

REVISIÓN DE LITERATURA

Alojamiento de gallinas ponedoras con acceso a pastoreo, consideraciones generales

Sianny Chavarría-Zamora¹, Rodolfo WingChing-Jones²

RESUMEN

Los cuestionamientos de los consumidores en torno al bienestar animal han impulsado que los productores de huevo incursionen en sistemas alternativos. El objetivo de esta revisión fue describir las prácticas de alimentación y el bienestar animal de gallinas ponedoras en sistemas con acceso a pastoreo, así como el manejo forrajero y los costos de producción. Se consultaron 87 artículos científicos en bases de datos que se clasificaron en alimentación, comportamiento, características del área de pastoreo, bienestar animal y costos. Un sistema con acceso a pastoreo cuenta con un área externa al galpón cubierta de vegetación en la que las aves pueden estar durante al menos 6 h diarias durante todo el año, si las condiciones climáticas lo permiten. Estos sistemas tienen la necesidad de controlar y manejar las condiciones ambientales, las áreas de pastoreo, el bienestar animal, la sanidad de las aves y los costos de operación. La alimentación alcanza hasta 41% de los gastos, por lo que los productores desean sustituir parte de este con forrajes; con el agravante de que un exceso de forraje causa malnutrición, lo que afecta el bienestar animal y el rendimiento productivo de las mismas. Es fundamental que los empresarios de sistemas de producción de huevo con acceso a pastoreo conozcan el manejo adecuado de las aves y pasturas, con el fin de gestionar el sistema para

¹ Escuela de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. Correo electrónico: sianny.chavarría@ucr.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0001-5756-3128>).

² Escuela de Zootecnia, Centro de Investigación en Nutrición Animal, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. Autor para correspondencia: rodolfo.wingching@ucr.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0002-8009-2210>).

Recibido: 16 noviembre 2021 Aceptado: 20 agosto 2022

Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas 4.0.



garantizar la buena nutrición, la manifestación de comportamientos propios de la especie y la ausencia de estrés, miedo, dolor y enfermedad.

Palabras clave: avicultura, alojamiento para aves, alimentación de los animales, gallinas, huevo, infraestructura.

ABSTRACT

Housing for laying hens on free-range, general considerations. Consumer concerns about animal welfare have prompted egg producers to dabble into alternative systems. This review aimed to describe the feeding practices and animal welfare of laying hens in systems with access to pastures, as well as forage management and production costs. Eighty-seven scientific manuscripts were consulted in databases and were classified according to feeding, behavior, characteristics of the grazing area, animal welfare, and costs. A free-range system has an area outside covered with vegetation where hens can spend at least 6 hours per day throughout the year, while weather conditions allow it. These systems need to control and manage environmental conditions, grazing areas, animal welfare, bird health, and operating costs, in which feeding reaches up to 41%, so producers want to replace part of this cost with forage, with the aggravating circumstance that an excess of forage causes malnutrition, affecting animal welfare and productive performance. Entrepreneurs of free-range egg production systems must know the proper management of birds and pastures, to manage the system to guarantee adequate nutrition, the manifestation of normal behaviors, and the absence of stress, fear, pain, and illness.

Keywords: poultry, poultry housing, animal feeding, hens, egg, infrastructure.

INTRODUCCIÓN

La avicultura moderna se caracteriza por maximizar la producción al controlar factores como el ambiente, la salud, la nutrición y la genética. El alojamiento de las aves en sistemas de jaulas

convencionales ha sido el más utilizado a nivel mundial para la producción de huevo. Sin embargo, las crecientes preocupaciones de los consumidores en torno al bienestar animal relacionadas a la falta de libertad de movimiento de las aves en este sistema, movilizaron a la industria europea hacia otras alternativas productivas como jaulas enriquecidas, aviarios, sistemas de piso, sistemas orgánicos y sistemas con acceso a pastoreo (Karcher y Mench, 2018).

Las jaulas del sistema convencional varían en tamaño; cuentan con un espacio de entre 432,3 a 554 cm² para cada gallina, además de bebederos, comederos y una inclinación que permite al huevo rodar hacia el frente y caer en una banda recolectora (UEP, 2017). Debido a la restricción de movimiento por altas densidades, se desarrolló el sistema de jaulas enriquecidas, las cuales cuentan con un espacio mínimo de 748,4 cm² para cada ave, además de contener nido, perchas y cama para rascar (Karcher y Mench, 2018).

Dentro de los sistemas libres de jaula se encuentran el sistema de piso y los aviarios. Se diferencian porque los aviarios utilizan el espacio vertical del galpón y mantienen una densidad de 9 aves/m². Estos sistemas libres de jaula pueden contar con acceso a pastoreo (Karcher y Mench, 2018).

Los sistemas con acceso a pastoreo se dieron a conocer a nivel mundial en el año 2012, debido a que la Unión Europea prohibió el uso de jaulas convencionales para alojar a las gallinas productoras de huevo (European Commission, 2021). Aunado a esto, las producciones con acceso a pastoreo son percibidas por los consumidores europeos como mejores en cuanto a calidad e inocuidad del huevo, así como por el bienestar animal, ya que consideran que las aves tienen mejores condiciones, libertad y lo que ellos consideran como felicidad (Abbot, 2010). Dentro de estos sistemas, las gallinas pueden expresar comportamientos comunes como acicalarse, darse baños de arena, anidar, rascar, entre otros (Campbell et al., 2021). De aquí surge una mayor demanda de los consumidores europeos por adquirir productos provenientes de sistemas alternativos (Singh y Cowieson, 2013).

El acceso a pastoreo en avicultura se define como un sistema de producción de huevo en el cual las aves tienen acceso por al menos 6 horas diarias durante los 12 meses del año a un

área externa cubierta con vegetación, siempre y cuando las condiciones climáticas lo permitan. Además, durante la noche las aves deben mantenerse dentro del galpón con el fin de evitar depredadores y protegerse de inclemencias climáticas (HFAC, 2018).

Dentro de los retos que enfrentan los productores de huevo se encuentran el costo de los alimentos balanceados (Elkhoiraibi et al., 2017), ya que estos aumentaron en los últimos años (Aguilar, 2021) y los sistemas con acceso a pastoreo se vieron más afectados debido a que las aves tienen un consumo mayor (ISA Poultry, 2022; Leenstra et al., 2012). Esto se debe al aumento en las necesidades nutricionales por las actividades que pueden realizar en las áreas de pastoreo (Peguri y Coon, 1993); la inclusión de otros materiales como heno, forrajes, verduras e insectos (Singh et al., 2017); y el uso de aditivos como enzimas y ácidos orgánicos con el fin de incrementar la digestibilidad de las pasturas y disminuir la impactación en el intestino (Iqbal, 2018; Bryden, 2021).

Derivado de lo anterior, surge la apetencia por parte de los productores de incursionar en el uso de alternativas forrajeras como parte de la dieta de las gallinas, con el fin de sustituir el uso de alimentos balanceados formulados con materias primas de altos precios, lo que permite disminuir los costos de alimentación y producción (Tufarelli et al., 2018). Sin embargo, es necesario estudiar a fondo las implicaciones que esta sustitución puede ocasionar sobre la calidad de vida de las aves y el huevo (aporte nutricional, calidad física y microbiológica); ya que un consumo excesivo de forraje provoca desnutrición por su bajo aprovechamiento en el sistema digestivo, lo cual reduce el bienestar animal de las aves y su rendimiento productivo (Ruhnke et al., 2015).

Además, los costos de estos sistemas alternativos se ven influenciados por: implementación o transición hacia el pastoreo; rendimientos productivos menores; mano de obra (Jones et al., 2018); manejo de las condiciones ambientales debido a las variaciones de la temperatura y la humedad (Nawab et al., 2018; Sossidou et al., 2015, NRC, 1994); manejo del suelo y cultivo del forraje; mayores porcentajes de mortalidad (Elkhoiraibi et al., 2017); mayor riesgo de infecciones y parasitismo (Groves, 2021).

El valor de venta del huevo es otra razón por la cual los productores están dispuestos a incursionar en este tipo de sistemas; por ejemplo, consumidores de Carolina del Norte (EE. UU.) y de Santiago (Chile) señalan estar dispuestos a pagar entre 5 y 30% más por huevos provenientes de sistemas con acceso a pastoreo donde se garantice el bienestar animal (Vukina et al., 2014; Morales et al., 2021). Sin embargo, los costos en alimentación y mano de obra representan en conjunto un alto porcentaje del costo operativo ($\approx 63\%$) (Cruz et al., 2021); además, todas las mejoras en pro del bienestar animal (Vukina et al., 2014; Besei, 2018) generan costos dentro de estos sistemas de producción de huevo.

Esta investigación tuvo como objetivo describir aspectos como las prácticas de alimentación y el bienestar animal de gallinas ponedoras en sistemas con acceso a pastoreo, así como el manejo forrajero y los costos de producción asociados. Esto con el fin de generar información científica que agrupe el conocimiento relacionado al tema, beneficiando a los investigadores y productores interesados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de la información

Se realizó una revisión bibliográfica de 87 publicaciones científicas, durante un periodo de 8 meses comprendidos desde agosto del 2021 hasta abril del 2022. Dichas publicaciones se consultaron en bases de datos como Google académico®, Science Direct® y Redalyc®.

Organización y análisis de la información

Una vez extraída la información se clasificó en apartados, los cuales incluyen: alimentación de las aves con acceso a pastoreo en los sistemas de producción de huevo; comportamiento forrajero de las aves y factores que lo influyen; características del área de pastoreo; bienestar animal de las gallinas ponedoras con acceso a pastoreo; y costos de los sistemas con acceso a pastoreo.

Cuadro 1. Publicaciones analizadas según apartados para el alojamiento de gallinas ponedoras con acceso a pastoreo.

