

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Efecto de los Programas de Iluminación en el Rendimiento Productivo
del Pollo de Engorda

Por:

EDUARDO ALEXIS ARAGÓN DE LEÓN

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Saltillo, Coahuila, México

Mayo, 2018

UNIVERSIDAD ATÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL
Efecto de los Programas de Iluminación en el Rendimiento Productivo
del Pollo de Engorda

Por:

EDUARDO ALEXIS ARAGÓN DE LEÓN

MONOGRAFÍA

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como
requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:

Ing. Ricardo Deyta Monjaras

Asesor principal

M.C. Manuel Torres Hernández

Coasesor

M.C. Lorenzo Suárez García

coasesor

Dr. José Duéñez Alanís

Coordinador de la división de ciencia animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Mayo de 2018

DEDICATORIA

A **Dios**, por darme la fuerza necesaria para vencer cualquier obstáculo que se presentó a lo largo de mi formación académica, por darles el valor, fuerza y confianza a mis padres quienes siempre estuvieron al pendiente de mí y nos permitió a pesar de la distancia siempre estar con bien.

Con amor, cariño y respeto mis padres, **Liberia de León Orivas y Antonio Aragón Martínez**, quienes siempre me han brindaron su apoyo incondicional, y todos sus palabras de aliento fueron de gran ayuda para terminar mi carrera profesional.

A mis hermanos, **Oscar Iván Aragon de León y Miguel Ángel Aragon de León**, quienes han sido mi ejemplo a seguir, por sus palabras que me motivaron a seguir estudiando y superarme profesionalmente.

A mis abuelos, **Genaro Sánchez e Ignacia Martínez**, quienes siempre han estado al pendiente de mí y dándome su bendición en todo momento.

A mi tío, **Cesar Aragon Martínez**, el cual ha sido como un amigo, siempre al pendiente de mí y brindándome cualquier apoyo.

A mi novia, **Marisol Sedeño Camacho**, por demostrarme siempre tu amor y apoyo incondicional, por siempre apoyarme a salir adelante y superar mis temores.

A mis amigos y compañeros de generación, **Rafael Condado, Eugenio García, Eduardo Vázquez, Francisco Salado, Héctor Paredes, Mario Barreto, Ulises Benítez, Jaime Díaz, Alberto Zamora, Jorge Luis salas, Alejandro Vázquez, Ángel Mendoza, Kenia Sánchez, Arturo Sánchez** y a todos y cada uno de los integrantes del **Mariachi Monterrey y Mariachi Juvenil Oro y Negro**.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor, Ing. **Ricardo Deyta Monjaraas**, por brindarme su amistad, tiempo y apoyo para la realización de esta monografía.

A mis coasesores, M.C. **Manuel Torres Hernandez** y M.C. **Lorenzo Suarez García**, quienes me permitieron un poco de su tiempo para la revisión de este te trabajo.

A mi **Alma Terra Mater**, por cobijarme en su lecho y poder adquirir todos los conocimientos necesarios para mi formación académica.

A todos y cada uno de los maestros de la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** quienes compartieron sus conocimientos, experiencias y consejos, gracias a todos.

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVO GENERAL	2
III. OBJETIVO ESPECÍFICO	2
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	3
4.1 Programa de iluminación	3
4.2 Duración de los programa de iluminación	4
4.3 Iluminación	6
4.4 Influencia del fotoperiodo	7
4.5 Programas de iluminación que demuestran la influencia que tiene el fotoperiodo en el pollo de engorda	8
4.5.1 Influencia del fotoperiodo sobre la producción y el rendimiento en carne del pollo de engorda.	9
4.5.2 Influencia del fotoperiodo sobre la conversión alimenticia del pollo de engorda. ...	11
4.5.3 Influencia del fotoperiodo sobre la mortalidad en el pollo de engorda.	14
4.6 Ejemplos de programas de iluminación en base al Manual Ross	17
4.6.1 Programa día corto - incremento gradual.....	17
4.6.2 Día corto - incremento en un solo paso.....	17
4.7 Ejemplos de programas de iluminación en base al Manual Cobb	18
4.7.1 Programa de iluminación estándar – opción 1	18
4.7.2 Programa de iluminación estándar – opción 2	19
4.7.3 Programa de iluminación estándar – opción 3	20
4.8 Programas de iluminación intermitente en casetas cerradas.	20
4.9 Color y fuente de luz	22
4.10 Intensidad lumínica	24
V. CONCLUSIÓN	26
V. LITERATURA CITADA	27

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Ejemplo de un programa de iluminación de días cortos con incremento gradual de la luz adecuado para parvadas de machos o mixtas, sacrificadas a más de 2 kg.....	19
Cuadro 2. Ejemplo de un programa de día corto adecuado para parvadas desarrolladas a 2 kg.....	20
Cuadro 3. Programa de iluminación estándar – opción 1.....	20
Cuadro 4. Programa de iluminación estándar – opción 2.....	21
Cuadro 5. Programa de iluminación estándar – opción 3.....	21
Cuadro 6. Ejemplo de un programa de iluminación intermitente adecuado para parvadas sacrificadas a 42 días.....	23
Cuadro 7. Ejemplo de un programa de luz intermitente para reducir los efectos del estrés por calor.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Tipos de fuentes de luz para pollos de engorda.....	25
Figura 2. Ejemplo de una intensidad lumínica de 10 lux / 1 pie candela (figura izquierda) y de 30 lux / 3 pies candela (figura derecha).....	26

ÍNDICE DE GRAFICAS

	Pág.
Gráfica 1: Efecto del fotoperíodo sobre el peso corporal a los 31 o 32 días de edad.....	11
Gráfica 2: Efecto del fotoperíodo sobre el peso corporal a los 38 o 39 días de edad.....	12
Gráfica 3: Efecto del fotoperíodo sobre el peso corporal a los 48 o 49 días de edad.....	13
Gráfica 4: Efecto del fotoperíodo sobre la conversión alimenticia de los pollos de 0 a 31 o 32 días de edad.....	14
Gráfica 5: Efecto del fotoperíodo sobre la conversión alimenticia de los pollos de engorde de 0 a 38 o 39 días de edad.....	15
Gráfica 6: Efecto del fotoperíodo sobre la conversión alimenticia de los pollos de engorde de 0 a 48 o 49 días de edad.....	15
Gráfica 7: Efecto del fotoperíodo sobre la incidencia (%) de aves muertas y de desecho de 7 a 31 o 32 días de edad.....	16
Gráfica 8: Efecto del fotoperíodo sobre la incidencia (%) de aves muertas y de desecho de 7 a 38 o 39 días de edad.....	17
Gráfica 9: Efecto del fotoperíodo sobre la incidencia (%) de aves muertas y de desecho de 7 a 48 o 49 días de edad.....	17

Resumen

En el siguiente trabajo se hace una revisión de literatura sobre la influencia que tienen los programas de iluminación en el rendimiento productivo del pollo de engorda, dicha revisión contiene desde que son y cómo implementar un programa de iluminación, así como también se plasman ejemplos de dichos programas, y factores de manejo de intensidades y las fuentes de color a utilizar.

Tradicionalmente se ha asumido que el uso de fotoperiodos prolongados eleva al máximo la velocidad de crecimiento de los pollos de engorda, sin embargo, las investigaciones recientes sobre la relación entre las horas de luz y diversas características de los pollos de engorda comerciales han demostrado que este concepto no es correcto. Por tal motivo en esta revisión de literatura también se proporciona información actualizada sobre la respuesta de los pollos al fotoperiodo en materia de producción, rendimiento en carne y parámetros del bienestar animal.

