



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS VERACRUZ

POSTGRADO EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES

**COMPORTAMIENTO, USO DEL HÁBITAT Y PRODUCCIÓN DE HUEVO DE
GALLINAS RHODE ISLAND ROJA Y PLYMOUTH ROCK BARRADA EN
SISTEMA CAMPERO**

XICOTENCATL CRUZ DEL ANGEL

TESIS

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

MAESTRO EN CIENCIAS

TEPETATES, MANLIO FABIO ALTAMIRANO, VERACRUZ, MÉXICO.

2020

La presente tesis, titulada: **COMPORTAMIENTO, USO DEL HÁBITAT Y PRODUCCIÓN DE HUEVO DE GALLINAS RHODE ISLAND ROJA Y PLYMOUTH ROCK BARRADA EN UN SISTEMA CAMPERO**, realizada por el alumno: **Xicotencatl Cruz Del Angel**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
AGROECOSISTEMAS TROPICALES

CONSEJO PARTICULAR

Consejera



Dra. Mónica de la Cruz Vargas Mendoza

Asesor



Dr. Adalberto Rosendo Ponce

Asesor



Dr. Ángel Juárez Zárate

Tepetates. Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México, 3 de enero de 2020

COMPORTAMIENTO, USO DEL HÁBITAT Y PRODUCCIÓN DE HUEVO DE GALLINAS RHODE ISLAND ROJA Y PLYMOUTH ROCK BARRADA EN SISTEMA CAMPERO

Xicotencatl Cruz Del Angel, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2020

Se comparó el comportamiento, uso del hábitat y los parámetros productivos de gallinas Dominant Red D853 (RIR) y Dominant Barred D959 (PRB), de 20 a 36 semanas de edad, en sistema campero bajo condiciones de clima cálido subhúmedo. El diseño fue bloques completamente al azar, el corral como factor de bloqueo, dos tratamientos (genotipo), seis repeticiones y siete gallinas por genotipo y repetición. Cada corral tuvo caseta de resguardo (1.2 x 2.6 x 1.5 m), espacio de pecoreo (75 m²) de libre acceso diurno, y seis nidos trampa; el alimento balanceado de acuerdo a la recomendación de Dominant CZ. Se observaron por escaneo las actividades diarias de las aves (comer y beber, aseo, descanso, postura, pecoreo y movimiento) y su localización en el hábitat, en las semanas 23, 26, 29, 32 y 35 de edad. La ocurrencia de agresiones se observó en las semanas 24, 27, 30, 33 y 36; las cuales fueron calificadas de acuerdo a su severidad para construir un índice de agresión. Se registró la producción individual de huevo y el consumo de alimento por genotipo/corral de la semana 20 a la 35; se obtuvo la conversión alimenticia por semana. Las actividades de las gallinas más frecuentes fueron pecoreo, descanso y aseo, acumulando entre las tres más del 80% de las observaciones; la frecuencia de actividades diarias dependió del genotipo ($p < 0.05$) y se observó con mayor frecuencia a las PRB en actividad de postura. Las agresiones más frecuentes fueron la amenaza y el picoteo ligero, acumulando el 75% de ocurrencias; no hubo diferencia estadística entre genotipos en el índice de agresión. El uso del hábitat dependió del genotipo ($p < 0.05$); las PRB hicieron mayor uso de áreas más distantes a la caseta. Las PRB produjeron más huevos por semana que las RIR (6.56 vs. 6.34; $p < 0.001$), pero más ligeros (58.63 g vs. 60.46 g; $p < 0.001$); las PRB consumieron hasta 67.4 g/semana menos que las RIR ($p < 0.0001$), con una conversión alimenticia más baja (2.05 vs. 2.22; $p < 0.05$). Se concluye que las gallinas Dominant Barred D959 (PRB) presentaron rasgos de comportamiento, uso del hábitat y producción que las hacen más idóneas para el sistema campero que las Dominant Red D853 (RIR). Palabras clave: gallinas de postura, sistemas alternativos de huevo, gallinas de libre pecoreo

BEHAVIOUR, HABITAT USE AND EGG PRODUCTION OF FREE RANGE PLYMOUTH ROCK BARRED AND ROHDE ISLAND RED LAYING HENS

Xicotencatl Cruz Del Angel, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2020

The objective was to compare the behaviour, habitat use, and productive parameters of free range Dominant Red D853 (RIR) and 42 Dominant Barred D959 (PRB) laying hens of 20 to 35 weeks old, under conditions of tropical sub-humid climate. Experimental design was random blocks with two treatments (genotypes), six replicates (pens), and seven hens per genotype as the experimental unit, with pen as the blocking factor. Each pen had a hen house (1.2 x 2.6 x 1.5 m), a range area (75 m²) of day-time free access, and six tramp nests; feed formula provided as recommended by Dominant CZ. Hen's daily activities (eating and drinking, preening, resting, laying, foraging, and moving) as well as their habitat location were scanned at 23, 26, 29, 32 and 35 weeks of age. Occurrence of aggressions was recorded on weeks 24, 27, 30, 33, and 36; aggressions were rated by their severity to construct an aggression index. Individual egg production and genotype/pen feed consumption were registered from 20 to 35 weeks of age; food conversion was calculated weekly. The most frequent daily activities of hens were foraging, resting and preening, accounting for more than 80% of observations; frequency of daily activities was not independent from genotype ($p < 0.05$), laying was more frequently observed in PRB than in RIR hens. The most frequent types of aggression were threat and gentle pecking, accounting for the 75% of aggressive occurrences; there was not significant difference between genotypes on the aggression index. Habitat use depended from genotype ($p < 0.05$); PRB hens were at areas farther from the hens' house more frequently than RIR hens. PRB laid more eggs per week than RIR (6.56 vs. 6.34; $p < 0.001$) but lighter (58.63 g vs. 60.46 g; $p < 0.001$); PRB consumed up to 67.4g/week less feed than RIR ($p < 0.0001$), with a lower feed conversion (2.05 vs 2.22, respectively; $p < 0.05$). It is concluded that Dominant Barred D959 (PRB) hens had traits of behaviour, habitat use and production more suited for free range production than the Dominant Red D853 (RIR) hens.

Key words: laying hens, alternative systems of egg production, free range hens

DEDICATORIAS

A mis padres Pastor Cruz Hernández y Alicia Del Angel Obispo que siempre han confiado en mí, por enseñarme los valores y brindarme los consejos para ser una persona de bien y ser el pilar importante en obtener cada una de mis metas.

A mis hermanos que en todo momento me han apoyado.

A Leslie, por tu apoyo incondicional y ser parte importante en esta etapa de mi vida, gracias por tu paciencia y alegría que te caracteriza.

A Dios por darme la fuerza de seguir adelante y estar allí en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haber contribuido en mi formación; y gracias a los millones de mexicanos que pagan sus impuestos, es que se logró financiar y culminar este trabajo de investigación.

Al Colegio de Postgraduados Campus Veracruz, por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios de Maestría en Ciencias y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo en la obtención de la beca de manutención.

A mi Consejo Particular: Dra. Mónica De La Cruz Vargas Mendoza, Dr. Adalberto Rosendo Ponce, Dr. Ángel Juárez Zárate; por el esfuerzo, tiempo, dedicación y apoyo brindado en la culminación de la tesis.

A la Dra. Mónica De La Cruz Vargas Mendoza, por su apoyo, comprensión y enseñanzas durante mi estancia en el Campus Veracruz.

A las personas que apoyaron en la implementación de los corrales y atención de los animales.

A mis amigos y compañeros que de manera directa e indirecta apoyaron y aportaron sus conocimientos y habilidades para mi formación como profesionista.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Teoría de sistemas y agroecosistemas	3
2.2. Agroecosistemas con producción de huevo	5
2.2.1. Producciones convencionales	5
2.2.2. Producciones alternativas.....	6
2.2.3. Producciones camperas	6
2.2.4. Producciones orgánicas.....	7
2.3. Fisiología de la oviposición.....	8
2.4. Etología de gallinas	11
2.4.1. Comportamientos de anidación y postura.....	12
2.4.2. Patrones de movimiento.....	13
2.4.3. Agresividad y dominancia	13
2.5. Linajes, razas y líneas genéticas de gallinas y su adaptación a distintos tipos de producción.	14
3. OBJETIVOS	17
3.1. Objetivo General	17
3.2. Objetivos Específicos.....	17
4. HIPÓTESIS	17
4.1. Hipótesis general	17
4.2. Hipótesis Específicas.....	17
5. MATERIALES Y MÉTODOS	18
5.1. Ubicación y condiciones ambientales del área experimental.....	18
5.2. Materiales genéticos.....	19
5.3. Manejo de las aves previo a las 20 semanas de edad	20
5.4. Diseño experimental.....	22
5.5. Variables evaluadas.....	23

5.5.1.	Comportamientos y actividades diarias	23
5.5.2.	Uso del hábitat	23
5.5.3.	Comportamientos agresivos.....	24
5.5.4.	Producción de huevo y conversión alimenticia	24
5.5.5.	Producción de carne.....	25
5.6.	Análisis estadísticos	25
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
6.1.	Comportamientos y actividades diarias.....	26
6.2.	Comportamientos agresivos	28
6.3.	Uso del hábitat.....	30
6.4.	Producción de huevo y conversión alimenticia.....	32
6.5.	Producción de carne	34
7.	CONCLUSIONES	35
8.	LITERATURA CITADA.....	36

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Diseño de los corrales experimentales	18
Figura 2. Casetas de resguardo de las gallinas y nidos trampa	19
Figura 3. Recinto cerrado de malla gallinera, comederos y bebederos.....	22
Figura 4. Diseño y medidas de cada corral, marcado en cinco secciones de pecoreo ...	24
Figura 5. Frecuencias de comportamientos y actividades diarias de gallinas PRB y RIR, durante las A) 23, B) 26 C) 29, D) 32 y C) 35 semanas de edad. Los comportamientos registrados fueron: aseo (ASE), descanso (DES), postura (POS), pecoreo (PEC) y movimiento (M).....	27
Figura 6. Frecuencia de comportamientos de agresión de gallinas PRB y RIR durante todo el experimento (todos los muestreos agrupados). AM = amenaza, PL = picoteo ligero, PA = picoteo agresivo de plumas, PC = picoteo de cara, EN = enfrentamiento, y CO = combate.....	29
Figura 7. Índice de agresión promedio de gallinas PRB y RIR.....	29
Figura 8. Frecuencias del uso del hábitat de gallinas PRB y RIR durante las A) 23, B) 26 C) 29, D) 32 y C) 35 semanas de edad. Las secciones comprendieron espacios delimitados adentro del hábitat concedido, caseta (S1-C), sección 1 (S1), sección 2 (S2), sección 3 (S3), sección 4 (S4) y sección 5 (S5).....	31

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Recomendación de nutrientes y energía Dominant Cz	21
Cuadro 2. Producción de huevo de gallinas PRB y RIR durante el periodo de postura indicado. Los valores entre paréntesis señalan el error estándar (EE).....	32
Cuadro 3. Consumo de alimento y conversión alimenticia de las gallinas PRB Y RIR. Los valores entre paréntesis señalan el error estándar.....	33
Cuadro 4. Rendimiento de carne de gallinas PRB y RIR.....	34

1. INTRODUCCIÓN

La producción avícola desde hace dos décadas ha sufrido cambios de gran importancia, principalmente el modo de producción animal y la manera en que se vincula la producción agrícola con la pecuaria. Así mismo, a nivel mundial la producción ha venido en aumento; durante los últimos 20 años, el huevo ha incrementado en un 150% y la carne avícola logró aportar cerca del 36% (Hernández-Trujillo y Padilla-Hermida, 2015; FAO, 2019).

La industria avícola, comparada con otros sistemas pecuarios, es la que ha aumentado cada vez más los últimos años, destacando los países tropicales y subtropicales (Corona, 2013). En México, de acuerdo al SIAP (2018) la producción de huevo para plato acumulada durante 2018, llegó a 2 millones 931 mil toneladas, superó en 3.7 % a la producción en 2017, el estado de Jalisco aportó de 54%. Por otra parte, el incremento entre un año del bien pecuario fue de 88 215 toneladas, como resultado de 22 entidades y los principales aportadores fueron Jalisco, Puebla y Sonora respectivamente.

Mendoza-Rodríguez *et al.* (2016) señalaron que México es el principal consumidor de huevo per cápita para plato a nivel mundial, al igual señala que el consumo per cápita en el año 2014 logró alcanzar los 21.9 kg lo que equivale a casi un huevo diario. Cabe señalar que la mayor producción de huevo y carne se obtiene en sistemas convencionales industriales, y que este sistema de producción ha sido considerado de mayor importancia ante las exigencias del mercado, logrando satisfacer las demandas del consumidor. Los principales aspectos que lograron posicionarlo en eficiencia productiva fueron el mejoramiento genético, la nutrición, el manejo y la sanidad de las aves (Morfin, 2007; UNA 2014).

El sistema convencional se caracteriza por la recolección de huevos limpios, dietas balanceadas, bebederos y comederos limpios, eliminación de heces, incorporación y eliminación de gallinas y alta carga de aves en un espacio limitado. Es de importancia señalar que en estas condiciones las aves no logran desempeñar su comportamiento natural (Nicol y Davies, 2013; Castellon-Viaplana *et al.*, 2013). Chen *et al.* (2019), así como Averós y Estévez (2018) señalaron que las aves criadas en sistemas intensivos privan a los animales de realizar su comportamiento natural, sufren mayor estrés, afectan su rendimiento y manifiestan problemas de patas. Appleby (2003) y Mench *et al.* (2016) mencionan que, a raíz de mantener a las aves en esta condición ha habido una presión de la sociedad en Europa para la eliminación de las jaulas en batería, que derivó en que se aprobara

la Directiva de 1999, que especifica sobre el bienestar de las gallinas ponedoras y las modificaciones de los sistemas de jaula y la opción de sistemas sin jaula (Appleby, 2003; Elson, 2009). A partir de esta fecha se dio un impulso a la implementación de sistemas más amigables con los animales, tendientes a la sustentabilidad y la reducción de los impactos ambientales que generan los sistemas intensivos (Blokhuis *et al.*, 2016).

Uno de estos sistemas es el campero, que se identifica principalmente por permitir a las gallinas poder interactuar con el medio ambiente, y la integración de cultivos que contribuyen a la diversidad y aspectos en el alimento que lo hacen apreciables para el consumidor (Baier, 2015). El sistema campero se caracteriza por producir huevos sin jaula (ASEPRHU, 2013). El sistema campero o semilibertad, es conocido porque las gallinas disponen de un espacio para el libre pecoreo y también una caseta para el resguardo de los depredadores nocturnos. Este sistema campero se enfoca en el confort y cuidado de las gallinas, que va más allá de proporcionar una adecuada alimentación, proveerle agua y de proporcionar una ventilación dentro del corral.

El sistema campero beneficia la comodidad a las aves de poder autoseleccionar el alimento, forraje, insectos, larvas de una manera más acorde a llevar una vida más natural, así obteniendo una adaptación al medio ambiente (Castellón-Viaplana *et al.*, 2013; ASEPRHU, 2013). En la actualidad existe escasa información sobre el desempeño de las distintas líneas genéticas de gallinas en este sistema, en relación al comportamiento, uso del hábitat y la productividad. Guhl (1968), así como Thildell y Craig (1959), señalan que el comportamiento, uso del área, la producción y la calidad en proporción están vinculadas con el bienestar y la producción.