Apartado	Publicaciones
Prácticas de alimentación	Peguri y Coon, 1993; NRC, 1994; Esquenet et al., 2003; Tufarelli et al., 2007; Rivera et al., 2007; Harms et al., 2008; Jondreville et al., 2011; Jurjahz et al., 2011; Svihus, 2011; Koreleski et al., 2011; Mateos et al., 2012; Leenstra, et al., 2012; Singh y Coweison, 2013; Sossidou et al., 2015; Runhke et al., 2015; Orgiazzi et al., 2016; Bosse y Pietsch, 2017; HFAC, 2018; Cruz, 2018; Iqdal et al., 2018; Campbell et al., 2021; Bryden et al., 2021; Groves, 2021; ISA Poultry, 2022.
Comportamiento forrajero	Reiter et al., 2006; Whay et al., 2007; Nagle y Glatz, 2012; Gilani et al., 2014; Chielo et al., 2016; Bright et al., 2016; Larsen et al., 2017; HFAC, 2018; Larsen y Rault, 2018; de Koning et al., 2019 ^a ; Fu et al., 2020; Bari et al., 2020 ^a ; Cruz et al., 2021.
Características de las áreas de pastoreo	Estrada, 2005; Maurer et al., 2013; Singh y Cowieson, 2013; Laudadio et al., 2014; Sossidou et al., 2015; Ruhnke et al., 2015; Grigorova et al., 2017; HFAC, 2018; Cruz, 2018; Iqdal et al., 2018; de Koning et al., 2019 ^a ; Koning et al., 2019 ^b ; Zheng et al., 2019; Bari et al., 2020 ^a ; European Commission, 2021; Larsen y Rault, 2021; Cruz et al., 2021; Tosar et al., 2021; de Facultad de Ciencias Agroalimentarias, 2022.
Bienestar animal	Permin y Hansen, 1998; Esquenet et al., 2003; Marín y Benavides, 2007; Harms et al., 2008; Nagle y Glatz, 2012; Donaldson et al., 2012; Swayne et al., 2013; Singh y Cowieson, 2013; Maurer et al., 2013; Vukina et al., 2014; Tomza et al., 2014; Sossidou et al., 2015; Runke et al., 2015; Jacob, 2015; Chielo et al., 2016; Yilmaz et al., 2016; Bright et al., 2016; Riber y Hinrichsen, 2016; Zikic et al., 2017; Regmi et al., 2017; Ochs et al., 2018; Besei, 2018; Cruz, 2018; Dao et al., 2018; Jones et al., 2018; Lozano et al., 2019; Bestman et al., 2019; de Koning et al., 2019 ^a ; Coton et al., 2019; Bari et al., 2020 ^b ; Sibanda et al., 2020; Rufener y Makagon, 2020; Thøfner et al., 2020; Hinkle y Corrigan, 2020; Correia y Sparks, 2020; Morales et al., 2021; Chavarría et al., 2021; Campbell et al., 2021; Groves, 2021; Larsen y Rault, 2021; Bryden et al., 2021; Groves, 2021; Cruz et al., 2021; Chavarría et al., 2021 ^b ; Facultad de Ciencias Agroalimentarias, 2022; ISA Poultry, 2022.
Costos asociados a sistemas con acceso a pastoreo	Kjaernes et al., 2007; Bennett, 2012; Vukina et al., 2014; Rakonjac et al., 2014; Matthews y Sumner, 2015; Stadig et al., 2016; Ochs et al., 2018; Besei, 2018; Jones et al., 2018; Tufarelli et al., 2018; Jones et al., 2018; Morales et al., 2021; Chavarría et al., 2021; Chavarría et al., 2021 ^b ; Cruz et al., 2021; ISA Poultry, 2022.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Alimentación de las aves con acceso a pastoreo en los sistemas de producción de huevo

La principal característica de los sistemas con acceso a pastoreo es la capacidad de proveer un área fuera del galpón cubierta de vegetación (HFAC, 2018). En este las aves pueden encontrar y alimentarse de forrajes, arvenses, semillas, raíces (Sossidou et al., 2015; Tufarelli et al., 2007) y macrofauna (hormigas, termitas, isópodos, miriápodos, coleópteros, larvas de insectos, arañas, caracoles, babosas, lombrices, ciempiés y milpiés) (Orgiazzi et al., 2016).

Con el fin de garantizar el bienestar animal, las gallinas deben ser alimentadas con una dieta apropiada, la cual debe estar formulada para satisfacer los requerimientos nutricionales según su edad y etapa productiva. Además, deben contar con acceso continuo de agua potable en bebederos limpios y con una temperatura por debajo de la ambiental; además se debe proveer calcio grueso (2 a 4 mm) con el fin de fortalecer el sistema óseo y mantener la calidad de la cáscara del huevo (HFAC, 2018). Por lo que el consumo voluntario que el ave realice en las áreas de pastoreo debe considerarse como un aporte extra de nutrimentos al aportado por el alimento balanceado (Cruz, 2018).

Las dietas comerciales de las aves se componen de granos como maíz, trigo, arroz, sorgo, harina de soya, grasas, subproductos de granos, pigmentos como las xantofilas, vitaminas y minerales. Estos componentes, en conjunto con el agua, aportan los nutrientes esenciales para las diferentes necesidades de mantenimiento, crecimiento, reproducción y producción (NRC, 1994).

El gasto energético de las gallinas con acceso a pastoreo es mayor, debido a que cuentan con más espacio disponible para moverse y realizar actividades propias de su etología; lo cual provoca que los requerimientos nutricionales aumenten (Campbell et al., 2021). El consumo de forraje de las gallinas ponedoras varía en un rango de 0,2-15 g de materia seca/ave/día (Jondreville et al., 2011; Jurjahz et al., 2011). El consumo promedio de 1,66 g de materia seca por hora de pastoreo representa entre 3,7 y 4,3% del consumo total, tal como ofrecido de la dieta (Singh y Coweison, 2013).

Dicho consumo de forraje va a depender de características propias del mismo, como edad fenológica, contenido nutricional y especie. Además, un alto contenido de fibra puede limitar el aprovechamiento de otros nutrientes, la conversión alimenticia y la tasa de crecimiento (Sossidou et al., 2015); sin embargo, esto va a depender de la calidad de la fibra (soluble e insoluble).

La fibra soluble como las pectinas, presente en raíces de vegetales y frutas, son una fuente de energía para los monogástricos, y además tienen efecto prebiótico. Sin embargo, esta disminuye la tasa de pasaje y la digestión de nutrientes como grasa, proteína y almidón; y afecta la viscosidad (lo que inhibe la digestión, la absorción y el consumo debido a una tasa de pasaje lenta) y reduce la materia seca de las heces (Bosse y Pietsch, 2017).

La fibra insoluble, presente en cereales, promueve el aumento del tamaño de la molleja, incrementa la tasa de pasaje, mejora la digestibilidad de los almidones, aumenta la materia seca en las heces y previene el canibalismo (evita el picaje de las plumas, que se da cuando deben sobrellevar deficiencias de este nutriente) (Bosse y Pietsch, 2017). Se sugiere una inclusión de entre 2 y 3% de fuentes de fibra insoluble como la cascarilla de avena, heno y salvadillo de arroz en dietas para gallinas ponedoras (Mateos et al., 2012; Svihus, 2011).

Por otra parte, los forrajes tienen bajo contenido energético, y las aves solo obtienen el 3% de sus requerimientos energéticos proveniente del mismo, por lo tanto, los alimentos balanceados formulados con base en granos siguen siendo la fuente de nutrientes fundamental para estos animales (Sossidou et al., 2015; Rivera et al., 2007), ya que satisfacen los requerimientos de las aves de la forma más adecuada (Tufarelli et al., 2018). Además, el alto contenido de potasio de los forrajes puede desencadenar un desbalance dietético de los electrolitos (Singh y Coweison, 2013), lo cual tienen un efecto negativo sobre la conversión alimenticia (Koreleski et al., 2011).

Las gallinas regulan su consumo de acuerdo con sus necesidades, cambios en el ambiente, contenido de aminoácidos y la energía presente en la dieta; a mayor energía metabolizable, menor es el consumo (Harms et al., 2008; Bryden et al., 2021). Por ende, el

contenido energético extra aportado por los forrajes debe ser considerado, ya que podría tener un efecto reductor en el consumo del alimento balanceado.

La capacidad de selección y la curiosidad de las gallinas con acceso a pastoreo provoca que consuman un exceso de forraje, lo cual les genera un efecto de saciedad; esto reduce el consumo de alimento balanceado y como consecuencia, también aumenta la presencia de problemas de malnutrición que se reflejan en el ave con la pérdida de condición corporal y plumaje, disminución de rendimientos productivos e incluso la muerte (Runhke et al., 2015).

La ingesta de material fibroso por parte de las gallinas al salir a las áreas de pastoreo, incrementa la cantidad de polisacáridos sin almidón (PSA) o no digestibles dentro del tracto gastrointestinal. Esto representa un efecto negativo en la tasa de pasaje, digestión, absorción y capacidad enzimática. Sin embargo, estos efectos pueden minimizarse por medio de la inclusión de enzimas exógenas como xilanasas, proteasas, beta-glucanasas y pectinasas (Iqdal et al., 2018).

El periodo de tiempo en que las aves pastorean tiene una influencia sobre la digestibilidad y requerimiento de determinados nutrientes. A mayor periodo de consumo de forraje por parte de las aves (12 semanas en comparación con 6 semanas de pastoreo), menor digestibilidad de la proteína cruda, fibra detergente ácido y fibra detergente neutro; estos resultados se asocian con la acumulación de una capa viscosa de forraje en los intestinos, lo cual incrementa conforme las gallinas tienen mayor acceso a pastoreo (Iqdal et al., 2018).

Los requerimientos nutricionales se ven influenciados por diversos factores, dentro de ellos: las condiciones ambientales, ya que, a temperaturas por encima de los 30 °C, las aves reducen el consumo diario; la selección genética; y el peso corporal, ya que por cada kilogramo el requerimiento de energía de mantenimiento es de 100 kcal para ponedoras (NRC, 1994). Otro factor es el sistema de alojamiento debido a la mayor libertad de movimiento y, por ende, mayor gasto energético (Bryden et al., 2021; Campbell et al., 2021).

Por lo tanto, para el cálculo de los requerimientos de energía metabolizable se deben incluir factores como peso corporal, temperatura ambiental, masa de huevo, cambio de peso corporal (NRC, 1994), genotipo, actividad de las aves y condición del plumaje (Peguri y Coon, 1993).

En el caso de las gallinas Isa Brown alojadas en sistemas de jaula, se reporta un consumo diario de 111 g/día, mientras que para sistemas alternativos se requieren 120 g/día (ISA Poultry, 2022), lo cual representa un incremento de 7,5% en consumo. Otros reportan un requerimiento mayor de energía (de 10 a 15%) para los sistemas con acceso a pastoreo (Leenstra, et al., 2012).