Las experiencias de campo y los numerosos trabajos científicos indican que los factores de la luz deben variar gradualmente a medida que los pollos crecen. Por tal motivo los programas de luz pueden dividirse o clasificarse en continuos (23 horas luz, 1 de oscuridad), intermitentes (consisten en bloques de tiempo en los que se incluyen períodos tanto de luz como de oscuridad y que se repiten durante las 24 horas), o variar al disminuir o aumentar los fotoperiodos.

Aunque cabe mencionar que actualmente los programas se basan en programas de incremento del fotoperiodo caracterizados por un periodo de luz cortó al comienzo, con un incremento gradual hasta llegar a la edad del sacrificio.

Revisando todo lo anterior, se da por entendido que el rendimiento más probablemente óptimo se alcanza entre las 17 y 20 horas luz según la literatura citada y los experimentos consultados.

Por otro lado se cita acerca del color y la fuente de luz, en cuanto a la fuente de luz se encontró que actualmente se prefiere la luz fluorescente que la luz incandescente y en

cuanto al color está comprobado que la luz azul o verde estimula el crecimiento de las aves de engorda.

Para el manejo de la intensidad lumínica, se encontró que se tienen que seguir las condiciones climáticas locales, mas sin embargo es recomendable una intensidad de 30-40 lux (3-4 pies candela) durante los primeros 7 días de edad, y de al menos 5-10 lux (0.5-1.0 pies candela) a partir de entonces, mejorará el consumo de alimento y el crecimiento de pollo de engorda.

Cada vez es más frecuente que las casetas de pollos de engorda de nueva construcción se hagan sin ventanas para poder así controlar la intensidad de la luz.

Palabras clave: Pollo de engorda, programas de iluminación, fotoperiodo, intensidad, fuente y color de luz.

I. INTRODUCCIÓN.

En la avicultura moderna, la luz esta considera como una de las principales herramientas para regular el consumo de alimento, la actividad y el bienestar de los pollos de engorda en todo el mundo (Xin et al., 1993; Olanrewaju et al., 2006).

La iluminación es una importante técnica de manejo para la producción del pollo de engorda y está compuesta cuando menos por tres aspectos, a saber: longitud de onda, intensidad de la luz, y duración y distribución del fotoperiodo. Estos últimos dos aspectos se podrían considerar de manera independiente, pero ahora se sabe que sus efectos interactúan. En su mayoría, la investigación en materia de iluminación del pollo de engorda se ha dedicado al impacto del fotoperiodo y su distribución. (Olanrewaju et al., 2006).

Tradicionalmente se ha asumido que el uso de tiempos prolongados de luz en los esquemas de manejo permite que el pollo cuente con un máximo de tiempo para comer y, en consecuencia, lograr su máxima velocidad de crecimiento. (Schwean y Classen, 2010).

El desarrollo de los programas de luz en granjas tiene su inicio en los años 60, cuando varios centros de investigación, fundamentalmente en Canadá y Europa, comenzaron a criar pollos de engorda con diferentes regímenes de luz/oscuridad, buscando los beneficios que este tipo manejo pudiera aportarles. (Abad, 2005).

Inicialmente este tipo de programas se desarrolló para granjas oscuras, y fueron puestos en práctica en los países de latitud norte donde las granjas suelen ser cerradas (Abad, 2005).

Una producción eficiente de pollos de engorda requiere un ambiente óptimo y, por tanto, las mejores condiciones lumínicas posibles. El ambiente ideal para los pollos de engorda incluye una ventilación correcta, así como las condiciones de humedad y temperatura adecuada en cada fase. La iluminación, sin embargo, generalmente se subestima en el manejo de los pollos, a pesar de que controla el reloj biológico. El

crepúsculo y el amanecer, el día y la noche, forman parte de un biorritmo normal, que es necesario para el bienestar de los animales y una producción eficiente (HATO agricultural lighting, 2017).

II. OBJETIVO GENERAL

- Conocer cómo es que influyen los programas de iluminación en el comportamiento productivo del pollo de engorda a lo largo de su ciclo.

III. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Describir y comentar que son y cómo funcionan los programas e intensidades de iluminación en el pollo de engorda en su vida productiva.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Programa de iluminación

Los programas de iluminación deben ser simples en su diseño y fáciles de implementar. El programa óptimo de iluminación para una parvada dependerá de las circunstancias individuales de ésta y de los requerimientos del mercado. Los programas de iluminación están sujetos a las legislaciones locales, las cuales deben tenerse en cuenta en el diseño del programa. Sin embargo, hay unos puntos básicos de manejo que deben seguirse bajo cualquier condición, aunque se pueden hacer ajustes según las circunstancias de la parvada (Aviagen, 2014).

La iluminación y el manejo que se les dé (las horas de luz y oscuridad, así como la distribución de la luz durante el día) pueden tener un impacto en la productividad y el bienestar del pollo de engorda. El pollo de engorda se beneficia de un patrón definido de luz y oscuridad (día y noche), creando diferentes períodos para el descanso y la actividad. Muchos procesos fisiológicos y de comportamiento importantes siguen ritmos normales diurnos. Por lo tanto, contar con ciclos definidos de luz y oscuridad permite que las aves experimenten patrones naturales de crecimiento, desarrollo y comportamiento (Aviagen, 2014).

Cuando hablamos de programas de luz debemos fijarnos tanto en las horas de oscuridad que daremos como la intensidad de luz durante las mismas.

Los programas que existen se basan en general en la maximización de la ingesta de alimento durante el día. Hay programas en los que se utiliza luz continua o de 23 horas luz y 1 de oscuridad. Sin embargo, se ha encontrado cierta influencia de este tipo de programas en la presentación de enfermedades de tipo metabólico y por lo tanto no se recomiendan muy comúnmente (Nieto, 2007).

Actualmente los programas se basan en programas de incremento del fotoperiodo caracterizados por un periodo de luz corto al comienzo, con un incremento gradual hasta llegar a la edad del sacrificio. Este sistema, reduce el consumo de alimento y el

crecimiento durante la etapa más crítica, en donde el crecimiento proporcional en talla es mayor (primeras 3 semanas) y por ende disminuyen las enfermedades, de tipo metabólico, anomalías de patas y muerte súbita, en comparación con otros programas de luz continua, en este se reduce el peso de las tres primeras semanas, pero no el peso a la edad del sacrificio (Nieto, 2007)

4.2 Duración de los programa de iluminación

La duración del fotoperiodo en avicultura puede variar enormemente (desde 2-3 horas hasta 24 horas de luz al día). No obstante, se recomienda, desde el punto de vista del bienestar animal, que las aves reciban, al menos 8 horas de luz al día cuando no tengan acceso a la luz natural. Si bien no está claro si las 8 horas de luz al día deben ser continuas o intermitentes, en cualquier caso, el proporcionar menos de 8 horas va en detrimento del bienestar del ave (Hevia, 2005).

En líneas generales, el pollo de carne es sometido a fotoperiodos de 23 h. de luz y a las gallinas ponedoras a 16 h. de luz. La razón por la cual el pollo de carne recibe, al menos, una hora de oscuridad, es para que se acostumbre a la misma, de tal manera que ante un apagón repentino, por un fallo en el suministro eléctrico, no se produzcan situaciones de pánico y estampidas (Sykes, 1988).

El programa de iluminación aplicado por muchos productores en el pasado ha consistido, esencialmente, en suministrar iluminación continua (un período largo y continuo de luz, seguido de un período de oscuridad corto, de hasta una hora). La creencia era que si las luces estaban encendidas continuamente, las aves comerían y beberían más, y así crecerían más rápidamente. Ahora se ha demostrado que esta teoría es falsa: no sólo la luz continua, o casi continua, puede resultar en bajo peso al mercado, sino que también impacta negativamente la salud y el bienestar del ave. (Aviagen, 2014)

Por lo tanto, Aviagen no recomienda la aplicación de iluminación continua o casi continua durante toda la vida de la parvada.

