



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ZOOTECNISTA, AGRONEGOCIOS Y BIOTECNOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER
EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN
INGENIERÍA ZOOTECNISTA**

**TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
“EFECTO DE LA ILUMINACIÓN INTERMITENTE SOBRE
PARAMETROS PRODUCTIVOS DE POLLITAS HY LINE BROWN”**

Autor: Estudiante Hilmer Ivan Villacrez Vera

Asesor: Ms.C. Hugo Frías Torres

Registro: N° 180-2019-UNTRM-VRAC/FIZAB

CHACHAPOYAS – PERÚ

2019

AUTORIDADES DE LA UNTRM

Dr. Policarpio Chauca Valqui

Rector

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón

Vicerrector Académico

Dra. Flor Teresa García Huaman

Vicerrectora de Investigación

M.SC. Nilton Luis Murga Valderrama

Decano de la Facultad de Ingeniería zootecnista,
Agronegocios y Biotecnología.



"Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad"

Chachapoyas, 01 de Julio del 2019

CARTA N° 14-2019-UNTRM/FIZAB/HFT/D

Sr. : Ms.C. NILTON LUIS MURGA VALDERRAMA
Decano (e) FIZAB-UNTRM

Asunto : HACE LLEGAR VISTO BUENO DEL TRABAJO DE INVESTIGACION.

De mi consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted para saludarle cordialmente y a la vez hacerle de su conocimiento que siendo asesor del trabajo de investigación (Tesina) denominado "EFECTOS DE LA ILUMINACION INTERMITENTE SOBRE PARAMETROS PRODUCTIVOS DE POLLITAS HY LINE BROWN" presentado por el alumno HILMER IVAN VILLACREZ VERA, luego de su revisión y corrección respectiva tiene el visto bueno para seguir con su trámite correspondiente.

Es propicia la ocasión para testimoniarle mi agradecimiento por la atención que brinde a la presente

Atentamente,

.....
Ms.C. Hugo Frías Torres
Asesor del Trabajo de Investigación

Cc/Archivo.

JURADO EVALUADOR



Ing. Wigoberto Alvarado Chuqui
Presidente



Ing. César Augusto Maraví Carmen
Secretario



Dr. Raúl Rabanal Oyarce
Vocal



ANEXO 1-G

**DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DE
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Yo HILMER IVAN VILLACREZ JERA
identificado con DNI N° 42285674 estudiante de la Escuela Profesional de
INGENIERIA ZOOTECNISTA
de la Facultad de INGENIERIA ZOOTECNISTA, ABRONECIDOS Y BIOTECNOLOGIA
de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

1. Soy autor del trabajo de investigación titulado: "EFECTO DE LA ILUMINACIÓN
INTERMITENTE SOBRE PARAMETROS PRODUCTIVOS DE POLLITAS
HY LINE BROWN"



que presento para obtener
el Grado Académico de Bachiller en INGENIERIA ZOOTECNISTA

2. El Trabajo de Investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, y para su realización se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El Trabajo de Investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
4. El Trabajo de Investigación presentado no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. La información presentada es real y no ha sido falsificada, ni duplicada, ni copiada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del Trabajo de Investigación.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el Trabajo de Investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 01 de JULIO de 2019

Firma del(a) aspirante

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. CUERPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	2
2.1. La Luz	2
2.2. Iluminación física en las aves	6
2.3. Tipos de iluminación.....	7
2.4. Tablas de consideraciones generales de acuerdo al tipo de lámparas.	9
2.5. Intensidad lumínica de diferentes fuentes y lugares de alimentación	11
2.6. Percepción de la luz	12
2.7. Fisiología de la luz en las aves	12
2.8. Uso de la iluminación en la crianza de aves de corral	14
2.9. Efecto de la luz sobre el comportamiento de las aves.....	15
2.10. Programas de iluminación.....	17
2.10.1. Programas de luz intermitentes, no intermitentes utilizados durante el periodo de crianza. 17	
2.10.2. Programa de Iluminación para Galpones con Luz Controlada.....	21
2.10.3. Consideraciones de iluminación.....	22
2.10.4. Alimentación de media noche/ programa de iluminación.....	22
2.10.5. Efecto de la luz sobre la actividad reproductiva de las aves de postura.....	24
2.10.6. Diferencia de la iluminación en pollos de engorde vs gallinas ponedoras.....	25
2.10.7. Cálculo de iluminación para pollos de engorde	26
2.10.8. Programas de luz en pollos de engorde.....	28
III. CONCLUSIONES	29
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1: Clasificación y temperatura en grados Kelvin.....	9
Tabla2: Potencia lumínica de algunas fuentes de luz.....	10
Tabla3: Eficacia de algunas lámparas.....	10
Tabla 4: Vida útil promedio de una lámpara	11
Tabla 5. Sensibilidad cono-ocular (nm).....	14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1: Diagrama del espectro electromagnético.....	2
Figura2: Espectro visible por ojo humano.....	3
Figura3: Espectro de luz visible.....	3
Imagen 4: Longitud de onda en humanos y aves.....	4
Figura 5: Colores del espectro.....	4
Figura 6. Respuesta espectral fotópica por un ser humano.....	5
Figura 7: Respuesta espectral por una gallina doméstica.....	6
Figura8: Comparación fotópica de ser humano y un ave.....	6
Figura 9: Espectro de la luz del sol al medio día.....	7
Figura 10: Espectro de la luz incandescente.....	7
Figura 11: Espectro cálido (2700K).....	8
Figura 12: Espectro frío (5000K).....	8
Figura13: Espectro Frio (5000K).....	8
Figura14: Espectro cálido (2700K).....	8
Figura15: Espectro total LED con énfasis en espectro rojo.....	9
Figura 16: Visión panorámica de la gallina común.....	13
Figura 17. Dos formas de fotorrecepción en aves (retinal y pineal o hipotalámica).....	16
Figura18: Programa de luz intermitente.....	18
Figura19: Programa con oscurecimiento.....	21
Figura 20: Prog. de iluminación para galpones con luz controlada.....	22
Figura 21: Instalación de luz en galpones.....	22

Figura 22: Alimentación de media noche/ programa de iluminación.....	23
Figura 23: Incidencia de la luz sobre la actividad reproductiva.....	24
Figura 24: Efecto de fotoperiodos constantes sobre edad a madurez sexual.....	25
Figura 25: Efecto de la luz sobre el tiempo transcurrido entre dos ovulaciones.....	25
Figura26: Wattaje de lámparas y factor k.....	26
Figura27: Cálculo de lámparas para pollos de engorde.....	27

RESUMEN

La investigación de este trabajo se basa en revisiones bibliográficas de artículos que describen la importancia de la luz artificial y el efecto de la iluminación intermitente sobre los parámetros productivos en Pollitas Hy Line Brown, donde las aves pueden visualizar longitudes de onda mucho más amplias (315 nm y 750 nm) que los humanos (440 nm a 700 nm) , además tienen receptores sensoriales que les permiten determinar el mundo que los rodea, detectan la luz a través de foto receptores y a través de receptores retíales en las glándulas pineales e hipotalámicas, es importante conocer cómo las aves perciben la luz según la longitud de onda y reaccionan según sea el espectro lumínico. Además, el color de la luz tiene efectos diferentes sobre las aves y son los órganos que se afectan y responden a los estímulos lumínicos, considerando que las aves pueden ver 250 imágenes por segundo, mientras que los humanos solo pueden ver 30 imágenes por segundo.

Los programas de iluminación estimulan la madurez de las aves, además intensidades luminosas elevadas aumentan el nerviosismo y el picaje de las mismas. La iluminación es un factor determinante que se puede manipular para maximizar el crecimiento y tamaño del huevo.

El fotoperiodo, la intensidad y la longitud de onda de la luz cumplen papeles de estimulación en la reproducción en las aves de corral. Existen diferentes programas de iluminación aplicados en las granjas de suma importancia en la crianza y crecimiento de las aves.

Palabras clave: Fotoperiodo; Iluminación Intermitente; Percepción de la luz; Longitud de onda; Espectro; Programas de luz.

ABSTRACT

The investigation of this work is based on bibliographic reviews of articles that describe the importance of artificial light and the effect of intermittent illumination on the productive parameters in Pollitas Hy Line Brown, where birds can visualize much wider wavelengths (315 nm and 750 nm) than humans (440 nm to 700 nm), also have sensory receptors that allow them to determine the world around them, detect light through photo receptors and through retinal receptors in the pineal and hypothalamic glands, It is important to know how birds perceive light according to wavelength and react according to the light spectrum. In addition, the color of light has different effects on birds and are the organs that are affected and respond to light stimuli, considering that birds can see 250 images per second, while humans can only see 30 images per second.

The lighting programs stimulate the maturity of the birds; in addition, high luminous intensities increase the nervousness and the picaje of the same. Lighting is a determining factor that can be manipulated to maximize the growth and size of the egg.

The photoperiod, the intensity and the wavelength of the light fulfill roles of stimulation in the reproduction in the poultry. There are different lighting programs applied in farms of great importance in the breeding and growth of birds.

Keywords: Photoperiod; Intermittent Lighting; Perception of light; Wavelength; Spectrum; Light programs

I. INTRODUCCIÓN

La iluminación intermitente se relaciona directamente con los parámetros productivos en las aves, deben de contar con horas de luz y de oscuridad (FOTOPERIODO) dentro de las 24 horas del día, desde el nacimiento hasta culminar con todas las etapas, tales como: en crecimiento, producción y su etapa reproductiva, la aplicación de programas de iluminación tienen efectos que tienen mucha incidencia en el proceso productivo como: en la cantidad de alimento consumido, ahorro de energía, por día o por campaña, producción de huevos, calidad del huevo, tamaño del huevo, uniformidad.

El objetivo de este trabajo de investigación es determinar el efecto de la iluminación intermitente sobre los parámetros productivos mediante uso de programas de iluminación, así como también conocer la incidencia de la luz sobre el comportamiento de las aves, longitud de onda percibida en un ave frente a los seres humanos y los diferentes tipos de luz utilizados en las diferentes granjas avícolas en gallinas ponedoras y como referencia el uso de programas y lámparas en la crianza de pollos de engorde.

II. CUERPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El desarrollo del presente trabajo de investigación, permitió conocer el efecto que genera la luz, a través de la iluminación intermitente o fotoperiodo sobre los parámetros productivos en pollitas Hy Line Brown, se conceptualizó terminologías que nos ayudaran a entender el fundamento científico de la iluminación en el proceso de desarrollo y crecimiento en aves de postura bajo programas de iluminación.