El sistema campero puede ofrecerles a las aves esta cualidad de presentar sus comportamientos de actividad y generar datos a través de la observación. Sin embargo, el uso inadecuado del área puede afectar a la vegetación, con la acumulación de nutrientes y patógenos que resultan infecciosos para las aves (Fanatico, 2010). El uso inadecuado del área está estrechamente relacionado con factores como el clima, la época del año, la genética y la edad de las aves, lo que imposibilita que expresen de mejor manera sus comportamientos naturales con la finalidad de generar buena producción de huevo y carne, uso del área y buena salud, estos comportamientos comprenden: oviposición, ejercicio, descanso, rascado y baño de polvo, entre otros (Hegelund, 2005; Baier, 2015; Vargas, 2019).

Con base a lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue comparar el comportamiento, uso del hábitat y producción de huevo en un sistema campero, de dos líneas genéticas de gallinas Rhode Island Roja y Plymouth Rock Barrada.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Teoría de sistemas y agroecosistemas

El término teoría general de sistemas (TGS) es atribuida al legado del biólogo Ludwing Von Bertalanffy que conceptúa a la Teoría General de Sistemas como una disciplina en el cual existe un espacio lógico matemático, cuyo principio es la representación y conclusión de los inicios que son aceptables para los sistemas en general (Bertalanffy, 1950). De acuerdo con Hofkirchner (2019), se conceptúa a la teoría general de sistemas como una formalidad que determina el entorno y el plan de investigación de Ludwing von Bertalanffy, la cual era construir una TGS, un trabajo constituido con compañeros presentes de su época y de los que lo rodeaban en su andar.

La teoría general de sistemas se planteó como un esquema a perseguir que connota una estrategia de investigación que traspasa límites para la formación de un enfoque holístico, la cual tienen efectos para el conocimiento social y humano. Ortiz (2016) menciona que la teoría de sistemas de Nicklas Luhman no señala como punto de inicio los elementos sino las disimilitudes, aclara que un sistema no es un elemento sino una disimilitud, una separación entre sistema y ambiente, que complementa una unidad: el planeta. Por lo tanto, la teoría general de sistemas debe cumplir ciertos alcances en el contexto de la ciencia, un medio de importancia para dirigir e inducir el traspaso de los indicadores de un ambiente a otro, pero no deberá de replicarse el hallazgo de los mismos indicadores en los distintos ambientes apartados (Bertalanffy, 1950).

El concepto de agroecosistema tiene el principal fundamento en la teoría general de sistemas, manifiesta la cuestión de la complejidad que está basada en el pensamiento y la totalidad de sus propiedades (Odum, 1985). El enfoque de sistemas de acuerdo con Sarandón (2002) conceptúa el sistema como el ajuste de elementos físicos, grupos o serie de cosas, entrelazadas o asociadas de tal manera que comprenden una unidad, población o un todo. Por su parte Altieri (2004) define al sistema como indispensable y que deben comprender que las propiedades de un sistema no dependerán solo de sus componentes, sino de la interacción entre ellos. Así mismo, Altieri (1995) indica que en el agroecosistema el principal actor es el hombre y la familia, quienes son los

encargados de hacer uso y modificación, intervención, dirección el cual tienen un efecto principal en la producción, así mismo catalogándolos como manejadores y reguladores del agroecosistema, que el principal actor de la toma de decisión, es decir, el sistema es la ciencia de las principales conexiones en el cual se encuentra un controlador. Dentro del concepto de sistemas, el agroecosistema es primordial en la categoría de los sistemas que han sido identificados en la asociación de grupos de subsistemas que convergen (Martínez, 2004). Un agroecosistema no es solo es la unión de sus partes, es la forma de interacción que la hace particular a sus propiedades, se aprecian entradas y salidas, componentes, interacción y límites en la cual en un sistema de producción avícola se ubican las: gallinas, alimentación, enfermedades, clima, suelo, vegetación, agua, temperatura y los microorganismos. La interacción de estos componentes o elementos del sistema de producción determinan la estructura y la dirección en el agroecosistema.

La avicultura como una actividad pecuaria en el agroecosistema tiene diferentes funciones, principalmente socioeconómicas (Catanese *et al.*, 2015; Juárez-Caratachea *et al.* 2008) como la autosuficiencia alimentaria, obtención de ingresos, valor cultural y función ecológica. Cabe mencionar que la alimentación de las gallinas en el agroecosistema la realizan por medio del pecoreo, las gallinas tienen la capacidad de la búsqueda en la obtención de sus alimentos las cuales comprende insectos, cobertura vegetal entre otros y este abarca un radio de 100 a 200 m² y lo dirigen especialmente con el pico lo cual satisface sus requisitos nutricionales (Fletcher, 1985). Cabe mencionar que la avicultura tiene desafíos importantes uno de estos en el control de enfermedades y patógenos presentes que tienen efecto en el bienestar de las gallinas y salud de los productos avícolas, existen bacterias que son peligrosas como *Chlostridium*, *Salmonella* y *Campylobacter*, que están presentes en un agroecosistema, en el agua y suelo (Mardones y López, 2017; Rodríguez *et al.*, 2016).

El agua es de suma importancia en la alimentación, se estima en relación 2:1 con la cantidad de alimento; cabe destacar que el agua debe ser limpia y pura, esta debe estar libre de bacterias, malos olores, sabores y libre de algún contaminante químico, y debe de estar a una temperatura ideal de 17°C (Díaz, 2019). La temperatura ambiental es un factor que afecta a las gallinas ocasionando estrés por calor, esta condición se lleva a cabo cuando una gallina tiene una experiencia entre el calor ganado y la liberación de energía que está en el entorno. Cabe mencionar que la ingesta de alimento se ve seriamente afectada, al igual el crecimiento, la eficiencia reproductiva, la postura y la inmunidad de la gallina con el incremento de la temperatura ambiental (Luo *et al.*, 2018).

2.2. Agroecosistemas con producción de huevo

Hart (1980) conceptúa el agroecosistema como un ecosistema regulado por la intervención del hombre con el fin de seguir un orden o plan de manejo que tiene como principio alcanzar un objetivo de producción agrícola. En el agroecosistema las principales actividades inherentes del hombre en el ambiente, tienen la finalidad de hacer uso de los recursos que están presentes: naturaleza, energía e información, para la función social de obtener alimentos (Hernández, 1977). Cabe mencionar que el papel del hombre es señalado como el factor inicial de la domesticación de diversas especies vegetales y animales que ha ido transformando a lo largo del tiempo, aunado a los diferentes sistemas de producción (Odum, 1985).

El agroecosistema bajo el enfoque de sistemas, se refiere a la relación de números, tipo de componentes y la interacción entre estos, el natural y artificial, que están correlacionados para una función específica, en el cual existen factores físicos y socioeconómicos que son definidos como subsistemas del sistema (Hart, 1980; Ortiz y Ortega, 2001). El enfoque de agroecosistemas puede ser utilizado para estudiar los componentes de la producción avícola. La avicultura es el sistema que domina la producción de huevo y carne en el mundo (Leinonen *et al.*, 2012), se caracteriza por que se obtienen alimentos y productos de calidad a un corto tiempo, cabe mencionar que dentro de la avicultura existen sistemas específicos de producción de huevo y carne que se diferencian por su manejo producciones convencionales, alternativas, camperas y orgánicas.

2.2.1. Producciones convencionales

Sistemas de producción intensivos o de jaula, es el sistema que domina la producción de huevos comerciales, logrando abarcar el 55 % de producción de huevo fresco en el Reino Unido. El huevo en este sistema ha logrado ser calificado como uno de los productos de origen animal que ha ido en crecimiento en contraste con otros productos relacionados de origen pecuario (Leinonen *et al.*, 2012). Estos sistemas son señalados por la alta carga de aves por m², es de rápida producción, constituye una infraestructura principalmente de metal, el ambiente es totalmente controlado, en estas condiciones las gallinas son mantenidas en jaulas convencionales, estas sufren mayor estrés y son privadas de sus comportamientos naturales principalmente por el espacio reducido que disponen para vivir (Chen *et al.*, 2019). El espacio asignado por ave es de 0.04 a 0.05 m², el cual impide realizar el comportamiento de anidamiento correcto a la gallina. Así mismo, existe una presión social relacionado al espacio en las jaulas, el cual impide a la gallina expresar sus comportamientos principales que son anidar, subir a perchas y escarbar y tomar baños de tierra. A

partir de 2012, la Unión Europea decretó la eliminación de las jaulas de serie y su conversión a jaulas enriquecidas, permitiendo mayor comodidad y espacio (Fanatico, 2007). BOE (2011) menciona que la densidad utilizada por una gallina es de 0.03 a 0.04 m² en países como Brasil, India y Ucrania, y que en los años 2003 a 2012 la Unión Europea utilizaba un área disponible de 0.055 m².

La alimentación en este sistema de producción consiste en dietas formuladas de acuerdo a las necesidades nutricionales de acuerdo al ciclo de vida del ave y es ofrecida *ad libitum* (Mench *et al.*, 2016; Lay *et al.*, 2011). Las gallinas en el sistema convencional han sido seleccionadas y modificadas para alcanzar unos estándares de producción y calidad del huevo, estas líneas logran alcanzar una producción de 250 a 310 huevos por año, así mismo dentro del mercado comercial de huevo se identifican dos líneas de gallinas, las que producen huevo blanco y las de huevo marrón oscuro (Mench *et al.*, 2016).

2.2.2. Producciones alternativas

Entre las producciones avícolas alternativas existen las de libre pecoreo, que se caracterizan por ofrecerle a las aves un área en el cual están en armonía con el medio ambiente, desarrollando plenamente sus actividades y comportamientos propios de la especie (Terraz-Cuenca, 2005), estos comportamientos consisten en comer y beber, acicalarse, tomar baños de tierra y sol, vigilar, descansar, dormir, poner y cacaraquear, pecorear, rascar y picar, explorar, caminar, brincar y aletear. El factor principal de este sistema de producción es que las aves están en plena libertad, la cual puede tener un producto con un valor comercial más alto por mantener a las aves en buen bienestar y poder ofrecerle un espacio para que realicen sus comportamientos innatos. Las alternativas del libre pecoreo se enfatizan en que las gallinas caminen a lugares preferidos a la hora de alimentarse, en distancias de 0.5 m² por gallina, buscando y comiendo alimentos de su preferencia como semillas, hierba, insectos y lombrices de suelo. Los sistemas alternativos comprenden de sombras naturales y arbustos que benefician a su vez para la protección de depredadores aéreos (Lay *et al.*, 2011)

2.2.3. Producciones camperas

Las producciones camperas son conocidas por brindarle a las gallinas un espacio para el libre pecoreo, para que puedan realizar sus actividades naturales, así también les ofrece una caseta para el refugio de los cambios bruscos de temperatura, condiciones ambientales y protección de

depredadores. El sistema campero se basa en el bienestar de las gallinas, el cuidado de la salud y confort, que se estipula que va más allá de proporcionarle una dieta que complemente sus requisitos nutricionales, proporcionarle agua y ambientes aireados dentro del corral.

Este sistema enriquecido proporciona a las gallinas recipientes adecuados como bebederos, comederos y un nido con las dimensiones adecuadas para que realicen el comportamiento de oviposición. El sistema campero beneficia a las gallinas mostrando mayor confort y mejor salud, porque les ofrece una distribución adecuada en el cual puedan hacer la selección de organismos benéficos para el complemento de su dieta.

El sistema campero de acuerdo con la Unión Europea debe de contar con una densidad de 4 m² por gallina en el exterior y 9 gallinas m⁻² en el interior de la caseta de resguardo para que puedan estar en un buen bienestar y realicen sus comportamientos naturales (Fanatico, 2007; Lay *et al.*, 2011; Van Horne y Achterbosch, 2015; Cruz y Vargas, 2018).

2.2.4. Producciones orgánicas

Las producciones avícolas orgánicas se caracterizan por mantener a las gallinas en un ambiente sano que disminuya el estrés, lo que la cataloga como una producción sana. El sistema orgánico se centra en brindarle a las gallinas acceso al exterior y un área de apacentamiento, áreas para la locomoción, aire limpio, agua limpia, sombra, luz solar directa y una caseta para el refugio, la caseta debe estar diseñada de acuerdo a la etapa de crecimiento de la gallina, el clima predominante y el ambiente idóneo en el cual las aves que puedan expresar su comportamiento natural, estos comportamientos incluyen ejercicio, baños de polvo, perchar, escarbar, que son benéficos para la regulación de parásitos. La alimentación en el sistema orgánica debe consistir una dieta que contenga las raciones que complementen su nutrición, esta incluye vitaminas, minerales, proteínas o aminoácidos, ácidos grasos, fuentes de energía y fibra, los ingredientes deben de estar reglamentados en el Plan de Sistema Orgánico, así mismo no alimentar a las aves con algún desperdicio de sacrificio de algún mamífero o aves. Por otra parte, en los derivados de las aves en sistemas orgánicos se debe de restringir el uso de antibióticos y no se debe de utilizar algún contaminante químico (Hemila 1999; Baier, 2015).

2.3. Fisiología de la oviposición

La fisiología es conocida como una rama que se centra en el estudio de las funciones de los seres vivos y sus mecanismos de control y regulación, también la forma en que estos interactúan para generar una función en conjunto (Coppo, 2017). Desde el punto de vista fisiológico el alimento que el animal consume es un pilar importante que es usado para satisfacer varias necesidades fisiológicas, que va a determinar la cantidad de nutrientes que la gallina va a obtener por parte de la dieta cuando la alimentación es *ad libitum*. Así mismo, estas necesidades están clasificadas con aquellas del mantenimiento corporal y las asociadas con el crecimiento, producción y la reproducción. Es por ello importante el consumo de alimento el cual va a determinar la porción nutritiva obtenida por el ave y que dependerá significativamente de los ingredientes, el cual va a influir en la producción de huevos, por lo que es importante tener en cuenta las regulaciones del consumo de alimento que han sido definidos desde perspectivas diferentes como: bioquímicos, neurológicos y fisiológicos (Quishpe, 2006).

A menudo las necesidades de nutrientes de las gallinas de postura, están relacionadas con el peso, la actividad, la fisiología, la producción en crecimiento y postura y los factores del medio ambiente en el que interactúan. Actualmente estas necesidades de las dietas de aves de postura se basan en el esquema de alimentación tradicional, la alimentación por periodos, el cual consiste en una dieta de iniciación en pollitas, que es presentada en migajas o harina con una adecuada concentración de proteína y energía (Leeson y Summers, 2005).

La alimentación comprende de 0 a 4 semanas de vida, aunque puede extenderse hasta las 5 o 6 semanas, el cual tiene como objetivo tener pollitas uniformes y pesos señalados por la casa comercial. Así mismo durante esta fase se desarrolla la mayor parte de los órganos del tracto digestivo y el sistema inmunológico, el tejido óseo, muscular y el tejido graso, es por ello importante ofrecerle alimento *ad libitum* para que exista un buen crecimiento de las vellosidades intestinales y de la producción enzimática (Mateos *et al.*, 2014; Hy-line, 2019).

El periodo de crecimiento-desarrollo comprende de las semanas 4 a la 16, este periodo es de gran importancia ya que define la productividad, el peso y la uniformidad de la parvada. La alimentación de crecimiento debe cubrir los requerimientos esenciales en aminoácidos, como consecuencia de la energía baja; el nivel de energía menor está en relación al crecimiento y un nivel alto de energía reduce el desarrollo del tracto digestivo la cual produce que la ingesta de

alimento sea mínima al iniciar la postura. Cabe mencionar que durante este periodo es señalado como crecimiento acelerado o rápido, en el cual las gallinas obtienen gran parte de la formación del desarrollo del buche y su estructura ósea adulta como músculos, huesos y plumas.