Así mismo el grado en el que un programa de iluminación influye en la producción de pollo de engorda depende de varios factores como lo son (Aviagen, 2014):

- El momento en el que se implementa el programa: una implementación temprana es más efectiva en cuanto al beneficio de la salud del ave.
- Edad de sacrificio: las aves mayores tienen una probabilidad más alta de beneficiarse más de la exposición a la oscuridad
- Medio ambiente: los efectos de aumentar la densidad poblacional a niveles superiores a los recomendados son peores cuando el período oscuro es más prolongado, pero algunos ajustes, como el uso de sistemas "del amanecer hasta el anochecer" pueden ayudar a aliviar estos problemas
- Manejo del comedero: los efectos de un espacio de comedero limitado pueden empeorar cuando el período oscuro es más prolongado; pero, nuevamente, un manejo adecuado de los programas de iluminación, como los sistemas del amanecer hasta el anochecer, pueden ayudar a reducir estos problemas
- Velocidad de crecimiento del ave: el impacto de la iluminación es mayor en las aves que crecen más rápidamente

Como regla general todos los programas de iluminación deben proporcionar un fotoperiodo prolongado, como el que consiste en 23 horas de luz y una hora de oscuridad en las etapas iniciales del crecimiento (desde el día 1 hasta los 7 días de edad). Esto garantizará que las aves tengan una buena ingesta de alimento en su inicio (Aviagen, 2014)

Reducir las horas de luz prematuramente causará una reducción en la actividad de ingesta de alimento y de agua, y reducirá la ganancia de peso corporal. Se recomienda que se suministre un mínimo de 4 horas de oscuridad a partir de los 7 días de edad. No hacerlo puede resultar en:

- Conductas anormales en el consumo de alimento y agua, debido a la privación de sueño
- Desempeño biológico sub óptimo
- Reducción en el bienestar animal

Existen reportes científicos que indican que disminuyendo el fotoperiodo se pueden reducir problemas metabólicos como ascitis, muerte súbita, discondroplasia tibial y otros desórdenes del sistema esquelético (Buyse et al., 1996; Brickett et al., 2007; Petek et al., 2005)

Aplicar un incremento en la cantidad de luz justo antes del sacrificio (por ejemplo, aumentar a 23 horas de luz los 3 días previos al sacrificio), puede ayudar con el proceso de retiro del alimento (al estabilizar los patrones de ingesta) y con la captura (al estar las aves más calmadas), pero puede producir un efecto negativo en la conversión alimenticia y no estar alineado con la legislación de algunas áreas (Aviagen, 2014).

4.3 Iluminación

La iluminación es un factor de gran importancia primordialmente por su fuerza estimulante y reguladora del ritmo vital de las aves, la luz actúa sobre los sistemas nerviosos y hormonales que rige el metabolismo del ave (Sánchez, 2000)

El programa de iluminación cuenta con cuatro componentes importantes:

- Duración del fotoperiodo - el número de horas de luz y de oscuridad en un ciclo de 24 horas
- Distribución del fotoperiodo - cómo están distribuidas las horas de luz y de oscuridad en el ciclo de 24 horas
- Longitud de onda - color de la luz
- Intensidad de la luz - qué tan luminosa es la luz

Los efectos interactivos de estos factores deben tenerse en cuenta cuando se suministra iluminación a los pollos. Por ejemplo, algunos parámetros de producción o bienestar (crecimiento, conversión alimenticia, mortalidad) pueden variar según los cambios en la distribución de la luz y la oscuridad. Adicionalmente, cuando cambia la intensidad de la luz, también cambia la longitud de onda (Aviagen, 2014).

Los largos periodos de iluminación estimulan al pollo a consumir más alimento de manera que engorde más rápidamente. Actualmente la iluminación sea natural o artificial es un factor considerado cada vez más importante en la eficiencia productiva del ave. (Sánchez, 2000).

En los pollos de engorda la tasa de crecimiento puede ser afectada por el programa de iluminación. Se encontró que la iluminación es un factor que influye en las características productivas y reproductivas de las aves, por lo que se hace necesario el uso correcto de ellas desde el punto de vista del fotoperiodo, su intensidad y calor para que las aves produzcan más carne (Sánchez, 2000).

4.4 Influencia del fotoperiodo

Sistema inmune.- se encontró que los periodos de luz u oscuridad o ritmo diurno de un típico programa de luz aumentan la producción de melatonina. La melatonina es una hormona que se secreta por una glándula del cerebro (glándula pineal) y su producción se estimula durante las horas de oscuridad y es inhibida durante las horas de luz. La melatonina tiene un efecto inmunoestimulante: cuando se inhibe artificialmente su secreción disminuye la producción de anticuerpos y el tamaño y peso del timo, mientras que cuando se estimula su secreción, aumenta la inmunocompetencia de los animales y éstos se encuentran más preparados para afrontar cualquier tipo de estrés. Así se ha demostrado que animales que tienen altos niveles de melatonina sufren menos lesiones ante infecciones, como la bronquitis (Abad, 2005)

Mejora de índices productivos.- debido a que se retrasan el crecimiento durante la segunda y tercera semana de vida, pero a partir de la cuarta semana aparece un mayor crecimiento debido, por un lado, a un mejor estatus de salud general y, por otro, a un estímulo de crecimiento al ir aumentando la duración del fotoperiodo, lo que se ha visto sobre todo en los machos por un aumento de la producción de andrógenos, que son anabólicos los podrán causar un crecimiento compensatorio o adicional.

Además, dar un periodo de oscuridad a los pollos de engorda permite disminuir su consumo energético, debido a la menor actividad en el periodo de oscuridad, durante el tiempo de descanso. Todo esto hace que los pollos criados con periodos de oscuridad tengan una mejor eficacia alimenticia que conlleva un menor índice de conversión (Abad, 2005).

Existen varios reportes que muestran el efecto que tiene la duración del fotoperiodo sobre las ganancias de peso en el pollo de engorda. La cantidad de luz que requieren estos animales es solo la necesaria, para que le permita moverse para comer y beber (Lozano, 2005).

4.5 Programas de iluminación que demuestran la influencia que tiene el fotoperiodo en el pollo de engorda

En una investigación realizada entre Aviagen y la Universidad de Saskatchewan se examinó la relación que existe entre la exposición a la oscuridad y diferentes características del pollo de engorda comercial. Los documentos relacionados con esta investigación describirán el impacto de 14 L, 17 L, 20 L y 23 L, siendo L horas de luz al día, proporcionando la oscuridad en un solo período continuo, para determinar los parámetros de producción y rendimiento en carne, el bienestar y la salud de las aves.

