserrín) y con apoyo de la crianza materna, los pollos tradicionales Lohmann presentaban mayor movilidad, daban mayor uso a las perchas durante el día, picoteaban con mayor frecuencia el piso y disminuían el canibalismo en comparación de los pollos criados sin madre.

A su vez, de Margerie *et al.* (2012) evaluaron la capacidad exploratoria de los polluelos de codornices japonesas criados con y sin influencia materna, obteniendo que los pollos criados por su madre contaban con la capacidad de explorar mayores superficies cuando eran sometidos a áreas nuevas y por lo tanto, tenían mayor facilidad de acceder al alimento más rápidamente; también en mamíferos las madres influyen en el comportamiento exploratorio de las crías, como encontraron Albers *et al.* (2000), trabajando con madres cobayas (*Cavia aparea f. porcellus*) encontraron una mayor actividad exploratoria en las crías de madres que presentaban mayor actividad de locomoción.

Bertin y Richard-Yris (2004) compararon las reacciones de miedo hacia los humanos por parte de codornices japonesas criadas por madres con o sin contacto previo con el humano. Encontraron

que las crías con menor temor fueron aquellas cuyas madres habían tenido interacción previa con el humano. De esta manera, se infiere que las madres codornices influyen en el desarrollo de emociones como el miedo en sus crías. Igualmente, Shimmura *et al* (2010), encontraron que los pollos criados por una gallina desarrollaban mayor actividad y menor temor hacia los humanos en comparación con los pollos criados sin influencia materna.

2.5.4. Efectos perdurables en las crías

Como se ha mencionado anteriormente, el desarrollo del comportamiento de la descendencia es influenciado fuertemente por la crianza materna, dicho comportamiento es mantenido y reflejado de igual forma en etapas posteriores (Ogawa *et al.*, 1994; Pittet *et al.*, 2013). Esto es debido a que las madres aplican una fuerte influencia neuronal a su descendencia mediante su interacción como proceso de aprendizaje, con lo cual se ve modificado su comportamiento social, emocional y aprendizaje de las crías (Bredy *et al.*, 2003; Pittet *et al.*, 2013). Esto a su vez, es afectado por la privación de la presencia materna total o parcial, afectando de esta manera el comportamiento de las crías en etapas jóvenes y adultas, con consecuencias en el temor, bajo nivel de exploración en áreas nuevas y deficiencias al criar en las etapas adultas (Ogawa *et al.*, 1994; Bertin y Richard-Yris, 2005; Tsuda y Ogawa, 2012; Pittet *et al.*, 2013).

Por otra parte, Pittet *et al* (2013) desarrollaron una investigación para probar si las codornices japonesas (*Coturnix c. japónica*) transmitían su comportamiento por más de una generación a crías adoptivas (sin lazos genéticos). Para lo cual, los grupos de madres codornices que utilizaron para el experimento, tuvieron una crianza inicial con o sin influencia materna. De esta manera, las crías de codornices criadas por madres, eran más sociables, tenían menos temor hacia el humano y utilizaban mayor área para realizar sus actividades; en comparación de aquellas crías, que fueron adoptadas por madres sin influencia materna, mostraron mayor temor y el área que utilizaron era menor, asimismo, las madres sin influencia materna presentaron mayor agresividad con sus polluelos.

2.5.5. Crianza materna y su importancia en los sistemas alternativos de producción avícola

De los apartados anteriores se concluye que la madre juega un papel muy importante en el desarrollo de sus crías, ya que se ha demostrado que el comportamiento puede ser heredado mediante el vínculo madre-cría. Para producciones de libre pecoreo es de vital importancia, ya que aprenden mediante el contacto materno a hacer un mejor uso del hábitat y responder mejor a situaciones inesperadas y peligros, encontrar alimentos complementarios, así como presentar un mayor repertorio de comportamientos naturales, lo cual podría contribuir a dar respuesta a las principales críticas que recibe este sistema de producción.

3. OBJETIVO E HIPÓTESIS

3.1. Objetivo

Determinar la influencia materna sobre los parámetros productivos, uso del hábitat y comportamiento de las crías.

3.2. Hipótesis

La influencia materna modifica los parámetros productivos, el uso del hábitat, y el comportamiento de las crías permitiendo un mejor desempeño en el sistema de libre pecoreo.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación y descripción del área experimental

El presente trabajo se realizó en la unidad experimental avícola del Colegio de Postgraduados Campus Veracruz, ubicado sobre la Carretera Federal Xalapa-Veracruz km 88.5, Predio Tepetates, Municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México. El clima es AW₁ (W)f(g) con promedio anual de temperatura de 25.4°C, promedio anual de precipitación acumulada de 1285.8 mm, la elevación media es de 16 msnm (Ortiz y López, 1997).

4.1.1. Diseño de corrales

El área experimental comprendió seis corrales experimentales contiguas de 5 x 30 m cada uno, dispuestos en un terreno con una pendiente del 10 % y orientación Este-Noreste. Cada corral

experimental contó con un área de pecoreo, con sombreaderos de palma y una caseta de resguardo como se muestra en la Figura 3. El perímetro de cada área experimental fue cercado con malla gallinera metálica, de 1.80 m de alto y 3 x 5 cm de luz; en la base del cerco se añadió una barrera visual de polietileno negro de 0.5 m de alto. Asimismo, en cada unidad experimental se marcaron con pintura seis secciones de 3.75 m de largo y una séptima de 7.5 m de largo para determinar la ubicación de los pollos en el hábitat, se identificaron los pollos de acuerdo a la distancia máxima de cada sección a la caseta de resguardo como se muestra en la Figura 4: 1 (1.5 m), 2 (3.75 m), 3 (7.5 m), 4 (11.25 m), 5 (15 m), 6 (18.75 m) y 7 (26.25 m).



Figura 3. Corrales experimentales conformada por caseta y área de pecoreo.

El área de pecoreo dispuso arvenses típicas de la zona, arboles de *Moringa oleífera* de cuatro años, plantados en marco real a 4 x 2 m; adicionalmente se establecieron dos sombreaderos en cada corral, con palma seca de coyol (*Acrocomia aculeata*) a una altura de 2 m de 2 x 5 m c/u, con el fin de brindarles mayor comodidad y sombra a las aves.

La caseta midió 1.2 x 2.6 x 1.5 m, construida de madera y malla criba de 1 cm de luz, con techo de lámina de zinc galvanizada. El piso de la caseta de malla criba elevado 20 cm sobre el suelo, cubierto con virutas de madera con un grosor de 5 cm. Complementado con perchas a una altura de 1.20 m, paredes de madera del lado norte y oriente como protección contra los vientos, piso y paredes restantes estaban formados con malla criba.

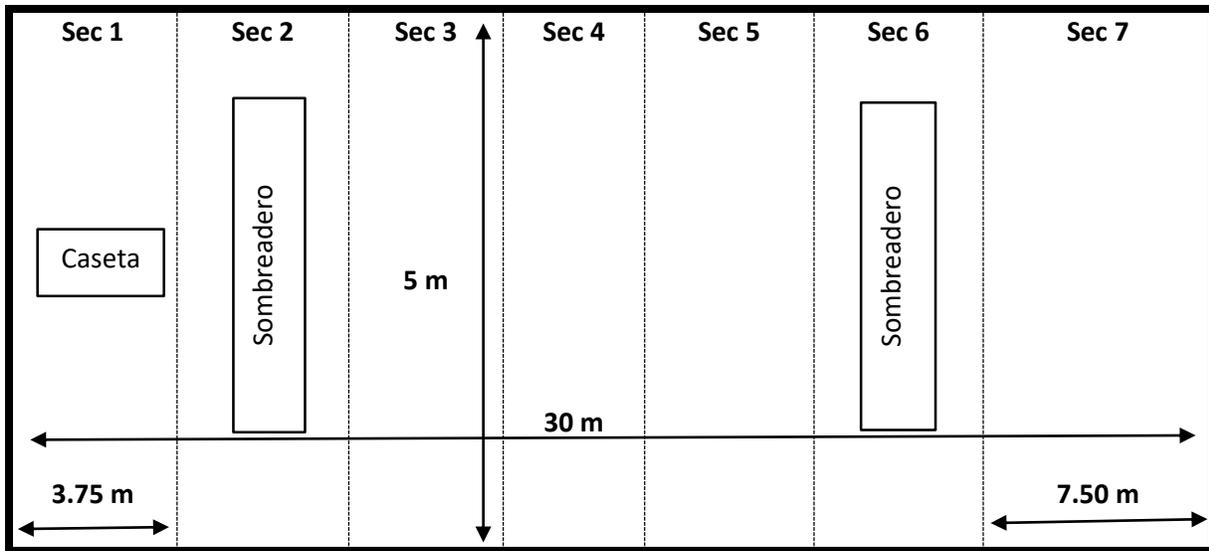


Figura 4. Diseño y medidas de cada corral, donde se delimitaron siete secciones de pecoreo.

4.1.2. Aves experimentales

Se adquirieron (el 18 de abril del 2016) 120 huevos Red Rhode Island x Barred Plymouth Rock, en la granja avícola Santa Martha, Xico, Veracruz, los cuales fueron puestos a incubar en una incubadora Kuhl Flemington (New Jersey- USA, modelo AZYSS-360-110) el día 19 de abril del 2016. Se adquirieron localmente tres gallinas criollas, adaptadas al sistema de libre pecoreo y en estado de cloquez; en el día 18 de incubación se seleccionaron al azar un total de 15 huevos próximos a eclosionar, asignando cinco aleatoriamente a cada gallina, con el fin de establecer el lazo materno entre la gallina y los pollos. No existió relación genética entre los pollos y las madres, con el fin de observar si existe influencia materna directamente con el comportamiento de los pollos. El resto de huevos fértiles se colocaron en la parte inferior de la incubadora en espera de su eclosión. Se obtuvieron un total de 84 pollos, 73 llevados a término por la incubadora y 11 por las tres gallinas (los huevos eclosionaron el 10 de mayo del 2016). Todos los pollos se pesaron con una báscula digital (Polder modelo KSC-345-90) y se identificaron desde el primer día de vida mediante anillos numerados colocados en los tarsos.