2.1. La Luz

La luz (del latín lux, lucis) es la parte de la radiación electromagnética que puede ser percibida por el ojo humano, cuyas longitudes de onda estén comprendidas entre 380 nm y 780 nm (nanómetros). En física, el término luz es considerado como parte del campo de las radiaciones conocido como espectro electromagnético, mientras que la expresión luz visible señala específicamente la radiación en el espectro visible. La luz, como todas las radiaciones electromagnéticas, está formada por partículas elementales desprovistas de masa denominadas fotones, cuyas propiedades de acuerdo con la dualidad onda-partícula explican las características de su comportamiento físico. Se trata de una onda esférica. (Wikipedia, La Luz, 2019)

El espectro electromagnético está constituido por todos los posibles niveles de energía que la luz puede tener. Hablar de energía es equivalente a hablar de longitud de onda; así, el espectro electromagnético abarca también todas las longitudes de onda que la luz pueda tener, desde miles de kilómetros hasta femtómetros. Ese es el motivo de que la mayor parte de las representaciones esquemáticas del espectro suelen tener escala logarítmica. (Wikipedia, Espectro electromagnético, 2019)

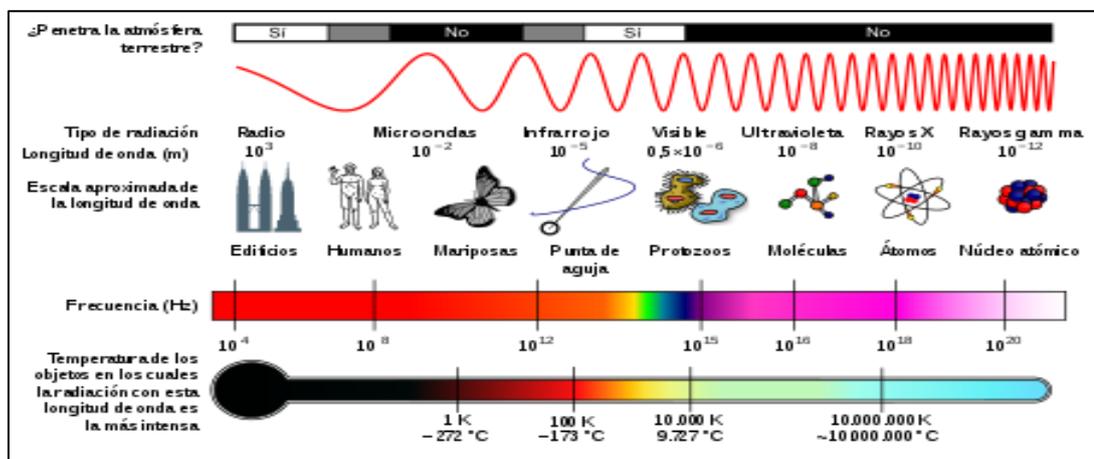


Figura1: Diagrama del espectro electromagnético

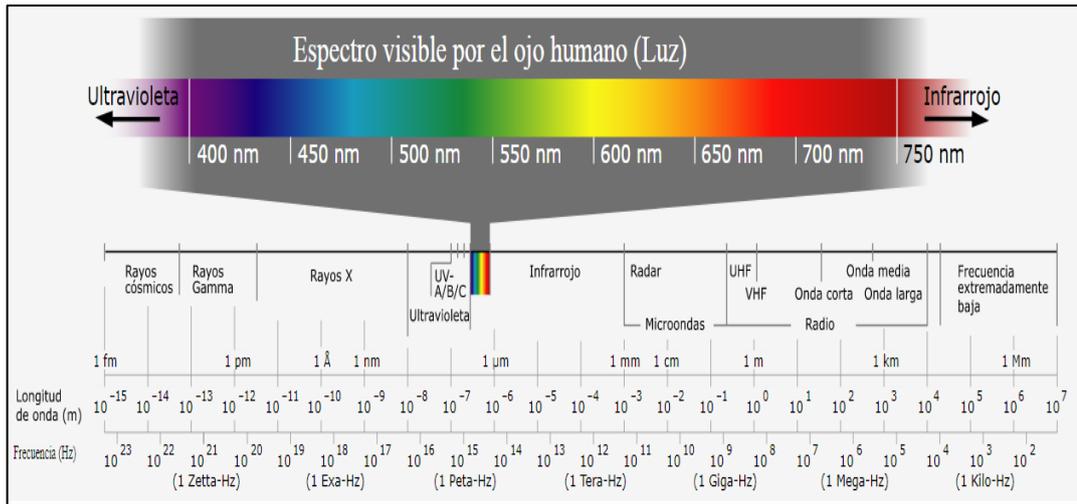


Figura 2: Espectro visible por ojo humano

Se denomina espectro visible a la región del espectro electromagnético que el ojo humano es capaz de percibir. A la radiación electromagnética en este rango de longitudes de onda se le llama luz visible o simplemente luz. No hay límites exactos en el espectro visible; un típico ojo humano responderá a longitudes de onda desde 400 a 700 nm aunque algunas personas pueden ser capaces de percibir longitudes de onda desde 380 a 780 nm.

La luz es la parte visible del espectro electromagnético. Para seleccionar el bombillo apropiado es muy importante entender el impacto que tiene el espectro de luz en la producción avícola.

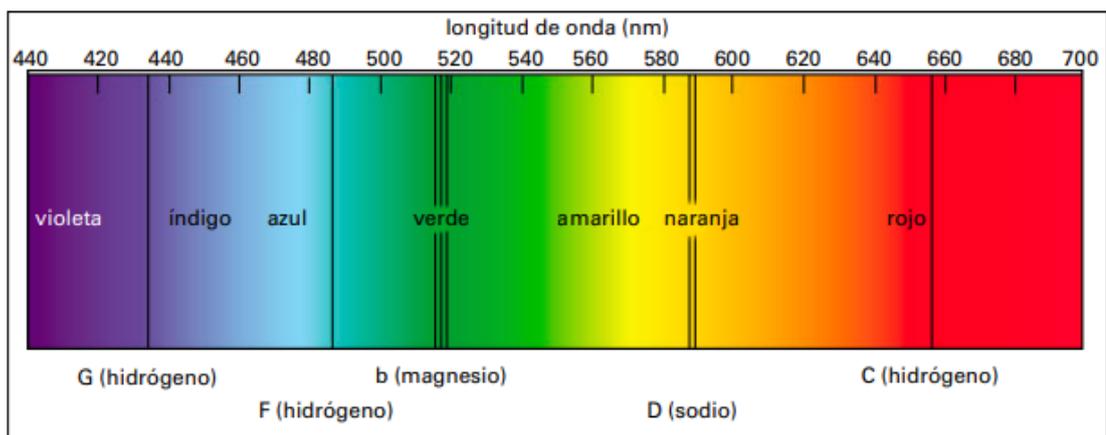


Figura 3: Espectro de luz visible

(Delgado Franco, 2016), La visión humana puede ver a longitudes de onda entre 440 nm y 700 nm (con un pico de sensibilidad a 550 nm), mientras que las aves poseen 1 tipo de cono adicional (para un total de 4), con lo que pueden ver longitudes de onda

entre 315 nm y 750 nm (con 4 picos de sensibilidad espectral en 415-460-510 y 600 nm aproximadamente), lo cual les facilita ver la luz UV-A entre 315 nm y 400nm.

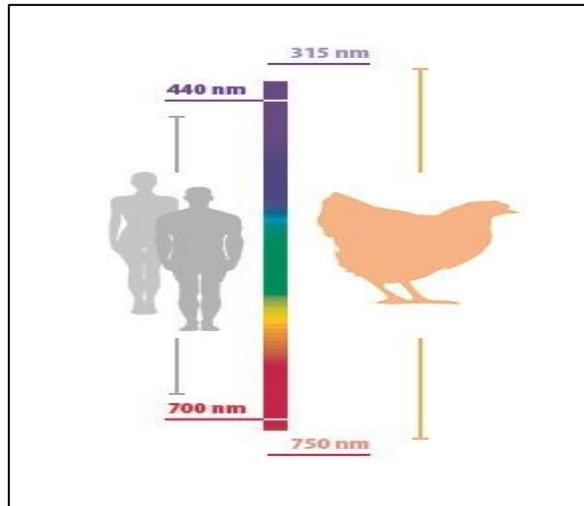


Imagen 4: Longitud de onda en humanos y aves

El pico espectral de sensibilidad de las aves es similar al de los humanos (545nm-575nm), pero el espectro de sensibilidad en las aves es entre 400- 480nm (azul) y 650-700nm (rojo), por lo que es mayor que el de los humanos, y esto hace que las aves perciban la luz de diferentes fuentes con mayor brillo.

Terminologías de la luz:

Fotoperiodo: Es la duración del periodo de luz en 24 horas.

Intensidad: Cantidad de flujo luminoso que emite una fuente en una dirección determinada.

Espectro: Gama de colores, del rojo al violeta, resultado de la descomposición de la luz blanca a través de un prisma.

Color	Longitud de onda
violeta	380–450 nm
azul	450–495 nm
verde	495–570 nm
amarillo	570–590 nm
naranja	590–620 nm
rojo	620–750 nm

Figura 5: Colores del espectro

Ultravioleta: Radiación de 10 nm a 400 nm

Infrarrojo: Radiación de 700 nm a 1.000.000 nm

Longitud de Onda: En física, se conoce como longitud de onda la distancia que recorre una perturbación periódica que se propaga por un medio en un determinado intervalo de tiempo. La longitud de onda, también conocida como periodo espacial es la inversa de la frecuencia. La longitud de onda se suele representar con la letra griega λ .

Lux: Es la unidad para la iluminación o nivel de iluminación. Equivale a un lumen/m²

Lumen: El lumen (símbolo: lm) es la unidad del Sistema Internacional de Medidas para medir el flujo luminoso, una medida de la potencia luminosa emitida por la fuente. El flujo luminoso se diferencia del flujo radiante en que el primero contempla la sensibilidad variable del ojo humano a las diferentes longitudes de onda de la luz y el último involucra toda la radiación electromagnética emitida por la fuente según las leyes de Wien y de Stefan-Boltzmann sin considerar si tal radiación es visible o no.

Sensibilidad espectral fotópica: Es la sensibilidad del color o la sensibilidad a la luz bajo condiciones brillosas.

Índice de interpretación del color: Es una medida de la capacidad de una fuente de luz para revelar los colores de un objeto comparados con una fuente de luz ideal. La luz incandescente puede considerarse como una fuente de luz ideal.