En cuanto a la macrofauna que pueden encontrar las aves dentro de los apartos de pastoreo, no hay información con base científica que permita conocer el consumo y aporte nutricional que estos traerían a las aves. Sin embargo, se han presentado desarrollos de patologías por el consumo de parásitos presentes en el suelo o en hospederos como roedores, aves salvajes y lombrices; lo que ocasiona una disminución en la producción de huevo y un incremento en la mortalidad (Esquenet et al., 2003; Groves, 2021).

Comportamiento forrajero de las aves y factores que lo influncian

El comportamiento forrajero de las gallinas consiste en que el ave camine mientras picotea y rasca el área de pastoreo, esta conducta se expresa el 20,6% del tiempo que las aves están en el área de pastoreo (Chielo et al., 2016). Otros comportamientos observados son el caminar (locomoción lenta sin picar ni rascar) (26,6%), mantenerse de pie (24,8%) y picar el suelo u otros objetos (19,8%). Mientras que en menor porcentaje se asocia el acicalamiento (3,4%) y el sentarse (2,6%) (Chielo et al., 2016).

La frecuencia y la cantidad de minutos que las aves permanecen en las áreas de pastoreo varía según cada individuo (de Koning et al., 2019^a). Las aves que visitan las áreas adicionales al galpón permanecen entre 2 a 5 horas diarias repartidas en 10 a 20 salidas (Larsen et al., 2017). En contraste, se estima que el 10% de la parvada no sale nunca a las áreas de pastoreo (Reiter et al., 2006).

El tamaño de la parvada y la densidad de alojamiento son factores que influyen sobre la salida de las aves a las áreas de pastoreo, observándose una mayor frecuencia entre menor sea el tamaño de la parvada y la densidad (Gilani et al., 2014; Whay et al., 2007). Con las gallinas Lohmann Brown, en sistemas de 3,900 a 23,500 individuos, se encontró que solo el 12,5% de la población salieron a pastorear, lo cual puede asociarse a que grandes tamaños de parvada requieren galpones grandes. Por lo cual las gallinas tienen que caminar más para tener acceso a estas áreas, sumado a la cantidad de aperturas hacia las áreas de pastoreo; que en este caso eran de 45 cm de altura por 2 m de ancho para cada 600 aves (Chielo et al., 2016).

La mayor cantidad de aperturas disponibles dentro del galpón para salir, favorecen el uso de las áreas de pastoreo (Gilani et al., 2014). Se sugiere que estas se coloquen cada 15 m lineales en el galpón, con una dimensión de 46 cm de alto por 53 cm de ancho (HFAC, 2018). Además, la mayoría de las aves se mantienen en el área más cercana al galpón, lo cual se presume que es una estrategia para evitar a los posibles depredadores (Nagle y Glatz, 2012). Por lo que parvadas grandes sugieren la necesidad de áreas de pastoreo con dimensiones más grandes y por este instinto las aves subutilicen las áreas de los potreros.

Las condiciones climáticas tienen una fuerte influencia sobre la visita de las aves a las áreas de pastoreo. Los días frescos con temperaturas entre 15 a 20 °C, con baja humedad, sin llovizna ni vientos fuertes, promueven el uso de estas áreas (Gilani et al., 2014; Reiter et al., 2006). Las primeras horas del día corresponden a las que las aves aprovechan en mayor proporción para salir del galpón a las áreas de pastoreo. Las 10:00 a.m. es la hora de mayor densidad, lo cual explica, por la sensación térmica de las mañanas, que es más fresca (Chielo et al., 2016).

Por otro lado, se recomienda la adición de sombras naturales o artificiales, protección (instalaciones), cobertura vegetal, pacas de heno y zonas para baños de arena (de Koning et al., 2019^a; Larsen y Rault, 2018; Nagle y Glatz, 2012). En el caso del uso de árboles con alturas de entre 2 a 4 m de alto que proveen sombra de entre 0,5 a 3 m² alrededor de la base o cuando se agregan en una proporción mínima del 5% del área total de la zona de pastoreo, las aves se sienten más seguras de no ser atacadas por depredadores, así como protegidas de

las condiciones climáticas; lo cual hace que estén más dispuestas a pastorear (Bright et al., 2016). Es relevante considerar que la cantidad de sombra afecta el crecimiento y el metabolismo de las plantas debido a la modulación de la luz, menor aireación y mayor humedad; y que hay especies de forrajes más susceptibles al pisoteo y pastoreo que otras (Fu et al., 2020).

La influencia sobre el comportamiento forrajero de las aves se ve afectada por su capacidad de adaptación al sistema. Por lo que es recomendable fomentar el acostumbramiento de las aves desde el período de crianza (Bari et al., 2020^a), por medio del enriquecimiento del alojamiento con objetos como sogas, bolas, juguetes para perro o niños, tubos, entre otros. Esto genera una mayor habituación de las gallinas a las cosas nuevas, a su vez que estimula que utilicen más los nidos durante el periodo de postura, lo que disminuye la cantidad de huevo de piso en las áreas de pastoreo y se puedan sentir más familiarizadas con las áreas para pastorear (Cruz et al., 2021).

Características del área de pastoreo

El área de pastoreo debe proveer sombra, refugio y una producción continua de vegetación (Singh y Cowieson, 2013). Es relevante encontrar flora resistente al daño que puedan causar los comportamientos de las aves como el caminar, forrajear y rascar (de Koning et al., 2019^a). Además, la Comisión Europea indica que, para los sistemas alternativos de aves, los galpones deben contar con perchas, nidos y cama que permitan el rascado y el acicalamiento de estas (European Commission, 2021).

Dentro del área de pastoreo, la veranda (superficie de concreto cubierta con cama) es un espacio requerido, seguida por un área cercana con grava y piedra con sombras artificiales, mientras que el área de potreros debe contar con vegetación y árboles que provean sombra natural; esto con el fin de evitar la erosión del suelo y fomentar la salida de las aves hacia los potreros (Larsen y Rault, 2021). Esta área es importante debido a que, por la concentración de las aves en el área próxima al galpón, se da el deterioro de un tercio del área de los apartos (Cruz et al., 2021).

Para los sistemas de producción de aves de postura con acceso a pastoreo, no se especifica qué tipo de vegetación debe usarse dentro de los potreros (HFAC, 2018; Singh y Cowieson, 2013). Sin embargo, en diferentes estudios se indica el uso de forrajes como la alfalfa (*Medicago sativa*) (Laudadio et al., 2014), trébol rojo (*Trifolium pratense*), ryegrass (*Lolium perenne*), zanahoria forrajera (*Daucus carota*) (Grigorova et al., 2017) y festuca (*Festuca arundinacea*) (Iqbal et al., 2018); los cuales se ha visto que pueden utilizarse como fuentes de pigmentos naturales para mejorar la coloración de la yema del huevo, debido al contenido de xantofilas que poseen (Grigorova et al., 2017).

En Bélgica, se realizó un estudio con 120 gallinas de la línea genética NovoGen Brown Light de 17 semanas de edad, que tenían acceso a pastorear 4 especies de forrajes como extra a la dieta basada en alimento balanceado, por un periodo de 20 semanas. Los forrajes fueron trébol blanco (*Trifolium repens L.*), trébol rojo (*Trifolium pratense L.*), achicoria (*Cichorium intybus L.*) y ryegrass (*Lolium perenne L.*), obteniendo que el peso del huevo y el porcentaje de postura no se vieron influenciados por el tipo de forraje ($p > 0.05$). Sin embargo, se encontró que la concentración de equol (isoflavonoide con beneficios para la salud humana) en la yema fue mayor en los huevos que provenían de gallinas que pastorearon trébol rojo, seguido por trébol blanco, ryegrass y por último achicoria (Tosar et al., 2021).

De igual manera al usar alfalfa (*Medicago sativa L.*), se recomienda una suplementación hasta 10% en pollos de engorde debido a que promueve la proliferación de bacterias beneficiosas en el tracto gastrointestinal, como *Lactobacillus*, e inhibe el desarrollo de patógenos como *Clostridium* (Zheng et al., 2019). Las experiencias en el uso de forrajes en la alimentación de aves con acceso a pastoreo indican una mayor cantidad de excretas conforme aumenta la inclusión de la alternativa forrajera (de Koning et al., 2019^b). Esto puede favorecer la fertilidad del suelo, ya que la gallinaza como residuo orgánico actúa como fuente de nitrógeno (Estrada, 2005) promoviendo la producción de biomasa de las plantas.

En Costa Rica, se informa del uso de pasto Kikuyo (*Kikuyocloa clandestinus*), natural (*Axonopus compressus*), estrella africana (*Cynodon nlemfluensis*) y brizantha (*Brachiaria brizantha*) en los potreros disponibles para pastoreo de las aves (Cruz et al., 2021). Además, en un diagnóstico

a sistemas de producción que etiquetan sus huevos como “huevos de pastoreo”, se encontró que el 80% de estos brindan una alimentación basada en su totalidad en alimento balanceado comercial, mientras que en el restante 20% sustituía entre 30-40% de la ración diaria con hojas de brócoli (*Brassica oleracea*), pasto kikuyo y kale (*Brassica oleracea var. Sabellica*), lo que provocó la subalimentación de las aves (Cruz, 2018).

Dentro de los esfuerzos por establecer las características que deben cumplir los sistemas de producción de aves de postura con acceso a pastoreo, la Human Farm Animal Care (HFAC, 2018) propone las siguientes características mínimas que deben presentar (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características del área de pastoreo en sistemas de producción de aves de postura.

Característica	Disposiciones HFCA
Cobertura del área	Vegetación viva y arenilla disponible para mejorar la digestión.
Diseño y mantenimiento	El diseño debe fomentar que las aves salgan, usen el área y se alejen de las puertas de salida.
Densidad	Prevenir desgaste, erosión y formación de lodo. 1000 aves por hectárea (10 m ² /ave).
Puertas de salida al área de pastoreo o entrada al galpón	Colocar una puerta cada 15 metros en el galpón. Medidas: 53 cm de ancho y 46 cm de alto.
Tiempo del ave en las áreas de pastoreo	Mínimo 6 horas diarias durante los 12 meses del año. Si se presenta una emergencia las aves estarán en interiores por 24 h en un periodo no mayor a 14 días consecutivos. Además, debe explicarse la razón por escrito en un plan de emergencia.
Enriquecimiento	Contar con áreas de sombra para que las aves descansen. Para disminuir el miedo a depredadores debe haber árboles o estructuras artificiales. Colocar un área con sustrato suelto para que las aves se den baños de polvo.