4.2. Diseño experimental

La investigación constó de dos periodos, considerando la edad y el desarrollo de la termorregulación de los pollos; se tomó en cuenta los datos recabados por Shimmura *et al.* (2010),

el cual menciona que estos animales comienzan a termorregular por sí mismos a partir del día 25 de vida. El periodo I comprendió de la semana uno a la cuatro, se aplicaron dos tratamientos: 1) Con gallina (TCG), 14 pollos mixtos criados por una gallina, tres repeticiones, 2) Sin gallina (TSG), 14 pollos mixtos solos, tres repeticiones. Cada repetición se asignó aleatoriamente a un corral experimental. Se excluyó del área experimental un espacio de 7.5 x 5 m (sección siete) por lo que la dimensión para el pecoreo de las aves fue de 112.5 m² por unidad experimental durante este periodo.

Durante el periodo II, que comprendió de la semana cinco a la ocho, se eliminó la presencia de la gallina en el TCG, y la fuente de calor artificial en el TSG. Adicionalmente, en todas las unidades experimentales se permitió el acceso al área excluida durante el periodo I, con la finalidad de observar la actividad exploratoria de los pollos y contrastar el efecto materno residual; por lo cual el área disponible fue de 150 m² por unidad experimental.

A los pollos de ambos tratamientos se le permitió el acceso total del área permitida por cada periodo experimental, únicamente por las noches se encerraban dentro de las casetas para evitar agresiones por depredadores nocturnos. Posteriormente, al día siguiente se abrían las puertas de las casetas antes de dar inicio los muestreos.

4.3. Variables evaluadas

4.3.1. Parámetros productivos

Los parámetros productivos como son el consumo aparente de alimento (CAA), ganancia de peso (GP) y conversión alimenticia (CA), para cada periodo se obtuvieron de la siguiente forma:

El CAA se calculó por diferencia, pesando el alimento suministrado y rechazado (24 horas después) por los pollos de cada repetición. Esta actividad se realizó de 6:45 a 8:00 h durante todos los días que duró el experimento. Desde el primer día de vida de los pollos, se les proporcionó 200 g de alimento en cantidades iguales para cada unidad experimental; la cantidad fue incrementándose, ajustando de acuerdo al consumo del día anterior. Se colocó un comedero de piso durante el periodo I y se cambió a un comedero de tolva para el periodo II, el cual se iba elevando a la altura del pecho de los pollos. El alimento se ofreció *ad libitum* diariamente en cantidades iguales por unidad experimental, y se fue ajustando de acuerdo al consumo creciente

de los pollos. La marca comercial del alimento ofrecido fue Campi MR iniciación y crecimiento. Los animales contaron con disponibilidad de agua *ad libitum*.

Para obtener el consumo aparente de la gallina (CAG) se calculó mediante la fórmula:

$$\text{CAG} = \text{CATCG1} - \text{CATSG1}$$

Donde CATCG1 es el consumo aparente promedio de las repeticiones del tratamiento con gallina en la semana uno, y CATSG1 es el consumo aparente promedio de las repeticiones del tratamiento sin gallina en la semana uno.

Para obtener el consumo aparente semanal de los pollos (CA_{Pi}) de cada repetición del tratamiento con gallina, se calculó mediante la fórmula:

$$\text{CA}_{Pi} = \text{CAR}_i - \text{CAG}$$

Donde CAR_i es el consumo aparente de la repetición en la semana i (i= semana de interacción madre-cría en el periodo uno), y CAG es el consumo aparente de la gallina (el consumo aparente de la gallina es constante en las repeticiones y semanas del periodo uno).

Una vez obtenido el CAA de las repeticiones de ambos tratamientos, se dividió entre el número de pollos con que contaba cada repetición, para adquirir el consumo aparente por pollo y realizar el análisis estadístico.

Los pollos se pesaron cada semana a partir del día uno de vida. La GP se calculó por periodo (I o II), restandole al peso final de los pollos de cada periodo, el peso de los pollos al inicio del periodo. Se obtuvieron los promedios de GP por repetición y tratamiento.

Con el fin de conocer cuánto alimento necesitaron consumir los pollos para producir un gramo de peso se calculó la CA. Para ello se dividió el CAA por animal calculado para cada unidad experimental, entre la GP de cada pollo en la unidad experimental correspondiente; se calculó el promedio de CA por unidad experimental y tratamiento.

4.3.2. Uso del hábitat y comportamientos

Para determinar el uso del hábitat y registrar los comportamientos manifestados por los pollos, se utilizó la técnica de escaneo o barrido, de acuerdo con Abouelezz *et al.* (2014). El barrido se realizó cada 10 minutos para registrar visualmente los comportamientos realizados y su ubicación respecto a las secciones de la unidad experimental. Los horarios seleccionados para el muestreo fueron de

7:00 a 10:00 y de 16:00 a 18:00 h y se eligieron de acuerdo a las temperaturas más bajas durante el día. Para el monitoreo visual y manejo adecuado de los datos se utilizó un Digital voice recorder VN-5200PC. Dichos escaneos se realizaron 6 días a la semana excluyendo el día dedicado al pesaje de los pollos. Las actividades registradas por los pollos fueron las siguientes: acicalando, beber agua, caminando y corriendo, comiendo, descansando, parados, pecoreando, en refugio, y otros. Junto con cada escaneo, se registró la temperatura ambiente determinada con un termómetro digital Steren modelo TER-100, así como las condiciones de nubosidad presentes.

4.4. Análisis estadísticos

Se evaluó el efecto materno en cada periodo de la investigación, mediante el análisis de varianza de las variables de los parámetros productivos como consumo de alimento aparente (CAA), ganancia de peso (GP) y conversión alimenticia (CA). Para ello se utilizó el PROC GLM del paquete estadístico SAS 9.4 de acuerdo a la guía de usuarios de SAS/STAT(R) 9.22. Se verificó que la distribución de los datos de estas variables cumpliera con el supuesto de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilkis, de lo cual se determinó utilizar el logaritmo natural del consumo de alimento aparente; las otras variables no fueron transformadas pues cumplieron con el supuesto de normalidad.

Para analizar el efecto materno sobre las variables uso del hábitat y comportamientos realizados, por ser frecuencias de variables multinomiales, se utilizaron modelos lineales generalizados (PROC GENMOD, SAS 9.4), para distribuciones multinomiales con la función link cumlogit, de acuerdo a lo recomendado por la guía de usuarios de SAS/STAT(R) 9.22, la cual permite la comparación de las distribuciones de frecuencias del hábitat o de los comportamientos, entre tratamientos (con y sin gallina).

Para comparar el uso dado por pollos con y sin influencia materna, a una sección del hábitat nueva, se realizaron pruebas de bondad de ajuste (χ^2) de la frecuencia de pollos observados en la sección siete, durante cada semana del periodo dos; las frecuencias esperadas fueron las dadas por la proporción de pollos en cada tratamiento. Para este análisis se utilizó el Proc Freq de SAS 9.4, de acuerdo por la guía de usuarios de SAS/STAT(R) 9.22. De la misma manera se determinó la influencia materna sobre la frecuencia de pollos en actividad de pecoreo, por cada semana del periodo uno y del periodo dos.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Parámetros productivos

Los pesos promedios iniciales de los pollos de los tratamientos con (TCG) y sin gallina (TSG), fueron los siguientes: 37.5 ± 2.0 y 37.1 ± 1.8 g, respectivamente; y los pesos finales para el TCG fue de 698 ± 67 g y 740 ± 61 g para el TSG, en un periodo de 56 días.

No se encontró diferencia significativa entre los tratamientos TCG y TSG en los parámetros productivos CAA, GP y CA, en ninguno de los dos periodos. Las medias y pruebas de F correspondientes se muestran en los cuadros 2 y 3.

Cuadro 2. Medias (\pm EE) de los parámetros productivos por tratamientos con y sin gallina en los periodos I (semana 1-4) y II (semana 5-8) del experimento.

Periodo	Tratamiento	Consumo Aparente de Alimento (g)	Ganancia de Peso (g)	Conversión Alimenticia
I	Con gallina	579.7 (\pm 27.1)	229.0 (\pm 8.3)	2.7 (\pm 0.2)
	Sin gallina	566.0 (\pm 1.1)	243.4 (\pm 7.0)	2.4 (\pm 0.1)
II	Con gallina	1491.5 (\pm 5.9)	431.3 (\pm 19.1)	3.6 (\pm 0.2)
	Sin gallina	1521.7 (\pm 65.2)	459.6 (\pm 5.8)	3.4 (\pm 0.1)

Cuadro 3. Valores de F de los análisis de varianza de los parámetros productivos.