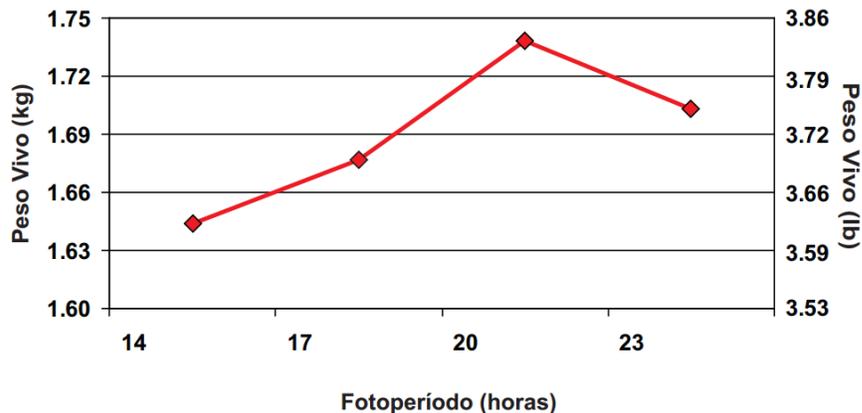
El experimento se realizó de la siguiente manera:

- Se realizaron cuatro pruebas para determinar el efecto del fotoperiodo, sobre los parámetros de producción de los pollos de engorda.
- El tratamiento de iluminación consistió en 14 horas de luz, 17 horas de luz, 20 horas de luz y 23 horas de luz al día. Todos los períodos de oscuridad se proporcionaron en un solo bloque al día.
- Todas las aves recibieron 23 horas de luz durante los primeros 7 días, con una intensidad de 20 lux. (1 lux = 1/683 W/m²)

- Los pesos corporales y el consumo de alimento se registraron a los 0, 7, 31 ó 32, 38 ó 39, y 48 ó 49 días de edad.
- La conversión alimenticia se calculó con y sin corrección para la mortalidad.
- El enfoque del presente informe es la influencia del programa de iluminación sobre el rendimiento promedio del pollo de engorda.

4.5.1 Influencia del fotoperiodo sobre la producción y el rendimiento en carne del pollo de engorda. (Schwean, L. K. y Classen, H. 2010. Universidad de Saskatchewan)

Se encontró que el número de horas de luz al día tuvo un impacto importante sobre la tasa de crecimiento y los efectos fueron dependientes de la edad al sacrificio. A los 31 ó 32 días, el peso corporal respondió al fotoperiodo de manera cuadrática, alcanzando su máximo significativo (pico) de peso corporal con 20 L (Gráfica 1).



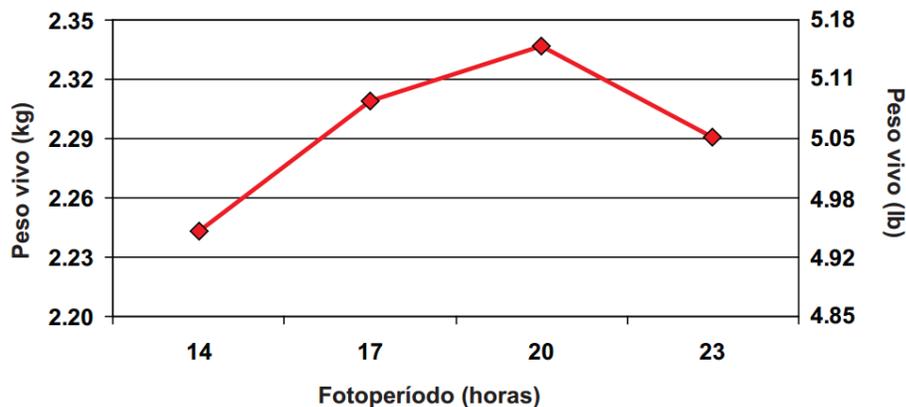
Gráfica 1: Efecto del fotoperíodo sobre el peso corporal a los 31 o 32 días de edad.

(Fuente: Schwean, L. K. y Classen, H. 2010. Iluminación para Pollo de Engorde)

Esto contradice el paradigma de que la luz constante o casi constante genera los mayores pesos corporales en las aves que se procesan a edades tempranas. Con base en la gráfica se puede inferir que disminuir el fotoperiodo a menos de 20 L reduce el peso corporal.

En las aves que se desarrollan hasta los 38 ó 39 días, se presenta una tendencia similar (Gráfica 2). Con una respuesta cuadrática, ya que los mayores pesos corporales se alcanzaron con 20 L, obteniéndose valores menores con fotoperiodos más largos o más cortos.

El tratamiento con 23 L en realidad generó pesos numéricamente inferiores que los obtenidos con 17 L, indicando que conforme aumenta la edad de los animales se pueden adaptar si se les da suficiente tiempo y pueden modificar su comportamiento de consumo para compensarlo cuando los días son más cortos y las noches más largas.

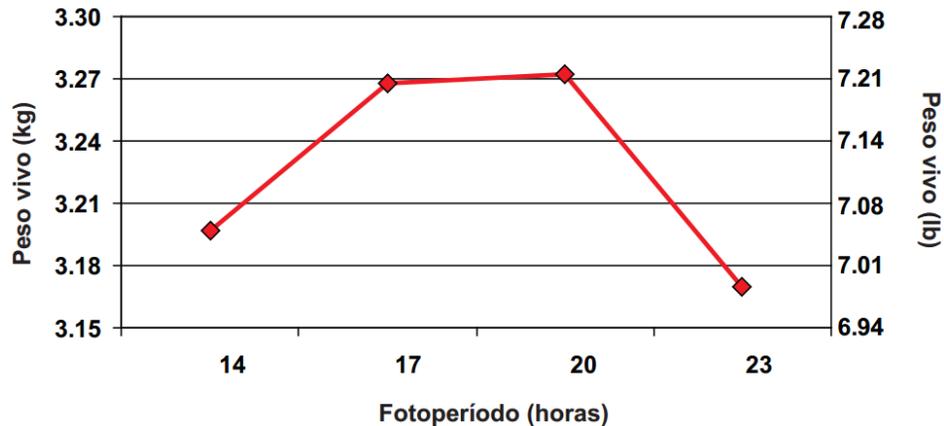


Gráfica 2: Efecto del fotoperíodo sobre el peso corporal a los 38 o 39 días de edad.

(Fuente: Schween, L. K. y Classen, H. 2010. Iluminación para Pollo de Engorde)

Cuando las aves se desarrollaron a pesos todavía mayores (aproximadamente 3.2 Kg a 48 ó 49 días), la práctica de aumentar el período oscuro fue benéfica. El peso corporal máximo se alcanzó en los pollos que recibieron los tratamientos de 17 L y 20

L. Las aves que recibieron 14 L mostraron crecimiento compensatorio y su peso fue igual al de las sometidas a 23 L (Gráfica 3).



Gráfica 3: Efecto del fotoperíodo sobre el peso corporal a los 48 o 49 días de edad.

(Fuente: Schwean, L. K. y Classen, H. 2010. Iluminación para Pollo de Engorde)

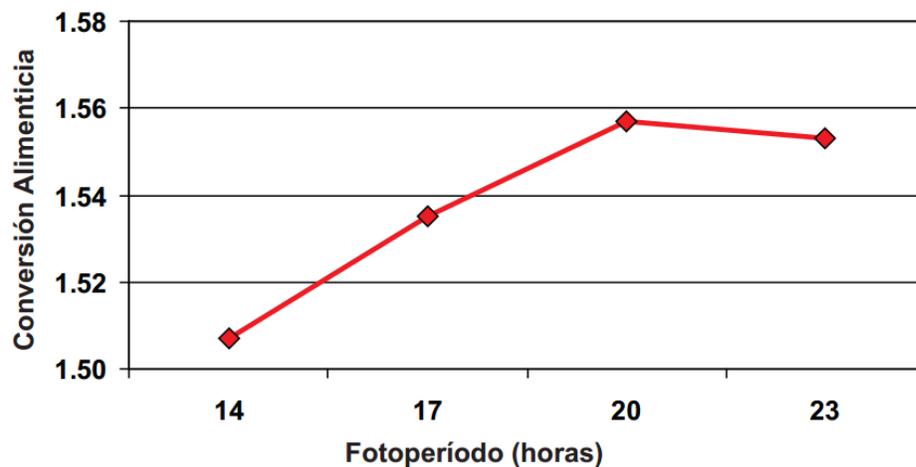
4.5.2 Influencia del fotoperíodo sobre la conversión alimenticia del pollo de engorda. (Schwean, L. K. y Classen, H. 2010. Universidad de Saskatchewan).