Cromaticidad: Es la medición objetiva del color de una fuente de luz independiente de la luminancia

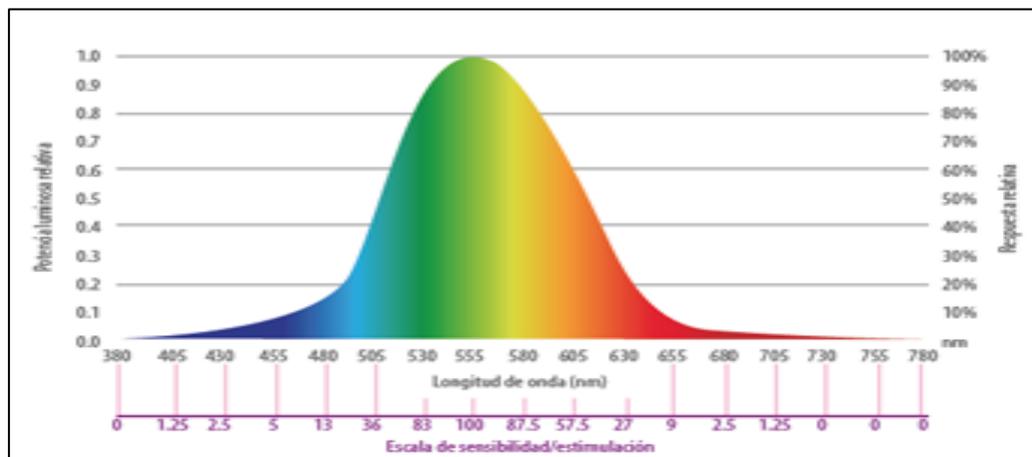


Figura 6. Respuesta espectral fotópica por un ser humano

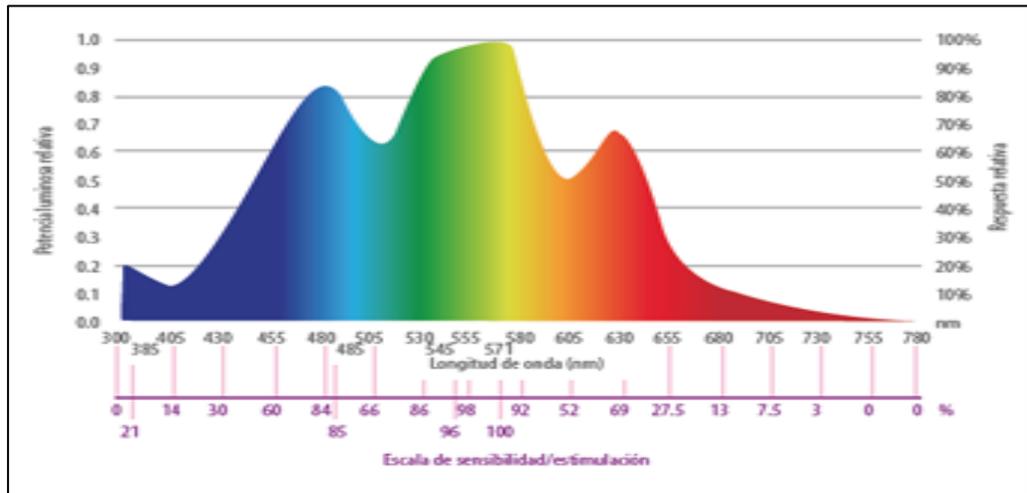


Figura 7: Respuesta espectral por una gallina doméstica

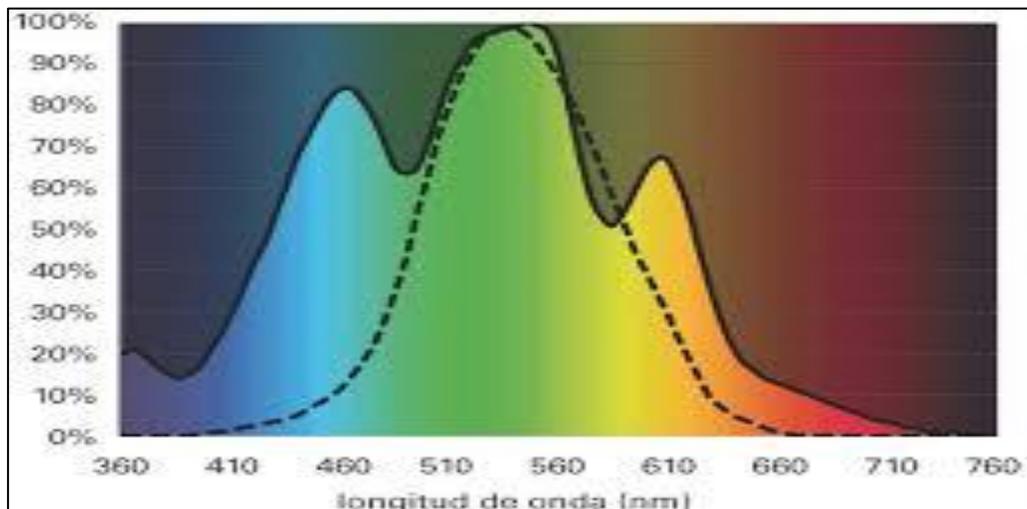


Figura 8: Comparación fotópica de ser humano y un ave

2.2. Iluminación física en las aves

La iluminación es la acción o efecto de iluminar. En la técnica se refiere al conjunto de dispositivos que se instalan para producir ciertos efectos luminosos, tanto prácticos como decorativos. Con la iluminación se pretende, en primer lugar, conseguir un nivel de iluminación interior o exterior, o iluminancia, adecuado al uso que se quiere dar al espacio iluminado, nivel que dependerá de la tarea que los usuarios hayan de realizar. (Wikipedia., 2019).

2.3. Tipos de iluminación

Luz natural

La luz natural se conoce principalmente como la luz que proviene del sol aunque también existe una gran variedad de fuentes de luz natural como el fuego, los relámpagos hasta la bioluminiscencia de algunos animales y organismos vivos.

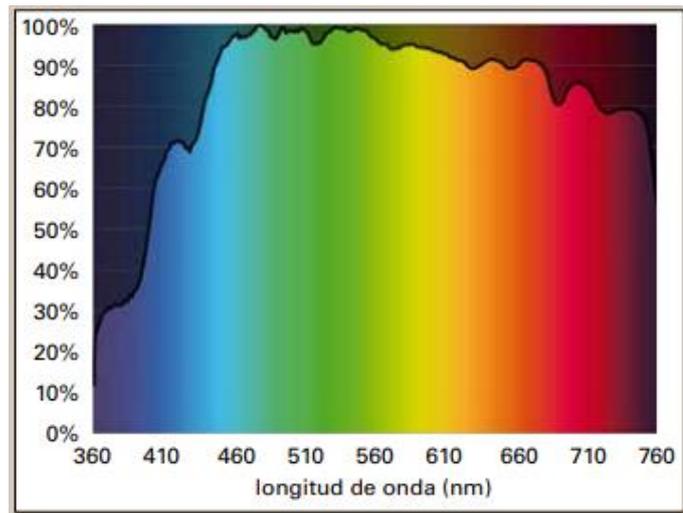


Figura 9: Espectro de la luz del sol al medio día

Luz artificial

Es aquella fuente producida por el ser humano. La principal son las bombillas o lámparas, tipos:

- **Luz incandescente:** Aquello que, por efecto del calor, se enrojece o emblanquece produciendo luz.

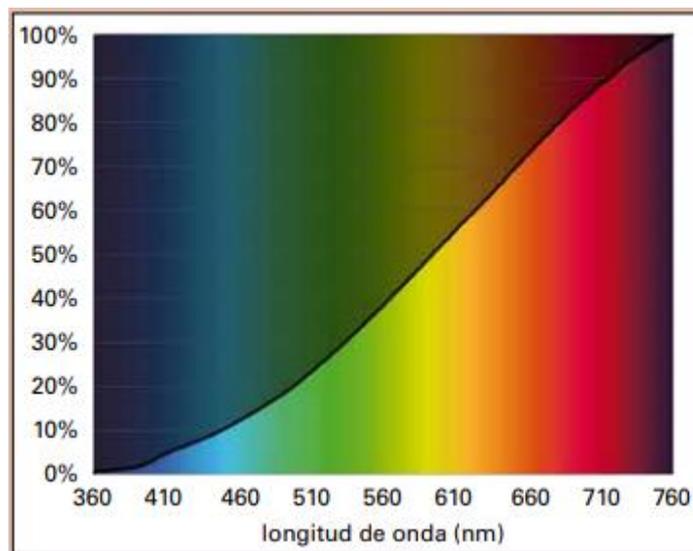


Figura 10: Espectro de la luz incandescente

- **Luz halógena:** La lámpara halógena es una evolución de la lámpara incandescente, las lámparas halógenas son hechas con un filamento de

Wolframio dentro de un gas inerte y una pequeña cantidad de halógeno (como yodo o bromo).

- **Luz fluorescentes lineal (LFL):** Las lámparas fluorescentes se encuentran entre las fuentes de luz más utilizadas en todo el mundo. Ejm. Lámparas Tubulares. Las lámparas fluorescentes tubulares suelen funcionar con un balasto electrónico (EB) y tienen un diámetro de tubo de 16 o 26 milímetros.
- **Luz fluorescente compacta (CFL):** Es un tipo de lámpara que aprovecha la tecnología de los tradicionales tubos fluorescentes para hacer lámparas de menor tamaño.

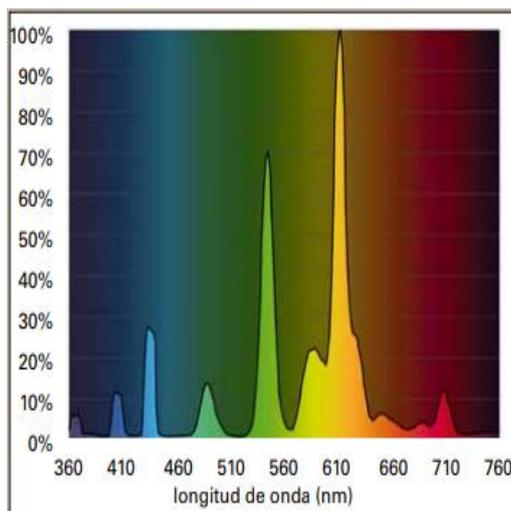


Figura 11: Espectro cálido (2700K)

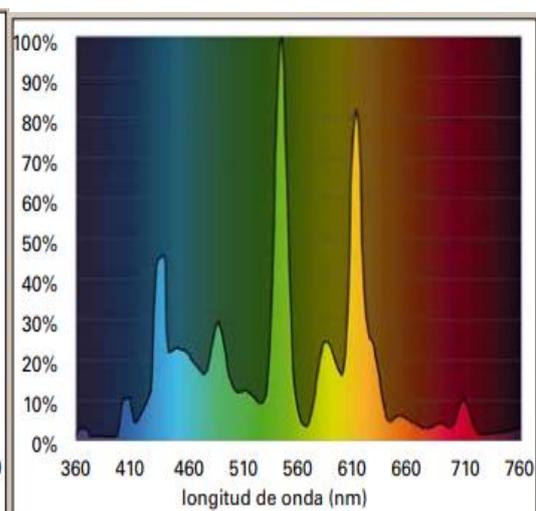


Figura 12: Espectro frío (5000K)

- **Luz de diodos emisores (LED):** Es una lámpara de estado sólido que usa ledes (light-emitting diode, diodos emisores de luz) como fuente lumínica.