Parámetros productivos	Valor de F	Pr>F	
Periodo I	Consumo de Alimento	0.26	0.6398
	Ganancia de Peso	1.73	0.2582
	Conversión Alimenticia	1.19	0.3372
Periodo II	Consumo de Alimento	0.21	0.6685
	Ganancia de Peso	2.00	0.2299
	Conversión Alimenticia	0.43	0.5481

En un estudio realizado con pollos de la cepa comercial IJA 657 de Francia en condiciones de confinamiento, Wauters *et al.* (2002) registraron ganancias de pesos menores en pollos criados por gallina en comparación con pollos criados sin madre. Por el contrario, Valencia *et al.* (2003) compararon la ganancia de peso de pollos criollos criados con influencia materna y sin influencia

materna, bajo un sistema de producción extensivo en dos periodos diferentes, utilizando como base de alimentación el maíz. Encontraron que los pollos criados por una madre presentaron mayor desarrollo corporal, que aquellos incubados artificialmente. La diferencia con los resultados del presente estudio con respecto a los parámetros productivos pudo deberse, a que la base de alimentación utilizada en el experimento de Valencia *et al.* (2003) fue de maíz, mientras que en este estudio se usó concentrado comercial y esto pudo provocar la no diferencia significativa del peso de los pollos TSG y TCG; otra diferencia fue el tiempo de maternidad de 28 días vs. 50 días en el estudio de Valencia *et al.*, 2003.

Asimismo, Juárez-Caratachea y Ortiz-Alvarado (2001), realizaron una investigación con pollos criollos bajo un sistema de producción de traspatio y alimentación con concentrado comercial, bajo clima templado a 1820 msnm y una temperatura promedio de 16°C, donde se midió el consumo aparente de alimento (CAA), ganancia de peso (GP) y conversión alimenticia (CA) durante 4 y 8 semanas de vida de los pollos. Ellos obtuvieron 1043.9 g de CAA, 286 g de GP y 3.65 de CA, en las primeras 4 semanas y 2096.25 g de CAA, 645 g de GP y 3.25 de CA hasta la semana 8. Sus resultados pueden ser debidos a que su estudio se realizó en una zona templada, bajo condiciones de temperatura de mayor confort para las aves, mientras que, en este estudio las temperaturas promedio fluctuaron de 26.63°C a 32.59°C (Figura 5), ocasionando que los pollos estuvieran frecuentemente estresados por calor, lo cual posiblemente repercutió en un menor consumo de alimento, menor ganancia de peso y mayor conversión alimenticia.

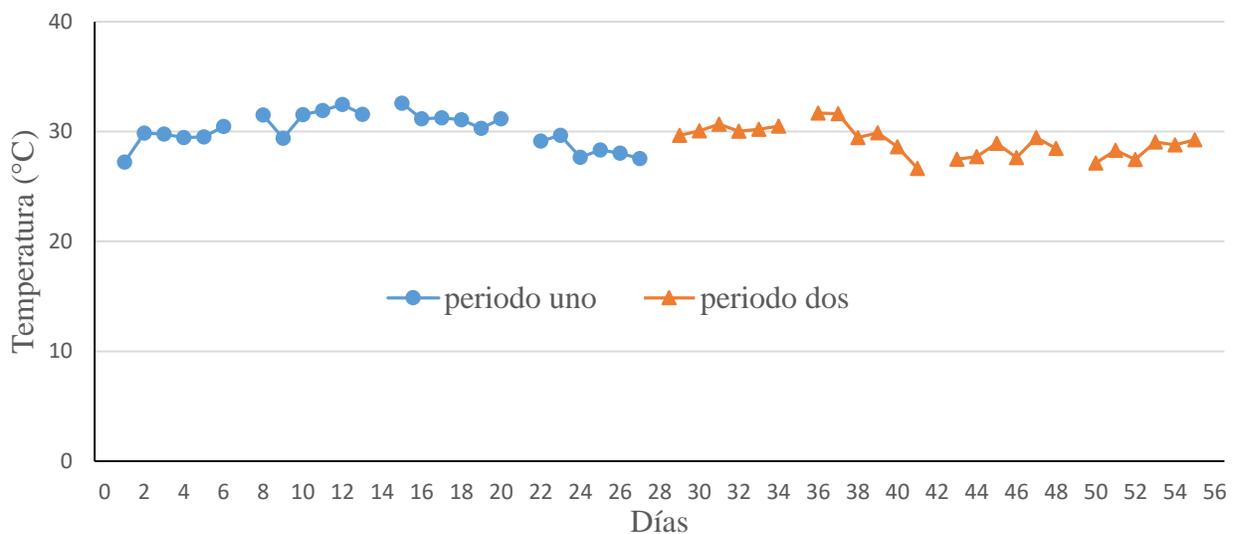


Figura 5. Temperatura media diaria (°C) durante el experimento. El periodo experimental fue del día 11 de mayo al 5 de julio del 2016.

En producciones alternativas especializadas en semi libre pecoreo para la producción de carne, es utilizado por lo general, líneas genéticas de crecimiento lento, que tienen un ciclo de producción que van de 78 a 85 días para alcanzar un peso promedio de 2.5 kg (Silva y Menten, 2002). Terraes *et al.* (2006), evaluó el peso vivo y conversión alimenticia en un periodo de 85 días, bajo un sistema de semi libre pecoreo de la línea genética híbrida S757N, que se caracteriza por presentar el gen de cuello desnudo y un color de plumaje rojo o leonado, los cuales los crio bajo una dieta comercial para pollos de rápido crecimiento. Alcanzando un peso vivo promedio de 2.609 kg y conversión alimenticia con mayor efectividad de 2.80 (kg/kg). Estos resultados generados, en comparación a los datos obtenidos demuestran mejor eficiencia, debido al uso de la raza especializada y sistemas de manejo de producción e instalaciones sofisticadas. Además, nos acerca a los parámetros productivos ofrecidos por los sistemas convencionales, que muestran aun mayor eficiencia y se caracteriza por limitar de libertad a sus animales, a diferencia de los sistemas alternativos, que provee de más espacio a las aves.

5.2. Uso del hábitat

Durante el periodo I, los pollos de ambos tratamientos permanecieron con mayor frecuencia en la sección uno (Figura 6), obteniendo porcentajes del TCG de 49.4 % y el TSG de 78.7 %. Por el contrario, los pollos del TCG tuvieron la capacidad de estar mayor tiempo y ocasiones en la sección más alejada a la caseta con una frecuencia de 11.6 % contra 1.1 % por parte de los pollos del TSG. De esta manera, los resultados del uso del hábitat, fue diferente entre tratamientos ($\chi^2=6620.01$, $p<0.0001$).

En el periodo II (de 5 a 8 semanas de vida de los pollos), la sección uno (área más cercana a la caseta) fue al igual que en el periodo I (1 a 4 semanas de vida de los pollos), donde se presentaron mayores frecuencias de los pollos de ambos tratamientos, con una tendencia mayor para el TSG con 51.9 % contra 49.9 % del TCG. Por el contrario, en la sección siete (área más lejana a la caseta), los pollos del TCG exploraron con mayor frecuencia esta área con 12.3 % comparados con un 10.5 % de los pollos del TSG (Figura 7). Asimismo, el uso del hábitat para el periodo II, fue diferente entre los tratamientos ($\chi^2=17.62$, $p<0.0001$).

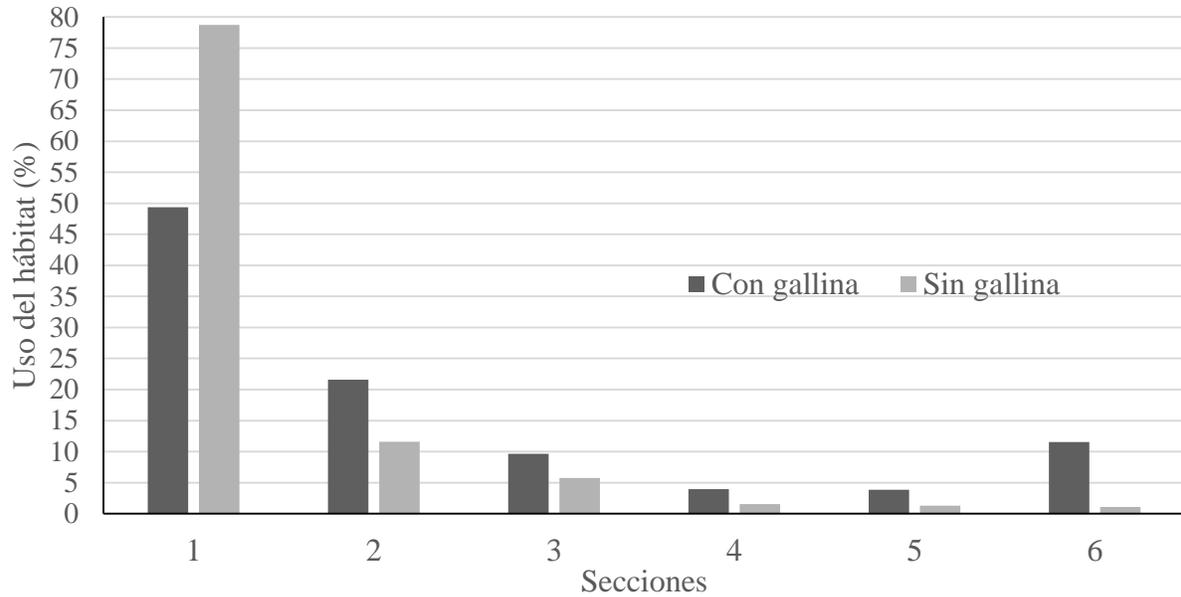


Figura 6. Uso del hábitat de los tratamientos de pollos criados con y sin gallina durante el periodo I (primeras cuatro semanas de vida de los pollos). Las secciones fueron espacios delimitados dentro del hábitat asignados, para observar la ubicación de los pollos durante el experimento (n° de observaciones: 62713).