La alimentación de pre-postura abarca desde la semana 16 hasta que las gallinas pongan el primer huevo, y es señalada porque se establece el 5% de postura, que tiene como objetivo el crecimiento anatómico y fisiológico final, antes de la madurez sexual de la gallina. La alimentación de pre-postura está relacionada para ofrecerle a las gallinas la opción de mantener suministros necesarios de hueso medular con el fin de calcificar el primer huevo producido. Las dietas de pre-postura se les ofrece a las aves dos semanas antes de la madurez sexual (Leeson y Summers, 2005). La alimentación debe estar compuesta de proteínas, fosforo y calcio. Cabe mencionar que, para evitar un exceso de consumo originado por el carbonato de calcio pulverulento, cerca del 50% de calcio debe suministrarse en partículas de 2 a 4 mm (Morfin, 2007).

La alimentación de postura debe usarse con concentraciones altas de aminoácidos en un 7% más altas a los que se utilizaran posterior al pico de postura, el alimento de postura I o inicio de puesta deben de cubrir las necesidades para la producción temprana y el desarrollo del aparato reproductor. En la alimentación de postura existen las fases que específicamente puntualizan la reducción de niveles de proteínas y aminoácidos que conforman la dieta en relación a la edad de la gallina conforme a un ciclo de postura. Este concepto de fases de alimentación se relaciona a medida que avanza la edad de las gallinas, su consumo aumenta y a su vez la producción de kilogramos de huevos disminuye. Es por ello que es de gran importancia identificar una curva de crecimiento de la producción de huevo de gallinas (Leeson y Summers, 2005; ISA, 2010a, 2010b).

El alimento de postura II es utilizado al final de la puesta, es recomendable observar los requerimientos diarios de aminoácidos y minerales, y aumentar el carbonato de calcio, por tanto, el porcentaje de nutrientes debe de estipularse de acuerdo con el consumo (ISA, 2010a, 2019). En este sentido es gran importancia conocer estas necesidades que requieren las gallinas para llegar a tener una buena producción de huevo.

El huevo hoy en día es la fuente principal de proteína de origen animal más accesible en términos económicos, se debe principalmente por su alto valor proteico, biológico con un bajo valor de energía que la hace de rápido acceso para la población (Kovacs-Nolan *et al.*, 2005). Cabe resaltar que es de gran relevancia conocer la fisiología que se desarrolla en el proceso de la

formación del huevo y de las distintas partes que lo conforman. Los nutrientes como la energía y proteína al ser ingeridos por el ave tienen relación con la eficiencia fisiológica, principalmente porque la ovulación se lleva a cabo con proximidad de 30 minutos después del comportamiento de oviposición del huevo anterior, esto a su vez aumenta el consumo del mineral calcio por las tardes, puesto que el huevo se tarda en llegar a la glándula del cascarón de 4 a 5 horas (Chah, 1972).

El huevo es una estructura compleja y está constituido de tres componentes yema, clara y cascarón, aproximadamente de 9.5% de cáscara de huevo incluyendo la membrana de la cáscara, 63% de clara o albumina y 27.5% de yema, y sus principales elementos lo integran el agua con 75%, proteínas con 12% y lípidos con 12%, también se encuentran los carbohidratos y minerales (Kovacs-Nolan *et al.*, 2005). En la gallina, el ovario y oviducto no tienen desarrollo en el lado derecho de la especie, estos folículos manifiestan su desarrollo en el ovario izquierdo (Roberts, 2004). La gallina, al iniciar su estado de madurez sexual, los folículos tienen crecimiento por acumulación de lípidos, lo que lleva a producir un folículo preovulatorio por día (Johnson y Woods, 2007). El oviducto se expande desde el ovario hasta llegar a la cloaca, en esta sección se encuentra sostenido por el ligamento dorsal y ventral, esta se identifica por tener un color rosa pálido. Cabe mencionar que se logran apreciar segmentos en el oviducto, el cual tienen funciones en particular y en el transporte de la yema en estas distintas partes se van conformando las partes del huevo.

El oviducto es un órgano que está compuesto por cuatro partes: infundíbulo, magnum, istmo, útero y vagina. La yema o folículo al término de su formación pasa al infundíbulo la cual logra completarse con la formación con la membrana vitelina. En el magnum es la parte más extensa y se caracteriza por que esta presenta pliegues, constituye gran cantidad de células y glándulas secretoras y es aquí donde se originan las proteínas del albumen y posteriormente pasa al istmo donde ocurre la formación de las membranas que protegen al albumen. En el útero se hidrata el albumen y se forma la cáscara del huevo; durante la oviposición se expone una parte vaginal del oviducto y se expone con el ambiente a través de la cloaca y así se obtiene un huevo limpio. Así mismo, la matriz cálcica tiene como función proteger a la cáscara del huevo se endurece al estar expuesta con el aire y se evita la contaminación e introducción de bacterias dentro del huevo. Por otra parte, es importante conocer que para producir un huevo, las gallinas necesitan de 24 a 26 horas iniciando de la ovulación hasta la expulsión por la cloaca (Angulo, 2009; García *et al.*, 2014; Zambrano, 2019).

Cuca *et al.* (2016), describen que el cascarón está integrado de partes cristalinas de carbonato de calcio, proteínas, magnesio y fósforo. La formación del cascarón es importante porque cumple con la función de cubrir de manera natural el huevo. Zambrano (2019) menciona que el proceso cálcico del huevo está latente solo 13 horas, el cual es denominado como el ciclo activo comparado con el ciclo inactivo. Cabe destacar que el proceso de formación del cascarón ocurre durante las primeras horas tarde y noche el cual es llamado como scotofase. Por otra parte, para lograr la formación de la cáscara del huevo se necesita de 20 horas y es el tiempo más largo, ocurre entre 7 y 13 horas después de iniciar el proceso de formación del huevo (Kebreab *et al.*, 2009). Como consecuencia el proceso entre dos oviposiciones es de 24 horas, y en gallinas más jóvenes puede prolongarse un poco más (Zambrano, 2019). Hernández *et al.* (2005) señalan que la edad es de gran importancia en las gallinas de postura porque hay una reducción de la calidad del cascarón y que está relacionado con el suministro de calcio en el alimento, como consecuencia se obtienen fisuras, cascarones rotos y pérdidas económicas.

La oviposición es conceptuada por Johnson (2000) como la expulsión del óvulo por el oviducto y que es dirigido por cuestiones fisiológicas, lo que ocasionan la contracción del musculo uterino, relajación del musculo abdominal, del esfínter entre el útero y la vagina. El tiempo de esta expulsión es relativamente corto que dura unos minutos.

2.4. Etología de gallinas

Carranza (1994), menciona a la Etología como una ciencia joven, en construcción y en crecimiento. La conceptúa como una ciencia que se dedica al estudio científico del comportamiento de los seres vivos. El Origen de Etología descende de los griegos *ethos* que significa “costumbre” y *logos* “tratado”, el surgimiento deriva de conocer las costumbres de animales, por entender los distintos comportamientos que manifiestan las especies animales en condiciones divergentes. Actualmente el comportamiento animal es abordado en la investigación científica para conocer la salud física, el bienestar y la productividad de las gallinas por medio de herramientas el cual logran identificar el estado del animal (Dawkins, 2003).

El comportamiento ha sido observado por medio de las actividades que desempeñan las gallinas y pollos en los diferentes sistemas de producción, en el cual la carga de animales incide en el comportamiento, comprometiendo el buen desempeño de la conducta de las gallinas (Tejeda *et al.*,

2002). El comportamiento de un animal es reflejado como un punto de partida para poder expresar el estado de bienestar y puede ser vista como una prueba de lo que siente. Sin embargo, existe escasa información sobre los comportamientos naturales esenciales, los estados emocionales, estados fisiológicos y los patrones de comportamientos en las gallinas de no permitir que se expresen se expone la salud y el bienestar de las aves.

Actualmente se han identificado las necesidades de comportamientos de las gallinas domésticas entre los cuales se encuentran: Comportamientos de alimentación, de beber, de acicalamiento, baños de polvo, de dormir, de locomoción y exploración, sexual, de anidamiento, de incubación y crianza, de interacciones sociales y de respuesta a depredadores y de aptitud física (Duncan, 1998).

2.4.1. Comportamientos de anidación y postura

El comportamiento de anidación en las gallinas tiene como fin asegurar que los huevos sean puestos en un lugar que resguarde la supervivencia del huevo y de los futuros pollitos. La anidación es producida por la relación entre el ambiente, estímulos hormonales y neuronales que ocurren en las gallinas. La anidación en gallinas se manifiesta antes de poner el huevo y es expresada en las aves como la búsqueda de un espacio o lugar aislado para la puesta del huevo, las gallinas expresan comportamientos de entradas y salidas rápidas en los nidos, o construyen uno. Al momento de poner un huevo la gallina entra al nido y permanece dentro.

El comportamiento de anidamiento ocurre entre 1 a 1:30 h antes de la puesta de huevo. Cabe mencionar que al no optar con un nido adecuado que satisfaga la correcta oviposición, la gallina manifiesta una conducta de búsqueda de uno y construcción del nido, sin embargo, si la gallina no puede elaborar un nido para poner el huevo o si esta necesidad es imposibilitada la gallina expresa frustración al posarse y no puede desempeñar la actividad, esta conducta se presenta una hora antes de la puesta de huevo con expresiones de frustración, movimientos rápidos frecuentes y exploraciones del lugar, todo esto aunado a un sonido que caracteriza la oviposición de gallina llamado gackel-call.

Fisiológicamente la frustración de no poder realizar la oviposición se expresa por la retención del huevo y como consecuencia se adhiere una cobertura extra de calcio al cascarón, es señalado como una mala oviposición de la gallina indicando de un nido inapropiado y exponiendo el bienestar de la gallina (Duncan, 1998; Costa *et al.*, 2012; Zupan *et al.*, 2008; Widowski *et al.*, 2016)

2.4.2. Patrones de movimiento

Los patrones de movimientos en las gallinas están influenciados por la carga animal y la distribución que estas realizan en el entorno o sistema de producción y el lugar donde estén instalados las perchas, la zona de basura, los nidos, el alimento y el agua. Posteriormente las gallinas al estar en su punto óptimo de producción y si se le da acceso a un área, los patrones tienden a ser diferentes como consecuencia de las nuevas áreas desconocidas (Ali *et al.*, 2016). Rufener *et al.* (2018) mencionan que especies animales tienen diferentes conformaciones de comportamientos que están asignadas peculiarmente, donde han averiguado que las gallinas tienen preferencia ambiental, que estipulan que se deba a facciones propias, las cuales caracterizan a la audacia o proactividad, temor y reacción al estrés. Actualmente existen movimientos individuales y patrones de ubicación de las gallinas que expresan en los sistemas. En los grupos pequeños se sabe que las gallinas forman una jerarquía social estable el cual define el acceso a los recursos, sin embargo, si el grupo es grande o aumenta se cambia el patrón social el cual hay una reducción de agresividad, y la vinculan a la evitación de individuos específicos o acumulación asociado a movimientos modificados.

2.4.3. Agresividad y dominancia

El comportamiento agresivo o agonístico se caracteriza por estar relacionado con el combate y amenaza, los machos manifiestan estos comportamientos con mayor frecuencia y las hembras los expresan en tiempos exactos. La hormona testosterona es la encargada de estimular estos comportamientos agresivos en las gallinas y pollos los cuales comprenden: comportamientos de ataque, huida, evitación y sumisión (Castellón-Viaplana *et al.*, 2013).

Carranza, (1994) señala que dentro de estos dos conceptos hay dos tipos de individuos, los que quitan el alimento y los recursos de los otros, dirigiéndose con ataques de agresividad a un intruso que suele molestarlos, sin embargo, interactúan con otros que estén cerca sin atacarlos, y otros que suelen alejarse ante la amenaza o ataque de otro, y si tienen la oportunidad de agredir sus amenazas son severas a estos se les llama: dominantes y subordinados.

Esta dominación social de los animales es una explicación del asentamiento y diligencia del orden del picoteo de las gallinas (Banks *et al.*, 1979). Rowell (1974) menciona que la dominación social es una respuesta propia adquirida por animales de rangos mayores y menores, se considera que en esta interacción social existe un dominante que lidera, y toma decisiones de dónde

descansan, que comen y dónde se mueven y su éxito reproductivo. En la dominancia de las gallinas se aprecia un comportamiento peculiar, el picoteado el cual se manifiesta con frecuencia cuando un ave es introducida en una parvada es agredida.

En la avicultura, la agresión se presenta por el picoteo y es definida como el picado de las plumas y canibalismo. La agresividad o agresión, es un estímulo social expresada por los animales y se aprecia con mayor frecuencia cuando hay competencia por los recursos. En las gallinas y en otras especies animales la agresión tiende a disminuir, con el fin de establecer una jerarquía social permanente. Al inicio de establecer la jerarquía social las agresiones son muy fuertes y a su vez estas jerarquías no logran establecerse.

El comportamiento de picar en las gallinas y pollos da presencia y autoridad, como consecuencia las aves que mantengan rasgos en la cabeza o parte dorsal establece una jerarquía menor en el grupo, estas gallinas subordinadas tienden a escapar de las superiores evitando ser picadas y tener plumas dañadas en la parte de la cabeza (Barroeta *et al.*, 2007; Castellón-Viaplana *et al.*, 2013).

2.5. Linajes, razas y líneas genéticas de gallinas y su adaptación a distintos tipos de producción.

Los sistemas avícolas son conocidos por utilizar organismos genéticamente modificados, que se mantienen en sistemas bien controlados, con buena nutrición, con alta productividad de huevos y carne. En los sistemas de producción intensivos no se utilizan razas genuinas sino híbridos de talla industrial con excelentes rendimientos que superan a las razas genuinas. A raíz de esto es de gran importancia conocer cuál es la definición de raza, linajes y líneas que son el primer escalón de estos conceptos que suelen confundirse al tratar con poblaciones de aves domésticas en la genética de las gallinas.

Rodero y Herrera, (2000) define raza como poblaciones que se aprecian por un grupo de características fenotípicas, definidos genéticamente y se distinguen de otras de la misma apariencia durante su historia, y que están situados en un área específica y en un ambiente igual. De acuerdo con Sierra, (2001) conceptúa a la raza como una colección de individuos que mantienen características peculiares y que heredan por generaciones. Linaje es conceptuada como una población cerrada de gallinas de una raza obtenida por cruzamiento sólo de animales de la

población hecho por un avicultor o industria, se caracteriza de otras líneas de la misma raza en las cualidades morfológicas y productivas. La línea genética es un grupo cerrado de gallinas que se obtiene de los cruzamientos bien establecidos dentro de la familia, el número de gallinas en las líneas genéticas es muy bajo, pero mantienen un alto parentesco (Morfin, 2007; Valencia, 2011).

Esta selección genética y manejo que se ha llevado a cabo brindando como resultado en las gallinas, un incremento en sus características productivas y acaparamiento de las exigencias del mercado con las nuevas razas empleadas.

