

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVICIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



**Efectos de 4 diferentes tipos de luz en la producción avícola en caseta
cerrada**

**POR:
ÁNGEL ADÁN RAMOS CABRERA**

**MONOGRAFÍA
PRESENTADA COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, noviembre de 2022.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Efectos de 4 diferentes tipos de luz en la producción avícola en caseta cerrada

POR ÁNGEL ADÁN RAMOS CABRERA

MONOGRAFIA QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE
ASESORÍA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:



ING. RICARDO DEYTA MONJARÁS

ASESOR:



M.C. SILVIA GIROMI GARCÍA MENDOZA

ASESOR:



DRA. PATRICIA ADRIANA DE LEÓN MARTÍNEZ



DR. JOSÉ DUÑEZ ALANÍS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



Buenavista, Saltillo Coahuila, México
Octubre de 2022.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVICIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Efectos de 4 diferentes tipos de luz en la producción avícola en caseta cerrada

POR ÁNGEL ADÁN RAMOS CABRERA

MONOGRAFIA QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE
ASESORÍA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

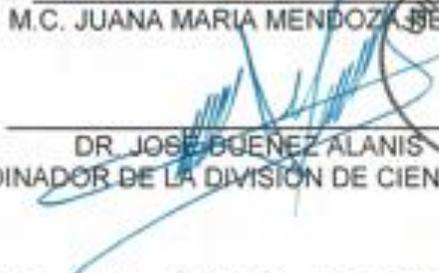
APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL: 
ING. RICARDO DEYTA MONJARÁS

VOCAL: 
M.C. SILVIA GIROMI GARCIA MENDOZA

VOCAL: 
DRA. PATRICIA ADRIANA DE LEÓN MARTÍNEZ

VOCAL SUPLENTE: 
M.C. JUANA MARIA MENDOZA BERNÁNDE


DR. JOSÉ BENEZ ALANÍS
COORDINADOR DE LA DIVISION DE CIENCIA ANIMAL



Buenavista, Saltillo Coahuila, México
Octubre de 2022.

Derechos de Autor y Declaración de no plagio

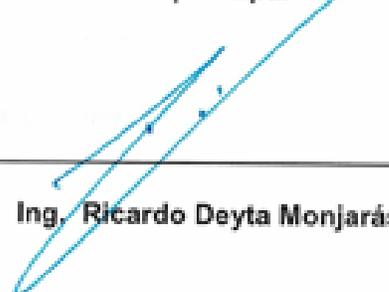
Todo material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor de los Estados Unidos Mexicanos, y pertenece al autor principal quien es el responsable directo y jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos: Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente. Así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor. Por lo anterior nos responsabilizamos de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaramos que este trabajo no ha sido previamente presentado en ninguna otra institución educativa, organización, medio público o privado.

Autor principal



Ángel Adán Ramos Cabrera

Asesor principal



Ing. Ricardo Deyta Monjarás

Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos: Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes. Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

ATENTAMENTE



Ángel Adán Ramos Cabrera

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Mater (Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”)

Quien me permitió formar parte de ella, por proporcionarme los recursos intelectuales y físicos para concluir con mi formación académica.

Ing. Ricardo Deyta Monjaras.

Mis más sinceros agradecimientos por brindarme la confianza y la oportunidad de formar parte de esta investigación, ya que sin su apoyo, este trabajo no hubiese sido posible, de antemano le doy las gracias.

M. C. Silvia Giromi García Mendoza.

Agradezco la sincera amistad brindada desde mi llegada a esta honorable casa de estudios y por formar parte de este trabajo de investigación.

M. C. Luz Elena Pérez Mata.

Usted ha sido parte medular en la sensatez y los logros, agradezco la amistad, el apoyo y los sabios consejos que jamás han faltado en mi camino.

DEDICATORIA

A mis padres

Leoncio Antonio Ramos Espinoza y Ma. Elena Cabrera Oliva

Gracias por todo el apoyo que me han brindado, y sobre todo porque ellos han sido parte de mi inspiración para seguir adelante y culminar mi carrera, les agradezco todo el cariño, paciencia y amor que me han brindado durante mi vida. Gracias por todos los consejos que han forjado la persona que ahora soy.

A mis hijos

Aquetzalli Ramos Chavarín, Ángel Ramos Chavarín y Raúl Ramos Salas.

Son y serán el motor que le da vida a mis sueños, metas y añoranzas.

A mi esposa

Yadira Salas Reyna.

Gracias por el amor, el apoyo y la paciencia que me brindas día con día.

A los amigos

Por que por que me permitieron la entrada a sus vidas y acogieron como la familia que tanto extraño.

Índice

AGRADECIMIENTOS	5
DEDICATORIA.....	7
ÍNDICE DE TABLAS	10
ÍNDICE DE CUADROS	11
OBJETIVOS	12
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	13
GALLINA PONEDORA.....	14
CARACTERÍSTICAS DE LA GALLINA	15
HUEVO	15
APORTE NUTRICIONAL	16
CALIDAD DEL HUEVO	17
FISIOLOGÍA DE LA OVOPOSICIÓN	21
ETOLOGÍA DE GALLINAS.....	25
COMPORTAMIENTOS DE ANIDACIÓN Y POSTURA.....	26
PATRONES DE MOVIMIENTO.....	27
AGRESIVIDAD Y DOMINANCIA.....	27
FOTOPERIODO.....	29
FUENTES DE ILUMINACIÓN	29
FISIOLOGÍA DE LA VISIÓN DE LAS AVES, COMPRENDIENDO LA VISIÓN AVIAR	30
EFFECTO FISIOLÓGICO DE LA LUZ SOBRE LAS GALLINAS.....	32
FUNDAMENTOS BÁSICOS DE LA LUZ.....	35
LA INFLUENCIA DE LA LUZ EN LAS AVES	37
Problemas cardiovasculares	38
Problemas musculoesqueléticos.....	38
PROGRAMAS DE LUZ EN BROILERS	39
FACTORES A TENER EN CUENTA EN LOS PROGRAMAS DE LUZ	40
INTENSIDAD DE LA LUZ EN LAS AVES	41
COLOR DE LA LUZ EN LAS AVES.....	41
DISTRIBUCIÓN DE LA ILUMINACIÓN EN LAS AVES	41
EL COLOR DE LA LUZ AFECTA A LA ABSORCIÓN DE LOS ALIMENTOS Y AL RENDIMIENTO DE LAS AVES DE CORRAL	41

TASA DE CRECIMIENTO Y PESO DE LA CANAL	42
PROBLEMAS DE COMPORTAMIENTO	43
RESPUESTA INMUNITARIA	43
RASGOS HEMATOLÓGICOS	44
PROGRAMA DE ILUMINACIÓN EN GALLINAS PONEDORAS.....	45
CONCLUSIONES.....	50
REFERENCIAS.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Producción y valor de la misma, de aves a nivel nacional	14
Tabla 2 Categorías de clasificación por tamaño de huevo según la norma NMX- FF-127-SCFI-2016.	18
Tabla 3 Clasificación del huevo por grados según la NMX-FF-127-SCFI-2016.....	19
Tabla 4 Efectos del color de la iluminación sobre el peso de la canal.....	43
Tabla 5 Parámetros de sangre de aves de engorda bajo diferentes colores.	44
Tabla 6 Parámetros de sangre de aves de engorda bajo diferentes colores	44
Tabla 7 Parámetros productivos de las gallinas sometidas a LED de color (*)	47
Tabla 8 Principales observaciones sobre el comportamiento de las gallinas (% del tiempo de observación) (*)	47

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Fisiología de la visión.....	32
Ilustración 2 Funcionamiento del eje hipotálamo-hipófisis-gonadal y como es afectado por la luz (Bédécarrats y Hanlon, 2017).....	35
Ilustración 3 Estimulación luminica	36
Ilustración 4 Espectro lumínico	37
Ilustración 5 Programa de luz en broilers	40

OBJETIVOS

General

Identificar los efectos producidos por los diferentes colores de luz en la producción avícola.

Determinar los beneficios que tiene el uso de la luz azul en las aves.