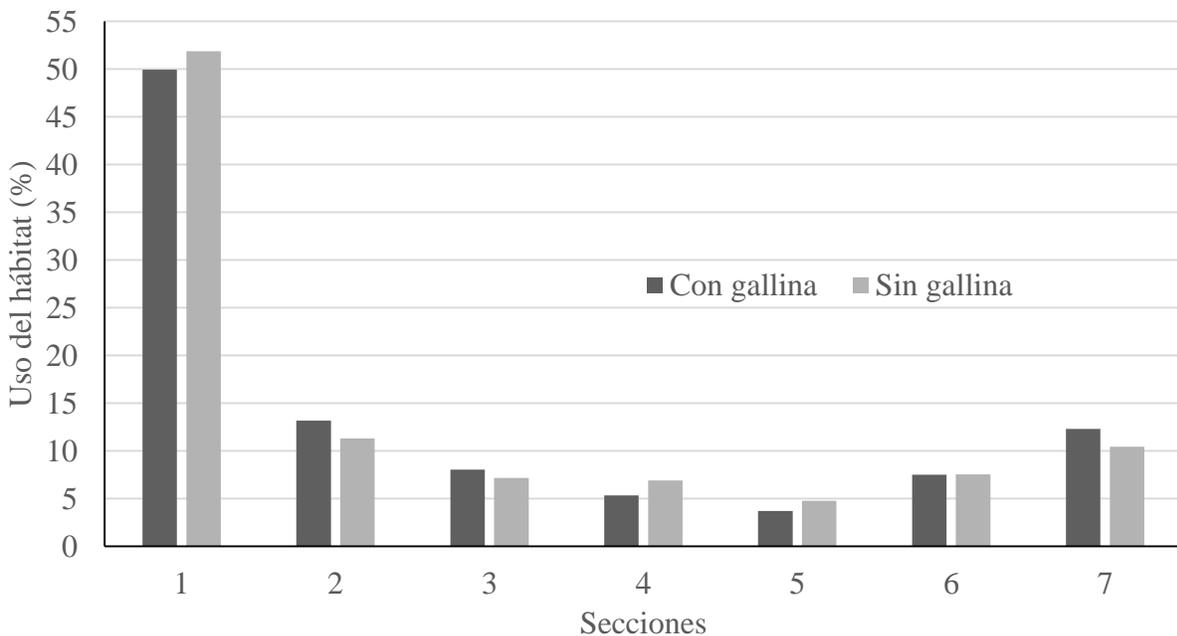


Figura 7. Uso del hábitat de los tratamientos de pollos criados con y sin gallina durante el periodo II (de la semana cinco a la ocho de vida de los pollos). Las secciones fueron espacios delimitados dentro del hábitat asignados, para observar la ubicación de los pollos durante el experimento (n° de observaciones: 63768).

Como se observa a continuación en la Figura 8, el uso de la sección siete por los tratamientos de pollos criados con y sin gallina durante el periodo II (de la semana cinco a la ocho de vida de los pollos), tuvieron diferencia significativa en las semanas 5 ($\chi^2=24.3593$, $p<0.0001$), 6 ($\chi^2=17.2402$, $p<0.0001$) y 7 ($\chi^2=16.2119$, $p<0.0001$), encontrando en la semana 8 una semejanza en el uso del hábitat de los pollos de ambos tratamientos ($\chi^2= 0.0151$, $p=0.9024$). Observando que los pollos del TSG, alcanzaron a igualar el nivel de exploración de áreas desconocidas y distantes a la caseta comparados con los pollos criados por una gallina.

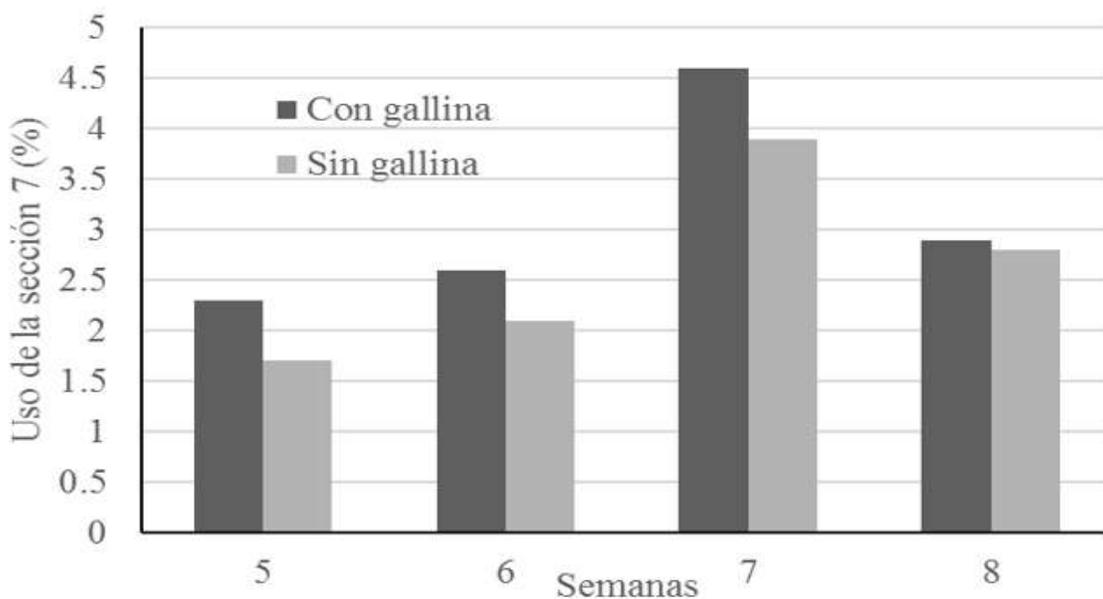


Figura 8. Uso de la sección siete por los tratamientos de pollos criados con y sin gallina durante el periodo II (de la semana cinco a la ocho de vida de los pollos). La sección siete fue un área nueva que se les proporciono a los pollos en el periodo II (nº de observaciones: 7267).

En los resultados obtenidos en el periodo I y II para ambos tratamientos, se puede apreciar un mayor uso de los pollos de la sección uno que representa al gallinero y el área más cercana al mismo, el tratamiento sin gallina (TSG) presentó mayor frecuencia en la sección uno (78.7 % y 51.9 %) que el tratamiento con gallina (TCG) (49.4 % y 49.9 %) (Figuras 6 y 7), en comparación con las otras secciones. Investigaciones como lo realizado por Abouelezz *et al.* (2014), Hegelund *et al.* (2006) y Zeltner y Hirt (2003) encontraron resultados igualmente altos con 73 %, más del 40 % y 69.5 % respectivamente de pollos cerca de la caseta, del total de las aves disponibles en áreas exteriores. Esto se debió posiblemente a la temperatura ambiental y las sombras o refugios que presentaban las áreas exteriores que afectan directamente, a que las aves quieran salir a pecorear.

Asimismo, Hegelund *et al.* (2005) reportaron mayores números de gallinas en el exterior a la caseta, cuando la temperatura ambiental fue en promedio 17°C. Por el contrario, los pollos criados con gallina hicieron un mayor uso de la sección más distante de la caseta en ambos periodos, lo que significa que tuvieron mayor capacidad de exploración, esto se puede observar en el periodo I en la sección seis, el TCG exhibió 11.6 % vs 1.1 % del TSG (Figura 6). Para los pollos de ambos tratamientos en el periodo II, en la sección siete registraron 12.4 % para el TCG vs 10.5 % para el TSG respectivamente (Figura 7). Al igual que lo reportado por de Margerie *et al.* (2012) y Pittet *et al.* (2013), mencionan que los pollos de codornices japonesas criados por su madre, tuvieron mayor capacidad de dispersión y exploraron superficies más grandes, en comparación de los pollos que se criaron sin madre, que presentaron un déficit de exploración y tardaron más tiempo en conocer otras áreas; esto se debió posiblemente a la motivación materna de explorar otros sitios y desarrollarse con menor temor. Esto nos provee de información relevante y demuestra que la crianza natural de los pollos por la gallina influencia directamente hacia un mejor uso del hábitat. Respecto al uso de las secciones intermedias (2,3,4 y 5) por los pollos en el periodo I (Figura 6), el TCG dio mayor uso de estas áreas disponibles (21.6 %, 9.7 %, 3.9 % y 3.9 % respectivamente), en comparación con el TSG (11.6 %, 5.7 %, 1.5 % y 1.3 % respectivamente). Por el contrario, en el periodo II (Figura 7) el uso de las secciones intermedias (2,3,4,5 y 6) presentó variabilidad; los pollos del TCG se apreciaron con mayor frecuencia en las secciones intermedias 2 y 3 comparado con los pollos del TSG (13.2 % y 8 % vs 11.3 % y 7.2 % respectivamente). Sin embargo, en las secciones intermedias 4 y 5, se apreció un mayor uso de estas áreas por parte de los pollos del TSG comparado con los pollos del TCG (6.9 % y 4.8 % vs 5.3 % y 3.7 % respectivamente). Lo que nos indica un aprendizaje tardío de los pollos del TSG comparados con los pollos del TCG.

5.3.Actividades y comportamientos

En el periodo I, las actividades y comportamientos con mayor frecuencia que se observaron de los pollos del TSG fueron descansar (21.3 %), parados (21.7 %) y en refugio (22.2 %). Por el contrario, los pollos del TCG realizaron con mayor frecuencia el pecoreo con 36.9 % (Figura 9). Por lo tanto, las actividades y comportamientos realizados por los pollos de los tratamientos, son diferentes en el periodo I ($\chi^2=243.16$, $p<0.0001$).