Las razas de gallinas se clasifican de acuerdo a distintas normas, por su apariencia exterior y el uso zootécnico. Existen grupos clasificados por su apariencia exterior el arquetipo asiático, atlántico, mediterráneo y los de combate o pelea. Las gallinas superpesadas son las clasificadas como arquetipo asiático en la que se sitúa la raza Cornish, Cochin y la Langshan utilizadas en la industria principalmente para carne. Las semipesadas o de arquetipo atlántico se encuentran las razas de doble propósito la Empordanesa, Rhode Island, New Hampshire, Plymouth Rock, Orpington, Wyandotte y Sussex. Las lleugeres o de arquetipo mediterráneo encontramos a las razas productoras de huevo blanco como la Leghorn, Menorquina, Andaluza, Prat y la Penedesenca. Las aves de combate o pelea o de posición vertical son buenas cluecas y presentan dimorfismo. Cabe mencionar las que se clasifican según el uso zootécnico, se sitúan las de producción, las ornamentales o de exposición y las de pelea. En las de producción están las de carne, de postura y las de doble propósito. Las gallinas de producción de carne se sitúan las pesadas y semipesadas y están las razas Cornish blanca y Plymouth Rock blanca.

Las gallinas de puesta clasificadas en ligeras, semi-pesadas y las de doble propósito, las ligeras como la Leghorn productoras de huevo blanco, las semi-pesadas como la Red Rhode Island, Plymouth Rock Barred, y las de doble propósito New Hampshire, Sussex (Barroeta *et al.*, 2007; FAO, 2008). Las razas nativas y mejoradas se adaptan a condiciones cambiantes, sus requisitos nutricionales son bajos, son resistentes a las enfermedades, su fertilidad y eclosión es muy alta.

En los países de desarrollo inmersos en la avicultura se basan en la acción, esparcimiento y producción de genotipos de aves, que se basan en dos tipos de industrias que mantienen cierta distancia entre sí, las que usan pollos de engorde de alto rendimiento y las de doble propósito (Pym, 2013). Es por ello que un tema de importancia es la adaptación de las gallinas en los distintos tipos de producción suele tener un efecto de no bienestar.

Una característica es la pelecha o muda de las gallinas silvestres y comerciales. La pelecha o muda está relacionada con el cambio de plumas de gallinas por un periodo de tiempo, implica la atrofia del sistema reproductivo, como consecuencia no hay actividad reproductiva. En el tiempo de vida de las gallinas sufren cambios diferentes de mudas, iniciando desde el rompimiento del huevo hasta el primer ciclo de postura, las gallinas tienen cuatro tipos de plumas, plumajes natales, jóvenes, alternativos y básicos.

La muda de las gallinas tiene efecto en los cambios fisiológicos, incluyendo cambios en la vascularización de folículos y papilas de plumas y osteoporosis. En aves en sistemas de ambientes silvestres la muda se presenta cuando inician la crianza y se atrofia el tracto reproductivo, se detiene la puesta de huevo seguida de la caída y cambios de plumas, el consumo de alimento disminuye y pierde el 20% de su peso corporal. En la industria del huevo la muda es inducida, conocida como muda artificial con el interés que la muda suceda en tiempos divergentes a la muda natural. La inducción de la muda artificial elimina la puesta de huevo y las plumas. La muda en sistemas industriales se realiza con la eliminación del alimento y agua, y disminución de las horas luz como mínimo 10 horas. Las gallinas se dejan en abstinencia en un lapso de tiempo con el retroceso del tracto reproductivo (Ricke *et al.*, 2013).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Comparar el comportamiento, uso del hábitat y producción de huevo de dos genotipos de gallinas (*Gallus gallus domesticus*) de postura Dominant Red D 853 y Dominant Barred D 959 en un sistema campero bajo condiciones de clima cálido subhúmedo.

3.2. Objetivos Específicos

1. Conocer las actividades diarias y comportamientos agresivos de dos genotipos de gallinas de postura Dominant Red D853 y Dominant Barred D959 en un sistema campero.
2. Determinar el uso del hábitat de dos genotipos de gallinas de postura Dominant Red D853 y Dominant Barred D959 en un sistema campero.
3. Determinar la producción de huevo en dos genotipos de gallinas de postura Dominant Red D853 y Dominant Barred D959 en un sistema campero.

4. HIPÓTESIS

4.1. Hipótesis general

El comportamiento natural, uso del hábitat y producción de huevo y carne en gallinas Dominant Red D853 y Dominant Barred D959, son diferentes entre genotipos.

4.2. Hipótesis Específicas

1. Las frecuencias de las actividades diarias y comportamientos agresivos de las Dominant Red D853 serán diferentes de las de Dominant Barred D959.
2. El uso del hábitat de las Dominant Red D853 será mayor al de las Dominant Barred D959.
3. La producción de huevo y carne de las Dominant Red D853 serán diferentes de las Dominant Barred D959.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Ubicación y condiciones ambientales del área experimental

El trabajo de investigación se realizó con gallinas en postura, observando su comportamiento, uso del hábitat y parámetros productivos de las 20 a las 35 semanas de edad. Se llevó a cabo de agosto a diciembre de 2018, en el módulo avícola del Colegio de Postgraduados Campus Veracruz, situado en la carretera federal Xalapa-Veracruz km 88.5, Predio Tepetates, Municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México. El clima de la región es $Aw_0(w)(i)g$ que corresponde al más seco de los cálidos subhúmedos, con un promedio anual de temperatura de 25.4°C y de precipitación acumulada de 1285.8 mm, la elevación media es de 16 msnm (Ortiz y López, 1997).

El área experimental comprendió seis corrales de 5 x 15 m cada uno, cercados con malla gallinera metálica, de 1.80 m de altura y 0.03 x 0.05 m de luz, orientados Este-Noreste. En cada corral hubo un área de apacentamiento, parcialmente sombreada (12.8 m²) con palma de coyol (*Acrocomia aculeata*) y una caseta para el alojamiento (Figura 1). El área de apacentamiento de las gallinas constó de 75 m², con plantaciones de árboles de moringa (*Moringa oleífera*), abundancia de gramíneas, arvenses, herbáceas. El contorno de cada área experimental fue cercado con malla gallinera metálica, de 1.80 m de altura.

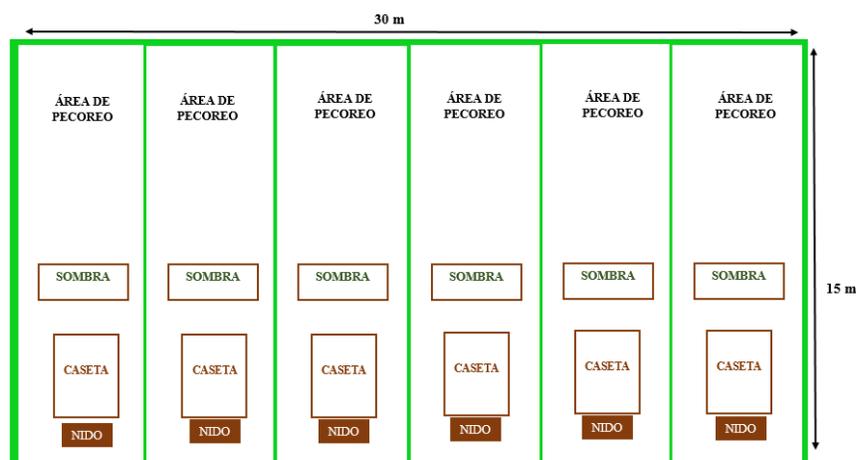


Figura 1. Diseño de los corrales experimentales.

La caseta de alojamiento se construyó de madera y malla criba de 1 cm, las dimensiones son 1.2 x 2.6 x 1.5 m, la cubierta de lámina de zinc galvanizada. El piso fue de malla criba situado a una altura de 25 cm sobre el suelo, se integraron perchas a una altura de 1.20 m de alto y 0.15 cm

de espacio, las paredes están situadas de la parte norte y este como protección para las aves de corrientes de vientos (Figura 2). Cada corral dispuso de dos comederos longitudinales de PVC ocupando 10 cm por gallina y tres bebederos circulares de piso de 3 L de capacidad, ofreciendo 1 bebedero para siete gallinas. Se construyeron seis nidos trampa de madera, las dimensiones son 30 cm altura, 30 cm ancho y 40 cm de profundidad, colocados en la parte frontal de la caseta de resguardo en dirección al este (Figura 2).



Figura 2. Casetas de resguardo de las gallinas y nidos trampa.

5.2. Materiales genéticos

Se utilizaron gallinas Dominant Red D853 y Dominant Barred D959, adquiridas de un día de edad a la empresa Incubadora Villaflores, en Villaflores, Chiapas, México. De acuerdo con la descripción de la empresa Dominant Cz (Dominant CZ, 2015), el híbrido Dominant Red D853 (en adelante referido como RIR) se identifica por su color rojo brillante y es el resultado de los cruzamientos de Red Rhode Island paterno con plumaje rápido y Red Rhode Island materno de plumaje lento. Una característica importante del híbrido es que es un ave de doble propósito (carne y huevo) de alta productividad. A lo largo de su vida productiva iniciando de la semana 24 a 74 se

espera produzcan 310 huevos con cáscara marrón oscuro. La información de la compañía reproductora describe a este híbrido como adaptable a condiciones subóptimas y adversas, es recomendado para sistemas intensivos, pequeña escala y sistemas libres (Dominant CZ, 2015). Por su parte, el híbrido Dominant Barred D959 (en adelante referido como PRB) se identifica por la mezcla de sus diferentes secciones de barras blancas y el color negro de sus plumas. Es el resultado de los cruzamientos de Plymouth Rock Barred paterno con plumaje rápido y la raza Red Rhode Island materno con plumaje lento. La compañía reproductora lo caracteriza como un ave de doble propósito y de gran producción, adaptable a cambios drásticos de temperatura, recomendado para sistemas intensivos, pequeña escala y sistemas libres (Dominant CZ, 2015). A lo largo de su vida productiva se espera produzca 310 huevos con cáscara marrón oscuro iniciando de la semana 24 a la 74.

5.3. Manejo de las aves previo a las 20 semanas de edad

El agua y el alimento balanceado se ofreció a voluntad y en cantidad según los requerimientos de las etapas de desarrollo de las aves: Iniciador de 15-30 g, Crecimiento 35-60 g, Prepostura de 65-100 g, Postura I de 100-125 g y Postura II 125 g. Su formulación fue de acuerdo con las recomendaciones nutricionales de la casa comercial (Cuadro 1). Se elaboró como mezcla de maíz molido, soya, aceite vegetal, sal, calcio y el núcleo base de vitaminas y minerales. Durante la etapa de desarrollo se agregó coccidiostatatos (Coxistac) como medida preventiva.

Desde su llegada hasta las cuatro semanas de edad, las pollitas se mantuvieron encerradas en criadoras con luz artificial y temperatura controlada para su neutralidad térmica. A partir de la cuarta semana se les permitió el acceso diurno al área de apacentamiento, con horario de 7:00-19:00 horas, por las noches se resguardaron en sus casetas.

A las 12 semanas de edad se pesaron las aves y se identificaron de manera individual con anillos numerados colocados en los tarsos. Se excluyeron los extremos de peso para distribuir aleatoriamente, siete de cada híbrido en cada corral, para un total de 84 aves en el experimento.

Las pollitas fueron vacunadas a los cero días contra Newcastle y Marek por la empresa incubadora. Se le dio seguimiento a su calendario de vacunación aplicando refuerzos contra Newcastle cada tres meses utilizando la triple aviar y aplicando la vacuna contra viruela aviar a las doce semanas de edad.

Cuadro 1. Recomendaciones de nutrientes y energía Dominant Cz.

		Iniciador	Crecimiento	Prepostura	Postura	Postura
		0-4	5-10	11-18	I	II
		semanas	Semanas	semanas	19-39	40-78
					Semanas	semanas
Proteína	%	19.5	18	15	17	15.5
Energía	Kca 1 / kg	2 875	2 850	2 750	2 750	2 700
Metabolizable		12 000	11 900	11 500	11 500	11 300
MINERALES						
Calcio	%	1.0 – 1.1	1.0 – 1.1	1.3 – 3.0	3.3 – 3.7	3.8 – 4.0
Avail. Fósforo	%	0.45	0.40	0.35	0.37	3.3
Sodio	%	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16
AMINOÁCIDOS						
Metionina	%	0.48	0.4	0.32	0.38	0.34
Metionina. – Cistina	%	0.82	0.73	0.58	0.67	0.62
Lisina	%	1.08	0.9	0.72	0.8	0.75
Treonina	%	0.76	0.65	0.5	0.51	0.48
Triptófano	%	0.2	0.17	0.15	0.16	0.15
VITAMINAS AGREGADAS (Por 1 kg de alimento)						
A	I.U.	12 000	10 000	10 000	10 000	10 000
D3	I.U.	2 500	2 500	2 000	2 000	2 000
B1 (Tiamina)	mg	1	1	1	1.5	1.5
B2 (Riboflavina)	mg	5	5	5	6	6
Ácido Pantoténico	mg	10	8	6	8	8
Niacina	mg	40	40	30	35	35
Cloruro de colin	mg	600	500	500	500	500
E	mg	20	20	20	20	20
K3	mg	2.5	2.5	2	2	2
B12	mg	0.02	0.015	0.01	0.015	0.015
Ácido Fólico	mg	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
B6 (Piridoxina)	mg	3	3	2	3	3
Biotina	mg	0.15	0.1	0.05	0.1	0.1
MINERALES AGREGADOS (microgramos por 1 kg de alimento)						
Manganeso (Mn)		70	70	70	80	80
Zinc (Zn)		50	50	50	50	50
Cobre (Cu)		6	6	6	6	6
Hierro (Fe)		60	60	60	60	60
Yodo (I)		1	1	1	1	1
Cobalto (Co)		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Selenio (Se)		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Modificado de guía de programas de híbridos finales Dominant-cz, 2015(<https://dominant-cz.cz/>)

A partir de las 18 semanas de edad el alimento fue ofrecido a saciedad en horario de 9:00 a 11:00, 13:00-15:00 y 19:00-20:00, separando las gallinas de cada genotipo en pequeños recintos cerrados con malla gallinera (Figura 3). El alimento ofrecido fue pesado y suministrado en comederos de piso, proporcionando cantidades iguales para cada unidad experimental; el alimento rechazado al término del día fue también pesado. La cantidad ofrecida fue ajustándose de acuerdo al consumo anterior, a lo largo del experimento. El alimento a partir de esta semana y durante todo el experimento consistió en alimento de Postura I (Cuadro 1).



Figura 3. Recinto cerrado de malla gallinera, comederos y bebederos.

5.4. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, el factor de bloqueo fue el corral, con dos tratamientos (genotipos), y seis repeticiones. La unidad experimental fue de siete gallinas por genotipo, por corral, para un total de 42 gallinas por genotipo.