Determinar la importancia de la duración, el espectro y a intensidad de la luz aplicada en el fotoperiodo.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Avicultura es la toda actividad relacionada con la cría y el cuidado de todo tipo de aves para su explotación comercial y puede ser extensiva, semi-intensiva o intensiva. A pesar de la amplia cantidad de especies avícolas, es más común relacionar esta actividad con la cría de pollo para la obtención de carne y huevo (Villanueva y col., 2015; MINAGRO, 2018).

En México las actividades pecuarias han tenido un gran crecimiento en las últimas décadas, al grado de ir desplazando el consumo de carne de cerdo y bovino. Todo esto ha sido por la implementación de nuevas tecnologías en la producción avícola (Pérez, 2014).

En los últimos diez años la avicultura ha mantenido un ritmo de crecimiento anual de los empleos de un 4.0%, cabe destacar que el 50.0% de los empleos los genera la rama avícola de huevo, el 49.0% la de pollo de engorda y el 1.0% de participación, la de pavo. Para el año 2000 mantuvo la demanda de 725 mil empleos indirectos y 145 mil empleos directos en esta industria. Actualmente en México se cuenta con una parvada de más de 100 millones de gallinas ponedoras, 200 millones de pollos de engorda por ciclo y 1 millón de pavos por ciclo de producción. El 80.0% de la producción de los pollos de engorda se concentra en 10 estados de la república quienes cubren la demanda de este producto entre los que se encuentran Coahuila, Morelos, Yucatán, Querétaro, Jalisco, México, Puebla, Guanajuato, Nuevo León y Veracruz. El tamaño de granjas ponedoras mínimo en México es de cien mil aves y aproximadamente el 80.0% de la producción nacional se genera en granjas con una capacidad superior a 700 mil aves. El 90.0% de la producción de huevo se dio en siete estados de la república donde el 68.0% lo producen Jalisco, Sonora y Querétaro.

El servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP) determinó en 2016 el valor de la producción avícola en México, con ello se define la importancia económica que tiene la producción avícola nacional

Tabla 1 Producción y valor de la misma, de aves a nivel nacional

Producto/ Especie	Producción (toneladas)	Precio (pesos por kg)	Valor de la Producción (miles de pesos)	Animales Sacrificados (cabezas)	Peso (kg)
AVE EN PIE	3,798,928	21.11	\$80,185,012		2.265
CARNE EN CANAL					
AVE	3,077,874	29.84	\$91,837,680	1,676,865,981	1.835
OTROS PRODUCTOS					
HUEVO PARA PLATO	2,720,194	17.93	\$48,768,713		
TOTAL			\$220,791,405		

Fuente: Elaborado por el servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP), con información de las delegaciones de la SAGARPA.

GALLINA PONEDORA

La gallina, *Gallus gallus*, es el ancestro común de todas las aves domésticas, incluyendo los híbridos de las estirpes modernas productoras de huevo para plato, las destinadas al consumo de carne y las aves de combate, además es quizás el ave doméstica más abundante del planeta. Existen datos que dictan que estos animales provienen del sur y sudeste de Asia, donde se cree aún se encuentra la especie salvaje, fue domesticada hace 6000-8000 años. Su importancia es debido a que representan una fuente de alimento tanto por su carne como por la puesta de huevos (Mariaca, 2013; Trujillo y col., 2014; Hernandez y col., 2015). Dentro de la clasificación de gallina de postura existen otras 2 clasificaciones según el fin zootécnico: aves livianas productoras de huevo y aves semipesadas o de doble propósito productoras de huevo y carne. Las aves livianas son principalmente: la Leghorn o Livorno, la Ancona, de origen italiano y la Minorca, de origen español. En la actualidad las gallinas ponedoras se han formado a base de la raza Leghorn blanca, seleccionada en los Estados Unidos, producen huevos blancos. Las aves de doble propósito son la Rhode Island roja, la

Wyandotte, la New Hampshire, la Plymouth Rock, y la Delaware, de estas últimas la raza más importante de este grupo es la Rhode Island roja, originaria de Rhode Island, Estados Unidos, son aves rústicas de temperamento tranquilo, que pueden adaptarse a muy diversas condiciones ambientales, producen huevos color marrón o café claro (Echeverría, 1992).

CARACTERÍSTICAS DE LA GALLINA

Las gallinas son animales homeotermos, monogástricos y omnívoros, su maduración sexual ocurre entre los 150-160 días de edad (21-23 semanas), es decir, la puesta de huevo (Trujillo y col., 2014).

Las gallinas cuentan cuatro dedos en sus patas adaptados para escarbar, cuerpo pesado y alas cortas, por lo que solo pueden volar distancias muy cortas. En su cabeza tienen cierta carnosidad al lado del pico y tanto el macho como la hembra tienen una cresta desnuda y carnosa, siendo más prominente en el macho. Este tipo de aves resulta ser muy activa durante el día (Molina, 2013).

La gallina Rhode Island es de las razas de doble propósito más utilizadas, en cuanto a la producción de huevo puede llegar a poner hasta 220 por año. Los gallos llegan a pesar no menos de 4 kilos y las gallinas menos de 3 kilos. Además de que se considera una especie resistente que puede adaptarse a prácticamente cualquier lugar y cualquier dieta (Calvo, 2015).

HUEVO

Dentro de los principales productos obtenidos de las gallinas se encuentra el huevo. Este es un producto muy común entre la población por ser de uno de los alimentos más completos nutricionalmente, de ahí su importancia. México es considerado el primer consumidor de huevo a

escala mundial, tan solo en 2020 se produjeron 3,038,501 toneladas de huevo para plato, siendo Jalisco el estado con mayor producción (servicio de información agroalimentaria y pesquera SIAP 2020).

El huevo está conformado principalmente por tres partes: cascara, yema y clara, los cuales representan el 11%, 31% y el 58% respectivamente. La parte exterior, cascarón, tiene como principal función crear una barrera física que permita proteger el interior del huevo, sus principales componentes son minerales como el calcio, magnesio, zinc, entre otros. La siguiente parte es la clara, la cual puede dividirse en dos, albumen denso y fluido, como principal función tiene alimentar al embrión y mantenerlo lejos del cascarón, su principal componente son proteínas y vitaminas.

Por último, la yema, tiene como principal característica su color anaranjado o amarillo, su función es ser un almacén de nutrientes para el embrión y sus principales componentes son agua, grasa y proteína (Instituto de estudios del Huevo, 2009; PROFECO, 2012; Rodríguez, 2015).

El huevo de la raza Rhode Island es color pardo de tamaño medio a grande, esto es influido por el tamaño de la gallina cuando alcanza la madurez sexual. La alimentación de la gallina es otro factor que determina el tamaño de estos (Cruz, 2016).

APORTE NUTRICIONAL

El huevo es de un alimento esencial para la alimentación humana, por su gran variedad de nutrientes. El valor nutricional está influenciado principalmente por la edad de la gallina, raza y el tipo de manejo, siendo la nutrición del ave el factor más influyente. Diversos autores han encontrado diferencias en la composición química del huevo de varias estirpes. Pero en general es una fuente de proteína de excelente calidad,

contiene la mayoría de los aminoácidos esenciales, aporta una gran cantidad de vitaminas (complejo B, vitaminas A, D, E, etc.) y algunos minerales como fósforo, magnesio, hierro y zinc, entre otros (Instituto de estudios del Huevo, 2009; Mendoza y col., 2016).

De las tres partes fundamentales del huevo, únicamente la clara y la yema tienen interés para la alimentación y la nutrición. La clara contiene principalmente agua en su mayoría y proteínas, correspondiendo a la albúmina la mayor importancia y significado. En la yema la mitad de esta porción es agua, repartiéndose equitativamente el resto las proteínas y grasas. Una fracción muy pequeña corresponde a sustancias diversas, no menos importantes para la nutrición y la salud como lo son los carotenoides (Tortuero, 2002).

CALIDAD DEL HUEVO

Los principales criterios por los que la gente elige los huevos depende de la frescura, seguridad, alimentación animal, forma de cría, origen, información de la etiqueta, impacto ambiental, precio, tipo de envase y la imagen de la marca por lo que la calidad del huevo se define por sus características externas, internas y por la composición nutricional (Rodríguez, 2015).