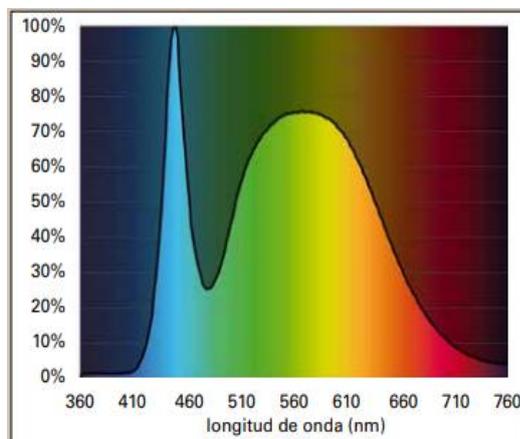


Figura 13: Espectro Frío (5000K)

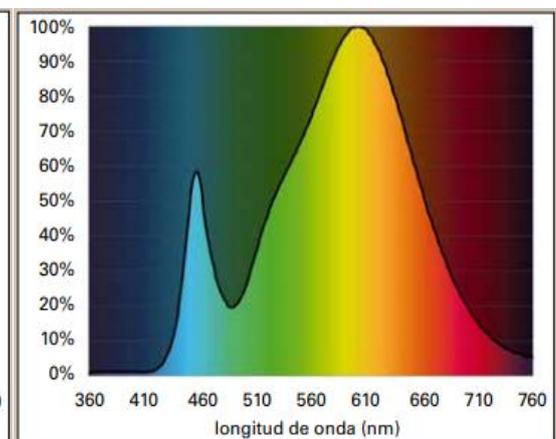


Figura 14: Espectro cálido (2700K)

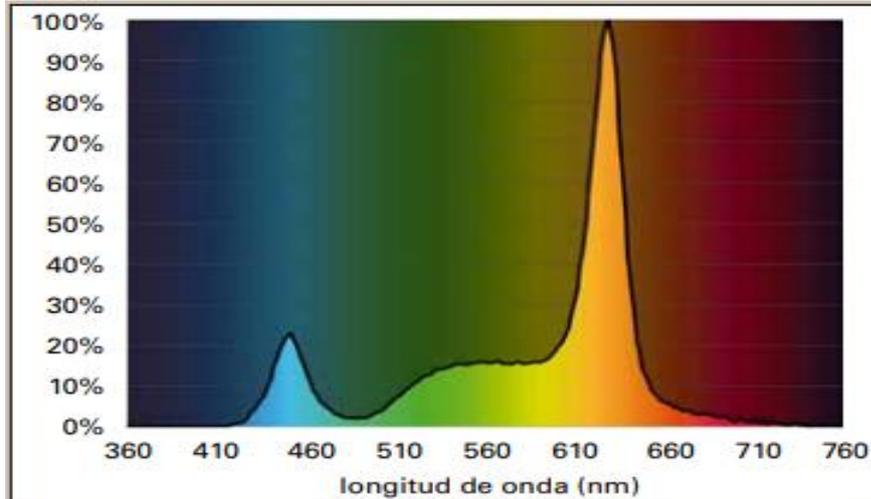


Figura 15: Espectro total LED con énfasis en espectro rojo

2.4. Tablas de consideraciones generales de acuerdo al tipo de lámparas.

Temperatura de la luz.

La temperatura de la luz se relaciona con la “apariencia psicológica” ligada a la percepción de la luz.

Las luces pueden clasificarse como cálidas, neutras y frías. Se expresa grados Kelvin (K). Las luces cálidas corresponden a bajas temperaturas de color y luces frías a temperaturas de color elevadas.

Tabla 1: Clasificación y temperatura en grados Kelvin

Cálida	< 3300K
Neutra	3300 – 5000K
Luz día	>5000K

Fuente: (VIVION)

Intensidad de luz

Es fundamental que la luz que entrega la lámpara sea suficiente.

Lámparas de diferentes tipos y potencias entregan cantidades de luz diferentes.

La intensidad de la luz puede medirse de tres maneras: la intensidad luminosa, el flux luminoso, y el poder luminoso.

El flux luminoso es el total de la luz visible emitida por un bombillo medido en lúmenes.

La intensidad luminosa (flux direccional) cuantifica el flux luminoso emitido por una fuente de luz en cierta dirección medida en candelas.

El poder luminoso, es el flujo por área iluminada por la luz medido en lux o pies candela. (fc). El cálculo es $1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen/m}^2$ o $1 \text{ lux} = 0.0929 \text{ fc}$ (lumen/m^2). La conversión entre las dos unidades es $1 \text{ fc} = 10.76 \text{ lux}$ o $1 \text{ lux} = 0.0929 \text{ fc}$; esto equivale a la conversión entre 1 metro cuadrado (m^2) y un pie cuadrado (ft^2) (por ejemplo, $1 \text{ m}^2 = 10.76 \text{ ft}^2$). Esto significa que la misma luz será más brillante cerca de la fuente de luz, y más tenue mientras más alejada este de la fuente de luz.

Tabla 2: Potencia lumínica de algunas fuentes de luz

Tipo De Lámpara	Flujo Luminoso (LM)
Vela de Cera	10
Luz de Bicicleta	18
Lámpara Leds 12w	806
Incandescente Standard 75w	890
Fluorescente Compacta 15w	900
Tubo Fluorescente 36w (Frio)	2400
Mercurio alta Presión 400w	18000
Halogenuros Metálicos 400w	36000

Fuente: (VIVION)

Eficacia Luminosa

Si desea economizar en el gasto de energía, procure las lámparas que brinden la mayor eficacia. La eficacia o rendimiento luminoso de una fuente de luz indica el flujo que emite la misma por cada unidad de potencia eléctrica consumida para su obtención.

Tabla 3: Eficacia de algunas lámparas

Tipo de Lámpara	Potencia (W)	Flujo Emitido (LM)	Eficacia (LM/W)
Incandescente Standard	60	715	12
Mercurio Alta Presión	250	11000	44
Lámpara Fluorescente Compacta	11	620	56
Lámpara Led	12	806	67
Tubo Fluorescente Trifósforo	36	2950	82
Halogenuros Metálicos	400	36000	90
Tubo Led	20	1900	95

Fuente: (VIVION)

Vida Útil de las Lámparas.

- Calidad

La vida útil de una lámpara depende en primer lugar de su calidad y de la calidad de la tensión de la red.

- Tipo de Lámpara

La tecnología de cada lámpara determina tiempos de vida diferentes, los cuales difieren según el tiempo de uso encendido y el número de encendidos y apagados. Poniendo como ejemplo a las lámparas fluorescentes compactas (ahorro de energía), éstas tienen una duración estadística de 8 veces más que una lámpara incandescente común. La misma se estima en aproximadamente 8.000 horas, por lo que si se tiene encendida continuamente durante 3 horas por día, su duración puede llegar a ser de casi 8 años. (VIVION)

Tabla 4: Vida útil promedio de una lámpara

Tipo de Lámpara	Vida Media (HS)
Incandescente Standard	1250
Fluorescente Compacta	8000
Tubo Fluorescente	12000
Mercurio Alta Presión	12000
Diodo Emisor de Luz (LED)	30000

Fuente: (VIVION)

2.5. Intensidad lumínica de diferentes fuentes y lugares de alimentación

Situación - Emitancia luminosa

- Sol de verano - de 10.000 a 50.000 lux
- Luz diurna en un día nublado - 5000 lux
- Luna llena - 0,5 lux
- Iluminación de trabajo - 1000 a 1500 lux
- Iluminación del hogar (salón) - 150 lux
- Iluminación de las calles - 1 a 20 lux
- Umbral de los ojos para distinguir el color - 3 lux

2.6. Percepción de la luz

La manera en como percibimos la luz está asociada no solo por el estímulo de la vista o del sentido propio de ver. El estímulo del sistema visual provee información para que el ojo lo interprete en base a experiencias pasadas o el conocimiento de esta manera hace que la información coincida con códigos de información almacenada para así interpretar situaciones y en caso específico objetos dentro de un entorno iluminado.

La manera en cómo funciona este proceso es que los objetos que se mueven frente a nosotros son captados por la retina que su vez dan forma y tamaño según las leyes de la óptica física. Es por ello que la luz del día se va moviendo a través del cielo y por las condiciones meteorológicas, nuestra percepción de la realidad y la iluminación según el lugar en donde nos encontremos va cambiando poco a poco conforme avanza el día. Esta variante de percepción ligada a la iluminación natural del día se le conoce como constancia perceptual. (Wikipedia., 2019)

Para esto es importante conocer cómo las aves perciben la luz según la longitud de onda y cómo reaccionan según sea el espectro lumínico. Además, cómo el color de la luz tiene efectos diferentes sobre las aves y cuáles son los órganos que se afectan y responden a los estímulos lumínicos.

2.7. Fisiología de la luz en las aves

El cerebro de las aves está compuesto por siete áreas principales, de las cuales dos de ellas tienen relación directa con la visión, como son el cerebro anterior (hemisferios) y el lóbulo óptico. (Weatherley, 2015)

De los 12 nervios craneales existentes en las aves, cuatro de ellos están relacionados con la visión:

- Nervio óptico — Vista
- Nervio oculomotor — Movimiento ocular
- Nervio troclear — Movimiento ocular
- Nervio abducente — Movimiento ocular

Las aves tienen también receptores sensoriales que le permiten determinar el mundo que los rodea, de acuerdo con situaciones específicas (Weatherley, 2013).

Receptor lumínico: Luz

Receptor químico: Sabor y olor

Receptor osmótico: Presión osmótica

Receptor mecánico: Presión

Receptor térmico: Calor y frío

Receptor sensorial (Noci): Dolor, respuestas mecánicas, altas temperaturas

Las aves detectan la luz a través de los receptores oculares y de los fotorreceptores retíales en las glándulas pineales e hipotalámica. La luz roja es muy adecuada para la estimulación sexual y para la producción de huevo. Si la luz de espectro rojo se usa en forma constante resulta en gallinas que producen más huevos que los grupos de aves expuestas a otros colores de luz tales como azul, verde o blanca (Grieve y Rubinoff, 2015)

Luz roja (aprox. de 650 nm) penetra el cráneo y el cerebro (hipotálamo) de cuatro a 50 veces más eficientemente que las de color azul, verde, amarilla-naranja, estimulando los foto receptores retíales. Los humanos son tricromáticos y tienen conos retíales que pueden determinar el color rojo, verde y azul. Las aves son tetracromáticas, con un cono doble adicional, cuya función puede estar relacionada con el movimiento (Grieve y Rubinoff, 2015).

La visión a colores depende del cono-ocular. Las aves tienen cuatro tipos de células cónicas, mientras que los humanos únicamente tres, usadas a diferente longitud de onda de la luz. Las aves pueden ver 250 imágenes por segundo, mientras que los humanos solo pueden ver 30 imágenes por segundo (Weatherley, 2015).