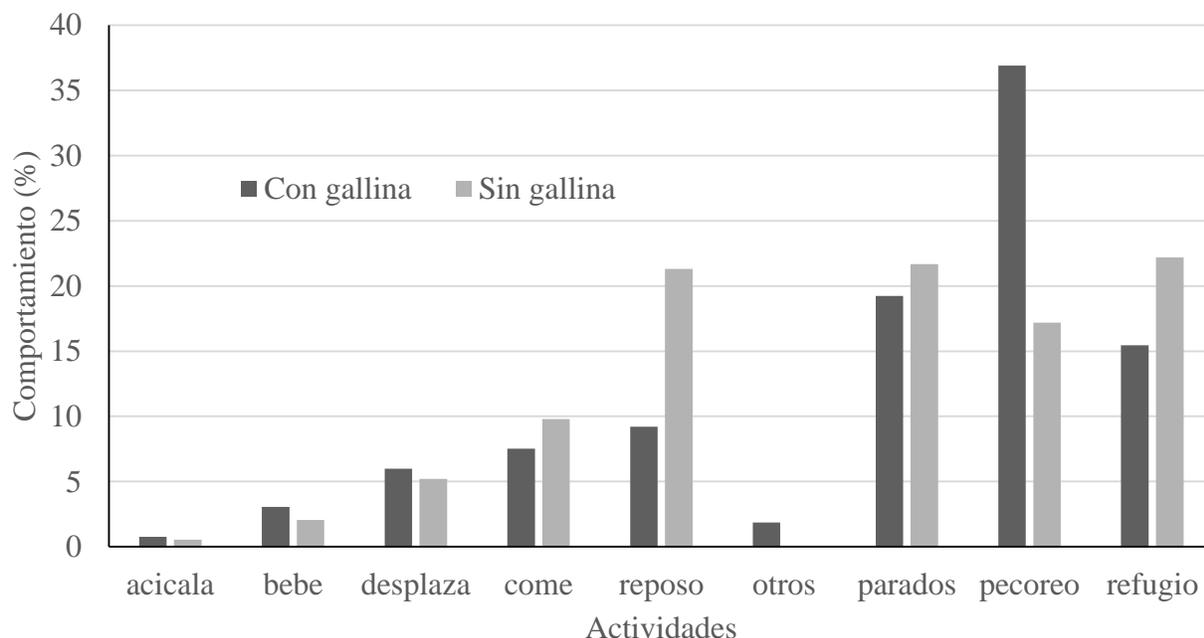


Figura 9. Actividades representativas de los pollos de los tratamientos con y sin gallina durante el periodo I. Las actividades son: acicala= acicalarse; bebe= bebiendo agua; desplaza= caminando y corriendo; come=comiendo alimento; reposo= descansando; otros=sobre la percha, volando y peleando; parados=parados inactivos; pecoreo= rascar, picar el piso, picar el follaje, explorar; refugio= bajo la caseta (n° de observaciones: 62713).

En el periodo II, la actividad que se realizó con mayor frecuencia en ambos tratamientos fue el pecoreo, obteniendo frecuencias similares entre el TCG y el TSG con 34.0 %, seguido por la actividad de refugio con 24.4 % para los pollos del TSG y 21.9 % para el TCG. La actividad con mayor variación entre los tratamientos fue la de descanso, siendo un poco mayor para los pollos del TCG con 11.5 % en comparación de los pollos del TSG con 6.4 % (Figura 10). Asimismo, las actividades y comportamientos realizados por los pollos de los dos tratamientos son diferentes en el periodo II ($\chi^2=59.38$, $p<0.0001$).

Los resultados obtenidos en el periodo I (Figura 9), muestran una diferencia entre ambos tratamientos ($p<0.0001$), siendo más visible en la actividad del pecoreo que se caracteriza por explorar, rascar, picar follaje y piso. Los pollos del tratamiento con gallina realizaron con mayor frecuencia esta actividad (36.9 %), en comparación del tratamiento sin gallina (17.2 %). Por el contrario, el tratamiento sin gallina efectuó con mayor frecuencia actividades como descansando (21.3 vs 9.2 %) y refugio (22.18 vs 15.45 %). Esto quiere decir, que los pollos con influencia materna desarrollaban más actividades de locomoción que les permitió conocer áreas más extensas.

En el periodo II (Figura 10), aunque estadísticamente haya diferencia entre los comportamientos de los tratamientos con y sin gallina ($p < 0.0001$), la actividad del pecoreo fue similar entre ambos tratamientos (TCG 34.04 % y TSG 34.02 %). Sin embargo, actividades como refugio (24.4 %), estar parados (15.6 %) y comer (7.6 %), se observaron con más frecuencia en el TSG, en comparación con el otro tratamiento (21.9, 14.6 y 6.3 % respectivamente). Por su parte, el TCG registró una mayor frecuencia en la actividad descansando (11.5 vs 6.4 %). Estos resultados muestran una mejoría en la actividad de pecoreo por parte del TSG, probablemente esto se deba al aprendizaje adquirido producto de la interacción continua con el entorno por estos pollos. Asimismo, las actividades y comportamientos del TCG, fueron similares entre ambos periodos, siendo la actividad de refugio, y descansando las que aumentaron en el periodo II.

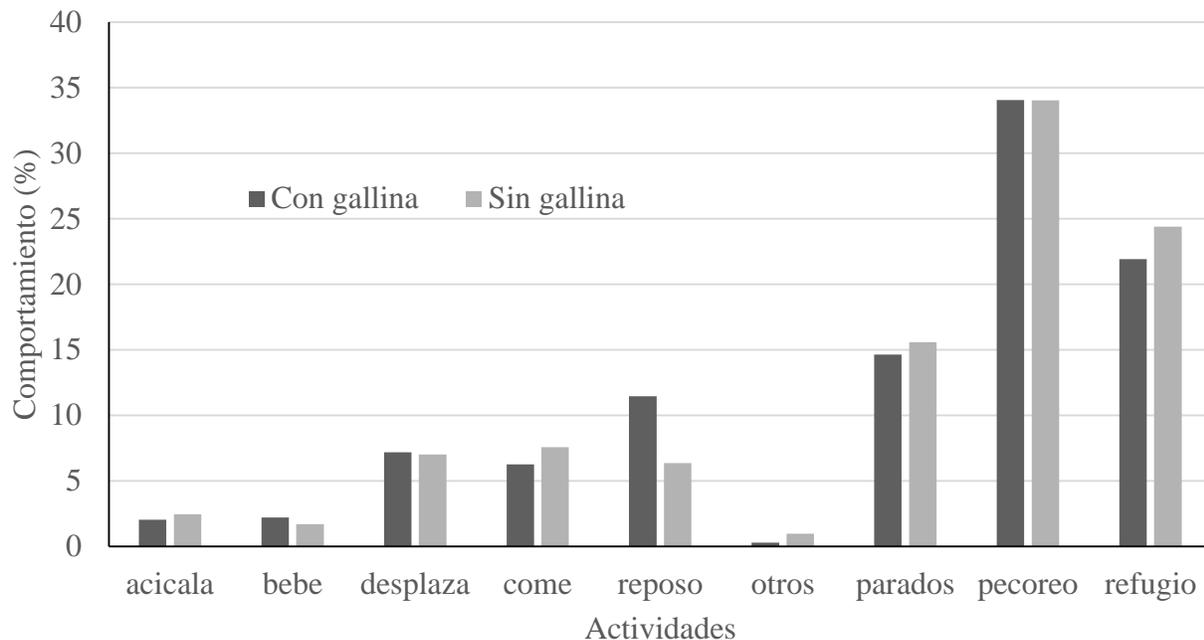


Figura 10. Actividades representativas de los pollos de los tratamientos con y sin gallina durante el periodo II. Las actividades son: acicala= acicalarse; bebe= bebiendo agua; desplaza= caminando y corriendo; come=comiendo alimento; reposo= descansando; otros=sobre la percha, volando y peleando; parados=parados inactivos; pecoreo= rascar, picar el piso, picar el follaje, explorar; refugio= bajo la caseta (n° de observaciones: 63768).

Comparado con otras investigaciones como las de Abouelezz *et al.* (2014), hallaron que las actividades que realizaban con mayor frecuencia las gallinas Red Rhode Island fueron alimentarse, descansar, caminar y estar paradas, esto posiblemente se debe a que son gallinas mejoradas, seleccionadas para comer y producir, además que son aves adultas y por lo cual reducen las

actividades de locomoción. En comparación con los animales que utilizamos, su rango de edad fue de 0 a 8 semanas. Por lo cual, se considera que los animales jóvenes presentan mayor actividad y conforme van creciendo y llegan a la madurez, esta actividad disminuye. Sin embargo, Shimmura *et al.* (2010), observaron que los pollos criados por una gallina pasaban más tiempo descansando bajo su madre el primer día de vida y conforme pasaron los días esta actividad iba disminuyendo, llegando al día 25 de vida de los pollos, en el que no se volvió a mostrar dicho comportamiento. Además, que los pollos criados por una gallina realizaban mayores actividades y disminuía el temor hacia el humano, en comparación de los pollos que se criaron sin influencia materna. Comparado con lo obtenido en esta investigación, el tiempo de los pollos bajo la gallina fue mínimo, quizá se debió a las altas temperaturas, que influyó a que los pollos realizaran diversas actividades durante el día, sin necesidad de recibir una fuente de calor externa para mantener su temperatura corporal estable.

Wauters *et al.* (2002) encontraron una preferencia en el consumo de alimento de las crías (pollos) con la preferencia alimenticia de la madre (gallina). Sin embargo, la ganancia de peso fue menor, en comparación de los pollos que se criaron sin madre. Posiblemente se debió, a que los pollos criados por la gallina realizaban mayor actividad física y por consecuencia, evitó que ganaran más peso. En comparación con este trabajo de investigación, donde se obtuvo mayor actividad de pecoreo (periodo I) y uso del hábitat (en ambos periodos) de los pollos del TCG, sin mostrar diferencia significativa ($p > 0.05$) en cuanto al peso de los pollos de ambos tratamientos. Probablemente, estos resultados se debieron a que los pollos del TCG, lograron balancear su dieta con los recursos naturales que les proporcionaba su entorno y les ayudó a obtener una ganancia de peso similar a los pollos del TSG que tardaron en aprender a dar un mejor uso de su hábitat y desarrollar de mejor manera la actividad del pecoreo.