Fuente: (HFAC, 2018).

Un factor que se considera fundamental para los sistemas con acceso a pastoreo es la rotación de las pasturas, para esto es necesaria la creación de apartos o potreros, debido a que fomentan la recuperación del suelo y de la planta (HFAC, 2018), reduciendo el riesgo de erosión y la debilidad de la cobertura vegetal (Sossidou et al., 2015). Además, disminuye el número de huevos de gusanos redondos como *Ascaridia gallus* y *Hererakis gallinarum*, que se pueden encontrar en las heces de las gallinas, los cuales a su vez pueden ocasionar daño en la mucosa intestinal, provocar disminución de peso y el aumento de la presencia de otras patologías (Maurer et al., 2013). Sin embargo, en Costa Rica, los propietarios de sistemas con acceso a pastoreo desconocen el manejo adecuado que debe darse a las pasturas, y en la mayoría de los casos no realizan la rotación de estas. Esto aunado a otras malas prácticas de manejo (como sustituir altos porcentajes de inclusión de la dieta con los forrajes disponibles en los potreros), ocasionando un sobrepastoreo (con deterioro del área y la vegetación que en esta se encuentre) (Cruz et al., 2021).

Al valorar el manejo habitual que debe darse dentro de los apartos, se encuentran la remoción de material senescente (Ruhnke et al., 2015) y la uniformización del potrero (corte de vegetación). La finalidad de que la vegetación que encuentren las aves al ingresar tenga una altura menor a 10 cm, evita la compactación de material fibroso en el tracto gastrointestinal (Maurer et al., 2013, Cruz, 2018). Por otro lado, cuando la altura de la vegetación es superior a 10 cm, las aves la pisotean, ignoran o tienden a formar túneles; en caso de consumirla suele quedarse atrapada en el tracto gastrointestinal (por su longitud) (Sossidou et al., 2015).

La construcción de un área de concreto a la salida de las aberturas seguida por sustrato rocoso y posterior a esto la cobertura vegetal (veranda), es otra sugerencia. Debido a la destrucción que pueden causar las aves en los primeros metros del área a partir de las instalaciones (Bari et al., 2020^a; Larsen y Rault, 2021), en conjunto con el uso de canoas en las instalaciones en zonas de alta precipitación pluvial, evita la formación de lodo en los alrededores, y por ende la presencia de una mayor carga parasitaria (Sossidou et al., 2015). Además, la infiltración del suelo debe ser adecuada, de lo contrario se darán los procesos de erosión, sobre todo en las áreas sin cobertura vegetal. Ante esta situación, es necesario implementar sistemas

de drenaje para evitar la presencia de lodo y charcos, y promover coberturas vegetales que favorezcan que el agua no se escurra e infiltre (Facultad de Ciencias Agroalimentarias, 2022).

Bienestar animal de las gallinas ponedoras con acceso a pastoreo

Los sistemas con acceso a pastoreo son percibidos por los consumidores como “mejores” en cuanto a bienestar animal, y han señalado que este es un criterio por el cual estarían dispuestos a pagar más (Vukina et al., 2014; Morales et al., 2021; Chavarría et al., 2021). Sin embargo, no suelen considerar otras variables que se incluyen dentro del bienestar; como los porcentajes de canibalismo y la tasa de mortalidad (Ochs et al., 2018), las cuales suelen ser superiores que en otros sistemas de producción (Coton et al., 2019). Además, en una encuesta realizada a 2813 compradores de huevo en Estados Unidos, se encontró que, dentro de las razones para no comprar el huevo, solo el 6,8% señaló causas asociadas al bienestar animal; mientras que el 42% indicó que el precio es la razón para no realizar la compra (Ochs et al., 2018). Dentro de las razones por las que los sistemas con acceso a pastoreo son percibidos como mejores en cuanto a bienestar animal al compararlos a los sistemas tradicionales, sobresale un mayor espacio por ave (Besei, 2018) y el acceso a un área externa cubierta de vegetación en la que el ave puede expresar comportamientos propios de especie, como caminar, abrir sus alas, darse baños de arena, rascar, forrajear y otros (Campbell et al., 2021).

El acceso de las aves a áreas exteriores es complejo debido a la dificultad de manejo de las condiciones ambientales externas y el riesgo de contraer enfermedades (Sossidou et al., 2015). En la avicultura, las enfermedades pueden ser de origen viral, como Newcastle, bronquitis infecciosa, laringotraqueitis y parvovirus; de origen bacteriano como salmonelosis, campilobacteriosis, pasteurelisis, coriza, micoplasma y clostridiosis; de origen parasitario externo, como piojos y ácaros (ectoparásitos), e internos como coccidiosis e histomoniasis (Swayne et al., 2013). Las condiciones ambientales cálidas y húmedas ocasionan mayor propagación de estas enfermedades. Por lo tanto, es necesario que en estos sistemas se dé una adecuada vacunación; desparasitación; limpieza y desinfección; control de plagas, de animales silvestres (Groves, 2021); y un control del ambiente,

que incluya el manejo adecuado de la cama, la rotación de los potreros, tipo de suelo y vegetación, así como considerar el ciclo de vida de los parásitos (Sossidou et al., 2015).

Condición de plumaje y patas

La reducción de la pododermatitis y la mejora de la condición del plumaje de las aves, son dos beneficios de los sistemas con acceso a pastoreo que se han documentado en la literatura (Campbell et al., 2021; Bari et al., 2020^b; de Koning et al., 2019^a; Chielo et al., 2016). Sin embargo, dependiendo de las condiciones donde se desarrolle el sistema se informa lo contrario, donde la presencia de la pododermatitis de los sistemas con acceso a pastoreo es mayor que en las aves bajo sistemas de jaulas enriquecidas o jaulas convencionales (Yilmaz et al., 2016).

La incidencia de pododermatitis está ligada a la superficie con la que las patas del ave tienen contacto. Por lo que, dentro de los sistemas con acceso a pastoreo, la cama dentro del galpón y las áreas de pastoreo deben contar con un manejo adecuado que garantice las mejores condiciones para evitar la patología; entre las cuales se describe el uso de cama compuesta por heno, con un tamaño de corte de 2 cm de largo y agregar microorganismos y enzimas que disminuyan el pH, la emisión de amonio y la humedad de esta (Zikic et al., 2017). Mientras que, en las áreas de pastoreo, la veranda y los drenajes cumplen un papel importante al evitar la formación de lodo y charcos en el área cercana al galpón (Larsen y Rault, 2021; Bari et al., 2020^b; Facultad de Ciencias Agroalimentarias, 2022).

La condición del plumaje de las gallinas está relacionada con la alimentación, por lo que una dieta que supla los requerimientos nutricionales es fundamental. Dietas altas en fibra y bajas en energía reducen el picaje, por lo que el comportamiento forrajero de las aves con acceso a pastoreo podría considerarse como un aspecto positivo que minimiza el picaje severo. Este, a su vez, se ve influenciado por otras prácticas como el despique y el despunte (Coton et al., 2019); los cuales tienen efecto sobre la capacidad de toma del alimento de las aves, encontrándose problemas cuando esta práctica no se realiza de forma adecuada, lo que impacta sobre la alimentación de las aves, su condición corporal, la producción de huevo y el bienestar animal (Cruz, 2018). Además, se ha visto que aves con mejor condición de plumaje

tienden a tener menos miedo de salir a las áreas de pastoreo (Bestman et al., 2019), esto confirma porque se reporta una peor condición de plumaje en aves que nunca salen a pastorear (Sibanda et al., 2020).

En una comparación del sistema de jaula con el de pastoreo, se determinó que la prevalencia de picajes severos en los sistemas de jaula se estimaron en 32,9% de la parvada, mientras que el canibalismo se manifestó en un 2,5%. Por su parte, en los sistemas de pastoreo, los picajes fueron menores con un 23,8% y el canibalismo, por el contrario, aumentó a un 8,8%. Los autores concluyeron que, en las parvadas alojadas en jaulas, la presencia de picaje se debía a factores como el genotipo, área de jaula por gallina y el número de gallinas por jaula. Del mismo modo, los picajes generados bajo el sistema de pastoreo dependen del uso de los apartos, la iluminación, el genotipo y las instalaciones en exteriores e interiores (Coton et al., 2019).

Miedo a depredadores

Las gallinas se perciben a sí mismas como presas, y por ende se ha identificado el miedo por los depredadores, expresando comportamientos como el quedarse cerca del galpón (Nagle y Glatz, 2012) o incluso no salir del todo. Para disminuir esta incidencia, se recomienda el uso de árboles en al menos el 5% del aparto, brindando protección de depredadores (Bright et al., 2016) y una adecuada nutrición que promueva el buen plumaje, disminuyendo el miedo a salir a los potreros (Bestman et al., 2019).

Osteoporosis y fracturas

En la actualidad, las gallinas ponedoras son seleccionadas para producir huevos a diario durante meses consecutivos, razón por la cual demandan grandes cantidades de calcio. En ese sentido, la salud de dichas gallinas tiene una incidencia directa en el estado del esqueleto de las aves y, por lo tanto, en la productividad y calidad del huevo (Campbell et al., 2021).

La osteoporosis constituye una condición metabólica que pueden llegar a presentar las gallinas ponedoras, causada por la combinación de diferentes factores genéticos, ambientales y

nutricionales que afectan la salud de los huesos (Bryden et al., 2021). En el caso de los sistemas de producción con acceso a pastoreo, la prevalencia de osteoporosis es baja, debido a que las aves cuentan con mayor oportunidad de ejercitarse y aumentar su actividad física, lo que fortalece su condición esquelética (Campbell et al., 2021). Sin embargo, las aves en estos sistemas se encuentran expuestas a sufrir fracturas causadas por colisiones o caídas (Regmi et al., 2017).