Proporción entre el Consumo de Alimento y la Ganancia de Peso.

Este concepto, conocido como conversión alimenticia, es un método que se utiliza comúnmente en la industria para evaluar la eficiencia con la que los pollos de engorda transforman el alimento en peso corporal. (Schwean, L. K. y Classen, H. 2010).

Los efectos del fotoperíodo sobre esta característica se muestran en las gráficas 4, 5 y 6 sin hacer correcciones para tomar en cuenta la mortalidad ni el peso corporal.

La conversión alimenticia de 0 a 31 o 32 días mejoró cuadráticamente conforme disminuyó el fotoperíodo, de tal manera que las aves más eficientes fueron las que recibieron 14 L (Gráfica 4). La conversión alimenticia de las aves con 20 L y 23 L es similar.

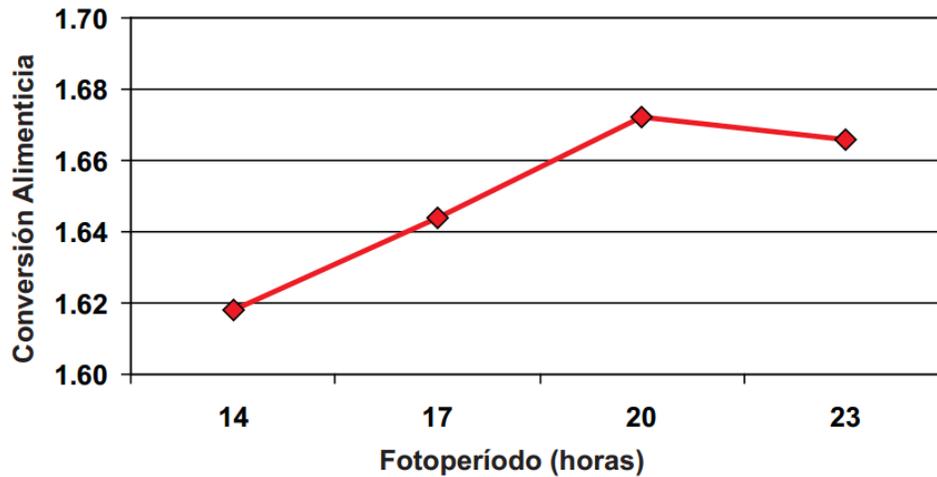


Gráfica 4: Efecto del fotoperíodo sobre la conversión alimenticia de los pollos de 0 a 31 o 32 días de edad.

(Fuente: Schwean, L. K. y Classen, H. 2010. Iluminación para Pollo de Engorde)

La gráfica indica entonces que por cada 1.5 kg de alimento consumido, el pollo aumentó 1 kg de peso vivo. Siendo el fotoperíodo de 14 L el que obtuvo la mejor conversión alimenticia, y así sucesivamente con las demás gráficas.

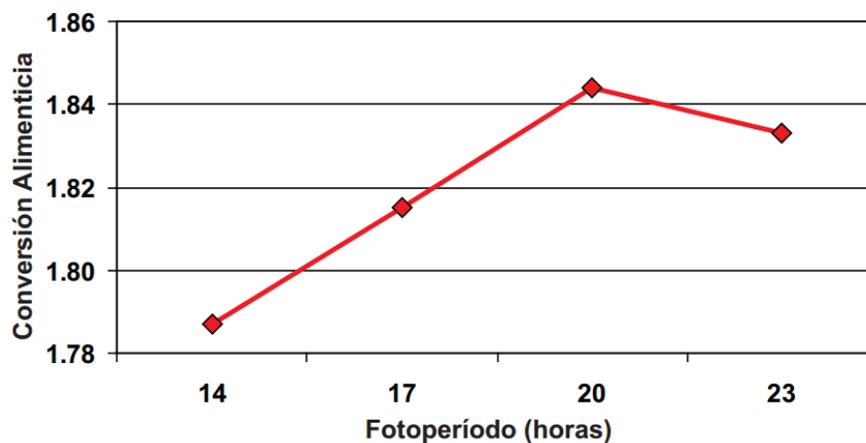
Los datos para 0-38 o 39 días son similares (Gráfica 5). La respuesta es nuevamente cuadrática y una reducción del fotoperíodo mejora la conversión alimenticia. El efecto del número de horas de luz al día no está relacionado con la ganancia de peso, pues las aves desarrolladas con 23 L tuvieron el mismo peso que las que recibieron 17 L, pero en estas últimas se mejoró significativamente la conversión alimenticia.



Gráfica 5: Efecto del fotoperíodo sobre la conversión alimenticia de los pollos de engorde de 0 a 38/39 días de edad.

(Fuente: Schwean, L. K. y Classen, H. 2010. Iluminación para Pollo de Engorde)

La gráfica 6 muestra los datos correspondientes a las aves desarrolladas de 0 a 48 ó 49 días. La forma de esta curva es similar a la de las otras edades al mercado y, una vez más, la mejor conversión alimenticia con fotoperíodos más cortos no se debe a una diferencia en la velocidad de crecimiento, pues tanto 14 L como 17 L generaron pesos corporales iguales o superiores a los obtenidos con 23 L.

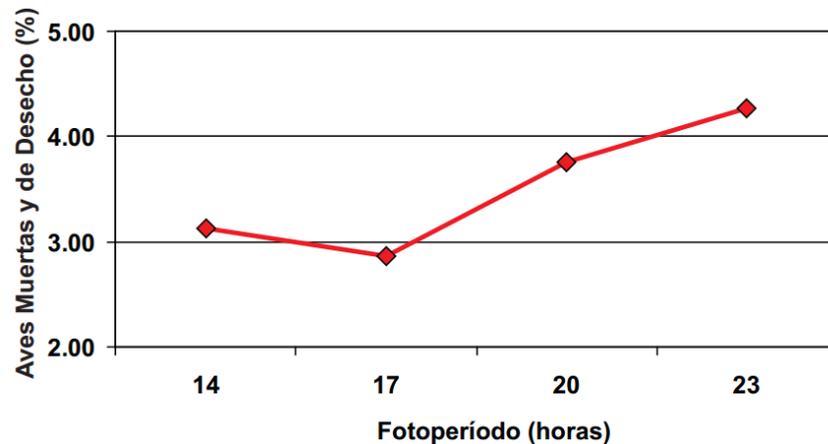


Gráfica 6: Efecto del fotoperíodo sobre la conversión alimenticia de los pollos de engorde de 0 a 48 ó 49 días de edad.