El modelo estadístico utilizado para este diseño fue:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

donde:

y_{ij} observación en la unidad experimental

μ media general

τ_i efecto del i -ésimo tratamiento

β_j efecto del j -ésimo bloque

ϵ_{ij} error experimental del bloque j en el tratamiento i

5.5. Variables evaluadas

5.5.1. Comportamientos y actividades diarias

Las observaciones de comportamiento y actividades diarias se realizaron en las semanas 23, 26, 29, 32 y 35 de edad; estas edades se eligieron para representar los tres periodos reconocidos en el ciclo de postura: inicio, máximo y estabilización (Dominant Cz, 2015). Se utilizó la técnica de escaneo modificada de Abouelezz *et al.* (2014), y consistió en registrar la actividad de cada gallina en el corral a intervalos de 15 minutos, en horario de 7:00 - 8:30, 11:00 - 12:30 y 17:30 - 19:00 horas, por tres días consecutivos. Para el monitoreo de los comportamientos se utilizó un Olympus digital voice recorder VN-5200PC. Los comportamientos y actividades diarias se registraron por frecuencias y comprendieron: comer y beber, acicalándose, baños de tierra, baños de sol, sacudiéndose, dormir, parada vigilando, posando en percha, en descanso, en postura, cacaraqueo, rascar, picar, explorar, caminar, correr, brincar y estirarse. El registro de las actividades siempre fue al azar y realizado por un mismo observador. Las actividades registradas fueron clasificadas en seis tipos de comportamientos: 1) comer y beber, 2) aseo, 3) descanso, 4) postura, 5) pecoreo y 6) movimiento.

5.5.2. Uso del hábitat

Las observaciones del uso del hábitat se realizaron junto con los escaneos de comportamiento, y se registró la ubicación de cada gallina en el corral. Para ello el área de pecoreo de cada corral fue marcada en cinco secciones de 3 m, identificadas por color amarillo y rojo, y así referir la ubicación del ave en el hábitat (Figura 4). Se obtuvieron las frecuencias de ubicación de las aves en el hábitat por sección. Se elaboró un índice de uso del hábitat, dando un valor a la ubicación de cada gallina en cada sección, el cual se incrementó en dos unidades según su distanciamiento de la caseta de resguardo. Así, el valor más bajo de este índice fue de uno, correspondiendo a la caseta, y el más alto fue de 11 en la sección más alejada de la caseta. Se obtuvo el promedio del índice por genotipo, por corral, por semana de observación.

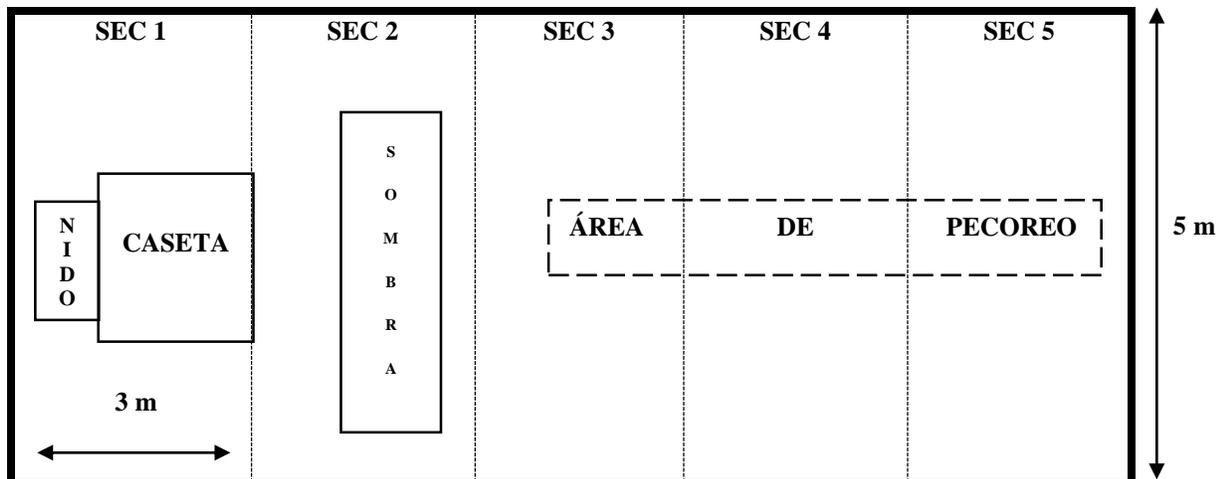


Figura 4. Diseño y medidas de cada corral, marcadas en cinco secciones de pecoreo.

5.5.3. Comportamientos agresivos

Las observaciones de comportamientos agresivos se realizaron siguiendo la metodología de Shimmura *et al.* (2015), en las semanas 24, 27, 30, 33 y 36. Cada corral se observó de manera continua, en dos periodos de una hora por día, en horario de 7:00 - 19:00 horas, por tres días consecutivos, el orden de observación fue aleatorio. Los comportamientos observados y registrados fueron identificados como: amenaza, picoteo ligero de plumas, picoteo agresivo de plumas, picoteo de cara-cresta, enfrentamiento y combate. Se obtuvieron las frecuencias de esos comportamientos y se elaboró un índice de agresión, calificando el grado de agresión de los comportamientos de la manera siguiente: amenaza = 1, picoteo ligero de plumas = 2, picoteo agresivo de plumas o de cara-cresta = 3, enfrentamiento = 4, y combate = 5. Se calculó un índice de agresión (IA) multiplicando la frecuencia de comportamientos observados por su calificación.

5.5.4. Producción de huevo y conversión alimenticia

El registro individual de la producción diaria de huevo, se llevó a cabo a partir de la semana 20, y fue posible al hacer uso de nidos trampa. Los nidos fueron revisados a intervalos de 15 minutos durante las horas de mayor frecuencia de postura de 8:00 a 15:00 horas. Después de liberar a la gallina, y dejando el nido-trampa disponible para ser ocupado por otra gallina, se colectó el huevo y se pesó con una báscula digital Santul modelo 5927; se hicieron formatos de registro individuales para determinar el número de huevos por gallina por semana (NH), la masa de huevo

que se calculó por el peso de huevos en kilogramos acumulados durante la semana (MH); el peso promedio de huevo por semana (g), se obtuvo dividiendo la masa de huevo entre el número de huevos. Estos datos se agruparon por tres periodos de postura para su análisis estadístico: 1) el primer periodo comprendió de la semana 24 a la 27, 2) el segundo periodo fue de la 28 a la 31, y 3) el tercer periodo comprendió de la semana 32 a la 35; estos periodos fue posible clasificarlos de acuerdo con lo marcado por Dominant cz (2015) y Bovans (2018). El consumo aparente de alimento (CAA) semanal se obtuvo de la suma semanal de los registros diarios de la diferencia del peso del alimento proporcionado y el rechazado 14 horas después, entre el número de gallinas, por genotipo y repetición. Para obtener la Conversión Alimenticia (CA) respecto de la producción de huevo, se dividió el CAA semanal entre la MH semanal. Se calculó el promedio de CA por genotipo, por repetición.

5.5.5. Producción de carne

A las 37 semanas de edad se pesaron y seleccionaron al azar 12 aves por genotipo, se sacrificaron acorde a lo establecido por la NORMA Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995, que estipula el sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. Las gallinas se sacrificaron por degüello externo y desangrado, se realizó el escaldado, desplume, lavado, eviscerado y pesado. Las variables evaluadas comprendieron: Peso vivo, canal, plumas secas, vísceras, grasa, molleja, longitud de intestinos, longitud de ciegos, pechuga, pierna y muslo. Para el peso vivo, canal y plumas secas se utilizó una báscula electrónica Torrey Pcr-20 y para las porciones principales se utilizó una báscula digital Santul modelo 5927. La medición de la longitud de intestinos y sacos ciegos se realizó con una cinta métrica de 1.5 m. Los datos se registraron y analizados para calcular el rendimiento en carne, grasa abdominal y tracto intestinal y así identificar las diferencias entre híbridos. Los datos se registraron y analizados para evaluar el rendimiento en carne, grasa abdominal y tracto gastrointestinal y así identificar las diferencias entre híbridos.

5.6. Análisis estadísticos

Se realizaron pruebas de independencia del tipo de híbrido respecto de las frecuencias de comportamientos y actividades diarias, utilizando el PROC FREQ de Statistical Analysis System (SAS 9.4, 2014); estas pruebas se realizaron para cada muestreo. En el caso de las frecuencias de comportamientos agresivos, también se hicieron pruebas de independencia respecto del tipo de

híbrido, pero los datos de los cinco muestreos fueron agrupados para asegurar la validez de las pruebas de χ^2 , evitando frecuencias esperadas por casilla menores a 5. El uso del hábitat también fue analizado con pruebas de independencia respecto del tipo de híbrido, realizando una prueba por muestreo, utilizando también el PROC FREQ de SAS (SAS 9.4, 2014). En cada fecha de muestreo se examinó si existieron diferencias entre híbridos en el índice de agresión mediante pruebas de Wilcoxon para lo cual se utilizó el PROC NPAR1WAY de SAS (SAS 9.4, 2014). Las variables de número de huevos, masa de huevo, peso de huevo, consumo alimento y conversión alimenticia se analizaron con ANOVA de bloques al azar con medidas repetidas (PROC GLM, SAS 9.4), mientras que para las variables de producción de carne se utilizó análisis de varianza con bloques al azar (PROC GLM, SAS 9.4).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Comportamientos y actividades diarias

Las actividades de pecoreo, descanso y aseo fueron los más frecuentes, manteniéndose arriba del 80% entre las tres, durante el experimento (Figura 5). Las pruebas de χ^2 indicaron que las frecuencias de las actividades realizadas por las gallinas fueron dependientes del tipo de híbrido, excepto en el muestreo de la semana 33 en el cual no hubo diferencias (Figura 5). Las actividades cuyas frecuencias fueron distintas dependiendo del tipo de híbrido, fueron la postura en las semanas 23, 26, 29 y 35, el descanso en las semanas 29 y 35, y el movimiento en la semana 23; en todos los casos donde hubo diferencia, la mayor frecuencia en postura y movimiento fue de las PRB y en el descanso las RIR.

En un estudio realizado por Sánchez (2019) con gallinas Dominant Cz D853 en un sistema campero, reportó que las actividades que realizaban con mayor frecuencia fueron pecoreo, movimiento, comer y aseo manteniéndose en un 86.25%, estos datos fueron similares con los obtenidos en la presente investigación. Comparando con otras investigaciones con gallinas Red Rhode Island de Abouelezz *et al.* (2014) señalaron que las actividades que se presentaron con mayor frecuencia fueron búsqueda de alimento, exploración, caminando, descanso y acicalándose las cuales comprendieron el 40.5% en un sistema de libre pecoreo. Así mismo, Vargas *et al.* (2017) reportaron en las gallinas Rhode Island que las actividades de mayor frecuencia comprendieron en explorar, rascar y picar que consideran el 23 %, contrario a los resultados de este experimento.

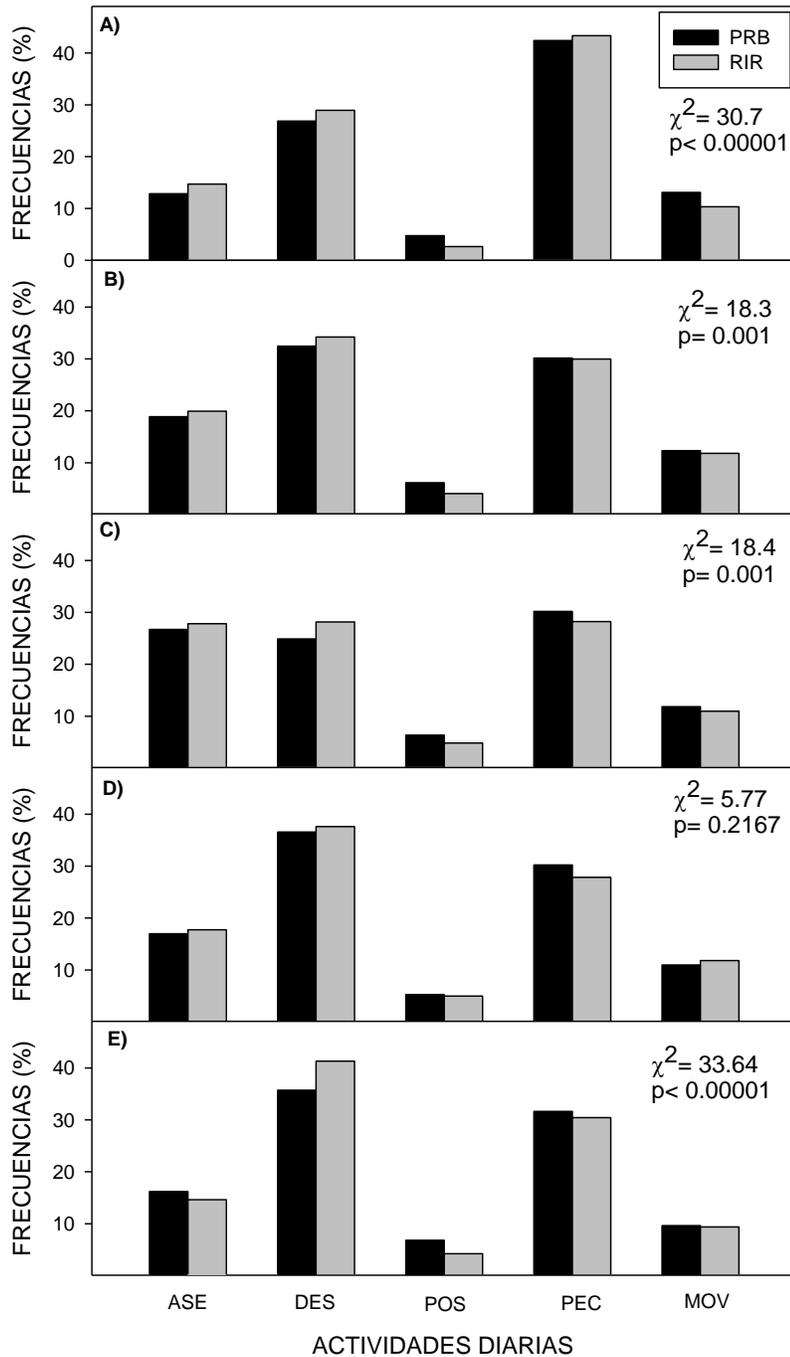


Figura 5. Frecuencias de comportamientos y actividades diarias de gallinas PRB y RIR, durante las A) 23, B) 26 C) 29, D) 32 y E) 35 semanas de edad. Los comportamientos registrados fueron: aseo (ASE), descanso (DES), postura (POS), pecoreo (PEC) y movimiento (M).

Estudios de Bozakova *et al.* (2011) con tres razas de gallinas reportaron que las actividades de mayor frecuencia de gallinas PRB fueron descansar y baños de tierra. Estos resultados reflejan que al mantener a las gallinas en sistemas camperos permiten manifestar estos comportamientos de pecoreo por que disponen de áreas de cobertura vegetal, sombras, insectos comestibles que permiten presentar la mayor gama de estas actividades (Fanatico, 2006; Sánchez, 2019).

6.2. Comportamientos agresivos

Los comportamientos agresivos más frecuentes fueron la amenaza y el picoteo ligero de plumas; estos dos comportamientos representaron el 75.1% y el 74.9% de los comportamientos agresivos observados en las PRB y en las RIR, respectivamente, durante todo el experimento (Figura 6). La prueba de independencia indicó que la frecuencia de los comportamientos agresivos fue independiente del tipo de híbrido ($\chi^2 = 7.73$, $p > 0.17$). Se observó que el índice de agresión promedio por corral por híbrido disminuyó conforme avanzó el experimento, pasando de valores mayores a 60, a valores menores de 40 (Figura 7). Aunque en la mayoría de los muestreos el índice de agresión de las gallinas PRB fue mayor al de las RIR, las diferencias no fueron significativas entre híbridos ($p > 0.05$).