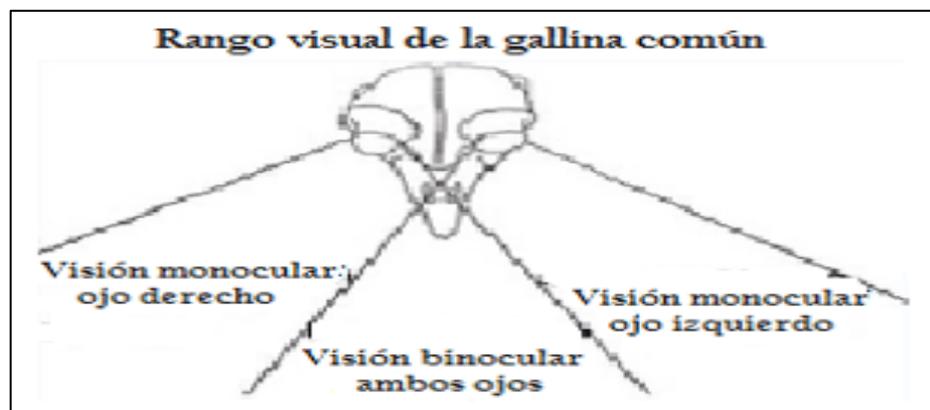


Figura 16: Visión panorámica de la gallina común. (Weatherley, 2015)

Tabla 5. Sensibilidad Cono-Ocular (nm)

<u>Aves</u>	<u>Humanos</u>
415	430
455	530
508	530
571	

Fuente: Weatherley, 2013

2.8. Uso de la iluminación en la crianza de aves de corral

El principio general del programa de iluminación es que un fotoperiodo creciente estimula la madurez y uno decreciente la retarda, afectando a la producción de huevos. Por lo tanto, el control de la duración del día durante la crianza y la puesta es una herramienta de manejo importante para lograr un rendimiento económico, tanto en número de huevos como en peso de estos. (Adriático, 2018)

En materia de iluminación existe una fuerte correlación entre las intensidades luminosas elevadas a aumentar el nerviosismo de las aves, y el picaje y esto ocurre especialmente entre las estirpes de ponedoras blancas, que son más sensibles a la luz, precisa. (Van Rooig, 2019)

Pero eso es durante los 15 primeros días de vida del animal, periodo en que el cerebro se desarrolla, cuando las jóvenes pollitas deben adquirir el aprendizaje necesario para volar y saltar, que requerirán para su buen comportamiento en el aviario de puesta. “Hace falta así encontrar un buen compromiso en cuanto a la intensidad luminosa para mantener una buena actividad de los animales sin engendrar nerviosismo”, explica. Lo que preconiza para las estirpes marrones es una intensidad de 40 lux hasta los 5 días de edad, 15 lux entre los 5 días y 17 semanas, de 20 lux entre 17 y 30 semanas y luego aumentar progresivamente hasta 25 lux. Para las estirpes blancas, las recomendaciones son generalmente inferiores: 10 lux entre 5 días y 17 semanas, luego 15 lux y acabar con 20 lux. (Van Rooig, 2019)

La iluminación con todas sus variables, es un factor determinante en el medio ambiente de las aves y se puede manipular para maximizar el crecimiento y el número o el tamaño de los huevos. Cuando las aves alcanzan cierto grado de madurez y desarrollo, se

establecen conexiones neuro-hormonales que desencadenan la producción de huevos. Este aspecto puede ser controlado, a través de los programas de luz. (Ramirez, 2015)

2.9. Efecto de la luz sobre el comportamiento de las aves

El alto grado de agudeza y sensibilidad visual que poseen las aves cobra especial importancia en aquellas que son explotadas en sistemas intensivos, ya que se trata de ambientes controlados donde la luz, entre otros factores, puede ser manejada por el hombre. Los factores de variación a la hora de estudiar la influencia de la luz en la avicultura son: intensidad, fotoperiodo o duración, longitud de onda y fuente de iluminación. Cada uno de estos factores puede influir sobre la salud, el bienestar animal, el rendimiento productivo, el manejo o sobre el comportamiento (Quiles y Hevia, 2006).

La luz, en algunas especies, posee un efecto inductor de la actividad reproductiva. Es así como en las cabras y ovejas una disminución de las horas de luz (fotoperíodo) inicia la ovulación, en las yeguas es necesario un aumento del largo del día para iniciar la actividad reproductiva y en las aves el fotoperíodo afecta la edad de madurez sexual y la frecuencia ovulatoria. (Gonzales R. , 2009).

El fotoperiodo, la intensidad y la longitud de onda de la luz cumplen papeles estimulando la reproducción en las aves de corral. La luz es una señal ambiental usada por las aves, las cuales son reproductoras estacionales, para estimular la maduración del sistema reproductivo seguido por la producción de huevo y semen.

Entre los diversos factores, el fotoperiodo es la señal más fuerte, y se ha demostrado que tanto la intensidad como longitud de onda influyen en el inicio de la postura y la producción de semen (Fairchild, 2014).

La longitud del fotoperiodo también se relaciona con la producción de melatonina. La melatonina es una hormona producida durante la oscuridad por la glándula pineal y se ha implicado en la respuesta inmune, metabólica y termo-regulatoria en aves. En algunos casos no es claro el mecanismo de las actividades de la melatonina, pero todas las investigaciones apuntan a que hay beneficios cuando la hormona es suplementada vía alimento o agua de bebida. (Fairchild, 2014)

Iluminación que ven las aves. Un exceso de horas de luz hace que se aumente la producción de dopamina y se suprima la producción de Melatonina (hormona del sueño).

Reloj circadiano del ave (periodo de actividad y sueño)

Función fotorreceptora: Esta función se ejecuta a través de la glándula pineal (posee fibras nerviosas que se conectan con el cráneo). Es por esta razón que se pueden encontrar aves ciegas que presentan producción normal de huevos.

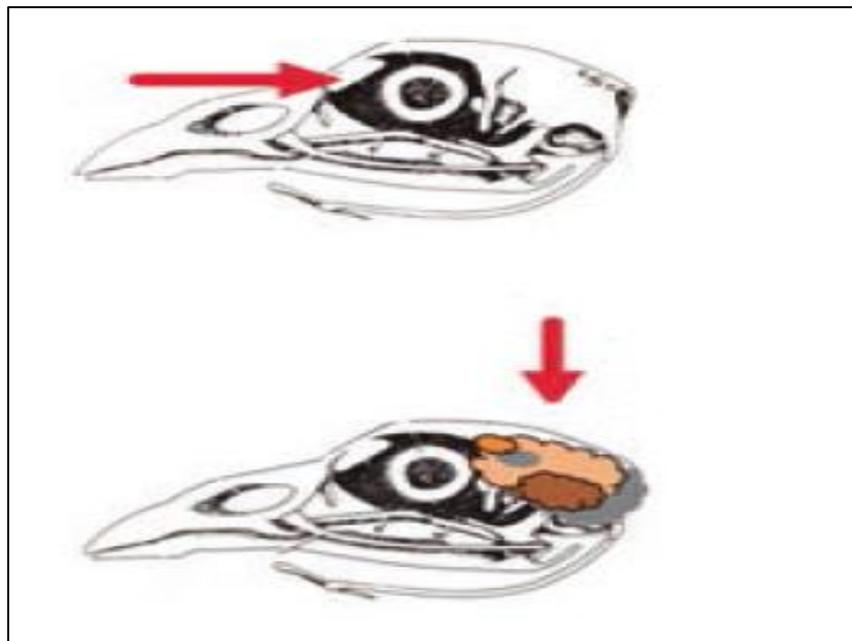


Figura 17. Dos formas de fotorrecepción en aves
(retinal y pineal o hipotalámica)

2.10. Programas de iluminación

Los programas de iluminación decreciente promueven el crecimiento, determinan la edad de la madurez sexual y afectan el tamaño y la masa del huevo (dentro de los límites de la genética de la variedad de la ponedora). En un programa típico de iluminación decreciente, las horas de luz disminuyen gradualmente en las primeras 12 semanas. Esto proporciona al lote de aves jóvenes en crecimiento horas extras adicionales en el tiempo de alimentación para promover el crecimiento. La edad de la madurez sexual y el tamaño del huevo no son afectados si el período decreciente es de 12 semanas o menos. Cuando el período decreciente se extiende más allá de las 12 semanas de edad, se retrasa la madurez sexual y aumenta el tamaño del huevo. Los períodos decrecientes de más largos de 12 semanas son apropiados en mercados de huevo comercial que requieren huevos grandes o en lotes de reproductores que quieren huevos con mayor peso para incubarlos. Por el contrario, la reducción rápida (<8 semanas) puede usarse para estimular el inicio rápido de la postura y para reducir el tamaño del huevo, pero este sistema debe aplicarse únicamente cuando la pollona haya alcanzado la meta del peso corporal.

En los galpones abiertos, los programas de iluminación artificial deben complementar la duración de la luz natural del día. Después de que inicia el programa decreciente en las primeras 12 semanas, las luces artificiales se programan a la duración más larga de la luz natural de día que el lote experimentará durante el período de crecimiento.

Esto niega la influencia que los cambios en la duración de la luz natural del día tendrían en el desarrollo del ave y en la edad al primer huevo. (Hy Line I. , 2019)

2.10.1. Programas de luz intermitentes, no intermitentes utilizados durante el periodo de crianza.

Es preferible un programa de luz intermitente. Alternativamente, las aves deben tener 22 horas de luz / 2 horas de oscuridad de 0–3 días y 21 horas de luz / 3 horas de oscuridad de 4–7 días para ayudar a las aves a encontrar el agua y el alimento.

- No use 24 horas de luz.
- La luz brillante de 30–50 lux durante 0–7 días ayuda a que las aves encuentren rápidamente el agua y el alimento y a adaptarse a su nuevo ambiente.

- Después de la primera semana, comience el programa de iluminación decreciente lento.

Programas de luz intermitente

- Técnica de iluminación preferible
- Use de 0–7 días (puede usarse hasta 14 días de edad)
- Los períodos intermitentes de oscuridad permiten períodos de descanso para las aves
- Sincroniza las actividades y las alimentaciones de las aves
- Establece un comportamiento más natural de actividad y descanso
- Puede mejorar la viabilidad de 7 días y el peso corporal de la pollona
- Puede mejorar la respuesta de los anticuerpos de las vacunas
- Algunos períodos de oscuridad pueden ser más cortos o suspendidos para acomodar los horarios de trabajo.



Figura 18: Programa de luz intermitente

Fuente: (Hy Line I. , 2015)

En el siguiente programa, (Ramírez, 2015) presenta resultados exitosos al lograr los consumos y los pesos desde las primeras semanas, se realizó intercalando períodos de oscuridad con períodos de luz en las primeras semanas, de la siguiente manera:

- **Día 1 y 2:** Dar 24 horas de luz para permitir una adecuada adaptación a su sitio de alojamiento y para la rápida ubicación de comederos y bebederos.
- **Día 3 al 7:** suministrar 18 horas de luz por día. Se inicia con un período de dos horas de oscuridad (6 a 8 p.m.) y se continúa con dos horas de luz (8 a 10 p.m.)

y así sucesivamente hasta el amanecer, se obtienen en total de 3 períodos de oscuridad de 2 horas cada uno y tres períodos de luz de igual duración.

