



## ENTENDIENDO LA LUZ EN LA AVICULTURA: Guía del uso de las luces LED y de otras fuentes de luz para ayudar a los productores de huevo

### RESUMEN

La luz es un aspecto esencial en la producción avícola. En la mayoría de los sistemas de alojamiento, se utiliza la luz artificial para maximizar el crecimiento de las pollonas y la producción de las ponedoras y reproductoras. Hoy en día, existe una gran variedad de bombillos disponibles para iluminar el interior de un galpón avícola, los cuáles cuentan con ventajas y desventajas. Para lograr una mejor producción, es importante entender las diferentes opciones de las luces disponibles para la avicultura al igual que comprender la terminología y el manejo de la luz.



### ENTENDIENDO LA BIOLOGÍA DE LAS AVES Y EL AMBIENTE

La iluminación es muy importante para el crecimiento de las pollonas y la producción de huevo. Ese debe ser el orden primero crecen y luego producen. Las aves domésticas ven y responden a un rango diferente del espectro del color de la luz y responden a la intensidad espectral de una manera diferente que los seres humanos. Mientras que los humanos responden a una luz de aproximadamente 400–750 nm, los pollos pueden ver una luz UV-A (315–400 nm) además de la luz de 400–750 nm. Adicionalmente, la magnitud de la sensibilidad de los espectros del color rojo y azul es mucho mayor para los pollos con alta sensibilidad a la luz de aproximadamente de 480 nm y 630 nm.

### TERMINOLOGÍA DE LA LUZ

**Fotoperíodo:** Es la duración de la luz en un período de 24 horas.

**Flux o flujo luminoso:** Es el poder total percibido de la luz producida por una fuente de luz. La unidad es el lumen (lm). El prefijo “luminoso” siempre indica que la unidad de medición se ajusta por la función de luminosidad o sensibilidad del ojo humano. El prefijo “Visible Radiante” o “Radiante” indica que la unidad de medición es en una forma “cruda” (por ejemplo – fotón total) independiente de un sistema visual particular.

**Intensidad luminosa:** Es el poder emitido por una fuente de luz en un ángulo direccional sólido. La unidad es Candela (cd).

**Luminancia:** Es el flujo total luminoso sobre una superficie. La unidad es el lux (lx) y la unidad no-métrica es el pie-candela (fc).

**Clux o Galllux:** Es el flujo total radiante incidente sobre una superficie ajustado por el color (se mide en nanómetros [nm] la curva de sensibilidad de los pollos (*gallus domesticus*). La unidad es el clux (clx).

**Espectro de luz visible:** Es la porción del espectro electromagnético visible al ojo humano o animal. La longitud de onda del espectro determina el color de la luz (430nm a 490nm es de color azul).

**Ultravioleta (UV):** Es la radiación electromagnética de 10 nm a 400 nm.

**Luz infrarroja (IR):** Es la radiación electromagnética de 700 nm a 1,000,000 nm (1 mm).

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

**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.

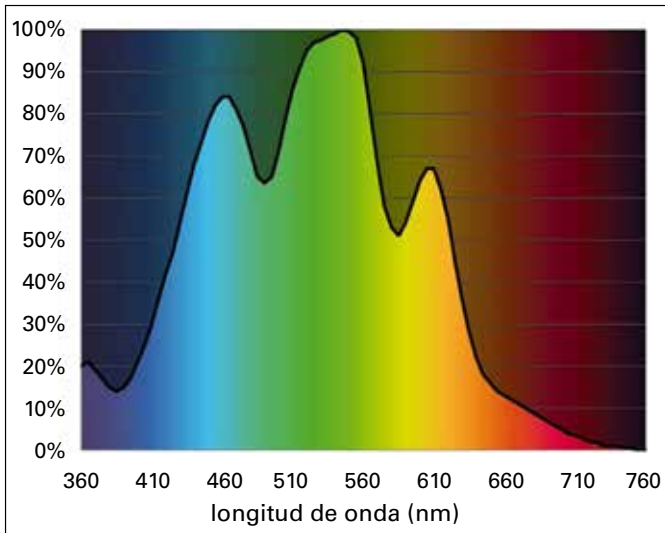


Figura 1. Respuesta espectral fotópica por una gallina doméstica.