De la misma forma, las aves alojadas en sistemas productivos sin jaulas con aviarios de distintos niveles y elementos tales como perchas, se consideran más susceptibles de fracturar alguno de sus huesos; por ejemplo, la quilla (Riber y Hinrichsen, 2016). Daños en la quilla pueden ocurrir en cualquier sistema de crianza, sin embargo, existe un consenso general de que la complejidad ambiental de alojamiento se encuentra relacionada con mayores problemas de fracturas de quilla; la presencia de perchas y la altura de las mismas se han considerado como factores de riesgo en la crianza de las aves (Rufener y Makagon, 2020).

En contraste con lo anterior, se ha observado en gallinas HyLine Brown criadas en sistemas de pastoreo, con y sin acceso a perchas aéreas, que las probabilidades de fracturas en los huesos de quilla se debían en mayor medida a la variación individual en la resistencia ósea de cada ave, en lugar del uso de las perchas (Donaldson et al., 2012). Las fracturas en los sistemas de crianza con o sin jaula mostraron daños similares de quilla, por lo que estos pueden ser atribuidos a una patogénesis general y no tanto al alojamiento. Además, observaron que la prevalencia de fracturas en ambos sistemas oscila en rangos similares, 53%-100% en los sistemas libres de jaulas y 50%-98% en los sistemas con jaulas (Thøfner et al., 2020). Incluso dentro de un mismo sistema con acceso a pastoreo no se encontraron diferencias significativas entre las aves que salen y las que no salen a las áreas de pastoreo, con respecto a las fracturas de la quilla (Sinbanda et al., 2020).

Malnutrición o emaciación

Debido a que las gallinas regulan su consumo con base en la energía y condiciones ambientales (Harms et al., 2008; Bryden et al., 2021), el aporte calórico extra, producto de la ingesta de

forraje, podría ocasionar reducciones en el consumo de alimento balanceado, dilución de la ingesta de energía y proteínas, impactación y desequilibrio de electrolitos en la dieta (Singh y Cowieson, 2013). Esta situación puede darse debido a la disponibilidad de forrajes para las gallinas ponedoras, junto a la curiosidad natural de que dichas aves pueden generar un consumo excesivo que, a su vez, causa en las gallinas una sensación de saciedad. Por lo tanto, estas pueden disminuir la ingesta de alimentos concentrados. Como resultado, las aves pierden condición corporal, y en ocasiones más severas, alcanzan la muerte (Runke et al., 2015).

Parásitos

Los parásitos internos y externos representan un peligro para la salud de las aves. Los sistemas con acceso a pastoreo exponen a las aves a un mayor contacto con material de cama, excretas, roedores, aves salvajes e insectos (Groves, 2021; Dao et al., 2018); los cuales actúan como reservorios u hospederos de organismos parasitarios. Además, variables climatológicas como temperatura, precipitación y humedad, influyen sobre la prevalencia de parásitos en las granjas, lo cual se relaciona a una mayor propagación de estos. Otros factores que influyen en la prevalencia de estos organismos son el sistema de producción, la densidad animal, la edad del ave y las condiciones sanitarias (Lozano et al., 2019).

Dentro de los parásitos externos de mayor incidencia, se encuentran los ácaros y los piojos. Los piojos se alimentan de las células epiteliales de las aves y sus plumas, causando irritación, picaje de plumas y, en casos de infestación graves, el declive en la producción de huevo. Los ácaros, como *Ornithonyssus sylviarum*, se encuentran en roedores y aves como las palomas, transmitiéndose a las gallinas y causando anemia e incluso mortalidad. Tanto los ácaros como los piojos pueden afectar a las gallinas en cualquier sistema de producción, sin embargo, la probabilidad de incidir en sistemas con acceso a pastoreo es mayor debido a la mayor exposición de las aves con los hospederos (Hinkle y Corrigan, 2020).

En el Cuadro 3, se mencionan los principales parásitos internos en avicultura, así como el daño que ocasionan y la prevalencia de estos en los sistemas de alojamiento.

Cuadro 3. Endoparásitos presentes en las producciones avícolas y su incidencia.

Endoparásito	Vector	Órgano diana	Síntomas	Prevalencia	Control	Referencia
<i>Ascaridia galli</i> nematodo/helminthos	Ingestión de agua, alimento o suelo.	-Intestino delgado y grueso. -Sistema reproductivo.	Disminución en la producción de huevo y aumento en la mortalidad. Pérdida del apetito, diarrea sanguinolenta.	-750 huevos/gramo de heces con acceso a pastoreo. -850 huevos/gramo de heces en jaula, 9,6%-30,2% con acceso a pastoreo.	Limpieza regular y desinfección de instalaciones.	Marín y Benavides, 2007; Tomza, et al., 2014; Dao et al., 2018; Lozano et al., 2019.
<i>Capillaria spp.</i>	Lombrices	-Esófago y buche (<i>C. annulata</i> y <i>C. contorta</i>). -Intestino delgado (<i>C. caudinflata</i> , <i>C. bursata</i> y <i>C. obsignata</i>). -Ciego (<i>C. anatis</i>).	Hemorragias en mucosa; inflamación del esófago y buche; infecciones en el intestino; pérdida de peso y debilidad.	25,6% con acceso a pastoreo.	Remoción de hospederos, desparasitación de la parvada, limpieza y desinfección de instalaciones.	Permin y Hansen, 1998; Marín y Benavides, 2007.
<i>Heterakis gallinarum</i> - Helmintho	-	Ciego, hígado y tejidos.	Adelgazamiento e inflamación de la mucosa del ciego. Anemia y diarreas. Histomoniasis o cabeza negra: necrosis, piel negra y heces amarillas.	5,7%-34,9% con acceso a pastoreo.		Marín y Benavides, 2007; Tomza et al., 2014; Jacob, 2015.
<i>Eimeria spp.</i> Protozoario	-	Intestino delgado (<i>E. necatrix</i> , <i>E. maxima</i> , <i>E. brunetti</i> , <i>E. mitis</i> y <i>E. acervulina</i>). Ciego (<i>E. tenella</i>).	Coccidiosis, enteritis, anemia y diarrea con sangre.	509 huevos/gramo de heces. 32,7%-67,4% con acceso a pastoreo.	Vacunación, mejoras en salud y nutrición.	Marín y Benavides, 2007; Tomza et al., 2014; Lozano et al., 2019.

El efecto de los parásitos sobre el bienestar animal varía dependiendo del parásito y de su grado de infestación. Por lo que los productores deben mantenerse en constante vigilancia del ambiente y realizar prácticas como la desparasitación, control de plagas, limpieza y desinfección como parte de la necesidad de aminorar las patologías por parásitos, que pueden causar disminución en la producción (Groves, 2021).

Mortalidad

La mortalidad dentro de los sistemas con acceso a pastoreo suele ser más alta que en los sistemas convencionales. La casa genética de la gallina Isa Brown señala un aumento de 1% en la mortalidad de las aves cuando son alojadas bajo sistemas alternativos (ISA Poultry, 2022). Otros han encontrado mortalidad de hasta un 7,89% en sistemas con acceso a pastoreo (Chavarría et al., 2021^b), sin embargo, estos porcentajes se encuentran dentro de lo esperado (Jones et al., 2018). La mortalidad se asocia con el canibalismo, la presencia de depredadores, la impactación por el forraje consumido, el estrés calórico, enfermedades (laringotraqueitis, coccidiosis, salmonella, influenza aviar hígado graso) (Singh et al., 2017; Sibanda et al., 2020; Campbell et al., 2021) y mayor incidencia de parásitos internos y externos (Hinkle y Corrigan, 2020; Dao et al., 2018; Maurer et al., 2013; Esquenet et al., 2003). A nivel nacional, los problemas sanitarios de mayor frecuencia en estos sistemas son el parasitismo (83%), seguido por el picaje y desplume (33%), y la depredación (17%) (Cruz et al., 2021).

Otra causa de mortalidad de aves de los sistemas con acceso a pastoreo es la obstrucción acumulativa de tiras de forraje de más de 6 cm de largo. Se llegan a extender por el tracto gastrointestinal desde la molleja hasta el duodeno, lo que provoca inanición en las aves y muerte. Es necesario que antes del ingreso de las aves a las áreas de pastoreo, se remueva el material senescente fibroso (Ruhnke et al., 2015) y que se realice un proceso de uniformización de la pastura el mismo día que las aves son cambiadas de aparto; además de que la cobertura vegetal no tenga una altura mayor a los 10 cm cuando las aves ingresan al área de pastoreo (Maurer et al., 2013).

Debido a lo anterior, es necesario tomar medidas de bioseguridad como la adquisición responsable de las aves (garantizando que en su proveniencia hubo un buen manejo); realizar

procesos de cuarentena de animales nuevos y enfermos; contar con procesos de limpieza y desinfección de instalaciones; llevar a cabo desparasitaciones y vacunaciones; proveer agua de calidad; contar con una cerca perimetral que proteja a las aves de otros animales externos al sistema; y control de plagas y animales silvestres (Correia y Sparks, 2020). En cuanto al personal, es necesario que se adopten medidas como el lavado de manos antes y después de realizar cualquier manejo, uso de ropa y calzado limpio para el acceso a las áreas de producción, implementación de pediluvios para calzado y desinfección de vehículos que ingresen al sistema (Correia y Sparks, 2020).

Dentro del mismo sistema de pastoreo pueden presentarse diferencias en cuanto a la mortalidad debido al comportamiento de las aves, ya que algunas gallinas no frecuentan las áreas de pastoreo, otras los usan de forma intermitente y otras salen con mayor frecuencia (pastoreadoras). Las pastoreadoras tienen mejores índices de supervivencia y mejor cobertura de plumas que las aves que rara vez salen; esto debido a la relación del pastoreo con la disminución del estrés y mejor calidad del aire, que favorece al sistema inmune (Sibanda et al., 2020).

Costos de los sistemas con acceso a pastoreo

El interés por parte de los productores de huevo en incursionar en sistemas con acceso a pastoreo se debe a la demanda del consumidor y a la disposición por pagar un precio mayor por el huevo proveniente de este sistema (Vukina et al., 2014; Morales et al., 2021; Chavarría et al., 2021). Sin embargo, existen diferencias entre el discurso del consumidor y sus acciones de compra. Entre el 65 y 87% de los consumidores de huevos piensan en el bienestar animal, pero solo entre el 26 y 54% lo considera al momento de la compra (Kjaernes et al., 2007), siendo el precio la razón principal para realizar o no la compra (Ochs et al., 2018; Chavarría et al., 2021).