La calidad del huevo, de acuerdo a la norma mexicana NMX-FF-127-SCFI-2016, es el conjunto de características físicas y especificaciones que determinan los grados o categorías del huevo, algunas de estas se muestran en los cuadros 1 y 2. La determinación de estas propiedades se establece en base a la inspección ocular, peso, tamaño, y limpieza, así como a través del ovoscopio para medir la cámara de aire, cuerpos extraños y los defectos que presenten el cascarón, la clara y la yema. El tamaño del huevo es determinado principalmente por la especie, pero también es influenciado por la alimentación, el tiempo de postura y la iluminación (Bell y Weaver, 2002; Diario oficial de la federación, 2018).

Existen factores que afectan directamente la calidad del huevo y que deben tomarse en cuenta para la determinación de la misma, algunos de ellos son la edad del ave y genotipo, la muda forzada, el clima y el medio ambiente en el que se desarrollan las aves, así como la nutrición de la gallina.

Tabla 2 Categorías de clasificación por tamaño de huevo según la norma NMX- FF-127-SCFI-2016.

Tamaño	Peso mínimo por unidad (g)	Contenido neto mínimo por docena (g)	Contenido neto mínimo por caja (kg)
1 Extra grande	≥ 64	768	15.3 caja de 240 piezas
2 Grande	60-64	720	21.6 caja de 360 piezas
3 Mediano	55-60	660	19.8 caja de 360 piezas
4 Chico	50-55	600	18.0 caja de 360 piezas
5 Canica	≥ 50	--	--

Tabla 3 Clasificación del huevo por grados según la NMX-FF-127-SCFI-2016.

Grados de clasificación	Cascarón	Cámara de aire	Clara	Yema
Extra	Normal, íntegro y limpio.	Normal y no exceder los 3,2mm.	Limpia, firme y transparente, de tal forma que los límites de la yema sean ligeramente definidos. La altura de la albúmina es de más de 5,5 mm o en unidades Haugh mayor a 70.	De forma redondeada, libre de defectos, ubicada en el centro, sin manchas de sangre y carnosidades, el disco germinativo imperceptible. El color puede ser entre 9 y 13 en el abanico Colorimétrico de Roche.
Categoría I	Normal, íntegro y limpio.	De normal a ligeramente móvil, puede presentar movimientos ondulatorios limitados, pero sin burbujas y no exceder los 5,0 mm.	Transparente y firme, permitiendo ver los bordes de la yema cuando el huevo se rota a la luz del ovoscopio. La altura de la albúmina es de más de 4,2 mm o en unidades Haugh de 61 a 70.	De forma redondeada, libre de defectos, ubicada en el centro, sin manchas de sangre y carnosidades, el disco germinativo imperceptible. El color puede ser entre 9 y 13 en el abanico Colorimétrico de Roche.
Categoría II	Puede presentar anomalías, pero debe estar intacto, libre de manchas o excremento adherido, sangre u otros materiales.	Puede presentar movimiento ondulatorio limitado y libre de burbujas, profundidad no mayor a 6,0 mm.	Puede ser débil y acuosa, de tal forma que la yema se acerque al cascarón, provocando que ésta aparezca poco visible, como una mancha oscura al girar el huevo en el ovoscopio, puede presentar puntos de sangre o carne, siempre y cuando en su conjunto no excedan los 3,1 mm. La altura de la albúmina	Puede aparecer oscura y estar ligeramente aplanada o alargada, desplazada fuera de la posición céntrica y con disco germinativo ligeramente visible, pero sin sangre. El color puede ser entre 9 y 13 en el abanico Colorimétrico Roche.

			es de más de 2,2 mm o en unidades Haugh de 31 a 60.	
Fuera de clasificación	Lavado, sucio, manchado de sangre, excremento o cualquier materia extraña, quebrado.	Que esté libre o espumosa, o que sea mayor de 6,0 mm.	Cuando tenga cuerpos extraños o manchas, que solas o en conjunto tengan un tamaño mayor a 3,1 mm o bien, cuando aparezca turbia.	Obscura, no céntrica, de conformación anormal, con disco germinativo desarrollado y / o crecimiento microbiológico.
Nota: Esta clasificación por grados es aplicable para todas las categorías de tamaños de huevo referidos en esta norma.				

Fuente: NORMA MEXICANA NMX-FF-127-SCFI-2016 PRODUCTOS AVÍCOLAS - HUEVO FRESCO DE GALLINA – ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-FF-079- 2004).

Uno de los principales factores que afectan la calidad interna del huevo es la edad de la gallina; las Unidades Haugh (UH) del albumen disminuyen. Las distintas estirpes. La muda forzada, que es conocida por mejorar la calidad del albumen después de realizarla por la regeneración del mágnum. Los programas de luz, donde se encontró una relación positiva entre el aumento del peso del huevo y el ciclo Ahemeral de luz, por otro lado, se obtuvo un decremento de la altura del albumen al aumentar la longitud de los ciclos de luz. Las instalaciones, se ha reportado diferencia de la calidad entre huevos producidos en sistemas de baterías, aviario, suelo y parque al aire libre con diferencias significativas entre ellos. Las enfermedades, por ejemplo, la bronquitis infecciosa causada por un virus que destruye las células del mágnum, afectando por consiguiente la calidad del albumen y el cascarón del huevo. La alimentación, en aves Leghorn alimentadas con raciones decrecientes en proteína (15,6%, 14,8%, y 14,0%) se observó un aumento en las Unidades Haugh, así como la adición de Lisina y Magnesio en la dieta de las aves para aumentar el peso del huevo (Jensen, 1982; Hy-line, 2017).

FISIOLOGÍA DE LA OVOPOSICIÓN

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 prepostura se les ofrece a las aves dos semanas antes de la madurez sexual (Leeson y Summers, 2005). La alimentación debe estar compuesta de proteínas, fósforo 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 10 formación del huevo y de las distintas partes que lo conforman. Los nutrimentos 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). 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. también 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), 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.

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., 25 12 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).

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)

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.

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 descansar, 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)

FOTOPERIODO

La luz es un factor importante para la producción de huevo, por lo que en casetas avícolas es común buscar el aprovechar al máximo las horas de luz natural al día. El fotoperiodo es la cantidad de tiempo de luz que reciben las gallinas en un lapso de 24 horas. Sin embargo, un fotoperiodo crítico o corto, 11 horas luz, es capaz solo de iniciar el desarrollo sexual, en cambio uno de saturación, alrededor de 13 horas luz, puede no solo iniciar esta maduración si no elevarla al máximo (Trujillo y col., 2014; Cruz, 2016; SAGARPA, 2016).

Se pueden lograr buenos resultados de producción con fotoperiodos intermitentes, es decir, alternando periodos cortos de luz y oscuridad llamados programas Ahemeral. Los programas de iluminación Ahemeral son utilizados para mejorar la calidad del cascarón y tamaño del huevo, sin afectar la producción. Se aplican en instalaciones de ambiente controlado, principalmente en Europa y en los Estados Unidos (Ostrander y Turner, 1962; Ernest y col., 1987).

FUENTES DE ILUMINACIÓN

El espectro de luz ejerce un efecto directo en la productividad de las aves, independientemente de la fuente emisora (lámpara incandescente, fluorescente, de vapor o de sodio) determina características subjetivas en la producción de huevo y la producción de hormonas, ya que las aves no sólo perciben los colores visibles para los seres humanos, sino también los más cortos y más extremos del espectro. Las aves son particularmente

sensibles a la luz ultravioleta, produciendo más hormonas reproductivas. Las radiaciones luminosas calientes y con mayor longitud del espectro (amarillo, naranja y rojo), estimulan a las aves en mayor grado que las frías y con menor longitud (violeta, azul y verde), por tanto, para aprovechar al máximo la iluminación, se prefieren tubos fluorescentes y focos incandescentes de luz blanca que los de color (Boni y Paes, 1999).