El comportamiento de agresión entre las gallinas es un estímulo social que es manifestado por la competencia de recursos presentes en el área o entorno en el que habitan (Bilcík y Keeling, 1999). Estudios de Sánchez (2019) muestran datos similares en amenaza y picoteo ligero de plumas se presentaron con mayor frecuencia en el sistema campero, estos datos coinciden con los que se obtuvieron en la investigación. El picoteo de plumas en gallinas productoras de huevo se identifica por picoteos no agresivos que van en dirección a las plumas de otras gallinas (Bennewitz *et al.*, 2014). Los resultados del índice de agresión coinciden con los de Sánchez (2019), el cual observó que al inicio del experimento tuvo un índice de agresión mayor y conforme pasó el tiempo de estudio el índice fue disminuyendo. Investigaciones realizadas por Oden *et al.* (2002) describen que las manifestaciones de agresión son más frecuentes mientras la edad avanza, caso contrario a los resultados obtenidos.

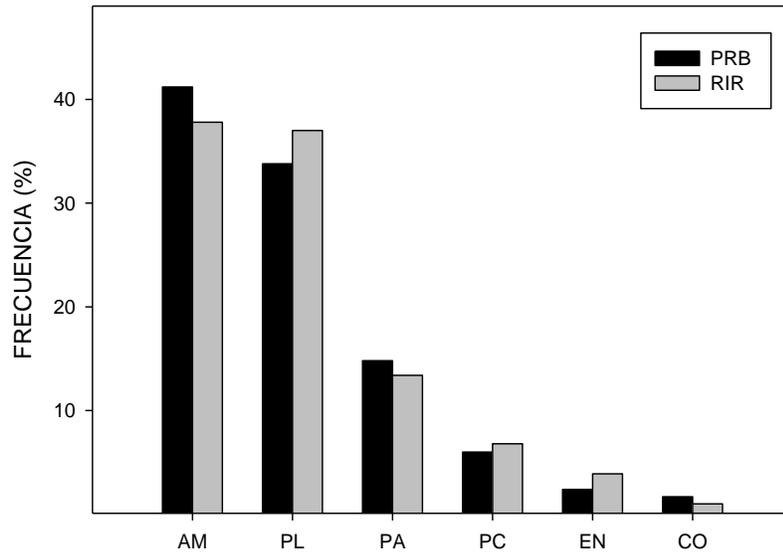


Figura 6. Frecuencia de comportamientos de agresión de gallinas PRB y RIR durante todo el experimento (todos los muestreos agrupados). AM = amenaza, PL = picoteo ligero, PA = picoteo agresivo de plumas, PC = picoteo de cara, EN = enfrentamiento, y CO = combate.

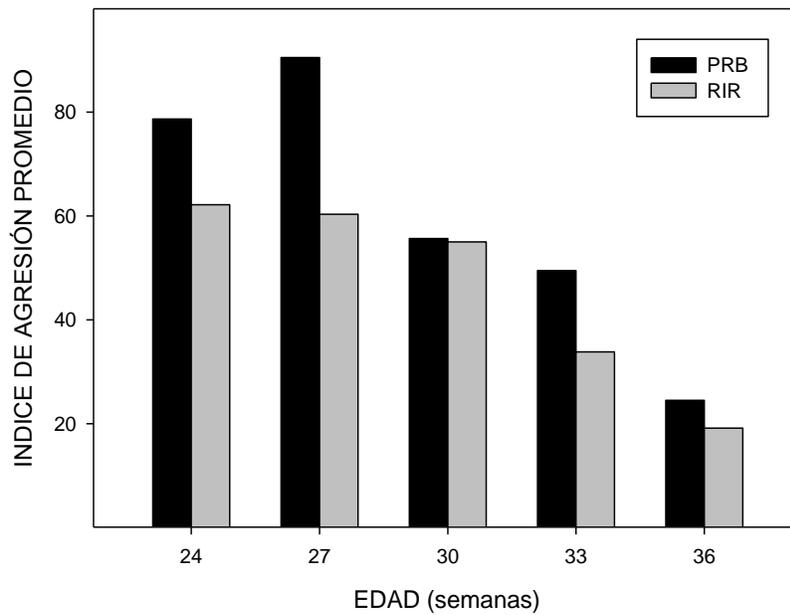


Figura 7. Índice de agresión promedio de gallinas PRB y RIR.

6.3. Uso del hábitat

Las gallinas utilizaron con mayor frecuencia las secciones 1 y 2; en estas dos áreas se distribuyó más del 50% de las gallinas durante todo el experimento (Figura 8). Las pruebas de χ^2 indicaron que la distribución de las gallinas en el hábitat dependió del tipo de híbrido en las semanas 26, 29, 32 y 35; solo en la semana 23 fue independiente del tipo de híbrido. En la semana 26 la mayor diferencia entre los híbridos se observó en las secciones 1 y 2 siendo más abundantes las RIR en la sección 1 y las PRB en la sección 2; en la semana 29 en la caseta y la sección 1 fueron más abundantes las RIR mientras que en las secciones 2 y 4 fueron más abundantes las PRB; en la semana 32 en la caseta fueron más abundantes las RIR y en la sección 2 las PRB; por último, en la semana 35 fueron más abundantes las RIR en la caseta. Las gallinas RIR tendieron a pasar con mayor frecuencia cerca de la caseta de resguardo y las PRB hacen uso de otras áreas más distantes.

Abouelezz *et al.* (2014) discuten resultados de cierta similitud con los obtenidos en la investigación, donde señalan que el 40 % de las gallinas usan el área cercana a la de la caseta de resguardo en distancias de 0 a 5 m. Estudios de Vargas *et al.* (2017) mencionan que las gallinas Rhode Island pasan con mayor frecuencia cerca de la caseta de resguardo que corresponde a una distancia <10 m datos que coinciden con las gallinas RIR en el estudio realizado. Investigaciones de Hegelund *et al.* (2006 en cinco razas de gallinas reportaron que más del 40% las gallinas se mantuvieron cerca de la casa de resguardo en distancias menores a 5 m. También menciona que el uso del hábitat puede ser influenciado por el clima, la estación, el manejo y el diseño del área. Otros estudios (Zetner y Hirt, 2003; Bestnman y Wagenaar, 2003) muestran que la cobertura y el tipo de vegetación, la experiencia del personal y la edad de las gallinas influyen en el uso del hábitat.

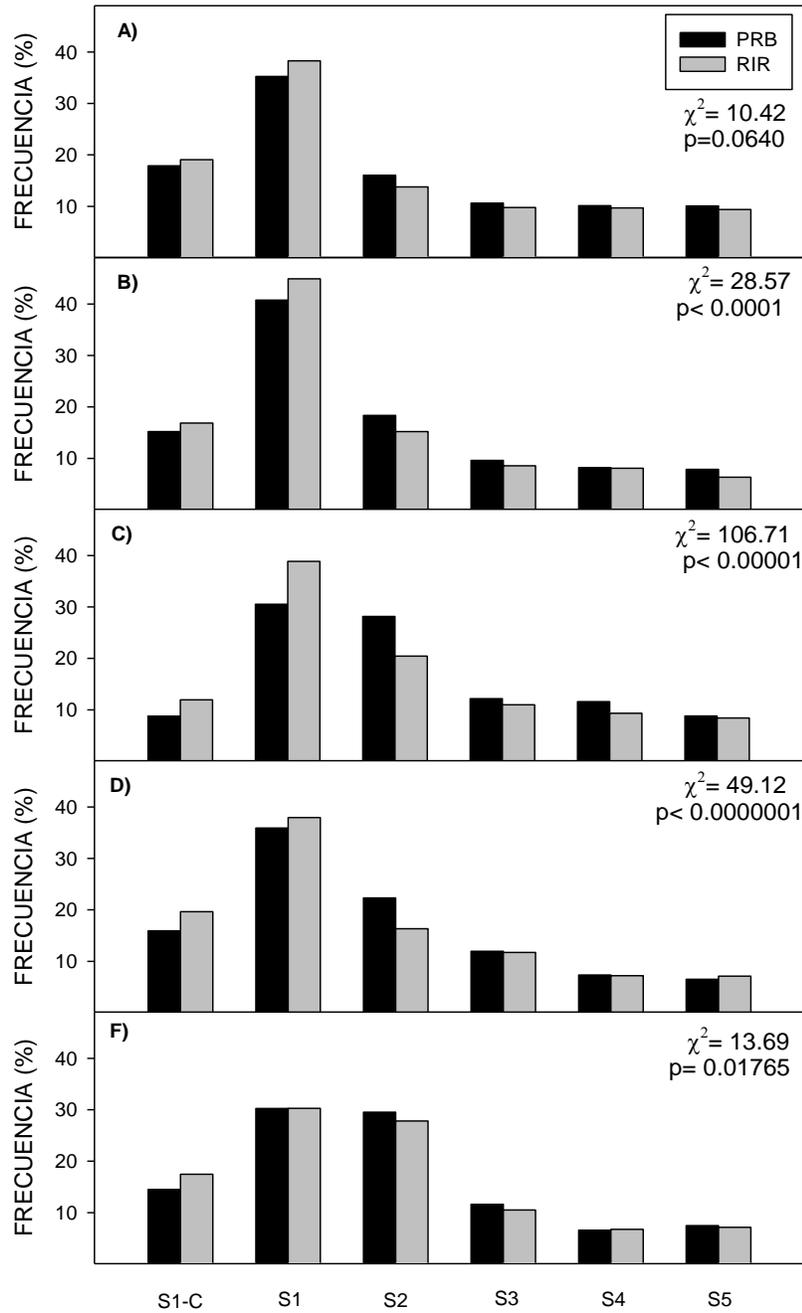


Figura 8. Frecuencias del uso del hábitat de gallinas PRB y RIR durante las A) 23, B) 26 C) 29, D) 32 y C) 35 semanas de edad. Las secciones comprendieron espacios delimitados adentro del hábitat concedido, caseta (S1-C), sección 1 (S1), sección 2 (S2), sección 3 (S3), sección 4 (S4) y sección 5 (S5).

6.4. Producción de huevo y conversión alimenticia

El número de huevos por semana por gallina promedio, de ambos híbridos, se incrementó de manera significativa en el tiempo ($F=5.45$, $p=0.0045$) y fue mayor para las PRB en los dos primeros periodos, pero no en el tercero (Cuadro 2). La masa de huevo de ambos híbridos se incrementó en el tiempo ($F=59.86$, $p<0.0001$) sin haber diferencias significativas entre los híbridos (Cuadro 2). El peso de huevo también se incrementó en el tiempo ($F= 835.88$, $p<0.0001$) y fue mayor para las RIR en los tres periodos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Producción de huevo de gallinas PRB y RIR durante el periodo de postura indicado. Los valores entre paréntesis señalan el error estándar (EE).

Híbrido	Periodo 1		Periodo 2		Periodo 3	
	PRB	RIR	PRB	RIR	PRB	RIR
Número promedio de huevos /semana / gallina	6.48* (0.11)	5.99* (0.11)	6.67* (0.07)	6.34* (0.07)	6.54 (0.07)	6.41 (0.07)
Masa de huevo promedio (g)	356.96 (6.92)	340.97 (6.91)	394.30 (5.13)	387.35 (5.12)	404.35 (5.07)	407.15 (5.12)
Peso promedio de huevo (g)	54.96* (0.31)	56.87* (0.32)	59.13* (0.31)	60.98* (0.32)	61.79* (0.34)	63.53* (0.35)

* Significativamente diferentes ($p< 0.001$)

Las variables evaluadas de producción de huevo fueron diferentes durante el periodo de estudio, similares a las reportadas por Sánchez (2019). Se observó que el número de huevos y peso del huevo se incrementó conforme avanzó el ciclo de producción, igual con estudios de Ledvinka *et al.* (2011), Samiullah *et al.* (2016) donde observaron un incremento en número de huevos y peso del huevo, y que esta relación está influenciada con la edad de las gallinas. Estudios de Calik (2017) muestran un incremento del peso del huevo conforme las gallinas Red Rhode Island de la línea A-33 envejecen, resultados que coinciden a los que obtuvimos. Los pesos del huevo de las dos razas en el sistema campero se clasifican como huevos M con un rango de 53 a 63 g de peso de acuerdo a la Unión Europea (2008), y de tamaño tres, correspondientes a clasificaciones de México extra y México 1, cumpliendo con los estatutos de la Norma Mexicana NMX-FF-079-1991. Galic *et al.* (2018) señalan pesos de huevos similares a los que se obtuvieron en el experimento entre las dos razas y declara que es difícil hacer comparaciones de pesos del huevo incluso si se utiliza la misma raza, además que influyen diferentes factores como la edad, la

alimentación, el fotoperiodo, el peso de las gallinas y el clima. En masa de huevo no hubo diferencias entre los tratamientos.

El consumo de alimento se incrementó en el tiempo ($F=85.37$, $p<0.0001$) sin haber diferencias entre híbridos excepto en el periodo 3 donde las RIR consumieron significativamente más alimento (Cuadro 3). La conversión alimenticia no tuvo diferencias en el tiempo y fue menor en las PRB durante los periodos 2 y 3 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Consumo de alimento y conversión alimenticia de las gallinas PRB Y RIR. Los valores entre paréntesis señalan el error estándar.

Híbrido	Periodo 1		Periodo 2		Periodo 3	
	PRB	RIR	PRB	RIR	PRB	RIR
Consumo de alimento semana/gallina	712.56 (16.90)	685 (16.90)	822.69 (10.08)	838.01 (10.08)	837.26** (11.78)	904.60** (11.78)
Conversión alimenticia	2.06 (0.04)	2.15 (0.04)	2.07 (0.04)	2.21 (0.04)	2.05* (0.04)	2.22* (0.04)

* Significativamente diferentes ($p< 0.05$)

**Significativamente diferentes ($p< 0.001$)

Comparando con investigaciones de Sánchez (2019) con gallinas Dominant cz D853 el consumo de alimento se incrementó conforme pasaba el tiempo, datos similares a los que obtuvimos en el experimento. Hegelund *et al.* (2006) reportan datos de gallinas que coinciden a lo reportado en la investigación, que conforme avanza el tiempo el consumo de alimento incrementa.

En contraste, la conversión alimenticia de acuerdo con Sánchez (2019) obtuvo conversiones alimenticias altas comprándolas con las de la presente investigación que fueron valores más bajos, de acuerdo con Castellini *et al.* (2004) este valor alto se deba a que las gallinas realicen mayor actividad de movimientos de desplazo. Dong *et al.* (2017) reportaron conversiones alimenticias más altas con gallinas Xianju en sistemas de libre pecoreo, en contraste a las que se reportaron en la investigación. Así también, Hegelund *et al.* (2006) reportaron conversiones superiores a las obtenidas, reitera que estas conversiones altas pueden deberse por que el consumo de alimento y la producción de huevos comprendió hasta el final del periodo, sin embargo, la productividad se calcula desde el inicio del rompimiento de postura.

6.5. Producción de carne

No hubo diferencias significativas entre los híbridos en ninguna de las variables de producción de carne consideradas ($P>0.05$) (Cuadro 3.)

Cuadro 4. Rendimiento de carne de gallinas PRB y RIR.