Actualmente, en Costa Rica el consumidor no tiene cómo cerciorarse de que el huevo etiquetado como “pastoreo” cumpla con las características descritas en esta revisión, lo cual también podría influir en su decisión de compra. A diferencia de Costa Rica, dentro de la Unión

Europea existe un sistema de etiquetado que permite al consumidor identificar el sistema de producción (jaula, aviario, piso, orgánico o con acceso a pastoreo) del cual proviene el huevo que va a adquirir, que a su vez garantiza las condiciones propias del sistema y, por ende, justifica su costo (Besei, 2018). Sin embargo, se ha visto que al consumidor se le dificulta entender o desconoce cuales atributos (salud, estrés del ave, comportamiento, impacto ambiental, uso eficiente de los recursos naturales, seguridad, salud de los colaboradores, seguridad alimentaria y calidad de huevo) corresponden al etiquetado (Ochs et al., 2018).

Dentro de los factores que tienen influencia sobre la rentabilidad de los sistemas de pastoreo, se encuentran los costos de implementación, los rendimientos productivos, la mano de obra, las mejoras en pro del bienestar animal, la alimentación, el manejo sanitario y la bioseguridad.

Luego de la prohibición europea del año 2012, de alojar gallinas en jaula convencional para la producción de huevo, el 33,9% de los productores de huevo entrevistados en Bélgica durante los años 2013 y 2014 (n= 127) dejaron la actividad; señalando como causa principal la dificultad para adaptarse a dicha prohibición (menor densidad de animales, modificación de instalaciones y creación o mantenimiento de las áreas de pastoreo). El restante 66,1% se mantuvo produciendo, pero señalan que la eliminación del sistema convencional provocó una disminución en la rentabilidad de los sistemas (Stadig et al., 2016).

Los rendimientos productivos de los sistemas con acceso a pastoreo son menores que los de sistemas convencionales. Por lo tanto, tienen como reto la optimización del uso de otros recursos y la maximización productiva. El rasgo productivo más importante de las gallinas ponedoras corresponde al número de huevos puestos por año, denotado en términos de porcentaje (Rakonjac et al., 2014). Las gallinas Isa Brown en sistemas convencionales tienen un pico de producción de 96%, mientras en sistemas alternativos este parámetro disminuye en un 1%, alcanzando picos de producción de 95% (ISA Poultry, 2022). Cuando la salud y el bienestar de las aves se ve comprometido, se puede presentar una disminución en la producción y calidad del huevo; expresado como menor porcentaje de postura, huevo más pequeño y defectos en cáscara que resultan en pérdidas para el sistema (Jones et al., 2018).

En Costa Rica, un sistema de pastoreo con aves de la raza Rhode Island Red y el cruce Sex Link reportan picos de postura de 70,12% y 83,30%, respectivamente. Además, una mortalidad acumulada de 7,89% y un consumo de alimento por ave por día de 131,90 g en el caso de las aves Sex Link y de 130,05 g en las Rhode Island Red (Chavarría et al., 2021^b).

Las mejoras en pro del bienestar animal dentro de los sistemas con acceso a pastoreo como las modificaciones en infraestructura; la implementación de aberturas, de diseño y de mantenimiento de las áreas de pastoreo (Vukina et al., 2014); el enriquecimiento ambiental; y un mayor espacio por ave, un aumento en el consumo de alimento debido al incremento en el gasto energético y comportamientos como el picaje de plumas, el canibalismo y la mortalidad (Besei, 2018); representan un aumento en los costos de producción.

El rubro de alimentación es el costo más alto dentro de la producción de huevo, sin importar el sistema de alojamiento; lo cual se deriva del uso de maíz, soya y destilados de maíz dentro de las formulaciones (Matthews y Sumner, 2015; Tufarelli et al., 2018). En Costa Rica, una propuesta del sistema de producción con acceso a pastoreo visibilizó que el 80% de la inversión inicial corresponde al desarrollo de las instalaciones y las áreas de pastoreo. En cuanto a los costos operacionales, la alimentación representa el 41%, seguido por la mano de obra con 22% (Cruz et al., 2021). Es importante considerar la capacidad de modificación del sistema que tengan las granjas de producción de huevo en Costa Rica para dar el salto a la producción con acceso a pastoreo, donde se aumenta la disponibilidad de área por ave alojada.

En un modelo propuesto para la producción de huevo con acceso a pastoreo en Costa Rica, se obtuvo que los indicadores de rentabilidad (VAN y TIR) fueron positivos y por ende factibles en el escenario normal y optimista. Para esto, se tomaron en consideración tres escenarios (pesimista, normal y optimista) y se sensibilizaron los factores de precio por kilogramo de alimento, porcentaje de postura (según máximos y mínimos de casa genética) y precio por kilogramo de huevo ($\pm 5\%$). Cuando se presentan bajas en el porcentaje de postura (73% de postura), se da un aumento en el precio del kilogramo de alimento \$0,47 y un precio de venta de huevo de \$2,94, provocando que los indicadores de rentabilidad sean negativos. Por ende, el desarrollo del proyecto deja de ser factible (Cruz et al., 2021), demostrándose la sensibilidad

del sistema ante las variaciones del costo de los alimentos balanceados. Por último, el manejo sanitario y bioseguridad en los sistemas con acceso a pastoreo representan un costo en pro de la salud y el bienestar de las aves, los cuales son factores necesarios para maximizar los rendimientos productivos (Jones et al., 2018). Dentro de los efectos económicos que tienen las enfermedades desencadenadas por malnutrición, virus, bacterias y parásitos, se encuentran la pérdida de capital invertido en animales a causa de mortalidad y descarte, la reducción de la calidad del huevo y los costos asociados a detectar, diagnosticar, prevenir y controlar las enfermedades (Bennett, 2012).

Con el fin de amortiguar este impacto, se recomienda contar con un adecuado manejo sanitario y una correcta bioseguridad, como vacunaciones, desparasitaciones, limpieza, desinfección y manejo de cama. Esta prevención es importante, ya que el costo de los tratamientos terapéuticos es mayor que los preventivos (Jones et al., 2018).

CONSIDERACIONES FINALES

Los requerimientos nutricionales de las gallinas con acceso a pastoreo deben satisfacerse con alimentos balanceados formulados según edad, etapa productiva y requerimiento energético. Lo que las aves consuman dentro de las áreas de pastoreo se debe considerar como nutrimentos extras en la dieta.

El espacio disponible para las aves, las aperturas hacia el área de pastoreo, las sombras naturales o artificiales, las estructuras de refugio, los juguetes, la cobertura vegetal y el material para baños de arena son importantes para el aprovechamiento de las áreas de pastoreo por parte de las aves. Esto a su vez, les permite sentirse protegidas de depredadores y mostrar comportamientos propios de su etología, como volar, forrajear y darse baños de arena.

Dentro de estos sistemas es fundamental el manejo de las pasturas, el contar con apartos o potreros que permitan la rotación considerando el tipo de suelo, crecimiento de la planta y ciclo de vida de los parásitos. De esta manera se fomenta la recuperación del suelo y del forraje,

Evitando la erosión, el deterioro de las áreas y presencia de patologías. Además, la uniformización del potrero a una altura menor a los 10 cm evita la obstrucción acumulativa de forraje en el tracto gastrointestinal de las aves.

La factibilidad de los sistemas con acceso a pastoreo depende de la optimización del uso de los recursos, como la mano de obra, alimentación, manejo sanitario y bioseguridad, con el fin de maximizar los rendimientos productivos. Ningún sistema de producción de huevo es perfecto, todos requieren de prácticas de manejo específicas para garantizar el desempeño adecuado. Aunado a esto, el bienestar animal no debe ser considerado como una ventaja de los sistemas con acceso a pastoreo, ya que debe presentarse en todos los sistemas de producción como obligación y no como ventaja competitiva.

Por último, es fundamental que los empresarios de sistemas de producción de huevo con acceso a pastoreo conozcan el manejo adecuado de las aves y de las pasturas. Esto con el fin de gestionar el sistema para garantizar la buena nutrición, la manifestación de comportamientos propios de la especie y la ausencia de estrés, miedo, dolor y enfermedad.

LITERATURA CITADA

- Abbot, R. 2010. Hen housing systems and egg safety. *Poultry International*, 49 (12): 32–33.
- Aguilar, J. 2021. Maíz: 2021: su precio aumenta y hace más caro el alimento de animales en granja. <https://www.porcicultura.com/destacado/Maiz-2021%3A-su-precio-aumenta-y-hace-mas-caro-el-alimento-de-animales-en-granjas> (Consultado 8 ago., 2021).
- Bari, M.S., A.M. Cohen y D.L.M. Campbell. 2020^a. Early rearing enrichments influenced nest use and egg quality in free-range laying hens. *Animal*, 14 (6): 1249-1257. doi:10.1017/S1751731119003094.
- Bari, M.S., Y.C. Laurenson, A.M. Cohen, S.W. Walkden y D.L.M. Campbell. 2020^b. Effects of outdoor ranging on external and internal health parameters for hens from different rearing enrichments. *Peer J*, 8: e8720 doi:org/10.7717/peerj.8720.