- **Día 8 al 14:** Dar 16 horas de luz, aplicando el mismo sistema así: 6 a 10 p.m. oscuridad y de 10 a 12 p.m. luz; de 12 a 2 a.m. oscuridad y de 2 a 4 a.m. luz; de 4 a 6 a.m. oscuridad. Solo se suministran dos períodos de luz en la noche, para un total de 4 horas.
- **Día 15 al 21:** Dar 15 horas de luz, se suministra luz únicamente de 10 a 12 de la noche y luego de 3 a 4 a.m., las otras horas son de oscuridad.
- A partir del día 22, las aves solo reciben las horas de luz natural (12 aproximadamente). El anterior es un programa de descenso rápido de la luz. Los programas de retiro lento de la luz en el levante (por ejemplo quitar únicamente 1 hora cada semana), traen como consecuencia directa un retraso en el inicio de la producción.

Intercalar períodos de luz y oscuridad tiene las siguientes ventajas:

- 1.- Desde los primeros días se le permite a las pollitas tener períodos de descanso, esto, en beneficio del bienestar de las aves y de los procesos fisiológicos naturales.
- 2.- Cuando se estimulan las pollitas a comer después de un período de descanso, lo hacen más ávidamente que cuando se les suministra luz de forma continua y por períodos prolongados.
- 3.- Se obtienen mejores consumos y por lo tanto mejores pesos durante las primeras semanas, por lo tanto una ponedora mejor estructurada.
- 4.- Hay una adaptación temprana a los cortes de luz, lo que se traduce en menos riesgo de ahogamiento por esta causa, por tanto puede contribuir para mejorar la viabilidad de los lotes.

Hay que partir de la base que durante el levante, se suministra luz en horas de la noche, únicamente con el objetivo de que las aves tengan más tiempo para consumir el alimento requerido. Por lo tanto, los períodos de luz deben ir acompañados por un estímulo adecuado para el consumo de alimento.

Si se presenta algún problema para la obtención temprana de los pesos, se puede mantener la cantidad de horas-luz de la semana anterior (por ejemplo: semana 1

y semana 2 con 18 horas; semanas 3 y 4 con 16 horas, etc.). Lo importante es, no aumentar las horas-luz en ningún momento del levante.

No obstante, a más tardar a la semana 7 el lote debe entrar en un programa de luz constante, el cual se debe mantener durante todo el período de levante.

En galpones abiertos, las horas de luz-día dependen de la época del año. Aunque estamos muy cerca de la línea del ecuador, en el país se presentan algunas diferencias en la cantidad de horas luz en los diferentes meses del año; por ejemplo el 21 de Diciembre es el día más corto del año y el 21 de junio el día más largo. La diferencia entre estas dos fechas de referencia es aproximadamente de una hora.

A nivel de campo observamos con frecuencia que los lotes que finalizan el levante entre octubre y enero, tienden a comenzar producción de manera más tardía que los lotes que inician producción entre mayo y Julio.

Programas No Intermitentes

Es preferible usar un programa de iluminación intermitente. Si no se utiliza un programa de iluminación intermitente de 0-7 días, entonces use 22 horas de luz de 0-3 días y 21 horas de luz de 4-7 días.

- No use 24 horas de luz.
- La luz brillante de 30-50 lux durante 0-7 días ayuda a que las aves encuentren rápidamente el agua y el alimento y a adaptarse a su nuevo ambiente.
- Después de la primera semana, reduzca la intensidad de la luz y comience un programa de iluminación decreciente

Programas de luz con oscurecimiento

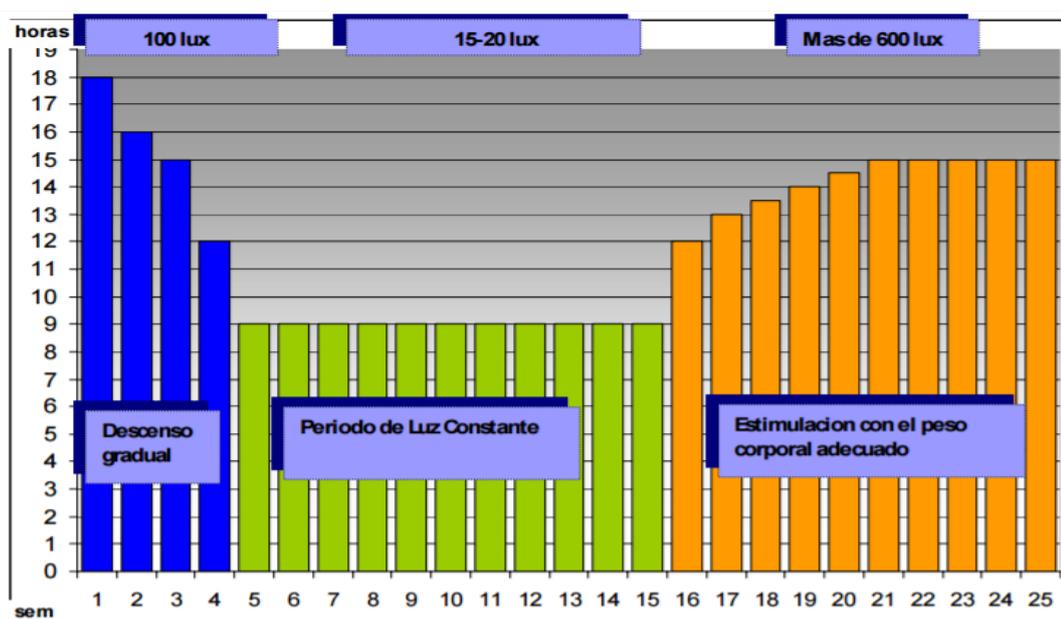


Figura 19: Programa con oscurecimiento ((Gonzales K. , 2017)

2.10.2. Programa de Iluminación para Galpones con Luz Controlada

La Hy-Line Brown requiere una disminución lenta de las horas de luz de 0–12 semanas para motivar:

- El consumo de alimento durante el crecimiento para optimizar el crecimiento y el desarrollo
- Buena uniformidad de las aves
- Persistencia de la producción de huevo
- Producción de huevos más grandes
- Prevenir la producción de huevo demasiado temprano
- “Luces prendidas” el tiempo puede variar en los galpones de postura para facilitar la recolección de huevo en instalaciones con múltiples lotes.
- El lote en postura tiene diferentes edades de nacimiento y/o mala uniformidad, estimule con luz basándose en la edad de las aves más jóvenes o de las aves más ligeras de peso.
- Utilice luces cálidas (2700–3500 K) en los lotes de ponedoras para asegurar suficiente espectro de luz roja.

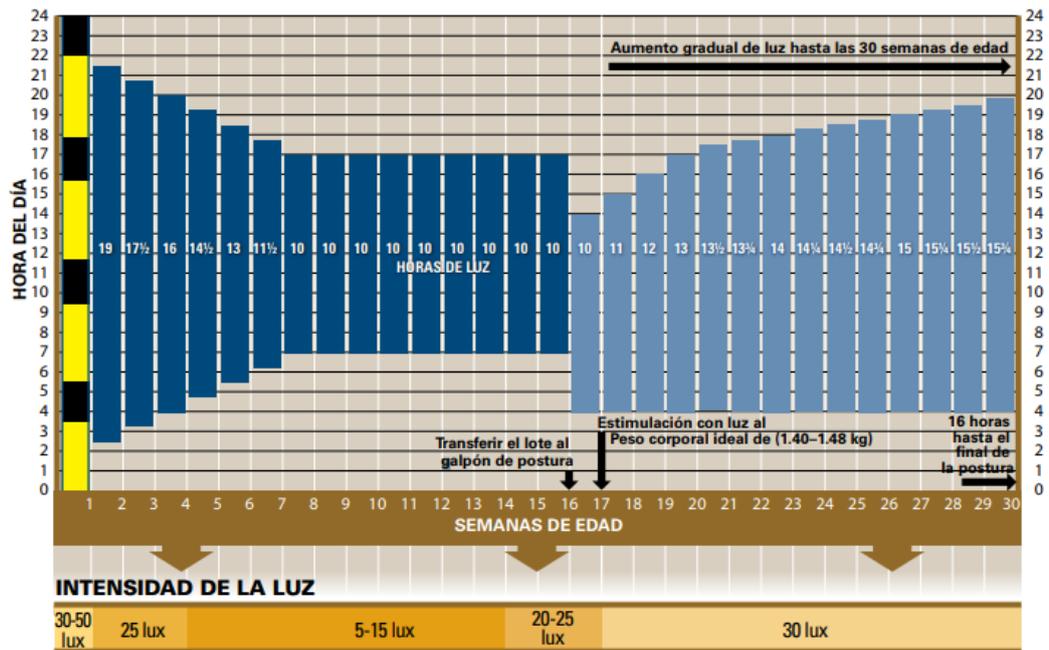


Figura 20: Prog. de iluminación para galpones con luz controlada

2.10.3. Consideraciones de iluminación

Jaulas

- Alterne la altura de las luces para mejorar la distribución de luz en todos los niveles de jaulas.
- Coloque las luces para minimizar el brillo y las áreas oscuras en el galpón

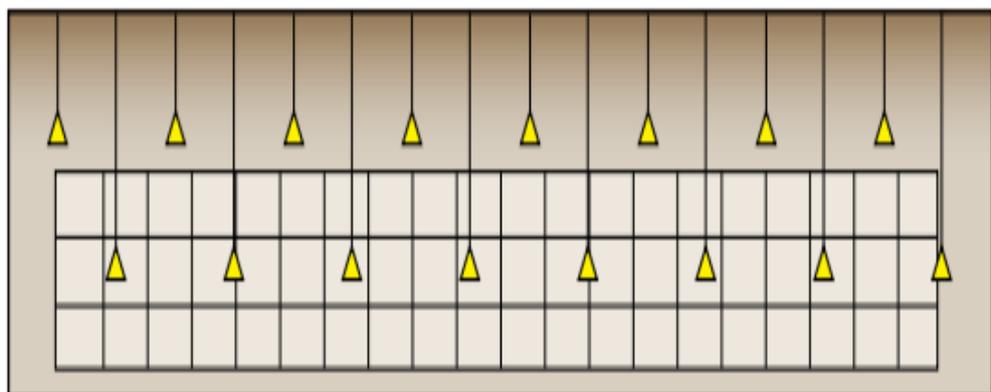


Figura 21: Instalación de luz en galpones.

2.10.4. Alimentación de media noche/ programa de iluminación

- Una técnica opcional de iluminación que estimula un mayor consumo de alimento.
- Se utiliza cuando se desea un mayor consumo de alimento en los lotes de aves en crecimiento o en postura.