FISIOLOGÍA DE LA VISIÓN DE LAS AVES, COMPRENDIENDO LA VISIÓN AVIAR

Tienen una córnea e iris en cada ojo por donde entra la luz antes de llegar a los conos de la retina que detectan los diferentes colores. Pero ahí es donde terminan las similitudes entre las aves y los humanos: Los ojos de una reproductora son aproximadamente el 10% de la masa total de su cabeza (a la inversa, los ojos de un humano son solo el 1%).

Debido a que sus ojos están a los lados de la cabeza en lugar de al frente, las aves tienen un campo de visión de 300 grados sin girar la cabeza, en comparación con el campo de visión de 180 grados que tiene un ser humano.

Una reproductora también puede usar cada ojo de forma independiente en diferentes tareas simultáneamente, permitiéndole comer y vigilar a sus depredadores. Justo antes de nacer, el pollito gira en el huevo de modo que su ojo derecho esté al lado de la cáscara (y absorbe la luz a través del caparazón) y su ojo izquierdo esté cubierto por su cuerpo. Como resultado, el ojo derecho desarrolla miopía que le permitirá buscar comida, mientras que el ojo izquierdo desarrolla hipermetropía y le permitirá ver depredadores desde lejos. Tienen un tercer párpado llamado membrana nictitante que se desliza horizontalmente sobre el ojo y le protege de posibles agresiones externas sin perder visibilidad. Las reproductoras poseen no solo los tres conos de colores básicos que tienen los humanos (rojo, amarillo y azul), sino también un cono de luz ultravioleta (UV). Esto

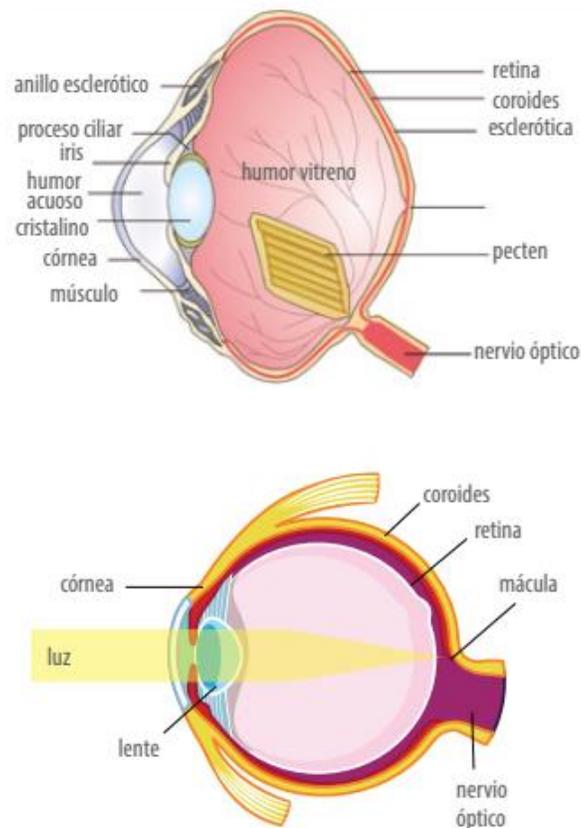
les permite diferenciar y ver muchos más colores y sombras que los humanos. Los conos UV les ayudan a encontrar comida.

También tienen un cono de detección de movimiento en los ojos. Debido a que sus ojos son tan sensibles, pueden ver pequeñas fluctuaciones de luz que son imperceptibles para los humanos, el parpadeo de una bombilla que es invisible para nosotros para los pollos es como una luz estroboscópica para nosotros, por lo que a menudo se vuelven irritables bajo estas luces.

Las reproductoras pueden sentir la presencia o ausencia de luz a través de la glándula pineal en su cabeza, por lo que incluso un ave completamente ciega puede sentir la luz del día o el cambio estacional.

Las aves nacen fotorefractarias; un fenómeno natural que, impide que un animal se reproduzca en su primer año o cuando las condiciones ambientales no son propicias para la crianza exitosa de su descendencia. Por tanto, no pueden responder sexualmente a un fotoperiodo estimulante hasta que hayan experimentado un período de fotoperiodos neutros (sinónimo de días cortos).

Ilustración 1 Fisiología de la visión



Fuente: aviNews Abril 2021 | Iluminación en reproductoras de carne

EFFECTO FISIOLÓGICO DE LA LUZ SOBRE LAS GALLINAS

Las aves tienen un aparato reproductivo diferente al de mamíferos, esto se debe a que es una especie que está casi al final de la cadena alimenticia, dentro de sus características es que sus crías se desarrollan fuera de la hembra en huevos, los cuales cuentan con suficientes nutrientes para permitir el crecimiento de los polluelos. Este aparato está compuesto por el ovario y el oviducto izquierdos, del lado derecho los órganos involucionan después del octavo día de incubación (Revelo, 2014).

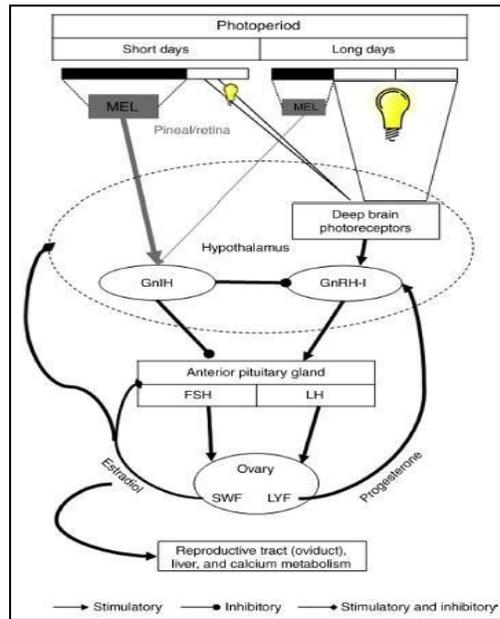
Para llevar a cabo la maduración de las gonadas y la reproducción en sí de las aves, es necesario tener un estímulo luminoso, esto se debe a que la luz es captada por fotorreceptores oculares e intracraneales los cuales traducirán esta señal externa, mediante un mecanismo circadiano, a neuronas para la síntesis de neuropéptidos y hormonas que iniciarán y llevarán a cabo la reproducción (Peralta, 2017).

Este sistema reproductivo de las aves es controlado principalmente por las hormonas de un eje neuroendocrino llamado eje hipotálamo-hipófisis-gonadal, el cual se encarga de detectar señales externas y enviar las señales internas para la reproducción y activación de puesta de huevos. Es necesario tener un estímulo luminoso para el buen funcionamiento, este eje es regulado principalmente por la hormona liberadora de gonadotropina hipotalámica I (GnRH-I) y la hormona inhibidora gonadotropina (GnIH). Su funcionamiento se da inicialmente por los receptores intracraneales y oculares del ave que captan la luz del día y la traducen en señales que producirán melatonina y tirotrófina en bajas concentraciones. A continuación, en el hipotálamo, se activará la producción de la GnRH-I la cual una vez sea liberada se unirá a los receptores gonadotropos alfa T3 que generaran como respuesta fisiológica la liberación de gonadotropinas, en la hipófisis, como la hormona folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH), las cuales favorecen la maduración gonadal y esteroidogénesis preparando así al organismo para producir, una vez comiencen la maduración sexual del ovario los folículos blancos pequeños (SWF, por sus siglas en inglés) producirán estradiol para promover desarrollo del tracto reproductivo que llevará a su vez la preparación para la puesta de huevos, mientras que los folículos amarillos grandes (LYF, por sus siglas en inglés) producirán progesterona que servirá para seguir manteniendo un aumento en la producción de GnRH-I y de LH durante la ovulación. Por otro lado, durante la noche u oscuridad, cuando no hay horas luz, en la glándula pineal es producida a mayores concentraciones la melatonina la cual en este caso se encargará de

estimular la liberación de GnIH, hormona que tiene como función inhibir la liberación de GnRH-I y por consiguiente regular negativamente la secreción de FSH y LH, lo que evitará que se lleve a cabo, durante ese periodo, la reproducción de la especie o maduración de las gónadas. Entonces si se aplica una fotoestimulación en los receptores cerebrales de la gallina puede elevarse la inhibición en la producción de la melatonina y la GnIH, generando así la liberación de GnRH-I que acelerará la reproducción de las gallinas, es decir, habrá un adelanto en el tiempo de postura (Gutiérrez, 1999; Prieto-Gómez, 2002; Bédécarrats y Hanlon, 2017; Peralta, 2017).