(Fuente: Schwean, L. K. y Classen, H. 2010. Iluminación para Pollo de Engorde)

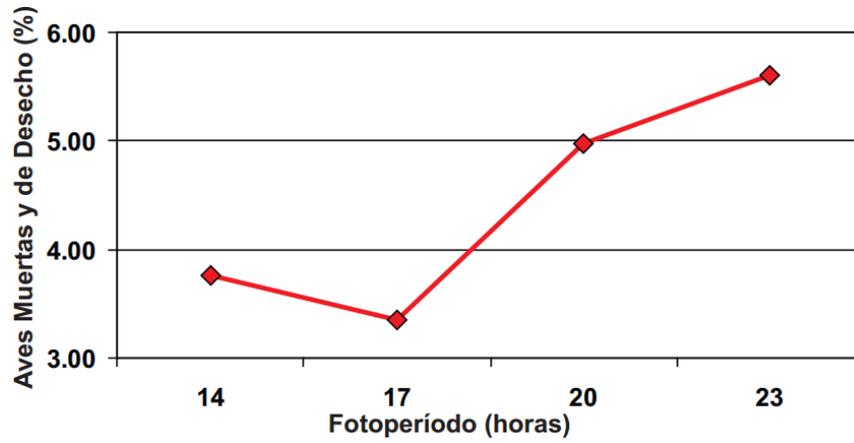
4.5.3 Influencia del fotoperiodo sobre la mortalidad en el pollo de engorda. (Schwean, L. K. y Classen, H. 2010. Universidad de Saskatchewan)

El efecto del fotoperiodo sobre el porcentaje de mortalidad y el número de aves de desecho de 7 a 31 o 32, 38 o 39 y 48 o 49 días se muestra en las gráficas 10, 11 y 12. Puede verse que el fotoperiodo tiene un impacto lineal sobre el número de aves muertas y de desecho en una parvada de pollos de engorda. La reducción del fotoperiodo da como resultado menos mortalidad y menos desechos, independientemente de la edad al sacrificio. Es importante notar que el reducir el fotoperiodo a menos de 17 L no generó una reducción mayor en la mortalidad. Las diferencias en mortalidad se deben principalmente a la incidencia de síndrome de muerte súbita, debilidad de las piernas y –en menor grado– al proceso infeccioso bacteriano.



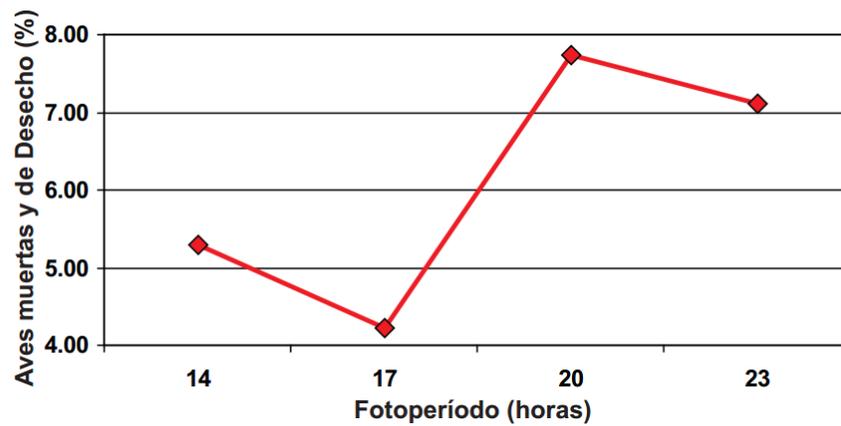
Gráfica 7: Efecto del fotoperiodo sobre la incidencia (%) de aves muertas y de desecho de 7 a 31 ó 32 días de edad.

(Fuente: Schwean, L. K. y Classen, H. 2010. Iluminación para Pollo de Engorde)



Gráfica 8: Efecto del fotoperíodo sobre la incidencia (%) de aves muertas y de desecho de 7 a 38 ó 39 días de edad.

(Fuente: Schwean, L. K. y Classen, H. 2010. Iluminación para Pollo de Engorde)



Gráfica 9: Efecto del fotoperíodo sobre la incidencia (%) de aves muertas y de desecho de 7 a 48 ó 49 días de edad.

(Fuente: Schwean, L. K. y Classen, H. 2010. Iluminación para Pollo de Engorde)

A partir de ello Aviagen y la Universidad de Saskatchewan determinaron que:

- El crecimiento se eleva al máximo con 20 horas de luz.
- Las aves que se comercializan a edades mayores (48 ó 49 días) son capaces de adaptarse a fotoperiodos más cortos, por lo que éstos se pueden reducir a 17 horas sin afectar la tasa de crecimiento.
- Cuando las aves se sacrifican más jóvenes (31 ó 32 días de edad) los fotoperiodos cortos (menos de 20 horas) tienen claramente un impacto negativo sobre la tasa de crecimiento y el consumo de alimento.
- La conversión alimenticia mejora con fotoperiodos más cortos.
- La mortalidad mejora con fotoperiodos más cortos, pero el reducirlos a menos de 17 horas no brinda beneficio alguno.

Resulta difícil recomendar un programa de iluminación para todas las situaciones de producción en pollo de engorda, sin embargo, se deben considerar los siguientes puntos a la hora de implementarlo:

- Mercado (canal entera, pollo en piezas, etc.) la forma en cómo se comercializará.
- Edad al sacrificio, con base en las pruebas anteriores se puede decidir a qué edad es más conveniente llevar a cabo el sacrificio.
- Costo del alimento e impacto del fotoperiodo sobre la eficiencia alimenticia.
- Consumo de alimento e impacto negativo del efecto de poco espacio de comedero o alta densidad de población, que se complica con fotoperiodos demasiado cortos.
- Tipo de alimento - alimentos con baja densidad o en harina requieren más tiempo para comer, por lo que los fotoperiodos cortos pueden reducir el consumo.

Todo es recomendado para que al final se alcance el óptimo desarrollo del pollo de engorda. (Schwean, L. K. y Classen, H. 2010).

4.6 Ejemplos de programas de iluminación en base al Manual Ross

4.6.1 Programa día corto - incremento gradual

Estos tipos de programas combinan fotoperiodos cortos en el período crítico de 7 a 14 días con incrementos constantes en el número de horas luz a edades posteriores. Se ha observado que estos programas son particularmente efectivos para parvadas de machos y mixtas con las que se desee alcanzar pesos promedio de 2 kilos o más (cuadro 1).

Cuadro 1. Ejemplo de un programa de iluminación de días cortos con incremento gradual de la luz adecuado para parvadas de machos o mixtas, sacrificadas a más de 2 kg.

EDAD	LUZ (horas)	OSCURIDAD (horas)
0 a 6 días	23	1
*7 a 21 días	18	6
22 a 28 días	20	4
29 días al mercado	23	1

*Los programas de control del crecimiento sólo se debe iniciar a menos de 7 días de edad, cuando se sabe que las aves están alcanzando los pesos corporales objetivos.

(Fuente: manual de manejo de pollo de engorde Ross, 2002.)

4.6.2 Día corto - incremento en un solo paso

Estos programas combinan un fotoperiodo corto en el período crítico de 7 a 21 días, incrementando en un solo paso el número de horas de luz al día. Estos programas son sencillos de manejar y son particularmente efectivos en parvadas de ambos sexos (mixtas). (Cuadro 2)

Cuadro 2. Ejemplo de un programa de día cortó adecuado para parvadas desarrolladas a 2 kg.

EDAD	LUZ (horas)	OSCURIDAD (horas)
0 a 6 días	23	1
*7 a 21 días	20	4
22 al mercado	23	1

*Los programas de control del crecimiento solo se deben iniciar a menos de 7 días de edad, cuando se sabe que las aves están alcanzando los pesos corporales objetivo.
Es probable que los pesos programas de iluminación no resulten beneficios cuando las parvadas son criadas a pesos inferiores a 2 kg al sacrificio.

(Fuente: manual de manejo de pollo de engorde Ross, 2002.)

4.7 Ejemplos de programas de iluminación en base al Manual Cobb

4.7.1 Programa de iluminación estándar – opción 1

- Peso al beneficio: <2,5 kg.

Cuadro 3. Programa de iluminación estándar – opción 1.

Edad Días	Horas de Oscuridad	Horas de Cambio
0	0	0
1	1	1
100 a 160 gramos	6	5
Cinco días antes del beneficio	5	1
Cuatro días antes del beneficio	4	1
Tres días antes del beneficio	3	1
Dos días antes del beneficio	2	1
Un día antes del beneficio	1	1

(Fuente: Cobb, guía de manejo del pollo de engorde. 2012.)