Por otra parte la actividad del pecoreo en el periodo I, mostró diferencia significativa en las cuatro semanas que lo conforman (Semana 1: $\chi^2=1977.4588$, $p < 0.0001$; semana 2: $\chi^2=849.3328$, $p < 0.0001$; semana 3: $\chi^2=174.1851$, $p < 0.0001$; semana 4: $\chi^2=111.7044$, $p < 0.0001$) y en periodo II únicamente hubo diferencias significativas en las semanas 5 y 8 (semana 5: $\chi^2=17.7336$, $p < 0.0001$; semana 6: $\chi^2=0.0053$, $p=0.9421$; semana 7: $\chi^2= 1.0850$, $p=0.2976$; semana 8: $\chi^2=13.3323$, $p=0.0003$) entre los pollos de los tratamientos con (TCG) y sin gallina (TSG) (Figura 11). Desarrollando en mayores ocasiones en las cuatro primeras semanas la actividad del pecoreo por parte del TCG comparado con el TSG (Semana 1: 7.7 % vs 0.4 %;

semana 2: 10.7 % vs 4.1 %; semana 3: 8.0 % vs 5.1 %; semana 4: 10.5 % vs 7.6 %). Sin embargo, en la semana cinco del periodo II, la actividad del pecoreo se vio afectada para el TCG, llegando a presentar menores observaciones que el TSG (8.0 % vs 8.8 %). Probablemente, la disminución de la actividad del pecoreo por parte de los pollos del TCG en la semana cinco se debió a la separación materna (al finalizar la semana cuatro) a una edad relativamente corta de los pollos que quizá les afectó en la disminución de este comportamiento. En comparación con las semanas seis y siete, los pollos TCG y TSG se desarrollaron similarmente (semana 6: TCG 7.4 % vs TSG 7.3 %; semana 7: TCG 11.1 % vs TSG 11.2 %) y por el contrario en la semana ocho los pollos del TCG volvieron a desarrollar en mayores ocasiones el comportamiento del pecoreo, en comparación con los pollos del TSG (7.6 % vs 6.7 %) como se muestra en la Figura 11.

Es preciso mencionar que en las semanas cuatro (días 24 y 27), cinco (día 31) y seis (día 41) del experimento (y edad de los pollos) se presentaron lluvias durante el muestreo, que posiblemente influyeron en el comportamiento y salud de los pollos en días posteriores, que a la vez pudo haber influenciado en la disminución de la actividad del pecoreo en las semanas seis y ocho de ambos tratamientos (con y sin gallina).

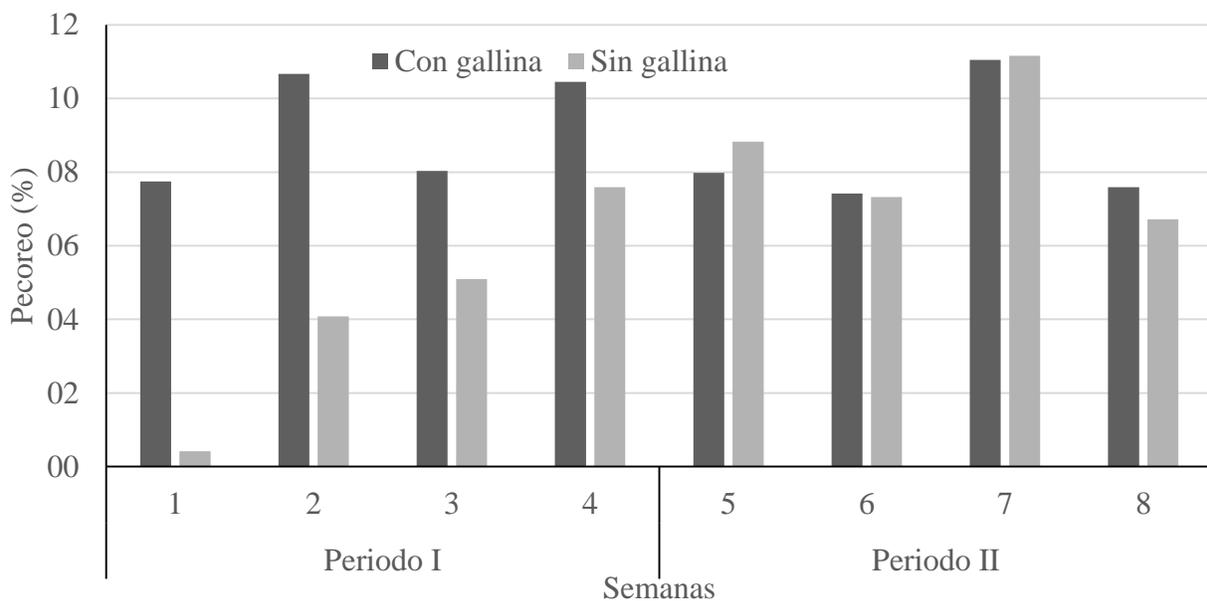


Figura 11. La actividad del pecoreo observado durante el periodo I y II (ocho semanas) de los tratamientos con y sin gallina (n° observaciones en el periodo uno: 16969; n° observaciones en el periodo dos: 21702).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la presente investigación no se encontró evidencia de que la influencia materna durante las primeras semanas de vida, modifique los parámetros productivos de las crías. Sin embargo, sí se encontró evidencia de que la influencia materna modifica el uso del hábitat que hacen las crías, incrementando la frecuencia de uso de las áreas más distantes, así como la exploración de áreas nuevas. Asimismo, se encontró evidencia de que la influencia materna modifica la frecuencia de comportamientos y actividades locomotoras de las crías, incrementando el pecoreo y disminuyendo el descanso. Con esto se puede mencionar que la hipótesis planteada sobre la influencia materna se cumple parcialmente, debido a que el uso del hábitat y comportamiento de las crías son distintos a lo desarrollado por los pollos criados sin madre, por lo contrario, los parámetros productivos no son diferentes entre ambos tratamientos. Estos aspectos son de gran importancia para lograr que los pollos hagan un mejor uso del hábitat disponible, sin detrimento de los parámetros productivos, y alcanzar un mejor desempeño en el sistema de libre pecoreo.

No obstante, aún hay aspectos que deben ser estudiados y analizados antes de poder incorporar la crianza materna a los sistemas de libertad, por lo cual, se recomienda realizar investigaciones dirigidas a determinar, entre otras relaciones, el tiempo idóneo de duración del contacto materno, la máxima capacidad de crianza de pollos por gallina, así como diseñar métodos de crianza con tecnologías eficientes donde se pueda establecer la enseñanza materna en grandes grupos de pollos y pueda desarrollarse en producciones comerciales.

7. LITERATURA CITADA

- Abouelezz, F. M. K., Sarmiento-Franco, L., Santos-Ricalde, R. & Segura-Correa, J. 2014. Use of the outdoor range and activities of Rhode Island Red hens grazing on natural vegetation in the tropics. *Journal of Agricultural Science and Technology* 16: 1555-1563.
- Albers, P. C. H., Timmermans, P. J. A. & Vossen, J. M. H. 2000. Is maternal behavior correlated with later explorative behavior of young guinea pigs (*Cavia aparea f. porcellus*)?. *Acta Ethologica* 2(2): 91-96.
- Alonso, M. R. A. & Ulloa, A. 1996. Hacia un proyecto de investigación en genomas de animales domésticos. *Veterinaria México* 28 (4): 365-370.
- Álvarez-Calvo, J. A., Mixto-Dúrcal, I. B., García-García, C. y Cubero-Sánchez, M. A. 1983. Investigación y experiencias didácticas, Diseño y realización de un programa de prácticas sobre comportamiento, adecuado al tema de etología. *Enseñanza de las Ciencias* 1: 3-8.
- Angulo-Asensio, E. 2009. Fisiología aviar. Departamento de producción animal. Escuela técnica superior de ingeniería agraria. Universidad de Lleida, Lérida, España 22-25.
- Asociación Española de Productores de Huevo (ASEPRHU). 2013. Guía de buenas prácticas de manejo y bienestar animal en granjas avícolas de puesta. Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente, gobierno de España 125 p. Disponible en: http://www.aseprhu.es/images/archivos/af_guia_granjas_avicolas_baja_res_14180313_17175231.pdf. Consultado el 28 de octubre del 2016.
- Azharul, I. M., Ranvig, H. & Howlider, M. A. R. 2005. Incubating capacity of broody hens and chick performance in bangladesh. *Livestock Research for Rural Development* 17(2): 7 pp.
- Bavera, G. A. 2002. Etología aplicada a la producción bovina de carne. Cursos de producción bovina de carne. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar. Consultado el 25 de septiembre del 2016.
- Bertin, A. & Richard-Yris, M. A. 2004. Mothers' fear of human affects the emotional reactivity of young in domestic japanese quail. *Applied Animal Behaviour Science* 89(3): 215-231.
- Bertin, A. & Richard-Yris, M. A. 2005. Mothering during early development influences subsequent emotional and social behaviour in japanese quail. *Journal of Experimental Zoology Part a: Comparative Experimental Biology* 303(9): 792-801.
- Boletín Oficial del Estado (BOE), Legislación consolidada. 2011. Real decreto 3/2002, de 11 de enero, por el que se establecen las normas mínimas de protección de las gallinas ponedoras. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, España 7 p.