LH y FSH, en la hembra, son útiles para el buen funcionamiento de las gónadas, en general, ambas son liberadas a la circulación sistemática para viajar hasta las gónadas, donde se encargan de la maduración de estas y de la liberación de esteroides sexuales. LH es encargada de inducir la ovulación en gallinas domésticas, mientras que la FSH controla el desarrollo y diferenciación folicular. La hormona LH actúa produciendo un pico crepuscular aproximadamente 10 horas antes de la ovulación (generalmente al inicio del periodo de oscuridad), este pico marca un incremento mínimo de progesterona, la cual más adelante generará a su vez un aumento más significativo del nivel de LH, pico preovulatorio, de cuatro a seis horas antes de la ovulación. Estos niveles altos de LH estimulan el rompimiento del folículo preovulatorio y como consecuencia el inicio de la ovulación (Gutiérrez, 1999; Revelo, 2014).

Ilustración 2 Funcionamiento del eje hipotálamo-hipófisis-gonadal y como es afectado por la luz (Bédécarrats y Hanlon, 2017).



FUNDAMENTOS BÁSICOS DE LA LUZ

La intensidad de la luz es sinónimo de iluminancia y nivel de luz. Describe la cantidad de luz que cae sobre una unidad de área y se mide con un luxómetro.

Longitud de onda, espectro electromagnético

La luz que vemos con nuestros ojos es realmente una parte muy pequeña del espectro electromagnético. La radiación electromagnética con una longitud de onda entre 380 nm y 760 nm) es detectada por el ojo humano

y se percibe como luz visible.

Ilustración 3 Estimulación luminica

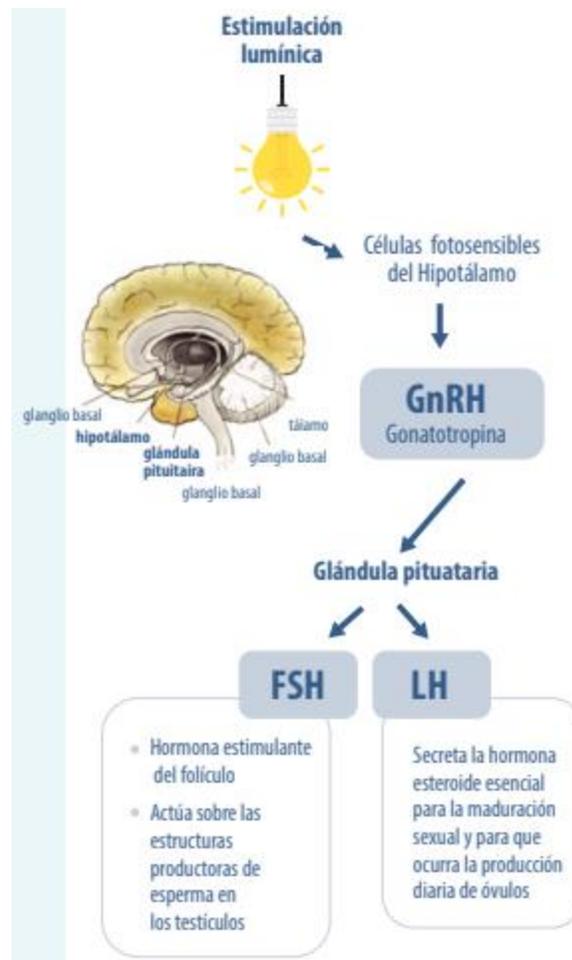
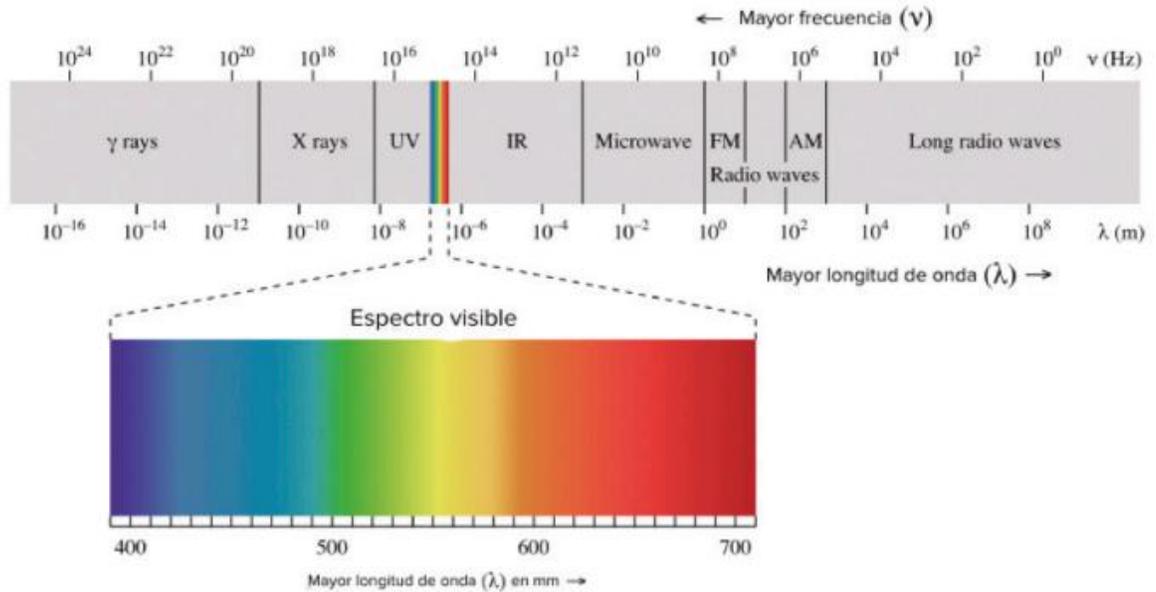


Ilustración 4 Espectro lumínico



Fuente: ChemWiki de UC Davis (Universidad de California en Davis), CC-BY-NC-SA 3.0

LA INFLUENCIA DE LA LUZ EN LAS AVES

El aumento en las horas de iluminación del fotoperiodo proporciona a las aves mayor cantidad de tiempo para la ingesta y la digestión de los alimentos, por lo que se acelera el metabolismo y el crecimiento del ave en la cría industrial.

Sin embargo, si se excede la exposición a la iluminación incrementa el riesgo de caer en un exceso del ritmo metabólico que puede dar lugar a problemas cardiovasculares como la ascitis, con su consecuente mortalidad, o problemas locomotores derivados también de una alta tasa metabólica.

PROBLEMAS CARDIOVASCULARES

Cuando la iluminación es continua, se prolonga el fotoperiodo, la tasa metabólica es alta, ya que las aves ingieren más cantidad de alimento y agua, con ello se producen procesos intensos de digestión y metabólicos destinados al engorde rápido. Asimismo, se produce una alta demanda de niveles elevados de oxígeno para cubrir estas necesidades metabólicas.

Como consecuencia, el gasto cardíaco se incrementa y, en ocasiones, se puede sobrepasar la capacidad fisiológica del animal para proporcionar estos niveles de oxígeno, produciéndose síndrome ascítico que incrementa la mortalidad. Es aquí cuando se hace importante el manejo adecuado de los niveles de iluminación, para que, por un lado, los animales crezcan de la manera más rápida posible y, por el otro, evitar que se produzca un exceso metabólico que conduzca a la muerte por ascitis. Por lo tanto, mantener una iluminación que favorezca el crecimiento, pero también restringirla unos mínimos necesarios para evitar el incremento de la mortalidad y la aparición de otras alteraciones.

PROBLEMAS MUSCULOESQUELÉTICOS

Debido al rápido crecimiento de los broilers, pueden desarrollarse problemas musculoesqueléticos, principalmente en las patas, como la discondroplasia tibial. Para reducir estos problemas, es muy importante adaptar el fotoperiodo, reduciendo las horas de iluminación, ya que en las fases de oscuridad se limita el crecimiento. Además, está demostrado que la reducción de las horas de luz del fotoperiodo durante las semanas dos y tres del ciclo logra reducir los problemas musculoesqueléticos, aunque los mecanismos no están del todo definidos.