El cuadro 3, se interpreta de la siguiente forma, al primer día de nacido del pollo solo recibirá una hora de oscuridad, lo que quiere decir que en horas de cambio solo habrá una porque de 24 horas luz solo una es de oscuridad y ese es el cambio que se tiene.

Cuando se pasa de 100 a 160 gramos que es cuando el pollo tiene una edad aproximada de siete días, se tiene seis horas de oscuridad, lo que quiere decir que hubo cinco horas de cambio ya que de una hora de oscuridad paso a seis horas. Y así sucesivamente con cada edad a la que avanza el pollo y en los cuadros siguientes (4 y 5).

4.7.2 Programa de iluminación estándar – opción 2

- Peso al beneficio: 2,5 – 3,0 kg.

Cuadro 4. Programa de iluminación estándar – opción 2.

Edad Días	Horas de Oscuridad	Horas de Cambio
0	0	0
1	1	1
100 a 160 gramos	9	8
22	8	1
23	7	1
24	6	1
Cinco días antes del beneficio	5	1
Cuatro días antes del beneficio	4	1
Tres días antes del beneficio	3	1
Dos días antes del beneficio	2	1
Un día antes del beneficio	1	1

(Fuente: Cobb, guía de manejo del pollo de engorde. 2012.)

4.7.3 Programa de iluminación estándar – opción 3

- Peso al beneficio: >3,0 kg.

Cuadro 5. Programa de iluminación estándar – opción 3.

Edad Días	Horas de Oscuridad	Horas de Cambio
0	0	0
1	1	1
100 a 160 grams	12	11
22	11	1
23	10	1
24	9	1
29	8	1
30	7	1
31	6	1
Cinco días antes del beneficio	5	1
Cuatro días antes del beneficio	4	1
Tres días antes del beneficio	3	1
Dos días antes del beneficio	2	1
Un día antes del beneficio	1	1

(Fuente: Cobb, guía de manejo del pollo de engorde. 2012.)

4.8 Programas de iluminación intermitente en casetas cerradas.

Los programas de iluminación intermitente consisten en bloques de tiempo que incluyen períodos de luz y períodos de oscuridad, los cuales se repiten a lo largo del día (cuadro 6). Dividir el período oscuro en dos o más secciones puede tener impactos en algunos parámetros de producción del pollo de engorda. El peso corporal a la edad del mercado y el porcentaje de carne de pechuga pueden ser más altos (Aviagen, 2014).

El período de luz dentro de cada bloque de tiempo, se incrementa a medida que avanza la edad de las aves para permitirles comer lo suficiente y mantener la tasa deseada de crecimiento. La tendencia es combinar los programas de iluminación intermitente con los de control del alimento (Aviagen, 2002).

Con el uso de programas de iluminación intermitente las aves reciben comidas discretas, es decir, períodos cortos para alimentarse, seguidos de períodos para la digestión (períodos oscuros); la actividad adicional causada por un patrón normal de luz y oscuridad puede beneficiar la salud de las piernas y la calidad de la canal. (Aviagen, 2014).

Si se utilizan programas de iluminación intermitente, el protocolo debe diseñarse lo más simple posible para permitir una implementación práctica y, según las recomendaciones, se debe proporcionar al menos un bloque de 4 horas continuas de oscuridad. Todo programa de iluminación intermitente debe acogerse a la normativa local. (Aviagen, 2014).

Cuadro 6. Ejemplo de un programa de iluminación intermitente adecuado para parvadas sacrificadas a 42 días.

EDAD	LUZ/ OSCURIDAD (horas)		LUZ / OSCURIDAD (horas)		LUZ/ OSCURIDAD (horas)		LUZ/ OSCURIDAD (horas)	
0-6 días	23	1						
*7-35 días	5	1	5	1	5	1	5	1
36-42 días	23	1						

(Fuente: manual de manejo de pollo de engorde Ross, 2002).

Los programas de luz intermitente también pueden ser de gran valor para reducir los efectos del estrés por calor sobre el rendimiento de los pollos (Cuadro 7). La actividad adicional que inducen los cambios realizados con regularidad entre luz y oscuridad, ayuda a disipar el calor que se acumula entre las aves. En climas extremos, la combinación de iluminación intermitente con alimentación intermitente (o sea, servir el alimento sólo durante los períodos frescos del día) reducirá significativamente la mortalidad que causa el estrés por calor y mejorará el rendimiento. (Aviagen, 2002).

Cuadro 7. Ejemplo de un programa de luz intermitente para reducir los efectos del estrés por calor

EDAD	FOTOPERIODO
0 a 6 días	24 horas de luz
7 a 21 días	23 horas de luz por 1 hora de oscuridad
22 días	2 horas de luz/ 2 horas de oscuridad ó
al sacrificio	1 hora de luz/ 3 horas de oscuridad

(Fuente: manual de manejo de pollo de engorde Ross, 2002.)

4.9 Color y fuente de luz

En la avicultura moderna, la luz fluorescente es preferida a la luz incandescente ya que proporcionando la misma intensidad, supone un menor coste energético y una mayor duración, a pesar de su mayor inversión inicial (Quiles y Hevia, 2005).

Se ha sugerido que la luz verde estimula el crecimiento de los pollos, sobre todo a edades tempranas, mientras que luz azul estimula el crecimiento al final del periodo de crianza (Abad, 2005).

Estos espectros de luz parece que aceleran el crecimiento muscular. Esta aceleración del crecimiento, asociada a un estímulo de un determinado espectro de luz, se relaciona con el efecto que tiene sobre las hormonas tiroideas, que son importantes promotores de crecimiento (Abad, 2005).

Por lo tanto, 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).

Se pueden utilizar diferentes tipos de fuentes de luz para pollos de engorda (figura 1), los más comunes son:(Aviagen, 2014).

- Incandescentes: proporcionan un buen rango espectral, pero no son eficientes en el uso de la energía

- Fluorescentes: son más eficientes que las incandescentes, pero van perdiendo intensidad con el tiempo, así que hay que cambiarlas antes de que comiencen a fallar
- LED (Diodo Emisor de Luz): son eficientes y se pueden seleccionar colores específicos. El costo inicial es elevado, pero las bombillas duran mucho más tiempo.



Figura 1. Tipos de fuentes de luz para pollos de engorde

(Fuente: Manual de manejo del pollo de engorde Ross)

4.10 Intensidad lumínica

Se deben seguir las condiciones climáticas locales sobre la intensidad lumínica, pero una intensidad de 30-40 lux (1 lux = 1/683 W/m²) durante los primeros 7 días de edad, y de al menos 5-10 lux (1 lux = 1/683 W/m²) a partir de entonces, mejorará el consumo de alimento y el crecimiento (Figura 2).



Figura 2. Ejemplo de una intensidad lumínica de 10 lux / 1 pie candela (figura izquierda) y de 30 lux / 3 pies candela (figura derecha).

(Fuente: Manual de manejo del pollo de engorde Ross)

Si se da una baja intensidad de la luz durante el día (menos de 5 lux / 0.5 pies candela) se puede tener un impacto negativo en la mortalidad, la conversión alimenticia y el crecimiento. La baja intensidad lumínica también puede (Aviagen, 2014):

- Afectar el crecimiento de los ojos
- Aumentar la incidencia de pododermatitis
- Reducir las conductas de actividad y confort (los baños de polvo, el rascado, etc)
- Impactar los ritmos fisiológicos, ya que las aves no podrán detectar la diferencia entre el día y la noche.