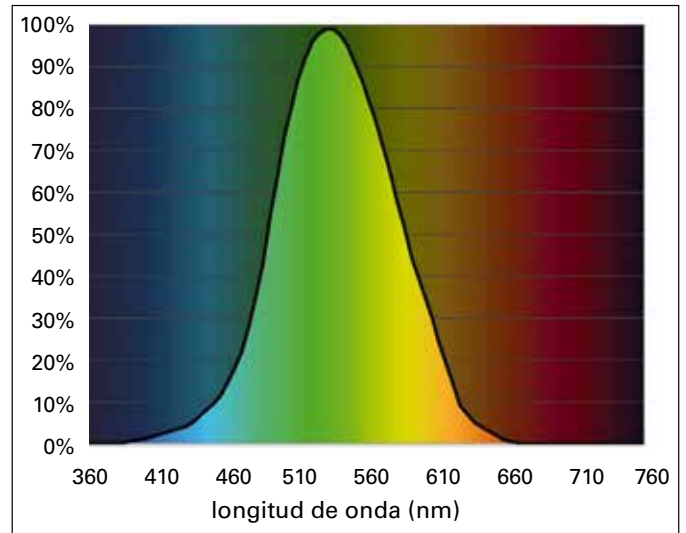


Figura 2. Respuesta espectral fotópica por un ser humano (CIE 1978).

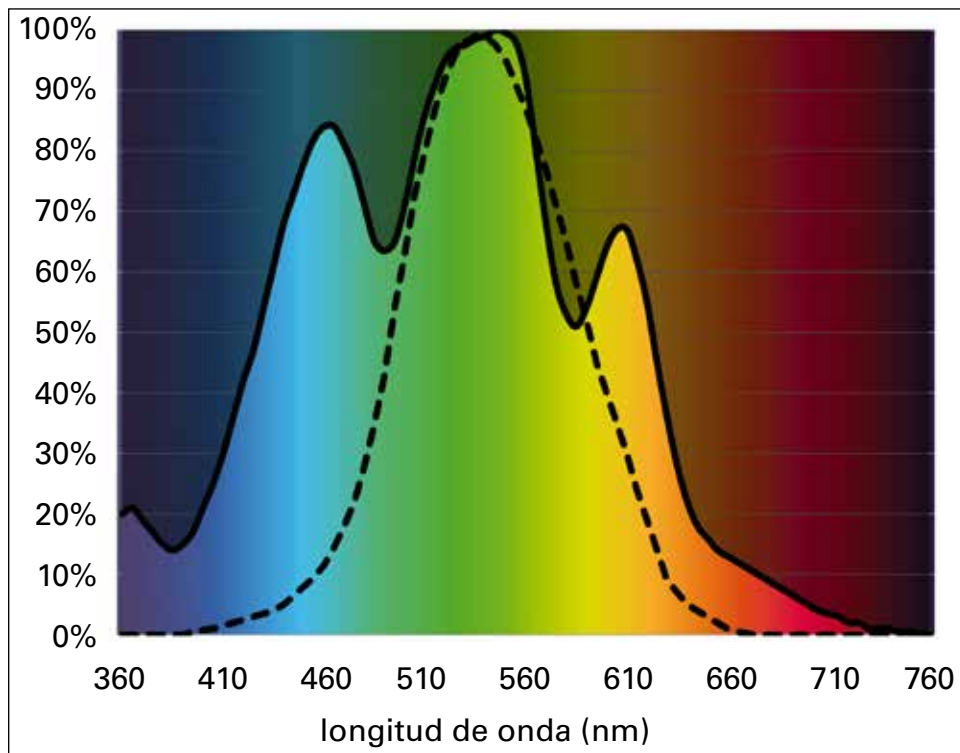


Figura 3. Comparación de la visión fotópica de un humano y un pollo.

## Entendiendo la Diferencia entre Lux y Clux

Mientras que el pico de lux se puede valorar en cualquier longitud de onda, la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) ha fijado los estándares para medir la intensidad de la luz de acuerdo a la respuesta humana de 550–560 nm. Las aves tienen tres picos foto espectrales, por lo tanto para poder medir el clux es necesario hacer cálculos adicionales utilizando los picos específicos para aves. Dependiendo de la fuente de luz y del pico del espectro, la intensidad de la luz del clux puede ser de hasta 50% o más que la del lux.

Es importante entender la diferencia entre el lux y el clux para que el productor pueda seleccionar los bombillos adecuados y reconocer las limitaciones que tienen los medidores de luz tradicionales. El uso de los medidores de luz tradicionales puede indicar la intensidad de luz en un galpón, pero siempre va a haber una diferencia entre el lux y el clux.

## **La Biología de las Aves y el uso de la Luz**

Las aves detectan la luz no solamente a través de los receptores del cono de la retina del ojo, sino también a través de los foto-receptores retinales en la glándula pineal y glándula hipotalámica. La respuesta a la luz controla el ritmo circadiano en un ciclo de 24-horas, en los aspectos hormonales y de comportamiento del ave. Los humanos son tricromaticos 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<sup>1</sup>.