- Aumenta la absorción de calcio durante la noche cuando se forma la mayor parte de la cáscara del huevo.
- Se utiliza para aumentar el consumo de alimento durante el pico de producción.
- Ayuda a mantener el consumo de alimento en los climas cálidos.
- La alimentación de media noche puede aumentar el consumo de alimento 2–5 g / día por ave.

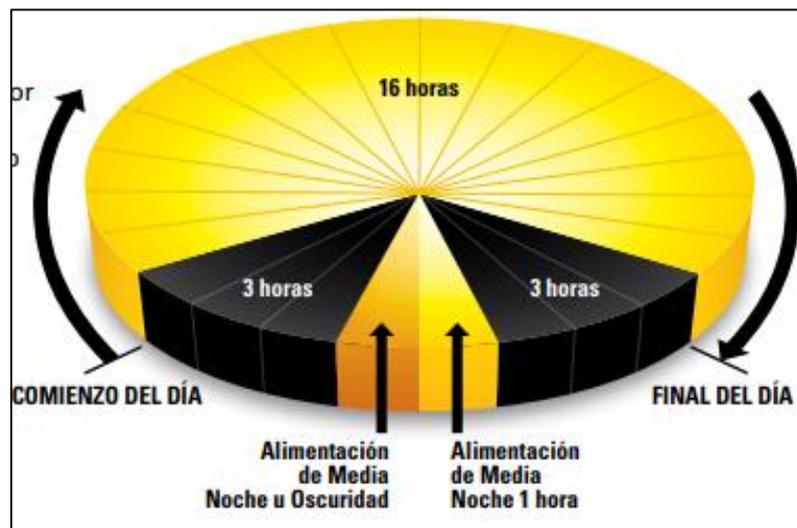


Figura 22: Alimentación de media noche/ programa de iluminación

Buenas Prácticas

- Inicie el programa prendiendo las luces por 1–2 horas en la mitad del período de oscuridad.
- Llene los comederos antes de prender las luces.
- Debe haber por lo menos 3 horas de oscuridad antes y después de la alimentación de media noche.
- La luz proporcionada durante la alimentación de media noche se suma a la duración de la luz del natural del día (por ejemplo 16 horas + alimentación de media noche).
- Si se tiene que suspender la alimentación de media noche, debe hacerse gradualmente en una proporción de 15 minutos por semana.

2.10.5. Efecto de la luz sobre la actividad reproductiva de las aves de postura

Conforme las aves se acercan a la madurez sexual se vuelven sensibles a la fotoestimulación, y este cambio es el responsable del desarrollo sexual futuro. Como respuesta al cambio en la duración del día, no a la luz del día total, el hipotálamo altera su producción de factores liberadores de gonadotropina (RF). Sin embargo, existe duda a si hay un factor de liberador de una hormona específica estimulante del folículo (FSH-RF) al igual que un factor liberador de la hormona luteinizante; el LH-RF probablemente es similar al de los mamíferos. Estas hormonas a través del sistema porta actúan en la hipófisis y producen cambios en la secreción de gonadotropina. Se sabe poco de este punto, aunque se ha demostrado que el nivel de hormona luteinizante (LH) en plasma aumenta uniformemente hasta poco antes de que se deposite el primer huevo, para disminuir más tarde. Así mismo se sugiere que dicha disminución se acompaña de mayor nivel de esteroides en plasma, causado por el desarrollo de los folículos.

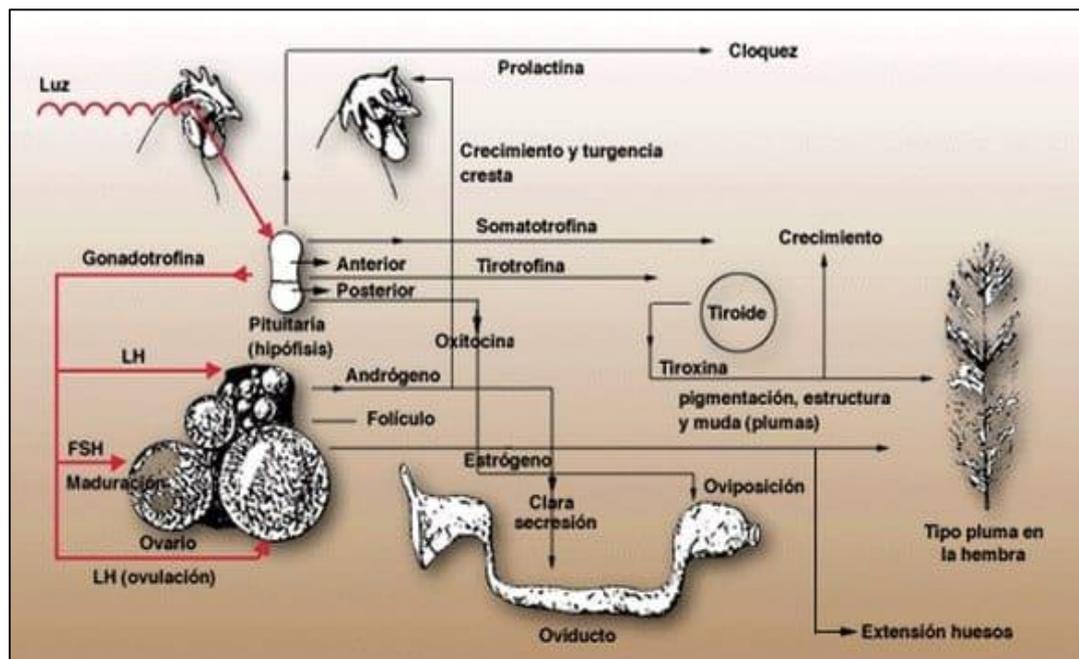


Figura 23: Incidencia de la luz sobre la actividad reproductiva.

Los estrógenos, andrógenos y progestágenos, son los esteroides que producen los principales cambios internos y externos, relacionados con la aparición de las características adultas del animal de cría. Los estrógenos hacen que desaparezca la lámina que cierra el oviducto; aumentan la captación del calcio por el intestino; actúan en el hígado para producir las lipoproteínas específicas del Vitelio; incrementan el depósito de grasa corporal, estimulan el crecimiento del oviducto y

entre otras funciones no menos importantes, intervienen en la retroalimentación en el control de la secreción de gonadotropina. La progesterona tiene efectos más específicos, pero también participa en el metabolismo del calcio, conducta, crecimiento y función de oviductos. Los andrógenos también son producidos por la hembra e intervienen en el crecimiento y diferenciación del oviducto y el desarrollo de las características sexuales secundarias. También pueden modificar la producción de gonadotropinas por parte de la hipófisis.

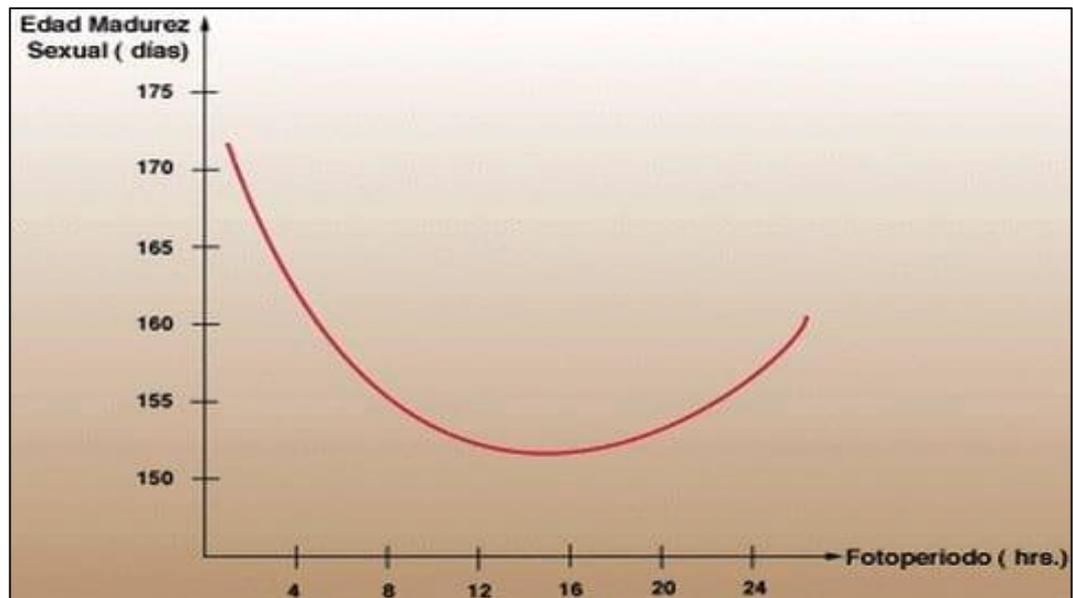


Figura 24: Efecto de fotoperíodos constantes sobre edad a madurez sexual



Figura 25: Efecto de la luz sobre el tiempo transcurrido entre dos ovulaciones

2.10.6. Diferencia de la iluminación en pollos de engorde vs gallinas ponedoras

Los pollos de engorde no necesitan una elevada proporción de longitudes de onda rojas – fuente de luz blanca cálida durante todo el ciclo para alcanzar una producción óptima, a diferencia de las gallinas ponedoras, que requieren una estimulación sexual. Se piensa que los pollos de engorde necesitan una cantidad idónea necesitan una

cantidad idónea de longitudes de onda rojas durante el periodo de cría para su crecimiento temprano. Generalmente, esto se compensa aplicando una elevada intensidad luminosa durante las primeras 24 a 48 horas.

Por lo tanto, una fuente de luz blanca fría, con menor proporción de longitudes de onda rojas, también puede ser suficiente. No obstante, en las prácticas se observa, que los pollos que alcanzan pesos elevados, de más de 3 kg, pueden desarrollarse mejor con fuentes de luz blanca cálidas en algunos casos. Una fuente de luz capaz de producir fluctuaciones en su temperatura de color, de forma parecida al sol, sería una solución adecuada para simular la luz del día natural. (HATO Agricultura Lighting, 2017)

2.10.7. Cálculo de iluminación para pollos de engorde

(Makay, 2012), en un ejemplo explica como calcular la iluminación usada en un galpón de pollos de engorde y el número de lámparas necesarias para un galpón cuyas dimensiones son de 12 m de ancho por 120 m de largo, para ello se utilizó el siguiente cuadro:

Iluminación
 1 pie candela = 10.76 lux
 Una fórmula sencilla para calcular el número de lámparas requeridas para un galpón de pollo es la siguiente:
 *Número de Lámparas, Focos o Bulbos = $\frac{\text{Area de piso (m}^2\text{)} \times \text{lux máximos requeridos}}{\text{Wattaje de la lámpara} \times \text{factor K}}$

El factor K depende del wattaje de la lámpara según se muestra en el Cuadro 37.