- Bredy, T., Grant, R., Champagne, D. & Meaney, M. 2003. Maternal care influences neuronal survival in the hippocampus of the rat. *European Journal of Neuroscience* 18(10): 2903-2909.
- Brinch-Riber, A., Wichman, A., Braastad, B. O. & Forkman, B. 2007. Effects of broody hens on perch use, ground pecking, feather pecking and cannibalism in domestic fowl (*Gallus gallus domesticus*). *Applied Animal Behaviour Science* 106(1): 39-51.
- British Egg Industry Council. 2012. Knowledge guide- eggs facts and figures. Disponible en <http://www.egginfo.co.uk/egg-facts>.
- Camacho-Escobar, M.A., Lezama-Núñez, P.N., Jerez-Salas, M.P., Kollas, J., Vásquez-Dávila, M.A., García-López, J.C., Arrollo-Ledezma, J., Ávila-Serrano, N.Y. & Chávez-Cruz, F. 2011. Avicultura indígena mexicana: sabiduría milenaria en extinción. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA* (1): 375-379.
- Camacho-Escobar, M. A., Jerez-Salas, M. P., Romo-Díaz, C., Vásquez-Dávila, M. A. & García-Bautista, Y. 2016. La conservación *in situ* de aves en el traspatio oaxaqueño. *Quehacer científico en Chiapas* 11(1) 60-69.
- Centeno-Bautista, S.B., López-Díaz, C.A. y Juárez-Estrada, A. 2007. Producción avícola familiar en una comunidad del municipio de Ixtacamaxtlán, Puebla. *Técnica Pecuaria en México* 45(1): 41-60.
- Centro de Formación de la Asociación (CAAE). 2010. Avicultura en producción ecológica. Asociación para el desarrollo sostenible del poniente granadino, España. Disponible en <http://www.agroecologia.net/recursos/asesoramiento/recursos-ja/ganadería/avicultura.pdf>. Consultado el 5 de noviembre del 2016.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. La diversidad biológica de México: estudio de país, 1998. México, D. F.
- Conway, G.R. 1987. The properties of Agroecosystems. *Agricultural Systems*, 24: 95 -117.
- Council Directive 1999/74/EC. 1999. Laying down minimum standards for the protection of laying hens. *Official Journal of the European Communities* 203: 53-57.
- Decasper, A. J. & Fifer, W. P. 1980. Of human bonding: newborns prefer their mothers' voices. *Science* 208: 1174-1176.
- De Margerie, E., Peris, A., Pittet, F., Houdelier, C., Lumineau, S. & Richard-Yris, M.A. 2012. Effect of mothering on the spatial exploratory behavior of quail chicks. *Developmental Psychobiology* 55 (3): 256-264.

- Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA). 2002. Code of Recommendations for the Welfare of Livestock: Laying Hens. Gobierno del Reino Unido 32 p.
- Dorador-Palomo, A. G. 2013. Influencia de la luz en la crianza de reproductoras de Levante. monografía de tesis de ingeniería. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión de Lima, Perú 66 pp.
- Edgar, J., Held, S., Jones, C. & Troisi, C. 2016. Review influences of maternal care on chicken welfare. *Animals* 6(1): 2.
- Estrada, M.M. & Márquez, S. M. 2005. Interacciones de los factores ambientales con la respuesta del comportamiento productivo en pollos de engorde. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 18: 12 pp.
- Fält, B. 1978. Differences in aggressiveness between brooded and non-brooded domestic chicks. *Applied Animal Ethology* 4: 211-221.
- Fanatico, A. 2002. Growing your range poultry business: An entrepreneur's toolbox. *Heifer Internacional* 63 p.
- Fanatico, A. 2007. Sistemas avícolas alternativos con acceso a pasturas. Publication of ATTRA-national sustainable agriculture information service 28 p. Disponible en: <https://attra.ncat.org/attra-pub/viewhtml.php?id=236>
- Flores-Camarillo, A. 2012. Análisis productivo, económico y normativo de dos granjas de huevo alternativo en la zona rural del distrito federal: perspectivas y retos para alcanzar la certificación ecológica. Universidad autónoma de México, Maestría en Ciencias de la Producción y Salud Animal, Tesis de Maestría. México, D. F. 115 p.
- Food and Agricultura Organization of the United Nations (FAO). 2012. Aves de corral y el bienestar. Departamento de agricultura y protección del consumidor, producción y sanidad animal. Disponible en http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/poultry/AH_welfare.html.
- Fraser, A. F. & Broom, D. M. 1997. Farm animal behaviour and welfare. Bailliere tindall, London, R.U. 3: 170-190.
- Galina, C., & Valencia, J. 2010. Reproducción de los animales domésticos. Editorial Limusa, México, D. F 3: 67-83.
- García-Trujillo, R., Berrocal, J., Moreno, L. & Ferrón, G. 2009. Producción ecológica de gallinas ponedoras. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. España. 124 pp.

- Gómez, A. M., Gómez, L. & Schwentesius, R. 2002. Dinámica del mercado internacional de productos orgánicos y las perspectivas para México. *Momento económico* 120: 54-68.
- González-Esquivel, C. E., Velázquez-Beltrán, L. G., Arriaga-Jordán, C. M & Sánchez-Vera, E. 1995. Comparación entre aves (*Gallus gallus*) de tipo criollo con aves de líneas comerciales bajo condiciones de traspartio en sistema de producción campesino del altiplano mexicano. *Ciencia ergo-sum*, 2(2), 239-246.
- González-Jiménez, E. 2013. Análisis de la situación actual del consumo de pollo certificado frente al blanco en Navarra. Universidad pública de Navarra, escuela técnica superior de ingenieros agrónomos. Navarra, España 99 p.
- Gottlieb, G. 1983. Development of species identification in ducklings: x. perceptual specificity in the wood duck embryos requires sib stimulation for maintenance. *Developmental Psychobiology* 16(4): 323-333.
- Guamán-Toapanta, M. C. 2012. Métodos de muda forzada en gallinas de huevo comercial. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador 63 p.
- Gutiérrez, G. 1999. Hormonas y reproducción en aves: la influencia de los factores ambientales y sociales. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 31: 151-174.
- Hegelund, L., Sørensen, J. T. & Kjaer, J. B. & Kristensen, I. S. 2005. Use of the range area in organic egg production systems: Effect of climatic factors, flock size, age and artificial cover. *British Poultry Science.*, 46(1) 1-8.
- Hegelund, L., Sørensen, J. T. & Hermansen, J. E. 2006. Welfare and productivity of laying hens in commercial organic egg production systems in Denmark. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*. 54(2): 147-155.
- Hess., E. H. 1958. Imprinting in animals. *Scientific American* 198 (3): 81-90.
- Jain, S., Sharma, R. & Wadhwa, S. 2004. Effect of prenatal species-specific and music stimulation on the postnatal auditory preference of domestic chick. *Indian Journal Physiology and Pharmacology*. 48(2): 174-183.
- Jensen, P. 2002. *The ethology of domestic animals: an introductory text*. CABI. Linköping University, Sweden 2^a edition 5-9.
- Jiang, R. S., Xu, G. Y., Zhang, X. Q. & Yang, N. 2005. Association of polymorphisms for prolactin and prolactin receptor genes with broody traits in chickens. *Poultry Science* 84: 839-845.

- Jiang, R. S., Xu, G. Y., Zhang, X. Q. & Yang, N. 2010. Brodiness, egg production, and correlations between broody traits in an indigenous chicken breed. *Poultry Science* 89: 1094-1096.
- Juárez-Caratachea, A. & Ortiz-Alvarado, M. A. 2001. Estudio de la incubabilidad y crianza en aves criollas de traspatio. *Veterinaria México* 32(1) 27-32.
- Juárez, C. A., y Pérez, T. J. 2003. Comportamiento de la parvada de gallinas criollas en condiciones naturales del medio rural. *Ciencia Nicolaita* 35: 73-80.
- Juárez-Caratachea, A., Ortiz-Rodríguez, R., Pérez-Sánchez, R. E., Gutiérrez-Vázquez, E., & Val-Arreola, D. 2008. Caracterización y modelación del sistema de producción avícola familiar. *Livestock Research for Rural Development* 20 (2) 13 p.
- Kirkden, R. D., Lindqvist, C & Jensen, P. 2008. Effects of domestication on filial motivation and imprinting in chicks: comparison of red junglefowl and white leghorns. *Animal Behaviour* 76:287-295.
- Knierim, U. 2006. Animal welfare aspects of outdoor runs for laying hens: a review. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences* 54(2) 133:145.
- Lara, L. L. H., Merino, G. C., Gonzáles, Q. J., Sánchez, R. J. F., & Juárez, C. A. 2003. Diagnóstico de la avicultura familiar en el municipio de Penjamillo, Michoacán. Memoria XIV encuentro de investigación veterinaria y producción animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México 194-197.
- Levine, S. & Mody, T. 2003. The long-term psychobiological consequences of intermittent postnatal separation in the squirrel monkey. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 27 (1-2) 83-89.
- Maier, R. 2001. Comportamiento animal: un enfoque evolutivo y ecológico. Editorial Mcgrawhill, España 582 pp.
- Mandujano-Camacho., H. 2010. Ecología y sociobiología de la impronta: perspectivas para su estudio en los *Crocodylan*. *Ciencia y Mar*, XIV (42): 49-54.
- Martínez-Dávila, J. P. 2004. El concepto de agroecosistema: un enfoque de cadena producción-consumo. Memoria del 1^{er} coloquio internacional sobre agroecosistemas y sustentabilidad. Colegio de postgraduados campus Veracruz. Tepetates, Veracruz, México.
- Molina-Martínez, P. 2013. Comparación de dos sistemas de producción y manejo sanitario de las aves criollas de traspatio en los municipios de Ignacio de la Llave y Teocelo, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana, Veracruz, México. 47 pp.