- Bennett, R. 2012. Economic rationale for interventions to control livestock disease. *EuroChoices*, 11 (1): 5-10. doi:10.1111/j.1746-692X.2012.00227.x.
- Besei, W. 2018. Impact of animal welfare on worldwide poultry production. *World's Poultry Science Journal*, 74 (2): 211-224. <https://doi.org/10.1017/s0043933918000028>.
- Bestman, M., C. Verwer, T. van Niekerk, F. Leenstra, B. Reuvekamp, Z. Amsler-Kepalaite y V. Maurer. 2019. Factors related to free range use in commercial laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 214 (1): 57-63. doi:10.1016/j.applanim.2019.02.015
- Bosse, A. y M. Pietsch. 2017. Fiber in Poultry Nutrition. En: *Fiber in animal nutrition*. AGRIMEDIA, Clenze, Alemania. p. 37-50.
- Bright, A., R. Gill y T.H. Willings. 2016. Tree cover and injurious feather-pecking in commercial flocks of free-range laying hens: a follow up. *Animal Welfare*, 25 (1): 1-5. doi:10.7120/09627286.25.1.001.
- Bryden, W.L., X. Li, I. Ruhnke, D. Zhang, y Shini, S. 2021. Nutrition, feeding and laying hen welfare. *Animal Production Science*, 61 (10): 893. doi: 10.1071/AN20396.
- Campbell, D.L.M., M.S. Bari y J.L. Rault. 2021. Free-range egg production: its implications for hen welfare. *Animal Production Science*, 61 (1): 848-855. doi:1017/AN19576.
- Chavarría, S., A. Chacón y R. WingChing-Jones. 2021^a. Efecto del alojamiento de las ganillas (pastoreo, piso y jaula) sobre ácidos grasos, consumo, y percepción sensorial de sus huevos. *Cuadernos de Investigación UNED*, 13(1): e3317. doi:10.22458/urj.v13i1.3317.
- Chavarría, S., A. Chacón, R. WingChing-Jones y R. Zamora, 2021^b. Rendimientos productivos, morfología y microbiología de los huevos de gallinas Hy-Line Brown, Novogen, Rhode Island Red y Sex Link. *Cuadernos de investigación UNED*, 13(2): e-ISSN 1659-441X. doi:10.22458/urj.v13i2.3459.
- Chielo, L.I., T. Pike y J. Cooper. 2016. Ranging behaviour of comercial free-range laying hens. *Animals*, 6 (5): 1-13. doi:10.3390/ani6050028.
- Coton, J., M. Guinebretiere, V. Guesdon, G. Chiron, C. Mindus, A. Laravoire, G. Pauthier, L. Balaine, M. Descamps, L. Bignon, A. Huneau-Salaun y V. Michael. 2019. Feather pecking in laying hens housed in free-range or furnished-cage systems on French farms. *British Poultry Science*, 60 (6): 617-627. doi:10.1080/00071668.2019.1639137.

- Correia, C y N. Sparks. 2020. Exploring the attitudes of backyard poultry keepers to health and biosecurity. *Preventive Veterinary Medicine*, 174: 104812. doi:10.1016/j.prevetmed.2019.104812.
- Cruz, A., R. WingChing-Jones y R. Zamora. 2021. Factibilidad de la producción de huevos de gallinas ponedoras con acceso a pastoreo. *Agronomía Mesoamericana*, 32 (2): 573-586. doi:10.15517/am.v32i2.39673.
- Cruz, A. 2018. Implementación de un sistema para la producción de huevo comercial de gallinas Sex Link y Rhode Island con acceso a pastoreo. Tesis Lic., Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Dao, H.T., P.W. Hunt, N. Sharma, R.A. Swick, S. Barzegar, B. Hine, J. McNally y I. Ruhnke. 2018. Analysis of antibody levels in egg yolk for detection of exposure to *Ascaridia galli* parasites in commercial laying hens. *Poultry Science*, 98: 179-187. doi:10.3382/ps/pey383.
- Donaldson, C. J., M.E.E. Ball y N.E. O'Connell. 2012. Aerial perches and free-range laying hens: The effect of access to aerial perches and of individual bird parameters on keel bone injuries in commercial free-range laying hens. *Poultry Science*, 91 (2): 304-315. doi:10.3382/ps.2011-01774.
- de Koning, C., S.M. Kitessa, R. Barekatin y K. Drake. 2019^a. Determination of range enrichment for improved hen welfare on commercial fixed range free-range layer farms. *Animal Production Science*, 59: 1336-1348. doi:10.1071/AN17757.
- de Koning, C., R. Barekatin, M. Singh y K. Drake. 2019^b. Saltbush (*Atriplex nummularia* and *A. amnicola*) as potential plants for free-range layer farms: consequences for layer performance, egg sensory qualities, and excreta moisture. *Poultry Science*, 98 (10): 4555-4564. doi:10.3382/ps/pez294.
- Elkhouraibi, C., M. Pitesky, N. Dailey y D. Niemeier. 2017. Operational challenges and opportunities on pastured poultry operations in the United States. *Poultry Science*, 96: 1618-1650. doi:10.3382/ps/pew448.

- Esquenet, C., P. De Herdt, H. De Bosschere, S. Ronsmans, R. Ducatelle y J. Van Erum. 2003. An outbreak of histomoniasis in free-range layer hens. *Avian Pathology*, 32 (3): 305-308. doi:10.1080/0307945031000097903.
- Estrada, M.M. 2005. Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Revista Lasallista de Investigación*, 2 (1): 43-48.
- European Commission. 2021. Laying hens. https://ec.europa.eu/food/animals/animal-welfare/animal-welfare-practice/animal-welfare-farm/laying-hens_en (Consultado 23 jun., 2021).
- Facultad de Ciencias Agroalimentarias. 2022. Importancia de la infiltración del agua para reducir la erosión. Buenas prácticas agrícolas. <http://www.buenaspracticasagricolas.ucr.ac.cr/index.php/manejo-de-aguas-de-riego/importancia-de-la-infiltracion-del-agua-para-reducir-la-erosion> (Consultado 23 jun., 2021).
- Fu, J., Y. Luo, P. Sun, J. Gao, D. Zhao, P. Yang y T. Hu. 2020. Effects of shade stress on turfgrasses morphophysiology and rhizospheres soil bacterial communities. *BMC Plant Biology*, 20 (92):1-16. doi:10.1186/s12870-020-2300-2.
- Gilani, A.M., T.G. Knowles y C.J. Nicol. 2014. Factors affecting ranging behaviour in young and adult laying hens. *British Poultry Science*, 55 (2): 127-135. doi:10.1080/00071668.2014.889279.
- Grigorova, S., D. Abdjieva y N. Gjorgovsja. 2017. Influences of natural sources of biologically active substances on livestock and poultry reproduction. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 7 (2): 189-195.
- Groves, P. 2021. Impact of parasites on Australian laying hen welfare. *Animal Production Science*, 61 (10): 1031-1036. doi:10.1071/AN19693.
- Harms, R.H., G.B. Russell y D.R. Sloan. 2008. Performance of four strains of commercial layers with major changes in dietary energy. *The Journal of Applied Poultry Research*, 9 (4): 535-541. doi: 10.1093/japr/9.4.535.
- HFAC (Human Farm Animal Care). 2018. Normas HFAC para gallinas ponedoras. https://certifiedhumane.org/wp-content/uploads/HFAC-Gallinas-Ponedoras18v2_F_sm2.pdf (Consultado 26 jul., 2021).

- Hinkle, N.C. y R.M. Corrigan. 2020. External parasite and poultry pest. *Diseases of poultry*, 14: 1157-1191.
- Iqbal, Z., F. Metzger, M. Singh, N. Morgan, R.A. Swick, R.A. Perez, S.A. M'Sadeq, J. Zentek y I. Ruhnke. 2018. Enzymes and/or combination of organic acid and essential oils supplementation in pasture-fed free-range laying hens increased the digestibility of nutrients and non-starch polysaccharides. *Poultry Science*, 0: 1-15. doi: 10.3382/ps/pey479.
- ISA Poultry. 2022. Productos ISA Brown. <https://www.isa-poultry.com/es/products-es/isa-brown-es/isa-brown-alternative-systems-es/> (Consultado 26 mar., 2022).
- Jacob, J. 2015. Blackhead in Poultry. *Small and Backyard Flocks*. Estados Unidos. <http://articles.extension.org/pages/68108/blackheadin-poultry> (Consultado 26 mar., 2022).
- Jondreville, C., A. Travel, J. Besnard y C. Feidt. 2011. Intake of herbage and soil by free-range laying hens offered a complete diet compared with a whole-wheat diet. *Neuviemes Journées de la Recherche Avicole*, Tours. p. 91-95.
- Jones, P.J., J. Niemi, P. Christensen, R.B. Tranter y R.M. Bennett. 2018. A review of the financial impact of production diseases in poultry production systems. *Animal Production Science*, 59 (9): 1585-1597. doi:10.1071/AN18281.
- Jurjahz, S., K. Germain, H. Juin y C. Jondreville. 2011. Ingestion of soil and plant matter by broilers in grassed or tree-planted outdoor runs. *Actes des èmes Journées de la Recherche Avicole*, Tours. p. 101-105.
- Karcher, D.M. y J.A. Mench. 2018. Overview of commercial poultry production systems and their main welfare challenges. *Advances in Poultry Welfare*, 1: 3-25. doi:10.1016/B978-0-08-100915-4.00001-4.
- Kjaernes, U., M. Miele y J. Roex. 2007. Attitudes of consumers, retailers, and producers to farm animal welfare. *Welfare Quality Reports*, 2: 1-196.
- Koreleski, J., S. Swiatkiewicz y A. Arczewska-Wlosek. 2011. The effect of different dietary potassium and chloride levels on performance and excreta dry matter in broiler chickens. *Czech Journal of Animal Science*, 56: 53-60.

- Larsen, H. y J.L. Rault. 2021. Preference for artificial range enrichment design features in free-range commercial laying hens. *British Poultry Science*, 62 (3): 311-319. doi:10.1080/00071668.2021.1879993.
- Larsen. H., P.H. Hemsworth, G.M. Cronin, S.G. Gebhardt, C.L. Smith y J.L. Rault. 2018. Relationship between welfare and individual ranging behaviour in commercial free-range laying hens. *Animals*, 12: 2356-2364. doi:10.1017/S1751731118000022.
- Larsen, H., G.M. Cronin, S.G. Gebhardt, C.L. Smith, P.H. Hemsworth y J.L. Rault. 2017. Individual ranging behavior patterns in commercial free-range layers as observed through RFID tracking. *Animals*, 7 (3): 21. doi: 10.3390/ani7030021.
- Laudadio, V., E. Ceci, N.M.B. Lastella, M. Introna y V. Tufarelli. 2014. Low-fiber alfalfa (*Medicago sativa L.*) meal in the laying hen diet: effects on productive traits and egg quality. *Poultry Science*, 93 (7): 1868-1874. doi: 10.3382/ps.2013-03831.
- Leenstra, F., V. Maurer, M. Bestman, F. van Sambeek, E. Zeltner, B. Reuvekamp, F. Galea, T. van Niekerk. 2012. Performance of commercial laying hen genotypes on free range and organic farms in Switzerland, France, and Netherlands. *British Poultry Science*, 53: 282-290. doi: 10.1080/00071668.2012.703774.
- Lozano, J., A. Anaya, A.P. Salinero, E.G. Lux, L. Gomes, A. Paz, M.T. Rebelo y L. Madeira. 2019. Gastrointestinal parasites of free-range chickens- A worldwide issue. *Bulletin UASVM Veterinary Medicine*, 76 (2): 110-117. doi:10.15835/buasvmcn-vm:2019.0019.
- Marín, S. y J.A. Benavidez. 2007. Parásitos en aves domésticas (*Gallus domesticus*) en el Noroccidente de Colombia. *Veterinaria e Zootecnia*, 1 (2): 43-51.
- Mateos, G., E. Jiménez, M. Serrano y R.P. Lázaro. 2012. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. *Journal Application of Poultry Research*, 21: 156-174. doi: 10.3382/japr.2011-00477.
- Matthews, W.A. y D.A. Sumner. 2015. Effects of housing system on the cost of commercial egg production. *Poultry Science*, 94, 552-557. doi:10.3382/ps/peu011.
- Maurer, V., H. Hertzberg, F. Heckendorn, P. Hordegen y M. Koller. 2013. Effects of paddock management on vegetation, nutrient accumulation, and internal parasites in laying