VARIABLES	PRB	RIR	P-VALOR
Peso vivo (g)	2203.33 (51.44)	2131.33 (51.44)	0.3363
Peso de canal (g)	1205.33 (40.65)	1152.66 (40.65)	0.3725
Peso de plumas (g)	100.83 (6.55)	102.66 (6.55)	0.8457
Peso de vísceras (g)	265.58 (8.94)	258.50 (8.94)	0.5830
Peso de grasa (g)	102.66 (9.37)	79.00 (9.37)	0.0922
Peso de molleja (g)	43.75 (1.69)	46.58 (1.69)	0.2530
Longitud de intestinos (cm)	152.00 (3.92)	159.16 (3.92)	0.2137
Longitud de ciegos (cm)	34.91 (1.43)	37.91 (1.43)	0.1581
Pechuga, pierna, muslo	709.16 (18.08)	714.75 (18.08)	0.8298

Los valores entre paréntesis señalan el error estándar (EE).

En el rendimiento de carne no hubo diferencias entre los pesos y en ninguna de las porciones estudiadas de las gallinas a las 36 semanas de edad, así mismo, estos datos coinciden con los reportados por Sánchez (2019) en sus porciones de evaluación de gallinas Rhode Island en el sistema campero, sin embargo, encontró diferencias en longitud de intestino y ciegos, mientras que en esta investigación no se encontró diferencia. Rehman *et al.* (2016) muestran pesos corporales relativamente altos en gallinas Aseel (2290.46) respectivamente a los encontrados en la investigación por las razas PRB y RIR (2203.33, 2131.33), esto podría deberse a que el ejercicio en el sistema de crianza podría deberse a un peso corporal menor. Sin embargo, el peso corporal de acuerdo con Calik (2017) señala que pesos más bajos se está relacionando a una mayor producción y peso del huevo.

7. CONCLUSIONES

Las frecuencias de actividades diarias difirieron entre los tipos de híbrido. Sin embargo, en los comportamientos agresivos no hubo influencia del híbrido en el periodo de estudio en el sistema campero. Con estos resultados se puede mencionar que la hipótesis específica 1, de que las frecuencias de las actividades diarias y comportamientos agresivos de las Dominant Red D853 serán diferentes de las de Dominant Barred D959 se cumple respecto a las actividades diarias pero no respecto a los comportamientos agresivos.

Respecto a la hipótesis específica 2, sobre que el uso del hábitat de las Dominant Red D853 será mayor al de las Dominant Barred D959 se rechaza, debido que el uso del hábitat en las gallinas Dominant Red D853 fue menor comparadas con las Dominant Barred D959.

Con respecto a la hipótesis específica 3 de que los parámetros productivos de los dos híbridos serian diferentes, las evidencias señalan que así fue respecto de todos los parámetros productivos con excepción de la masa de huevo y producción de carne. El número de huevos fue mayor en las Dominant Barred D959, mientras que la conversión alimenticia, el tamaño de huevo y el consumo de alimento fue mayor en las Dominant Red D853.

Se concluye con base en lo anterior que las gallinas Plymouth Rock Barred presentan rasgos de comportamiento, uso del hábitat y parámetros de producción que las hacen más idóneas para el sistema campero comparadas con las Red Rhode Island.

8. 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.
- Ali, A. B. A., Campbell, M. L. D., Karcher, M. D., Siegford, M.J. 2016. Influence of genetic strain and Access to litter on spatial distribution of 4 strains of laying hens in an aviary system. *Poultry Science* 95: 2489-2502. <https://doi.org/10.3382/ps/pew236>
- Altieri, M. A. 1995. *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. Westview Press, Boulder, CO. 433 p.
- Altieri, A. M. 2004. *Agroecology: principles and strategies for designing sustainable farming systems*. University of California, Berkeley 9 p.
- Angulo, A. E. 2009. *Fisiología Aviar*. Departamento de Producción Animal. Escola Técnica Superior d'Enginyeria Agrària Universidad de Lleida. Ed. Universidad de Lleida. 117 p. Disponible en: <https://play.google.com/books/reader?id=8BbaffsUiu8C&hl=es&pg=GBS.PA4> Consultado en septiembre 2019.
- Appleby, M. C. 2003. The European Union ban non conventional cages for laying hens: history and prospects. *Journal of Applied Animal Welfare Science* 6: 103-121. DOI: 10.1207/S15327604JAWS0602_03
- 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: <https://www.aseprhu.es/wp-content/uploads/2017/07/GUIA-GRANJAS-AVICOLAS-baja-res-web.pdf> Consultado el 20 de julio de 2019.
- Averós, X. and Estevez, I. 2018. Meta-analysis of the effects of intensive rearing environments on the performance and welfare of broiler chickens. *Poultry Science* 97: 3767-3785. <https://doi.org/10.3382/ps/pey243>
- Baier, A. 2015. Hoja de datos: Producción de aves orgánicas para carne y huevos. ATTRA Agricultura Sustentable. Centro Nacional de Tecnología Apropiada. Disponible en: <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/FINAL%20Produccion%20de%20Aves%20Organicas%20para%20Carne%20y%20Huevos.pdf> Consultado el 10 de julio de 2019.
- Banks, M. E., Wood-Gush, G. M. D., Hughers, O. B. and Mankovich, J. N. 1979. Social rank and priority of access to resources in domestic fowl. *Behavioural Processes* 4: 197-209. [https://doi.org/10.1016/0376-6357\(79\)90001-9](https://doi.org/10.1016/0376-6357(79)90001-9)
- Barroeta, C. A., Izquierdo, D., Pérez, F. J. 2007. *Manual de avicultura. Breve manual de aproximación a la empresa avícola para estudiantes de veterinaria*. Department de Ciencia Animal i dels Aliments. Disponible en: <http://www.produccion->

animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/171-GUIA_AVICULTURA_castella.pdf Consultado el 23 de julio 2019.

- Bennewitz, J., Bogelein, S., Stratz, P., Rodehutschord, M., Piepho, P. H., Kjaer, B. J., and Bessei, W. 2014. Genetic parameters for feather pecking and aggressive behavior in a large F₂ –cross of laying hens using generalized linear mixed models. *Poultry Science* 93: 810-817. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03638>
- Bertalanffy, V. L. 1950. An outline of general systems theory. *The British Journal for the Philosophy of Science* 1: 134-165. <https://doi.org/10.1093/bjps/L2.134>
- Bestman, M. W. P. & Wagenaar. 2003. Farm level factors associated with feather pecking in organic laying hens. *Livestock Production Science* 80: 133-140. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00314-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00314-7)
- Bilčík, B. and Keeling, L. J. 1999. Changes in feather condition in relation to feather pecking an aggressive behaviour in laying hens. *British Poultry Science* 40: 444-451. <https://doi.org/10.1080/00071669987188>
- Blokhuis, H. J., Van Niekerk, T. G. C. M., Bessei, W., Elson, H. A., Guémené, Daniel, Kjaer, J., Maria, L. G., Nicol, C., Tauson, R. K., Weeks, C., Van de Weerd, H. A. 2007. The LayWel project: Welfare implications of changes in production systems for laying hens. *World's Poultry Science Association* 63: 101-113. DOI: 10.1079/WPS2006132
- 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. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2002/BOE-A-2002-831-consolidado.pdf> Consultado el 5 de septiembre de 2019.
- Bovans. 2018. Bovans white cs cage management report. Institut de selection Animale Bv. Disponible en: <https://www.bovans.com/es/bovans-white-and-bovans-brown-layers-es/bovans-white-es/> Consultado en septiembre de 2019.
- Bozakova, N., Gerzilov, V., Popova-Ralcheva, S., Sredkova, V. 2011. Welfare assessment of three chicken breeds (*Gallus gallus domesticus*) under different production systems. *Biotechnology in Animal Husbandry* 27: 1705-1713. DOI: 10.2298/BAH1104705B
- Calik, J. 2017. Assessment of productivity and egg quality in Rhode Island Red (R-11, R-22) and Rhode Island White (A-33) laying hens. *Wiadomosci zootechniczne LV* 55: 17-25. Disponible en: https://wz.izoo.krakow.pl/files/WZ_2017_1_art02_en.pdf
- Carranza, A. F. J. 1994. Etología: Introducción a la ciencia del comportamiento. Universidad de Extremadura. Cáceres, España. (Ed): Álvarez. G. F., Arias de Reyna, L. M., Bernstein, C., Cassini, M., Colmenares, G. F., Gomendio, M., Gómez, C. C. J., Hermitte, G., Hidalgo de Trucios, S. J., Kacelnik, A., Mateos, M. C., Redondo, N. T., Rodríguez, G. A. M., Carlos, S. J. Universidad de Extermadura. Servicio de Publicaciones Plaza de Calderero, 2. Impresión Dosgraphic, S. L. Disponible en: <http://dehesa.unex.es/handle/10662/5951>

- Castellini, C., C. Mugnai, A. Dal Bosco, M. Palozzo, and S. Scuota. 2004. Aspetti comportamentali, prestazioni produttive e qualità dell'uovo in galline allevate con il metodo biologico. *Avicoltura* 3:41-44. Disponible en: <http://orprints.org/9326/>
- Castellon-Viaplana, E., Duran-Calaf, A., Escalada-Cáliz, G., Farré-Mariné, A., Fernández-Pinteño, A. 2013. Influencia de los distintos sistemas de producción sobre el bienestar de las gallinas ponedoras. Normas mínimas relativas a la protección de las gallinas ponedoras Deontología Veterinaria. Universitat Autònoma de Barcelona 1: 1-187. Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2012/103194/Influencia_distintos_sistemas_produccion_gallinas.pdf Consultado el 16 de septiembre de 2019.
- Catanese, F., Rodríguez, G. H., Villalba, J. J. and Distel, A. R. 2015. Free availability of high-energy foods led to energy over-ingestion and protein under-ingestion in choice-fed broilers. *Animal Science Journal* 86: 1000-1009. <https://doi.org/10.1111/asj.12389>
- Chah, C. C. 1972. A study of the hens nutrient intake as it relates to egg formation. MSc. Thesis, Univ. Guelph, Canada.
- Chen, S., Xiang, H., Zhang, H., Zhu, X., Wang, D., Wang, J., Yin, T., Liu, L., Kong, M., Li, H., and Zhao X. 2019. Rearing system causes changes of behavior, microbiome, and gene expression of chickens. *Poultry Science* 98: 3365-3376. <https://doi.org/10.3382/ps/pez140>
- Coppo, A. J. 2017. Fisiología comparada del medio interno. Ediciones Universidad Católica de Salta-Eucasa 2ª, Ciencias Agrarias y Veterinarias Ed. Campus Universitario Castañares. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=3bapDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT8&dq=fisiologia+de+la+gallina&ots=rCT9RT17f7&sig=oOU2naPUh1eRGdcBnUIWecBx2Ts#v=onepage&q&f=false>
- Corona, K. J. L. 2013. Efecto del estrés calórico sobre la fisiología y calidad del huevo en gallinas ponedoras. *Revista Electrónica de Veterinaria* 14: 1-15. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63628041009>
- Costa, L. S., Pereira, D. F., Bueno, L. G. F., Pandonrfi, H. 2012. Some aspects of chicken behavior and welfare. *Brazilian Journal of Poultry Science* 14: 159-164. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2012000300001>
- Cruz D. A., X., Vargas M., M. C. 2018. El sistema de libre pecoreo en gallinas gallus gallus, una alternativa para el bienestar animal. *Revista Agroproductividad*. Vol. 11, PDF 18, 110-113. Disponible en: <http://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/440/320>
- Cuca, G. M., Valdés, N. V. M., Gómez, V. G., López, P. E. 2016. Producción y manejo de aves domésticas. Departamento de Enseñanza e Investigación en Zootecnia. Primera reimpresión. Arte en impresión y publicidad. Av. Manuel González N° 13, San Miguel Coatlinchán, Texcoco, Estado de México 1-237p.

- Dawkins, S. M. 2003. Behaviour as a tool in the assessment of animal welfare**. *Zoology* 106: 383-387. <https://doi.org/10.1078/0944-2006-00122>
- Díaz R., P. 2019. Relatoría VIII Simposium Internacional de Avicultura Familiar y de Traspatio. *In: Vargas, M. M. C., y Zárate, J. A. (eds). Memoria del VIII Simposium Internacional de Avicultura Familiar y de Traspatio. 10 de junio de 2019 Veracruz, Veracruz 79 p. Disponible en: <https://sites.google.com/site/viiisimposioaviculturafamiliar/home/memoria-2019>*
- Dominant cz. 2015. Final Hybrid. Common Management guide. <http://dominant-cz.cz/wp-content/uploads/2015/04/dominant-final-hybrid-br.pdf> Consultado en abril de 2018.
- Dong, Y. X., Yin, Z. Z., Ma, Z. Y., Cao, Y. H., and Dong, J. D. 2017. Effects of rearing systems on laying performance, egg quality, and serum biochemistry of Xianju chickens in summer. *Poultry Science* 96: 3896–3900. <https://doi.org/10.3382/ps/pex155>
- Duncan, J. H. I. 1998. Behavior and behavioral needs. *Poultry Science* 77: 1766-1772. <https://doi.org/10.1093/ps/77.12.1766>
- Elson, H. A. 2009. Sistemas de alojamiento para gallinas ponedoras en Europa: desarrollo actual y resultados técnicos. *In: XLVI Symposium Científico de Avicultura. Zaragoza 29 de septiembre a 2 de octubre de 2009 12p. Disponible en: https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/alojamiento_ponedoras_europa_arnold_elson_46_symp_aeca_texto.pdf*
- Fanatico, A. 2006. Alternative poultry production systems and outdoor Access. A publication of ATTRA-National Sustainable Agriculture Information Service.
- Fanatico, A. 2007. Sistemas avícolas alternativos con acceso a pasturas. Publication of ATTRA-national sustainable agricultura information service 28 p. Disponible en: <https://attra.ncat.org/attra-pub/viewhtml.php?id=236>
- Fanatico, A. 2010. Organic poultry production: providing adequate methionine. ATTRA Sustainable agriculture 24 p. Disponible en: https://www.agmrc.org/media/cms/poultryoverview_C94A4014AFBOC.pdf
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2008. Manual eficiente de gallinas de patio. Cartilla básica 4. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Instituto Nacional Tecnológico. Programa especial para la seguridad alimentaria, Nicaragua. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-as541s.pdf%20/>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United National). 2019. Producción y productos avícolas. Disponible en: <http://www.fao.org/poultry-production-products/production/en/> Consultado en agosto del 2019.
- Fletcher, D. 1985. Avicultura Profesional. Madrid, España.