- Nicol, C. J. & Davis, A. 2013. Bienestar de las aves de corral en los países en desarrollo. Revisión del desarrollo agrícola. FAO. Disponible en: http://www.ganeca.org/PDF/FAO_BienestarAves.pdf.
- Nordgreen, J., Janczak, A. M. & Bakken, M. 2006. Effects of prenatal exposure to corticosterone on filial imprinting in the domestic chicks, *Gallus gallus domesticus*. *Animal Behaviour* 72: 1217-1228.
- Ogawa, T., Mikuni, M., Kuroda, Y., Muneoka, K., Mori, K. J. & Takahashi, K. 1994. Periodic maternal deprivation alters stress response in adult offspring: potentiates the negative feedback regulation of restraint stress-induced adrenocortical response and reduces the frequencies of open field-induced behaviors. *Pharmacology Biochemistry and Behavior* 49(4): 961-967.
- Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). 2015. Bienestar animal. Hojas informativas. Disponible: http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Media_Center/docs/pdf/Fact_sheets/AW_ES.pdf.
- Organización mundial de sanidad animal (OIE). 2016. El bienestar animal de un vistazo. Disponible en <http://www.oie.int/es/bienestar-animal/el-bienestar-animal-de-un-vistazo/>.
- Ortega-Cerilla, M. E. & Gómez-Danés, A. A 2006. Aplicación del conocimiento de la conducta animal en la producción pecuaria. *INCI* 31 (12). Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006001200004&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Ortiz, S. C. A. y López, C. C. J. 1997. Los suelos del Campus Veracruz. Colegio de Postgraduados instituto de recursos naturales. Campus Veracruz, Municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México 84 p.
- Pittet, F., Le Bot, O., Houdelier, C., Richard-Yris, M.A. & Lumineau, S. 2013. Motherless quail mothers display impaired maternal behavior and produce more fearful and less socially motivated offspring. *Developmental Psychobiology*, 56(4):622-634.
- Peralta, M. F. & Miazzi, R. 2002. Bases de la reproducción animal: reproducción aviar. Curso de introducción a la producción animal. Disponible en: <http://www.infogranjas.com.ar/avicultura/bases-de-la-reproduccion-animal-reproduccion-aviar>.
- Perinat, A. 1980. Contribuciones de la etología al estudio del desarrollo humano y socialización. El basilisco, conferencia pronunciada en la división de filosofía y ciencias de la educación de la Universidad de Oviedo. Oviedo, España 11: 27-34.

- Petryna, A., & Bavera, G. A. 2002. Etología. Curso de producción bovina de carne, FAV UNRC. Sitia argentino de producción animal 15 p.
- Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria (PESA). 2007. Producción y manejo de las aves de traspatio. http://www.sagarpa.gob.mx/desarrollorural/asistenciacapacitacion/documents/red%20del%20conocimiento/manuales%20pesa/manejo_aves.pdf. 32 pp.
- Quezada-Tristán, T. 2001. La avicultura: su crecimiento, importancia económica, retos y perspectivas. Investigación y Ciencia, Octavo Simposio de Investigación y Desarrollo Tecnológico Aguascalientes 10 p.
- Real Academia Española (RAE). 2014. Bienestar. Asociación de academias de la lengua española disponible en: <http://dle.rae.es/?id=5Tfw6F>.
- Reyes, S. T. 2007. Urge una reglamentación de la ley de productos orgánicos. Imagen agropecuaria, Visión del campo y los agronegocios. Disponible en www.imagenagropecuaria.com.
- Rivas-Acaro, F. E. 2011. Evaluación de dos métodos de muda forzada: restricción alimenticia y utilización de óxido de zinc, en gallinas finqueras del programa avícola de la Universidad Nacional de Loja. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Loja. Ecuador. 98 pp.
- Rivera-Ferre, M. G., Lantinga, E. A. & Kwakkel, R. P. 2007. Herbage intake and use of outdoor área by organic broilers: effects of vegetation type and shelter addition. *Njas-Wageningen Journal of Life Sciences* 54-3 279-291.
- Roden, C. & Wechsler, B. 1998. A comparison of the behaviour of domestic chicks reared with or without a hen in enriched pens. *Applied Animal Behaviour Science* 55 317-326.
- Rodríguez-Aurrekoetxea, A., Leone, E. H. & Estevez, I. 2013. Complejidad ambiental y uso del espacio en pollos camperos. Congreso Científico de Avicultura, Simposio WPSA-AECA, España, 5pp.
- Romero-Lara, M. L. 2007. Producción avícola a pequeña escala. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México 8 pp.
- SAS/STAT(R) 9.22. User's guide. Disponible en: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/63347/HTML/default/viewer.htm#genmod_toc.htm. Consultado en septiembre del 2016.
- Segura, C. J. C. 1989. Rescate genético y fomento avícola de las aves indias o criollas en México. Memoria primera reunión sobre producción animal tropical; Centro de Enseñanza, Investigación y Capacitación del Sureste 44-46 p.

- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2009. Manual de buenas prácticas pecuarias en unidades de producción de pollo de engorda. Dirección general de inocuidad agroalimentaria, acuícola y pesquera (DGIAAP) 114 p.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2016. Manual de buenas prácticas pecuarias en unidades de producción de pollo de engorda 2ª edición 58 p.
- Servicio nacional de sanidad, inocuidad y calidad agroalimentaria (SENASICA_b). 2009. Manual de buenas prácticas pecuarias producción de huevo para plato. Dirección general de inocuidad agroalimentaria, acuícola y pesquera (DGIAAP) 128 p.
- Shimmura, T., Kamimura, E., Azuma, T., Kansaku, N., Uetake, K. & Tanaka, T. 2010. Effect of broody hens on behaviour of chicks. *Applied Animal Behaviour Science* 126 (3): 125-133.
- Silva, I. J.O. & Menten, J. F. M. 2002. Adaptação de linhagens de galinhas para corte ao sistema de criação semiintensivo. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 4 (3): 219 – 225.
- Singh, R., Cheng, K. M. & Silversides, F. G. 2009. Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. *Poultry Science* 88 (2): 256-264.
- Sossidou, E. N., Dal Bosco, A., Elson, H. A. & Fontes, C. M. G. A. 2011. Pasture-based systems for poultry production: implications and perspectives. *World's Poultry Science Journal* 67: 12pp.
- Terraes, J. C., Revidatti, F., Sindik, M., Rollet, C. & Fernández, R. J. 2006. Evaluación del peso corporal, consumo de alimento e índice de conversión alimenticia en pollos para carne de crecimiento lento. Universidad Nacional del Nordeste, Escuela Agrotécnica Lomas de Empedrado, Corrientes, Argentina 21: 3 p.
- Terraz-Cuenca, J. C. 2005. Técnicas de producción de huevos de gallinas bajo regímenes extensivos. Escuela agraria de Cogullada-Ibercaja 20 p.
- Torres, C. 2016. Las producciones ecológicas. XVII curso de especialización FEDNA 45 p.
- Tsuda, M. C. & Ogawa, S. 2012. Long-lasting consequences of neonatal maternal separation on social behaviors in ovariectomized female mice. *PloS One* 7(3) e 33028.
- Unión Nacional de Avicultores (UNA). 2014. Crecerá 2.5 % la avicultura mexicana en 2015. Disponible en <http://www.una.org.mx/index.php/panorama/crecera-2-5-la-avicultura-mexicana-en-2015>. Consultado el 10 de octubre del 2016.

- Unión Nacional de Avicultores (UNA). 2016. Compendios de indicadores económicos del sector avícola 2016. Indicadores económicos disponible en <http://www.una.org.mx/index.php/component/content/article/2-uncategorised/19-indicadores-economicos>. Consultado el 12 de octubre del 2016.
- Valencia, L. N. F., Muñoz, F. J. E. & Ramírez, N. L. M. 2003. Caracterización de la curva de crecimiento en cuatro tipos de gallina criolla. *Acta Agronómica* 52 (1-4) 85-92.
- Van Horne, P. L. M, & Achterbosch, T. J. 2015. Bienestar animal en los sistemas de producción avícola: Impacto de los standards de la UE sobre el comercio mundial. Agricultural Economics Research Institute (LIE), Wageningen University and Research Center, Netherlands 13 p.
- Vieyra, J., Castillo, A., Losada, H., Cortés, J., Alonso, G., Ruiz, T., Hernández, P., Zamudio, A., & Acevedo, A. 2004. La participación de la mujer en la producción traspatio y sus beneficios tangibles e intangibles. *Cuadernos de Desarrollo Rural* (53) 9-23.
- Wauters, A.M., Richard-Yris, M.A., Richard, J.P. & Foraste, M. 1999. Internal and external factors modulate food-calling in domestic hens. *Animal Cognition* 2 (1): 1-10.
- Wauters, A. M., Richards-Yris, M. A. & Talec, N. 2002. Maternal influences on feeding and general activity in domestic chicks. *Ethology* 108 (6): 529-540.
- Weaver, A., Richardson, R., Worlein, J., De Waal, F. & Laudenslager, M. 2004. Response to social challenge in young bonnet (macaca radiata) and pigtail (macaca nemestrina) macaques is related to early maternal experiences. *American Journal of Primatology* 62(4): 243-259.
- Wong, P. T. P & Amsel, A. 1971. The effect of food deprivation and imprinting on the behavior of young domestic chicks. *Psychonomic Science* 22 (3): 169-170.
- Zaragoza-Martínez, M. L. 2012. Caracterización fenotípica, producción y uso tradicional de gallinas locales en los altos de Chiapas. Tesis de Doctorado en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, Puebla, México 155 p.
- Zeltner, E & Hirt, H. 2003. Effect of artificial structuring on the use of laying hen in a free-range system. *British Poultry Science*. 44 (4): 533-537.
- Zeltner, E. & Hirt, H. 2008. Factors involved in the improvement of the use of hen runs. *Applied Animal Behaviour Science* 114 (3): 395-408.