PROGRAMAS DE LUZ EN BROILERS

Lo más habitual es que durante los primeros días las aves tengan luz casi de manera ininterrumpida. De esta manera, se parte con fotoperiodos de 24 horas de iluminación continua en la recepción de los pollitos, lo que estimula la ingesta de alimento y agua , con ello se garantiza un buen arranque junto con el buen desarrollo de los sistemas digestivo e inmunológico, así como de otros órganos. Al segundo día, se aplica una hora de oscuridad para que las aves comiencen a familiarizarse con la fase de oscuridad del fotoperiodo.

Entre los días 5 y 7, cuando los pollitos logran cuadruplicar el peso al nacimiento, se incrementan las horas de oscuridad hasta unas 6 horas, y se continúan incrementando progresivamente hasta aproximadamente la tercera semana, cuando se vuelven a incrementar paulatinamente las horas de luz para promover el crecimiento en las fases finales.

Ilustración 5 Programa de luz en broilers



Fuente: veterinaria digital, el fotoperiodo en broilers y los programas de iluminación Dr. David Díez Arias 2019.

FACTORES A TENER EN CUENTA EN LOS PROGRAMAS DE LUZ

A la hora de implementar un programa de iluminación en las aves, se deben considerar varios factores, algunos de ellos regulados por las diferentes normativas internacionales. Por ejemplo, las normativas recogen aspectos de intensidad lumínica, la cual debe ser de mínimo 20 lux en el 80% de la superficie, si bien lo más importante es no sobrepasar niveles máximos para evitar estrés a las aves. También está regulada la obligatoriedad de mantener ciertas horas de oscuridad en las aves, de aproximadamente 4-6 horas, aunque este tiempo difiere según la normativa internacional. Dentro de estos factores a tener en cuenta en los programas de iluminación, los más importantes son:

INTENSIDAD DE LA LUZ EN LAS AVES

La intensidad es un factor importante, ya que una mayor intensidad está relacionada con una mayor actividad de las aves. Esta mayor actividad es deseada en la recepción y aclimatamiento de los pollitos a la granja y facilita el engorde los primeros días de vida. Por lo tanto, en esta fase inicial la intensidad lumínica deberá ser mayor, y se reducirá en periodos posteriores, una vez las aves se han aclimatado, para que permanezcan más tiempo estáticas o con menos movimiento, lo que promueve el engorde en las fases de crecimiento.

COLOR DE LA LUZ EN LAS AVES

Tradicionalmente, en la cría industrial de broiler, para implantar los distintos programas de fotoperiodo, se ha utilizado luz blanca, cálida o fría. Sin embargo, hay estudios que demuestran que luz de espectros verde y azul favorecen el engorde de las aves, así como la inmunidad. Si bien, el color de la luz en pollo de engorde no es tan importante como en ponedoras, donde la luz de espectro rojo produce una importante estimulación hormonal que induce una mayor producción de huevos.

DISTRIBUCIÓN DE LA ILUMINACIÓN EN LAS AVES

Es muy importante que los sistemas de iluminación estén bien distribuidos, de manera que la luz alcance todos los lugares de la nave. Así se evitan agrupamientos de aves en determinadas zonas y la competencia por comederos y bebederos, lo que afecta al crecimiento y la homogeneidad de los lotes, así como predispone a la aparición de patologías o problemas locomotores.

EL COLOR DE LA LUZ AFECTA A LA ABSORCIÓN DE LOS ALIMENTOS Y AL RENDIMIENTO DE LAS AVES DE CORRAL

El color de la luz es un parámetro exógeno vital y se considera actualmente una importante herramienta en la producción avícola. Los distintos colores tienen diferentes efectos sobre el rendimiento de los pollos, dependiendo de si un determinado color de luz se utiliza de forma continua a lo largo del ciclo de producción o se alterna con otros colores.

En general, las aves prefieren consumir el alimento bajo luz blanca porque les ayuda a identificar las diferencias de textura que no pueden ver bajo otros colores. La respuesta al consumo de alimento y el rendimiento del crecimiento de los pollos criados con otros colores de luz no siempre son tan buenos como con la luz blanca. Sin embargo, podrían obtenerse mejores resultados cuando los colores de la luz interactúan con otros factores, como la intensidad de la luz y el color del alimento. Por lo tanto, la elección de un sistema de colores de iluminación debe hacerse en función del objetivo de producción previsto o del problema de producción que se quiera resolver. En algunos estudios, la ingesta de alimentos y el rendimiento del crecimiento mejoraron con luces azules o verdes suministradas a una intensidad alta, en lugar de baja. En otros estudios también se obtuvo una mejora con alimentos teñidos de rojo suministrados bajo luz azul.

TASA DE CRECIMIENTO Y PESO DE LA CANAL

La luz verde estimula el crecimiento de las aves a una edad temprana y el cambio a un color de luz diferente a los 10 o 20 días de edad puede estimular aún más el crecimiento. Se recomendó que el cambio de luz verde a azul y de azul a verde mejoraba el crecimiento y el rendimiento de los pollos de engorde. Las aves criadas con luz azul tuvieron el mayor peso en canal, mientras que las criadas con luz verde tuvieron el menor peso en canal. Las aves criadas bajo los tratamientos de luz roja y blanca mostraron pesos de canal similares como se muestra en la tabla 4

Tabla 4 Efectos del color de la iluminación sobre el peso de la canal

Tratamiento de luz Promedio	Peso de la canal (g)
Blanca	3.045
Azu	3.15
Verde	2.745
Roja	2.95

Fuente: B. T. Hogshead (2015)

PROBLEMAS DE COMPORTAMIENTO

La luz azul o verde puede utilizarse para mantener la calma de las aves reduciendo la producción de gonadotropina hipotalámica y, por tanto, reduciendo la hiperactividad, los daños por picoteo y los costos energéticos, sin comprometer el bienestar de las aves. En otros casos, los productores avícolas pueden verse impulsados a utilizar la luz roja para controlar el canibalismo, ya que las aves no pueden ver el estimulante sanguíneo bajo la luz roja.

RESPUESTA INMUNITARIA

Los datos de la respuesta inmunitaria se presentan en *la Tabla 5*. El título total de anticuerpos contra el NDV mostró la mayor concentración en el grupo de luz verde-azul alternativa en comparación con los demás grupos, mientras que no se observaron diferencias en las hormonas tiroideas circulantes (T3) y (T4) entre las aves criadas bajo diferentes colores de luz. El aumento de la concentración de NDV debería proteger de la enfermedad de Newcastle clínica, aunque es posible que no impida el desprendimiento del virus de la tráquea.

Tabla 5 Parámetros de sangre de aves de engorda bajo diferentes colores.

Color de Luz	Blanca	Verde	Azul	Verde y azul
NVD	0.87	3.09	3.15	3.76
T3 (n.g. /dL)	1.51	1.52	1.52	1.52
T4 (n.g. /dL)	0.99	1	1.01	1.1

Fuente: T. M. Balabel and others (2017)

RASGOS HEMATOLÓGICOS

Las mediciones hematológicas (glóbulos rojos, glóbulos blancos, valor de hematocrito, hemoglobina y plaquetas) bajo diferentes tratamientos de luz se muestran en *la Tabla 6*. Se observó un aumento del recuento de glóbulos rojos bajo el tratamiento de luz amarilla con el consiguiente aumento del valor de hematocrito que se reflejó finalmente en una mejor respuesta de crecimiento a las cinco semanas de edad en comparación con los otros tratamientos de luz. El mejor rendimiento bajo el tratamiento con color amarillo puede atribuirse también al mayor nivel de plaquetas encontrado en este caso, lo que ayuda a mejorar el estado general del ave actuando sobre la digestión, destruyendo las bacterias, aumentando la secreción de sustancias químicas que atraen a los neutrófilos y monocitos a los sitios de inflamación, así como factores de crecimiento para mantener el revestimiento de los vasos sanguíneos.