- Galic, A., Filipovic, D., Kovacev, I., Janjecic, Z., Bedekovic, D., Pliestic, S., Copec, K. 2018. The influence of two housing systems on the physical and mechanical properties of Isa Brown Hens Eggs. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 83: 351-356. <https://hrcak.srce.hr/207936>
- García, T. R., Berrocal, J., Moreno, L., Ferrón, G. 2014. Producción ecológica de gallinas ponedoras. Junta de Andalucía Consejo de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural (Ed). 116 p. Disponible en: https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/GALLINAS%20PONEDORAS_CUBIERTA%20E%20INTERIOR.pdf
- Guhl, A. M. 1968. Social behavior of the domestic fowl. *Transactions of the Kansas Academy of Science*. Kansas Academy of Science 71: 379-384. DOI: 10.2307 / 3627156
- Hart. R. D. 1980. Agroecosistemas: Conceptos básicos. Centro Agronómico Tropical de investigación y Enseñanza (CATIE) Programa de cultivos anuales Turrialba, Costa Rica. 211 p.
- Hemila, K. 1999. Directiva 1999/74/CE del consejo del 19 de julio de 1999 por la que se establecen las normas mínimas de protección de las gallinas ponedoras. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*. Bruselas. Pp. 203-257. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:203:0053:0057:ES:PDF>
- Hegelund, L., Sorensen, T. J. and Hermansen, E. J. 2006. Welfare and productivity of laying hens in commercial organic egg production systems in Denmark. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences* 54: 147-155. [https://doi.org/10.1016/S1573-5214\(06\)80018-7](https://doi.org/10.1016/S1573-5214(06)80018-7)
- Hernández, S. J., Cuca, G. M., Pró, M. A., González, A. M y Becerril, P. C. 2005. Nivel óptimo biológico y económico de calcio en gallinas leghorn blancas de segundo ciclo de postura. *Agrociencia* 40: 49-57. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30240105>
- Hernández-Trujillo, J. M y R. Padilla-Hermida. 2015. Evolución reciente de la producción y consumo de huevo en México. *Mundo siglo XXI Revista del CIECAS-IPN* XI: 75-87. Disponible en: <https://www.mundsigloxxi.ipn.mx/pdf/v11/37/07.pdf>
- Hernández X., E. 1977. Agroecosistemas de México. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 42.
- Hofkirchner, W. 2019. Social relations: Building on Ludwing von Bertalanffy. *Systems Research and Behavioral Science* 36: 263-273. <https://doi.org/10.1002/sres.2594>
- Hy-Line International. 2019. Boletín Técnico. Manejo de las aves comerciales durante el crecimiento. Disponible en: https://www.hyline.com/userdocs/pages/TU_PULLET_MGMT_SPN.pdf Consultado en septiembre del 2019.
- Institut de Selection Animale (ISA). 2010a. Isa Brown. Guía de manejo de la nutrición de ponedoras comerciales. Hendrix Genetics. Disponible en: <https://www.mercoaves.com.br/pdf/20150317164824.pdf>

- Institut de Selection Animale (ISA). 2010b. Isa Brown. Guía de manejo general de ponedoras comerciales. Hendrix Genetics. Disponible en: <https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/Guia%20de%20Manejo%20General%20de%20ponedoras%20comerciales%20ISA%20Brown.pdf>
- Institut de Selection Animale B. V (ISA). 2019. Nutrition management guide. Hendrix Genetics. Disponible en: <https://www.isa-poultry.com/en/product/isa-brown/> Consultado en septiembre de 2019.
- Johnson, A. L. 2000. Reproduction in the female. *Sturkie's Avian Physiology*. Whittow, G. C. 1999. Fifth Edition (Ed.) Academic Press pp: 569-596. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-747605-6.X5000-7>
- Johnson, A. L., Woods, D.C. 2007. Ovarian dynamics and follicle development. In: Jamieson, B.G.M. Ed. *Reproductive Biology and Phylogeny of Aves*. Science Publishers Inc. Cap. 6 pp: 243-277.
- Juárez-Caratachea, A R Ortiz-Rodríguez, R E Pérez-Sánchez, E Gutiérrez-Vázquez y D Val-Arreola. 2008. Caracterización y modelación del sistema de producción avícola familiar. *Livestock Research for Rural Development* 20 (2) p25. Disponible en: <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd20/2/juar20025.htm>
- Kebreab, E., France, J., Kwakkel, R. P., Leeson, S., Darmani, K. H., Dijkstra, J. 2009. Development and evaluation of a dynamic model of calcium and phosphorus flows in Layers. *Poultry Science* 88: 680-689. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00157>
- Kovacs-Nolan, J. Phillips, M., and Mine, Y. 2005. Advances in the value of eggs and egg components for human health. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 53: 8421-8431. <https://doi.org/10.1021/jf050964f>
- Lay jr. D. C., Fulton, R. M., Hester, P. Y., Karcher, D. M., Kjaer, J. B., Mench, J. A., Mullens, B. A., Newberry, R. C., Nicol, C. J., O'Sullivan, N. P., and Porter, R. E. 2011. Hen welfare in different housing systems. *Poultry Science* 90: 278-294. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00962>
- Ledvinka, Z., Zita, L., Hubeny, M., Tumová, E., Tyller, M., Dobrovolny, P., Hruska, M. 2011. Effect of genotype, age of hens and K/k allele on eggshell quality. *Czech Journal of Animal Science* 56: 242-249. Disponible en: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/FullTextPDF/2011/20113232302.pdf> DOI: 10.17221/1429-CJAS
- Leeson, S., and Summers, D. J. 2005. Chapter 3 Feeding programs for growing egg-strain pullets. *Commercial poultry nutrition third. 3rd edition* (Ed). Nottingham University Pres. Disponible en: <https://epdf.pub/commercial-poultry-nutrition-3rd-edition.html>
- Leinonen, I., Williams, A. G., Wiseman, J., Guy, J., and Kyriazakis, I. 2012. Predicting the environmental impacts of chicken systems in the United Kingdom through a life cycle assessment: Egg production systems. *Poultry Science* 91: 21-40 doi: 10.3382/ps.2011-01635

- Luo, X., Xia, W., Ruan, D., Wang, S., Cui, Y., Yu, D., Wu, Q., Huang, D., Zhang, C., and Chen, W. 2018. Effects of constant or intermittent high temperature on egg production, feed intake and hypothalamic expression of anti-and pro-oxidant enzymes genes in laying ducks. *Journal Animal Science* 96: 5064-5074. <https://doi.org/10.1093/jas/sky355>
- Martínez D., J. P. 2004. El concepto de agroecosistema: un enfoque de cadena producción-consumo. Memoria del 1er coloquio internacional sobre agroecosistemas y sustentabilidad. Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. Tepetates, Veracruz, México.
- Mateos, G. G., Cámara, L., Pérez, B. A., García, J. Lázaro, P. R. 2014. Alimentación y Nutrición practica de pollitas y ponedoras normas FEDNA. Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid. Camar Agroalimentaria S. A. XXX Curso de Especialización FEDNA: Avances Nutrición y Alimentación Animal. FEDNA. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/132-2014_CAP_V.pdf
- Mardones P, G., y López, M. J. 2017. Implicaciones de *Campylobacter* spp. Como patógeno alimentario. *Chilean Journal of Agricultural & Animal. Sciences* 33 (1): 73-83. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902017005002005>.
- Mench, A. J., Swanson, J. C., and Arnot, C. 2016. The Coalition for Sustainable Egg Supply: A unique public-private partnership for conducting research on the sustainability of animal housing systems using a multi-stakeholder approach. *Journal of Animal Science* 94 (3): 1296-1308. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9680>
- Mendoza-Rodríguez, Y. Y., J. D. J. Brambila-Paz, J. J. Arana-Coronado, D. M. Sargerman-Jarquín, J. N. Molina-Gómez. 2016. El mercado de huevo en México: tendencia hacia la diferencia en su consumo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7: 1455-1466. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263148193018>
- Morfin, L. L. 2007. Manual de producción de gallinas de postura. Proyecto de PAPIIME EN215103. Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Ciencias Pecuarias. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <https://www.studocu.com/es-mx/u/3001159>
- Nicol, C. J. and Davis, A. 2013. Bienestar de las aves de corral en los países en desarrollo. Revisión del desarrollo agrícola. FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/3/al720s/al720s00.pdf>
- NMX-FF-079-1991. Productos avícolas. Huevo fresco de gallina. Especificaciones. Poultry products. Fresh hen egg. specifications. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas. Consultado en octubre de 2019. Disponible en: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-079-1991.PDF> Consultado en septiembre de 2019.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. Disponible en: <http://www.cuautitlan.unam.mx/descargas/cicuae/normas/Norma033.pdf> Consultado en septiembre de 2019.

- Odén K., L., J. Keeling and B. Algers. 2002. Behaviour of laying hens in two types of aviary systems on 25 commercial farms in Sweden. *British Poultry Science*. 43 (2): 169-181.
- Odum. E. P. 1985. Trends expected in stressed ecosystems. *BioScience* 35: 419-422. <https://doi.org/10.2307/1310021>
- Ortiz S., C. A. y López C., C. J. 1997. Los suelos del campus Veracruz. Colegio de Postgraduados. Instituto de Recursos Naturales. Campus Veracruz, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México 84 p.
- Ortiz, O. A. 2016. Niklas Luhmann. Nueva teoría general de sistemas. (Ed.) Bogotá: Distribooks Editores. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/315844056>
- Ortiz R. R., y G. R. Ortega. 2001. Importancia del factor humano en la productividad de los sistemas. *Acontecer Porcino* 9: 86-98.
- Pym, R. 2013. Poultry genetics and breeding in developing countries. *Poultry Development Review*. Poultry genetics and breeding in developing countries. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-al727e.pdf>
- Quishpe, S. G. J. 2006. Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo de la Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Zamorano Honduras. 27 p. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/930/1/T2297.pdf>
- Rehman, S. M., Mahmud, A., Mehmood, S., Pasha, N. T., Javed, K., Hussain, J. and Khan, T. M. 2016. Production performance of aseel chicken under free range, semi- intensive and confinement rearing systems. *The Journal of Animal & Plant Sciences* 26: 1589-1596. Disponible en: <http://www.thejaps.org.pk/docs/v-26-06/07.pdf>
- Ricke, C. S., Duckley, S. C., Durant, A. J. 2013. A review on development of novel strategies for controlling *Salmonella Enteritidis* colonization in laying hens: Fiber-based molt diets. *Poultry Science* 92: 502-525. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02763>
- Roberts, J. R. 2004. Factors affecting egg internal quality and egg Shell quality in laying hens. *The Journal of Poultry Science* 41: 161-177. <https://doi.org/10.2141/jpsa.41.161>
- Rodero, E. y Herrera. M. 2000. El concepto de raza. Un enfoque epistemológico. *Archivos de Zootecnia* 49: 5-16. Disponible en: http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/02_02_15_2roderoinaugural.pdf
- Rodríguez C. R., Gómez H. F., Vázquez S. H., Corona M. J. L., Mendoza R. M. Y. 2016. Presencia de *Campylobacter* y *Salmonella* en pollo a la venta en Gómez Palacio Durango, México. *Revista Electrónica de Veterinaria* 17 (6): 1-7. Consultado: 13 de Enero de 2020. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=636/63646808001>
- Rowell, E. T. (1974). The concept of social dominance. *Behavioral Biology* 11: 131-154. [https://doi.org/10.1016/S0091-6773\(74\)90289-2](https://doi.org/10.1016/S0091-6773(74)90289-2)

- Rufener, C., Berezowski, J., Sousa, M. F., Abreu, Y., Asher, L., & Toscano, J. M. 2018. Finding hens in a haystack: Consistency of movement patterns within and across individual laying hens maintained in large groups. *Scientific Reports* 8: 12303. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29962-x> DOI: 10.1038/s41598-018-29962-x
- Samiullah, S., Omar A. S., Roberts J. R. and. Chousalkar K. 2016. Effect of production system and flock age on egg quality. 27th Annual Australian Poultry Science Symposium. Sydney, New South Wales pp. 133-136. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Zafar_Iqbal12/publication/299434666_EFFECT_OF_PASTURE_AND_FEED_ADDITIVES_ON_PERFORMANCE_AND_EGG_QUALITY_IN_RANGING_LAYING_HENS/links/56f9ec8908ae81582bf43fc2/EFFECT-OF-PASTURE-AND-FEED-ADDITIVES-ON-PERFORMANCE-AND-EGG-QUALITY-IN-RANGING-LAYING-HENS.pdf#page=149 Consultado en octubre de 2019.
- Sánchez H., C. 2019. Bienestar, producción y calidad de huevo en un sistema campero bajo condiciones del trópico mexicano. Tesis de Maestría en Ciencias. Postgrado en Agroecosistemas Tropicales. Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. Tepetates, Manlio F. Altamirano, Veracruz, México.
- Sarandón, S..2002. El agroecosistema: un ecosistema modificado. Capítulo 4. Disponible en: http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/39199/mod_resource/content/1/Capitulo%204%20Agroecosistemas.pdf
- SAS Institute, Inc.2014. User's Guide: Statistics versión. SAS Institute, Inc. Cary. NC. 959.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. Boletín mensual de avances de la producción huevo para plato. 30 de octubre de 2017.
- Shimmura, T., Maruyama, Y., Fujino, S., Kamimura, E., Uetake, K., Tanaka, T. 2015. Persistent effect of broody hens on behaviour of chickens. *Animal Science Journal* 86: 214-20. <https://doi.org/10.1111/asj.12253>
- Sierra, A. I. 2001. El concepto de raza: evolución y realidad. *Archivos de Zootecnia* 50: 547-564. http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/01_22_53_07sierra.pdf
- Tejeda, P. A., Galindo, M. F., Quintana, L. J. A. 2002. Efecto del enriquecimiento ambiental sobre la conducta, parámetros de producción y respuesta inmune en pollos de engorda. *Veterinaria de México* 33: 89-100. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42333201>
- Terraz-Cuenca, J. C. 2005. Técnicas de producción de huevos de gallinas bajo regímenes extensivos. Escuela Agraria de Cogullada-Ibercaja. Disponible en: https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/02_10_40_tecnicas_de_produccion_de_huevos.pdf
- Tindell, D., and J. V. Craig, 1959. Effects of social competition on laying house performance in the chicken. *Poultry Science* 38: 95-105. <https://doi.org/10.3382/ps.0380095>

- Unión Europea. 2008. Commission Regulation No 589/2008. Official Journal of the European Union. L 163, 6-23. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:163:0006:0023:EN:PDF>
- Unión Nacional de Avicultores (UNA). 2014. Crecerá 2.5 % la avicultura mexicana en 2015. Disponible en: <http://una.org.mx/>
- Valencia, LL. F. N. 2011. La gallina criolla colombiana. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/3412/1/9789588095561.pdf>
- 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. Disponible en: http://avicol.co/descargas2/Standards_UE_CM.pdf
- Vargas M., M.C. 2019. Producciones alternativas de huevo: retos y dilemas de la libertad. In: Vargas M., M.C. y Zárata J., A. (eds). Memoria del VIII Simposium Internacional de Avicultura Familiar y de Traspatio. 10 de junio de 2019 Veracruz, Veracruz 79 p. Disponible en: <https://sites.google.com/site/viiisimposioaviculturafamiliar/home/memoria-2019>
- Vargas M., M.C., Cruz D. A., X., y Medinilla S., L. 2017. Comportamiento y uso del hábitat de dos razas de gallinas en un sistema campero. XIV Simposio Internacional y IX Congreso Nacional de Agricultura Sostenible. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/comportamiento-uso-habitat-dos-t42442.htm> Consultado en octubre de 2019.
- Widowski, M. T., Hemsorth, H. P., Barnett, L. J. and Rault, L.J. 2016. Laying hen welfare I. Social environment and space. *World's Poultry Science Journal* 72: 333-342. <https://doi.org/10.1017/S0043933916000027>
- Zambrano, V. M. G. 2019. Alimentación diferenciada en gallinas de postura. Tesis Maestría en Ciencias. Programa de Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad, Ganadería. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México, México. Disponible en: http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/3169/Zambrano_Velasco_MG_MC_Ganaderia_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Zetner, E. and Hirt, H. 2003. Effect of artificial structuring on the use of laying hen runs in a free-range system. *British Poultry Science* 44: 533-537. <https://doi.org/10.1080/00071660310001616264>
- Zupan, M., Kruschwitz, A., Buchwalder, T., Huber-Eicher, B., Stuhec, I. 2008. Environment, well-being and behavior: comparison of the prelaying behavior of nest layers and litter layers. *Poultry Science* 87: 399-404. <https://doi.org/10.3382/ps.2006-00340>