CUADRO 37: WATAJE DE LAMPARAS Y FACTORES K	
POTENCIA DE LA LAMPARA (Watts)	FACTOR K
15	3.8
25	4.2
40	4.6
60	5.0
100	6.0

**Esta fórmula es para lámparas, focos o bulbos de tungsteno a una altura de 2 m por encima del nivel de las aves. Las luces fluorescentes proporcionan de 3 a 5 veces el número de lux por Watt que los de tungsteno.*

Figura26: Wattaje de lámparas y factor k

Tomando como base el cuadro anterior vamos se hará un cálculo sencillo del número de lámparas necesarias.

Tomemos en cuenta algunas consideraciones:

- a.- La luminosidad máxima exigida es de 20 lux, aun así se ha hecho un cálculo hasta 30 lux.
- b.- Se han escogido focos incandescentes de 40 vatios, aunque no son muy comunes, la idea es para compararlos con lámparas fluorescentes de 40 vatios o con focos ahorradores de energía de 22 vatios.
- c.- Se ha adicionado un cuadro de consumo de energía en Kw.
- d.- Los cálculos están basados, para un área típica de un galpón (caseta) de dimensiones de:
 - Ancho 12 metros,
 - Largo 120 metros. Como las lámparas fluorescentes proporcionan 3 a 5 veces el número de lux por watt que los incandescentes (tungsteno), el nivel máximo del cuadro es con 3 veces el número de lux y el nivel mínimo es el de 5 veces el número de lux.

Calculo de lámparas (focos) Para: pollos de engorde										
Formula: No.de focos = $\frac{\text{Área de piso(m}^2\text{)} \times \text{luz máximos requeridos}}{\text{wataje de la lampara} \times \text{factor K}}$						Dimensiones: largo: 120 (m) ancho: 12 (m) área: 1440 (m ²)				
Potencia (Watt)	Focos Incandescentes factor K	Intensidad de luminosidad (lux)						Potencia		
		min. 5	10	15	20	25	máx. 30	min (Kw)		máx. (Kw)
15,0	3,8	126	253	379	505	632	758	1,9	7,6	11,4
25,0	4,2	69	137	206	274	343	411	1,7	6,9	10,3
40,0	4,6	39	78	117	157	196	235	1,6	6,3	9,4
60,0	5,0	24	48	72	96	120	144	1,4	5,8	8,6
100,0	6,0	12	24	36	48	60	72	1,2	4,8	7,2
Potencia (Watt)	Focos ahorradores fluorescentes	Intensidad de luminosidad (lux)						Potencia		
		min. 5	10	15	20	25	máx. 30	min (Kw)		máx. (Kw)
22	Máximo	23	46	69	91	114	137	0,5	2,0	3,0
22	Mínimo	14	27	41	55	69	82	0,3	1,2	1,8
40	Máximo	13	26	39	52	65	78	0,5	2,1	3,1
40	Mínimo	8	16	23	31	39	47	0,3	1,3	1,9

Figura27: Cálculo de lámparas (focos) para pollos de engorde.

2.10.8. Programas de luz en pollos de engorde

(Miranda, 2016), Salvador Miranda, MBA. Profesor Universidad Técnica Nacional y Asesor Avícola. Costa Rica, en su artículo publicado en el 2016, en la revista Avicultura de Engormix, sobre la luz en la avicultura comercial, Programas de luz en pollo de Engorde; presenta:

Basado en al menos 14 publicaciones de los efectos de un programa de luz sobre el rendimiento en los pollos de engorde, se puede concluir que (Weatherley, 2013):

El peso vivo se mejora en aproximadamente un 1.5%

El consumo de alimento se reduce alrededor de un 3.4%

La conversión alimenticia se puede mejorar entre 2-7 puntos.

Estudios independientes sugieren que un programa (12:12) equivale a perder 150 kcal/kg.

Consideraciones básicas para un programa de luz

Antes de diseñar cualquier programa de luz para los pollos de engorde, deben tomar en consideración algunos factores como:

Primero pruebe el programa antes de implementarlo.

Considere los objetivos de la compañía avícola, relacionados con el peso y la edad de salida.

La restricción de luz debe darse después de que los pollos alcancen 160 gramos de peso.

Mantenga el mismo programa de luz durante toda la vida de los pollos, para que el patrón de consumo de alimento y de agua sea estable.

Reducir la intensidad de luz a medida que los pollos crecen mejora la conversión alimenticia, aunque no la ganancia de peso. Alta intensidad de luz constante o aumentar la intensidad de esta, a edades superiores a 5 semanas, causan que la actividad de los pollos disminuya, aumente la ganancia de peso y la conversión alimenticia mejore, pero la incidencia de problemas metabólicos puede ser mayor (Guo et al., 2010).

Está comprobado que el espectro de luz azul o verde estimula el crecimiento e indirectamente la inmunidad (Rozenboim y otros, 2004). En el caso de galpones con ventanas o cortinas de color azul o verde, puede tener un efecto positivo en las aves, pero nunca es tan marcado como cuando se usa sistemas de luz con color azul o verde.

Tomar en consideración que Bienestar Animal sugiere que al menos debe haber cuatro horas de oscuridad diarias, para que las aves puedan tener periodos de descanso adecuados.

III. CONCLUSIONES

A través de programas de luz bien ejecutados, se puede minimizar el efecto negativo en el inicio de producción de acuerdo a la época del año.

De igual manera, se puede ajustar el inicio de postura de acuerdo a los objetivos de la compañía; ya sea para alcanzar mayor cantidad de huevos o huevos de mayor tamaño.

Los programas de luz son utilizados en las explotaciones avícolas con la finalidad de controlar los procesos biológicos de las aves, proporcionando las mejores condiciones lumínicas que ocasionen una simulación de la luz del día natural que les permitirá tener una buena visión y proveer las longitudes de onda necesarias para sus procesos biológicos, los programas de luz bien ejecutados e intensidad luminosa adecuada y fotoperiodos en el momento debido, son necesarios para optimizar la producción general y con ello asegurar un bienestar animal.

Es fundamental, antes de instalar algún tipo de lámpara saber; ¿Qué tipo de lámpara utilizar?, ¿En qué momento utilizar?, ¿Cómo utilizar?, ¿Para qué utilizar?

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adriático, N. (2018). Manejo de pollitas y ponedoras no de batería. *selecciones avícolas.com: La revista avícola en español leída en mas países*. Obtenido de <https://seleccionesavícolas.com/avicultura/2018/04/manejo-de-pollitas-y-ponedoras-no-de-bateria>
- Delgado Franco, R. H. (2016). Importancia de la iluminación en ponedoras y reproductoras. *La Revista Global de la Avicultura "aviNews"*. Obtenido de Importancia de la iluminación en ponedoras y reproductoras: <https://avicultura.info/importancia-de-la-iluminacion-en-ponedoras-y-reproductoras/>
- Fairchild. (2014). *Tendencias actuales en la iluminación en avicultura*. Obtenido de El Sitio Avícola: <http://www.elsitioavicola.com/articles/2635/tendencias-actuales-en-la-iluminacion-en-avicultura/>
- Gonzales , K. (2017). *Programa de luz con oscurecimiento*. Obtenido de Programa de Iluminación en gallinas ponedoras: <https://zoovetespasion.com/avicultura/gallinas-ponedoras/programa-de-iluminacion-durante-el-periodo-de-crianza-de-la-pollona/>
- Gonzales, R. (2009). Efecto de la luz sobre el comportamiento y la actividad reproductiva en gallinas. *Depto. de Zootecnia AICA-UABCS. Publicado en Boletín Técnico: Principios de Manejo de los Fotoperiodos en Reproductoras de Engorde de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS)*.
- Grieve y Rubinoff. (2015). *Entendiendo la luz en la avicultura. Hy Line International*. Obtenido de http://www.hyline.com/userdocs/pages/TB_LIGHT_SPN.pdf
- HATO Agricultura Lighting. (2017). *TEMPERATURA DE COLOR. Obtenido de EFICIENTE PRODUCCIÓN DE POLLOS DE ENGORDE CON ILUMINACIÓN:* <https://www.hato.lighting/es/noticias/eficiente-producci%C3%B3n-de-pollos-de-engorde-con-iluminaci%C3%B3n>
- Hy Line, I. (2015). *Iluminación durante el periodo de crianza: Programa de luz intermitente*. Obtenido de Ponedoras comerciales Hy Line Brown: Guía de Manejo.
- Hy Line, I. (2019). *Programas de Iluminación*. Obtenido de MANEJO DE LAS AVES COMERCIALES: https://www.hyline.com/userdocs/pages/TU_PULLET_MGMT_SPN.pdf
- Makay, E. (2012). *Como calcular la lamparas requeridas*. Obtenido de Calculo de iluminación para pollos de Engorde: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/calculo-iluminacion-pollos-engorde-t29327.htm>

- Miranda, S. (2016). *Programas de luz en pollo de Engorde*. Obtenido de Luz en Avicultura Comercial: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/luz-avicultura-comercial-t32935.htm>
- Quiles y Hevia. (2006). Influencia de la luz sobre el comportamiento de las aves. *Depto. de Producción Animal, Fac. de Veterinaria, Univ. de Murcia*. Murcia.
- Ramírez. (2015). Programas de luz en ponedoras. Incidencia de la luz en la fisiología de la postura. *Engormix Avicultura*. Obtenido de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/programas-luz-ponedoras-incidencia-t32025.htm>
- Ramírez, L. A. (2015). Programas de Luz en ponedoras. Retiro de la luz artificial en levante (Primera Parte). *Engormix Avicultura*. Obtenido de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/programas-luz-ponedoras-retiro-t32024.htm>
- Van Rooig, J. (2019). Iluminación: Encontrar un buen compromiso. *selecciones avicolas.com*. Obtenido de <https://seleccionesavicolas.com/avicultura/2019/04/produccion-huevos-algunas-claves-para-el-manejo-de-las-gallinas-alternativas>
- VIVION. (s.f.). La correcta elección de una lámpara: Factores a tener en cuenta. *Catalogo de iluminación*. Montevideo, Uruguay. Recuperado el 08 de 05 de 2019, de [Catalogo de iluminación: http://www.vivionelectric.com/FileSystems/esp/descarga-de-informacion-tecnica/CATALOGO_GENERAL_VIVION_iluminacion.pdf](http://www.vivionelectric.com/FileSystems/esp/descarga-de-informacion-tecnica/CATALOGO_GENERAL_VIVION_iluminacion.pdf)
- Weatherley, R. (2015). *Light and Lighting Programs. Broiler Specialist. Cobb-Vantress*.
- Wikipedia. (2019). *Espectro electromagnetico*. Obtenido de Eiclopedia libre: <https://es.wikipedia.org/wiki/Luz>
- Wikipedia. (2019). *La Luz*. Obtenido de Enciclopedia libre: <https://es.wikipedia.org/wiki/Luz>
- Wikipedia. (2019). *Iluminación física*. Obtenido de Enciclopedia libre: https://es.wikipedia.org/wiki/Iluminaci%C3%B3n_f%C3%ADsica