- hens. *The Journal of Applied Poultry Research*, 22 (2): 334-343. doi: 10.3382/japr.2012-00586.
- Morales, N., C. Ugaz y H. Cañon. 2021. Perception of animal welfare in laying hens and willingness to pay of eggs of consumers in Santiago, Chile. *Proceedings*, 73 (1): 2. doi:10.3390/IECA2020-08836.
- Nagle, T.A.D. y P.C. Glatz. 2012. Free range hens use the range more when the outdoor environment is enriched. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25 (4), 584-591. doi:10.5713/ajas.2011.11051.
- Nawab, A., F. Ibtisham, G. Li, B. Jieser, J. Wu, W. Liu, Y. Zhao, Y. Nawab, K. Li, M. Xiao y L. An. 2018. Heat stress in poultry production: Mitigation strategies to overcome the future challenges facing the global poultry industry. *Journal of Thermal Biology*, 78: 131-139. doi:10.1016/j.jtherbio.2018.08.010.
- NRC (National Research Council). 1994. *Nutrient requirements of poultry: ninth revised edition*. National Research Council. Estados Unidos. 176 p.
- Ochs, D.S., C.A. Wolf, N.J.O. Widmar y C. Bir. 2018. Consumer perceptions of egg-laying hen housing systems. *Poultry Science*, 97: 3390-3396. doi:10.3382/ps/pey205.
- Orgiazzi, A., R.D. Bardgett, E. Barrios, V. Behan-Pelletier, M.J.I. Briones, J.L. Chotte, G.B. de Deyn, P. Eggleton, N. Fierer, T. Fraser, K. Hedlund, S. Jeffery, N.C. Johnson, A. Jones, E. Kandeler, N. Kaneko, P. Lavelle, P. Lemanceau, L. Miko y D.H. Wall. 2016. *Global soil biodiversity atlas*. European Union. doi:10.2788/2613.
- Permin, A. y J.W. Hansen. 1998. *Epidemiology, diagnosis, and control of poultry parasites-FAO Animal Health Manual*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO); Roma, Italia.
- Peguri, A. y C. Coon. 1993. Effect of feather coverage and temperature on layer performance. *Poultry Science*, 72: 1318-1329. doi: 10.3382/ps.0721318.
- Rakonjac, S., S. Bogosavljević-Bošković, Z. Pavlovski, Z. Škrbić, V. Dosković, M.D. Petrović y V. Petričević. 2014. Laying hen rearing systems: A review of major production results and egg quality traits. *World's Poultry Science Journal*, 70 (1): 93-104. doi:10.1017/S0043933914000087

- Regmi, P., N. Nelson, R.C. Haut, M.W. Orth y D.M. Karcher. 2017. Influence of age and housing systems on properties of tibia and humerus of Lohmann White hens: Bone properties of laying hens in commercial housing systems. *Poultry Science*, 96: 8. doi:10.3382/ps/pex194
- Reiter, K., U. Oestreicher, W. Peschke y K. Damme. 2006. Individual use of free range by laying hens. 12th European Poultry Conference. Verona, Italy, 10–14 September 2006. Paper 346. World Poultry Science Association: Beekbergen, The Netherlands.
- Riber, A. y L. Hinrichsen. 2016. Keel-bone damage and foot injuries in commercial laying hens in Denmark. *Animal Welfare*, 25 (2): 179-184. doi: 10.7120/09627286.25.2.179
- Richards, G.J., L.J. Wilkins, T.G. Knowles, F. Booth, M.J. Toscano, C.J. Nicol y S.N. Brown. 2011. Continuous monitoring of pop hole usage by commercially housed free-range hens throughout the production cycle. *Veterinary Record*, 169 (13): 338-338. doi: 10.1136/vr.d4603
- Rivera, M.G., E.A. Lantinga y R.P. Kwakkel. 2007. Herbage intake and use of outdoor area by organic broilers: Effects of vegetation type and shelter addition. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 54: 279–291.
- Rufener, C. y M.M. Makagon. 2020. Keel bone fractures in laying hens: A systematic review of prevalence across age, housing systems, and strains. *Journal of Animal Science*, 98 (1): 36-51. doi:10.1093/jas/skaa145
- Runhke, I., G. Cowling, M. Sommerlad, R. Swick y M. Choc. 2015. Gut impaction in free range hens. Congress of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition. Vol. 18. The Netherlands.
- Sibanda, T.Z., C. O’Shea, J. de Souza, M. Kolakshyapati, M. Welch, D. Schneider, J. Courtice y I. Ruhnke. 2020. Managing free-range laying hens-Part B: Early range users have more pathology findings at the end of lay but have significantly higher chance of survival- An indicative Study. *Animals*, 10 (10): 1911. doi:10.3390/ani10101911.
- Singh, M., I. Ruhnke, C. de Koning, K. Drake, A.G. Skerman, G.N. Hinch y P.C. Glatz. 2017. Demographics and practices of semi-intensive free-range farming systems in Australia

- with an outdoor stocking density of <1500 hens/hectare. *Plos One*, 12 (10): e0187057. doi:10.1371/journal.pone.0187057
- Singh, M. y A.J. Cowieson. 2013. Range use and pasture consumption in free-range poultry production. *Animal Production Science*, 53 (11): 1202-1208. doi: 10.1071/AN13199.
- Sossidou, E.N., A. Dal Bosco, C. Castellini y M.A. Grashorn. 2015. Effects of pasture management on poultry welfare and meat quality in organic poultry production systems. *World's Poultry Science Journal*, 71 (2): 375-384. doi:10.1017/s0043933915000379
- Stadig, L.M., B.A. Ampe, S. Van Gansbeke, T. Van den Bogaert, E.D. D'Haenens, J.L.T. Heerkens y F.A.M. Tuytens. 2016. Survey of egg farmers regarding the ban on conventional cages in the EU and their opinion of alternative layer housing systems in Flanders, Belgium. *Poultry Science*, 95: 715-725. doi:10.3382/ps/pev334
- Swayne, D. E., J.R. Glisson, L.R. McDougald, L.K. Nolan, D.L. Suarez y V.L. Nair. 2013. *Diseases of poultry*. Wiley-Blackwell. 13th ed. Editorial Offices, Estados Unidos.
- Svihus, B. 2011. The gizzard: function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. *Worlds Poultry Science Journal*, 67 (2): 207-224. doi:10.1017/s0043933911000249
- Thøfner, I., H.P. Hougen, C. Villa, N. Lynnerup y J.P. Christensen. 2020. Pathological characterization of keel bone fractures in laying hens does not support external trauma as the underlying cause. *Plos One*, 15 (3): e0229735. doi: 10.1371/journal.pone.0229735
- Tomza, A., B. Pilarczyk, B. Tobianska y N. Tarasewicz. 2014. Gastrointestinal parasites of free-range chickens. *Annals of Parasitology*, 60 (4): 305-308. PMID:25706430.
- Tosar, V., G. Rousseau, V. Decruyenaere, Y. Beckers, Y. Larondelle y E. Froidmont. 2021. Red clover-rich grassland increases equol concentration in eggs from free-range laying hens. *British Poultry Science*. doi:10.1080/00071668.2021.1929069
- Tufarelli, V., M. Ragni y V. Laudadio. 2018. Feeding forage in poultry: A promising alternative for the future of production systems. *Agriculture*, 8 (6): 81. doi:10.3390/agriculture8060081

- Tufarelli, V., M. Dario y V. Laudadio. 2007. Effect of xylanase supplementation and particle-size on performance of guinea fowl broilers fed wheat-based diets. *International Journal of Poultry Science*, 6 (4): 302-307. doi:10.3923/ijps.2007.302.307
- UEP (United Egg Producers). 2017. Guidelines for Cage Housing. https://uepcertified.com/wp-content/uploads/2020/02/Caged-UEP-Guidelines_17.pdf (Consultado 1 ago., 2021).
- Vukina, T., K. Anderson y M.K. Muth. 2014. Economic effects of proposed changes in living conditions for laying hens under the National Organic Program. *Poultry Science Association*, 23: 80-93. doi:10.3382/japr.2013-00834.
- Whay, H.R., D.C.J. Main, L.E. Green, G. Heaven, H. Howell, M. Morgan, A. Pearson y A.J.F. Webster. 2007. Assessment of the behaviour and welfares of laying hens on free-range units. *Veterinary Record*, 161 (4): 199-128. doi:10.1136/vr.161.4.119
- Yilmaz, B., A. Ipek, U. Sahan, M. Petk y A. Sozcu. 2016. Egg production and welfare of laying hens kept in different housing systems (conventional, enriched cage and free range). *Poultry Science*, 95: 1564-1572. doi:10.3382/ps/pew082
- Zheng, M., P. Mao, X. Tian, Q. Guo y L. Meng. 2019. Effects of dietary supplementation of alfalfa meal on growth performance, carcass characteristics, meat and egg quality, and intestinal microbiota in Beijing-you chicken. *Poultry Science*, 98 (5): 2250-2259. doi:10.3382/ps/pey550
- Zikic, D., M. Djukic-Stojcic, S. Bjedov, L. Peric, S. Stojanovic y G. Uscebrka. 2017. Effect of litter on development and severity of foot-pad dermatitis and behavior of broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 19 (2): 247-254. doi:10.1590/1806-9061-2016-0396