Tabla 6 Parámetros de sangre de aves de engorda bajo diferentes colores

Tratamiento de luz	Glóbulos rojos (106 / μ L)	Glóbulos blancos (103 / μ L)	Hematocrito (%)	Hemoglobina (g/dL)	Plaquetass (103 / μ L)
Blanca	2.4	1.13	26.01	8.65	23.1
Azul	2.42	0.9	26.77	8.4	18.89
Roja	2.49	1.07	27.78	8.76	26.89
Verde	2.44	0.84	26.74	8.44	18.43
Amarilla	2.7	0.98	29.56	8.59	28.56
Respuesta de crecimiento	763	769	743	785	831

Fuente: M. J. Kim and others (2013).

PROGRAMA DE ILUMINACIÓN EN GALLINAS PONEDORAS

La luz es un aspecto esencial para la producción avícola. En la mayoría de los sistemas de alojamiento se utiliza la luz artificial para maximizar el crecimiento de las pollitas, la producción de las ponedoras.

Hoy en día, existe una gran variedad de puntos de luz disponibles para iluminar el interior de las naves avícolas, cada una de ellas con sus ventajas y desventajas. Para lograr una mejor producción es importante entender las diferentes opciones de luces disponibles para la avicultura al igual que comprender la terminología y el manejo de la luz.

La luz es muy importante en el crecimiento de las pollitas y la producción de huevos. Este debe de ser el orden, primero crecen y luego producen. Las aves domesticas ven y responden a un rango diferente del espectro del color de la luz y la intensidad espectral de una manera diferente que los seres humanos. Mientras que los humanos respondemos a un espectro de luz de unos 400 a 750 nm, las aves pueden ver una luz UV-A de 320 a 400 nm además de esta última.

Adicionalmente, la magnitud de la sensibilidad de los espectros de color rojo y azul es mucho mayor para aves con alta sensibilidad a la luz de aproximadamente de 480 nm y 630 nm.

Las aves detectan la luz no solamente a través de los receptores del cono de la retina del ojo, sino también por los fotorreceptores retinales en la glándula pineal y el hipotálamo. La respuesta a la luz controla el ritmo circadiano en un ciclo de 24 horas, los aspectos hormonales y de comportamiento del ave. En la avicultura la luz roja es muy importante para la estimulación sexual y para la producción de huevos, las aves expuestas a la luz roja constantemente producen más huevos que los grupos de aves expuestas a otros colores de luz tales como el azul verde o blanca.

Debido a la creciente importancia de la adaptación de una iluminación con LED de diferentes colores, se han realizado pruebas con el fin de observar el comportamiento de las aves mantenidas. La prueba la realizamos con un grupo de 600 pollitas H&N Brown, de 16 semanas de edad, distribuidas en 3 grupos en unos compartimentos sobreyacija provistos de aseladeros, nidales comunales, comederos y bebederos.

El color de la luz es otro aspecto muy importante que afecta el comportamiento, desarrollo e inmunidad de las aves. Está comprobado que la luz azul o verde estimula el crecimiento (Rozenboim et al. 2004). La inmunidad reduce el estrés de los pollos (Xie et al., 2008) y estimula el desarrollo de músculo esquelético de la pechuga cuando se aplica desde los primeros días de vida (Halevy et al., 1998). En el caso de naves con ventanas o cortinas, el uso de cortinas de color azul o verde puede tener un efecto positivo en la inmunidad de las aves, pero el efecto nunca es tan marcado como teniendo luz de la longitud de onda de la luz azul o verde.

Iluminados todos los grupos con LED blancos y una intensidad de unos 17 lux durante las primeras dos semanas, luego un tercio de ellos continuó igual, mientras que otro tercio fue sometido a una luz con LED rojos –640 nm– y otro tercio con LED verdes –520 nm-. La intensidad de iluminación fue siempre la misma para justarse a base de variar el voltaje de la red, mientras que el foto período fue en todo momento de 12 h.

Las observaciones practicadas sobre las aves se iniciaron al cabo de 2 semanas y tuvieron una duración de 2 semanas. En este período se dedicó un total de 18 h 40 m a observar cada uno de los grupos experimentales, a intervalos de 35 m repetidos 4 veces, tomándose nota de la actividad desarrollada por las aves.

Tabla 7 Parámetros productivos de las gallinas sometidas a LED de color (*)

Color de la luz	Blanca	Roja	Verde
Puesta gallina/día a 22 semanas, %	52,0 b	70,7 a	40,5 b
Edad al primer huevo, días (\$)	146,6	144,5	146,0
Consumo diario de alimento, g	78,6	80,6	79,5
Aumento de peso vivo, g/d	9,1	9,2	9,4
(*) Las cifras de la misma línea seguidas de una letra distinta son significativamente diferentes (P < 0,05)			
(\$) Definido por el momento en que el 20 % de las gallinas de cada grupo pusieron el primer huevo.			

Tabla 8 Principales observaciones sobre el comportamiento de las gallinas (% del tiempo de observación) (*)

Color de la luz	Blanca	Roja	Verde
Tipo de actividad:			
Alimentándose	21,1 a	21,9 a	17,2 b
Bebiendo	5,1	5,7	4,8
Caminando	14,4	15,5	14,6
Estando sentadas	2,6	2,0	2,2
Estando de pie	17,7	17,6	17,9
Acicalándose	16,6	14,7	16,1
En el baño de polvo	5,1	5,7	4,8
Picando algún objeto	8,7 b	10,9 ab	13,0 a
(*) Las cifras de la misma línea seguidas de una letra distinta son significativamente diferentes (P < 0,05)			

Los parámetros productivos se muestran en la tabla 4, mientras que las observaciones sobre el comportamiento se exponen en la tabla 5.

Aunque ni la precocidad sexual ni la ingesta de pienso o el aumento de peso de las aves resultaron afectados por el color de la luz, la producción

precoz de huevos sí pareció mejorar con la roja, lo que confirmaría el efecto acelerador que han indicado otros autores con la misma. Este efecto no depende de la intensidad de la luz, que era la misma en los 3 grupos.

En lo relacionado con la actividad de las aves, iluminadas con la luz verde pasan menos tiempo alimentándose, pero más tiempo picando algún objeto. Con la luz roja también pareció observarse una menor tendencia agresiva de unas aves hacia otras que con la luz blanca, aunque sin medirse específicamente.

La intensidad de la luz, medida en lux, también es importante para la producción avícola, en general una intensidad menor a 4 lux es demasiado oscura para estimular el crecimiento y la producción, mientras que una mucho mayor a 50 lux puede causar nerviosismo y comportamiento anormal. La recomendación estándar para pollitas e crecimiento es la crianza hasta 2 o 3 semanas a 30 – 50 lux, después disminuir a 10 . 15 lux hasta las 14 semanas y dos semanas antes del traslado aumentar gradualmente para alcanzar unos 30 lx a nivel de los comederos durante la puesta.

POLLOS DE ENGORDE	Ventajas
Luz blanca fría	Pollos de engorde < 2 kg
	Mejor crecimiento
	Mejor conversión alimenticia
Luz blanca cálida	Pollos de engorde > 2 kg
	Aves más tranquilas (en comparación con la luz blanca fría)
	Menos problemas en las patas y las alas
	Mejor calidad de los pollitos y las canales
Luz azul (monocromática)	Hace que las aves se queden quietas
	Facilita la vacunación
	Facilita la captura
Luz roja (mezclada con blanca o	No es aplicable a los pollos de engorde

GALLINAS PONEDORAS	Ventajas
Luz blanca fría	No es aplicable a las gallinas ponedoras
Luz blanca cálida	Mejora la estimulación sexual y el rendimiento de puesta Menor actividad
Luz azul (monocromática)	Hace que las aves se queden quietas Facilita la vacunación
Luz roja (mezclada con blanca)	Camufla la sangre y las heridas Menos picoteo de plumas Estimula la producción de huevos
Luz roja (monocromática)	Camufla la sangre y las heridas

AVES REPRODUCTORAS	Ventajas
Luz blanca fría	No es aplicable a las aves reproductoras
Luz blanca cálida	Mejora la estimulación sexual, el rendimiento de puesta y la eclosionabilidad Menor actividad
Luz azul (monocromática)	Hace que las aves se queden quietas
Luz roja (mezclada con blanca)	Camufla la sangre y las heridas Menos picoteo de plumas
Luz roja (monocromática)	Camufla la sangre y las heridas Menos picoteo de plumas Usar solo en caso de picoteo excesivo

AVES DE CRÍA	Ventajas
Luz blanca fría	Mejor crecimiento Puede favorecer comportamientos indeseados
Luz blanca cálida	Menor actividad Menos comportamientos indeseados
Luz azul (monocromática)	Hace que las aves se queden quietas Facilita la vacunación
Luz roja (mezclada con blanca)	Camufla la sangre y las heridas Menos picoteo de plumas
Luz roja (monocromática)	Camufla la sangre y las heridas Menos picoteo de plumas Usar solo en caso de picoteo excesivo

Elaboración propia, fuente : HATO agricultural lighting 2022, iluminacion-cromatica

CONCLUSION

El uso de fotoestimulación puede mejorar los ciclos reproductivos de las aves lo que contribuye de manera benéfica en el desarrollo de la avicultura.