Inclusive, a bajas intensidades de luz, el desarrollo del ojo de las aves aumenta. La gran mayoría de las aves se llegan a acostumbrar a intensidades muy bajas o periodos muy cortos de luz, pero también se pueden presentar en algunos pollos problemas de

degeneración retinal, buftalmos, miopía, glaucoma y daño de las lentes que les lleve a la ceguera (Olanrewaju et al., 2006, 2008, 2010; Lewis y Gous, 2009).

Para lograr un nivel de oscuridad como el de la noche, la intensidad de la luz debe ser menor de 0.4 lux (0.04 pies candela). Durante la oscuridad, se debe tener la precaución de evitar la entrada de luz a través de las entradas de aire, las instalaciones de los ventiladores y los marcos de las puertas. Se deben realizar pruebas periódicas para evaluar la efectividad de estas medidas contra la entrada de luz. Una manera de hacerlo es poniéndose de pie en el centro del galpón y apagar las luces; así será posible ver si existe alguna fuga de luz hacia el interior de la edificación (Aviagen, 2014).

En la segunda semana se encontró que la intensidad más comúnmente utilizada se aproxima a 5 lux con 20 horas de luz o menos. Realmente, no existen trabajos científicos que prueben estadísticamente efectos nocivos de las altas intensidades de luz (40-150 lux) en ganancia de peso, consumo de piensos, conversión o inclusive mortalidad (Lien et al., 2009; Deep et al., 2010).

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

La intensidad lumínica debe estar distribuida uniformemente en todo el galpón. Se pueden instalar reflectores encima de las luces para mejorar la distribución. Un medidor de luz (luxómetro) es una herramienta poco costosa y muy importante para garantizar que el nivel de la intensidad sea el adecuado (Aviagen, 2014).

V. CONCLUSIÓN

Resulta difícil recomendar un programa de iluminación debido a que éste debe estar sujeto a las condiciones climáticas locales de la región, sin embargo, se encontró que:

- El rendimiento más probablemente óptimo en cuanto a parámetros productivos se alcanza entre las 17 y 20 horas luz según la literatura citada.
- Proporcionar 23 horas luz no es óptimo para el rendimiento del pollo de engorda, ya que tiene efectos negativos sobre la velocidad de crecimiento, consumo de alimento, la mortalidad y el rendimiento a la hora del sacrificio.

Por lo tanto, actualmente los programas de iluminación se basan en incrementos del fotoperiodo, caracterizados por un periodo de luz corto al comienzo, con un incremento gradual hasta llegar a la edad del sacrificio. Cabe aclarar que todos los programas de iluminación deben proporcionar un fotoperiodo prolongado 23 horas de luz y una hora de oscuridad en las etapas iniciales del crecimiento (hasta los siete días de edad). A partir del séptimo día de edad es cuando se empiezan aplicar los programas de iluminación o cuando las aves alcanzan los pesos corporales objetivo.

Si se reduce la intensidad de luz a medida que los pollos crecen, puede tener beneficios en disminuir problemas metabólicos, incrementar la viabilidad y el rendimiento. Intensidades de 30-40 lux (3-4 pies candela) durante los primeros 7 días y de 5-10 lux (3-4 pies candela) a partir de entonces son los recomendables.

El uso de luces de color verde al inicio de la producción o a edades tempranas y azul al final del periodo de crianza tienen beneficios en la inmunidad y desarrollo muscular de los pollos de engorda.

V. LITERATURA CITADA

- Abad, M. J. C. 2005. Programas de luz en granjas de broilers. Jornadas Profesionales de Avicultura de Carne. Valladolid, 25-27 de abril 2005.
- Aviagen. 2014. Pollo de engorde manual de manejo Ross. Aviagen, Inc. Cummings research park 920 explorer boulevard NW Huntsville, AL 35806 USA. Pp 88-93.
- Aviagen. 2002. Manual de manejo de pollo de engorde Ross. Aviagen, Inc. Cummings research park 920 explorer boulevard NW Huntsville, AL 35806 USA. Pp 31-35.
- Cobb vantress. 2012. Guía de manejo de pollo de engorde. Incorporated PO Box 1030 Siloam Springs, Arkansas, USA. UU. 72761-1030. Phone: (479) 524-3166, Email: info@cobb-vantress.com Pp 24-25.
- Deep A., Schwean-Lardner K., Crowe T.G., Fancher B.I., Classen H.L. 2010. Effect of light intensity on broiler production, processing characteristics, and welfare. Poultry Science 89(11):2326-2333.
- Guo Y.L., Li W.B, Chen J.L. 2010. Influence of nutrient density and lighting regime in broiler chickens: effect on antioxidant status and immune function. British Poultry Science 51(2):222-228.
- HATO. 2017. Eficiente producción de pollo de engorde con iluminación. Handelsstraat 316135 KK Sittadar los países bajos.
- Halevy O., Biran I., Rozenboim I. 1998. Various light source treatments affect body and skeletal muscle growth by affecting skeletal muscle satellite cell proliferation in broilers. Comparative Biochemistry Physiology Part A 120:317-323.
- Hevia, M. L. y Quiles, A. 2005. Influencia de la luz sobre el comportamiento de las aves. Depto. de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia.
- Lewis P.D., Gous R.M. 2009. Photoperiodic responses of broilers. II. Ocular development. British Poultry Science 50(6):667-672.

- Lien R.J., Hooie L.B., Hess J.B. 2009. Influence of long-bright and increasing-dim photoperiods on live and processing performance of two broiler strains. *Poultry Science* 88(5):896-903.
- Lozano, C. (2005). Conceptos de Iluminación en Reproductoras Pesadas y Pollos de Engorde. Universidad Nacional de Colombia: pág. 2- 10; 19-26.
- Nieto, M. M. 2007. Oscurecimiento en Pollo de Engorde. *Experiencias de Campo*.
- Olanrewaju H.A., Thaxton J.P., Dozier III W.A., Purswell J., Roush W.B., Branton S.L. 2006. A review of lighting programs for broiler production. *International Journal of Poultry Science* 5 (4): 301-308.
- Olanrewaju H.A., Thaxton J.P., Dozier III W.A., Purswell J., Collier S.D., Branton S.L. 2008. Interactive effects of ammonia and light intensity on hematochemical variables in broiler chickens. *Poultry Science* 87(7):1407-1414.
- Olanrewaju H.A., Purswell J.L., Collier S.D., Branton S.L. 2010. Effect of ambient temperature and light intensity on physiological reactions of heavy broiler chickens. *Poultry Science* 89(12):2668-2677. 37.
- Rozenboim I., Biran I., Chaiseha Y., Yahav S., Rosenstrauch A., Sklan D., Halevy O. 2004. The effect of green and blue monochromatic light combination on broiler growth and development. *Poultry Science* 83:842-845.
- Sánchez. I. 2000. Importancia de la iluminación en la cría del productor. *Revista de Agricultura*, vol. 31. 1-23p.
- Schwean, L. K. y Classen, H. 2010. Iluminación para Pollo de Engorde. Aviagen, Inc. Cummings research park 920 explorer boulevard NW Huntsville, AL 35806 USA.
- Sykes, A.H. 1988. Laying hens. En: *Management & Welfare of farm animals: The UFWA Handbook*, 3rd edition, pp: 197-219. Bailliere Tindall, UK.
- Xie D., Wang Z.X., Dong Y.L., Cao J., Wang J.F., Chen J.L., Chen Y.X. 2008. Effects on monochromatic light on immune response of broilers. *Poultry Science* 87:1535-1539.

Xin H., Berry I.L., Barton T.L., Tabler G.T. 1993. Feeding and drinking patterns of broilers subjected to different feeding and lighting programs. *Journal Applied of Poultry Research* 1993 2:365-372.