Con el correcto uso de los 4 tipos de colores en la iluminación, se obtienen mejores resultados en la producción de huevos, mayor ganancia de peso, mejor manejo de las aves al reducir el estrés, reducción del picoteo y aumento de ganancias

La intensidad de la luz es muy importante para obtener picos de puesta óptimos y buena producción de huevos. Aunque hay muchas opciones de iluminación disponibles para la avicultura, las luces led son cada vez más populares debido a que cuentan con una combinación de energía eficiente, fiabilidad y larga vida.

REFERENCIAS

- Pérez Soto F.**, Figueroa Hernández E., García Salazar J. A., Godínez Montoya L. 2014. La avicultura en México: retos y perspectivas, en: Aportaciones en Ciencias Sociales: Economía y Humanidades. D.R. © Universidad Autónoma Chapingo. 20 pp.
<http://hdl.handle.net/20.500.11799/41258>
- Albarran P**, Cruz-Coke M, Gandarrillas M. La nueva forma de producir huevos. *Agronomía y forestal UC*. **2011**: 30-35.
- Bédécarrats GY**, Hanlon C. Effect of lighting and photoperiod on chicken egg production and quality. En: Department of animal and aquacultural sciences. Egg innovations and strategies for improvements. IN United States: **2017**: 65-75.
- Bell DD**, Weaver WD. Commercial chicken meat and egg production. California, EEUU: Springer **2002**.
- Boni IJ**, Paes AÓ. Programas de Luz para Matrices: Machos e Femeas. 2o Simpósio Técnico sobre Matrices de Frangos de Corte. Chapecó, SC, Brasil. **1999**.
- Calvo**, FC. Principales razas de gallinas ponedoras. *Producción animal III*. **2015**. **Carbajal A**. Calidad nutricional de los huevos y relación con la salud. *Revista de Nutrición Práctica*. **2006**; 10:73-76.
- Cruz A**. Caracterización del comportamiento productivo de dos razas de gallina ponedora durante las semanas 36 a 52. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. **2016**.
- Diario oficial de la federación**. NMX-FF-127-SCF1-2016, productos avícolas, huevo fresco de gallina, especificaciones y métodos de prueba. México, **2018**.
- Echeverría A**. Aves de corral. México, **1992**.
- Elson H**. Sistemas de Alojamiento para Gallinas Ponedoras en Europa: Desarrollo Actual y Datos Técnicos. XLVI Simposium Científico de Avicultura. **2009**; 57-68.
- Ernest R**, Millam J, Matther F. Review of life-history lighting programs for commercial laying fowls. *World's Poultry Science Journal*. **1987**.
- Geng A**, Xu S, Zhang Y, Zhang J, Chu Q, Liu H. Effects of photoperiod on broodiness, egg-laying and endocrine responses in native laying hens. *British Poultry Sciences*. **2014**; 55: 264-269.
- Geng A**, Zhang Y, Zhang J, Wang H, Chu Q, Liu H. Effects of lighting pattern and photoperiod on egg production and egg quality of a native chicken under free-range condition. *Poultry Science*. **2018**: 1-7.
- Gutiérrez G**. Hormonas y reproducción en aves: la influencia de factores ambientales y sociales. *Revista Latinoamericana de Psicología*. **1999**; 31: 151-174.
- Hernandez J**, Perez I, Gonzalez A, Villegas Y, Rodriguez G, Meza V. Calidad de huevo de cuatro líneas genéticas de gallinas en clima cálido. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. **2013**; 6: 1107-1118.
- Hernandez A**, Ruesga E, Orozco JR, Serratos JA, Flores HE. Efecto de la densidad de aves en jaula y energía alimentaria en la producción y calidad

- de huevo en gallinas Bovans. *RelbCi.* **2015**; 2: 49-54.
- Lorenzo J**, Purriños L, Garcia G, Garcia-Fontan M, Franco D. Influencia del fotoperiodo en las características de la canal de gallinas de desvieje. Simposio científico de avicultura. **2011**.
- Mariaca R**. El conocimiento de la gallina (*Gallus gallus domesticus*) entre los tseltales y tsotsiles de los Altos de Chiapas, México. *Etnobiología.* **2013**; 11: 29-34.
- Mendoza YY**, Brambilia JdJ, Arana JJ, Sangerman DM, Molina JN. El mercado de huevo en Mexico: tendencia hacia la diferencia en su consumo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.* **2016** 7: 1455-1466.
- MINAGRO**. Manual de avicultura Buenos Aires, **2018**.
- Molina P**. Comparación de dos sistemas de producción y manejo sanitario de las aves criollas de traspatio en los municipios de Ignacio de la Llave y Teocelo. *Facultad de medicina veterinaria y zootecnia.* **2013**; 47.
- Moreiras O**, Carbajal A, Cabrera L, Cuadrado M. Tablas de composición de alimentos. Ediciones Pirámide. Madrid. **2005**.
- Ostrander C**, Turner C. Effect of various intensities of light on egg production of singlecomb white leghorn pullets. *Poultry Science.* **1962**; 1440-1445.
- Peralta M**. Bases de la reproducción aviar 1. Aparato reproductor. *Fav Prod Animal.*
- Pérez F**, Figueroa E, García A, Godínez L. La avicultura en México: retos y perspectivas. En: *Aportaciones en ciencias sociales: economía y humanidades.* México: Universidad Autónoma Chapingo, **2014**: 293-300.
- Phil G**. Alojamiento y manejo de las gallinas ponedoras. En *FAO, Revisión del Desarrollo Avícola.* **2013**: 41-43.
- Prieto-Gómez B**, Velázquez-Paniagua M. Fisiología de la reproducción: hormona liberadora de gonadotropinas. *Rev Fac Med UNAM.* **2002**; 45: 252-257.
- PROFECO**. ¿Qué fue primero, el sabor o la nutrición? *Revista del consumidor.* **2012**:55-67.
- Revelo M**. Efecto modulador de agonistas de GnRH en los procesos de apoptosis en las células de la granulosa del ovario de la gallina doméstica (*Gallus gallus domesticus*). Universidad de Buenos Aires. **2014**: 173.
- Rueda DC**. Evaluación del efecto de distintos programas de luz, para aves ponedoras de la raza (Rhode Island), en la ciudad de Loja. *Universidad Nacional de Loja.* **2015**: 88.
- SAGARPA**. Manual de buenas prácticas pecuarias en la producción de huevo para plato. México, **2016**.
- Rodríguez A**. Tipificación de la calidad del huevo de gallina ecológico y convencional. **2016**: 259.
- Secretaría de Agricultura**, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. Pollos, gallinas y la avicultura en México. [serie en internet] **2015** (consultado 28 de noviembre de 2022). Disponible en: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/pollos-gallinas-y-la-avicultura-en-mexico>.

- 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>
- Coppo**, A. J. 2017. Fisiología comparada del medio interno. Ediciones Universidad Católica de Salta-Eucasa 2ª, Ciencias Agarias 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=onepag e&q&f=false>.
- 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>
- 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
- 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.
- 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/jf050964>.
- Chah**, C. C.1972. A study of the hens nutrient intake as it relates to egg formation. MSc. Thesis, Univ. Guelph, Canada.
- 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>