En la avicultura, la luz roja es muy importante para la estimulación sexual y para la producción de huevo. Las aves expuestas a la luz roja constantemente producen más huevos que los grupos de aves expuestas a otros colores de luz tales como azul, verde o blanca. La luz roja puede penetrar al cráneo para estimular los foto receptores retíales. La luz roja (aprox. de 650 nm) penetra al cráneo y al cerebro (hipotálamo) de cuatro a 50 veces más eficientemente que las luces<sup>2</sup> de color azul, verde, amarilla-naranja. El hipotálamo es importante para regular la producción de las hormonas importantes para la producción de huevo.

### **Ambientes de Luz**

La duración, intensidad y espectro de luz afecta a las aves. La luz puede utilizarse como una herramienta de manejo para ayudar a optimizar el crecimiento de la pollona, la edad de la madurez sexual, el peso y la producción de huevo en las aves ponedoras bajo una variedad de ambientes.

**Duración** – Como regla general, la disminución de la duración de la luz se utiliza durante el crecimiento de las pollonas y el aumento de la duración de la luz se utiliza para estimular a las ponedoras. La estimulación con luz (generalmente un aumento tan pequeño como de una hora) tiene un efecto inmediato en la producción de las hormonas reproductivas. El nivel estándar de luz para una producción máxima es de 16 horas. Lo ideal es alcanzar 16 horas de luz a las 30–35 semanas de edad para ayudar a prolongar el pico de producción.

**Espectro** – Hay que entender el color del espectro que tiene una fuente de luz para que los productores puedan seleccionar el bombillo que provea la cantidad apropiada de luz roja, verde y azul. El color del bombillo puede estar expresado en grados Kelvin (K) y el índice de rendimiento del color (CRI).

Sin embargo, ninguna de estas medidas expresa la intensidad del pico espectral en el espectro rojo, verde, y azul que son importantes para el crecimiento y la producción. Las investigaciones en los pollos de engorde han demostrado que las luces LED de color azul y verde ayudan al crecimiento<sup>4</sup>. Las investigaciones en las aves ponedoras indican que las luces LED con una mayor porción de espectro azul y verde resultan en un mejor peso corporal y mejor uniformidad comparado con los bombillos de luz incandescente, aunque se necesitan más datos (Settar, datos no publicados). En general, las pollonas pueden criarse creciendo con luz cálida o fría, pero las ponedoras deben tener luz con un suficiente espectro rojo<sup>3</sup> (2700K–3000K). Los fabricantes de bombillos generalmente proporcionan la información en grados Kelvin, o se puede utilizar un espectrómetro.

**Intensidad** – La intensidad de la luz, medida en lux, clux, o pies candela, también es importante para la producción avícola. En general, la intensidad de la luz menor a 5 luxes es demasiado oscura para estimular el crecimiento y la producción apropiada mientras que una intensidad de luz mayor (arriba de 50 lux) puede causar nerviosismo y un comportamiento anormal. La recomendación estándar para pollonas en crecimiento en crianza es de 2 a 3 semanas a 30–50 lux, y después disminuir a 10–15 lux hasta las 14 semanas. Dos semanas antes del traslado, aumente gradualmente la intensidad de la luz para alcanzar los niveles en el galpón de postura. Las aves ponedoras deben mantener un promedio de 30 lux al nivel del canal de alimento.

Puede ser difícil mantener una intensidad de luz uniforme en una instalación avícola moderna. Para medir la distribución de luz en alojamientos con jaulas convencionales o galpones automáticos enriquecidos con bandas para gallinaza, es ideal tomar la medida sobre el canal de alimento cada 25 cm (o 1 pie) entre las luces en cada nivel. Comúnmente se requieren entre 30 y 100 lecturas para evaluar con precisión la distribución de la luz. En los galpones en piso, mida las luces en la pared, abajo de las líneas de los comederos y bebederos y 2–3 veces entre las luces con un total de 10 a 50 mediciones.

En los galpones abiertos, utilice cortinas o aleros en las ventanas para prevenir la entrada de la luz directa del sol al galpón. Aún con estas intervenciones, en los galpones abiertos la intensidad de la luz puede alcanzar fácilmente arriba de 1000 lux.



## ENTENDIENDO EL ESPECTRO DE LUZ, LA CROMATICIDAD Y EL ÍNDICE DE RENDIMIENTO DEL COLOR

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.

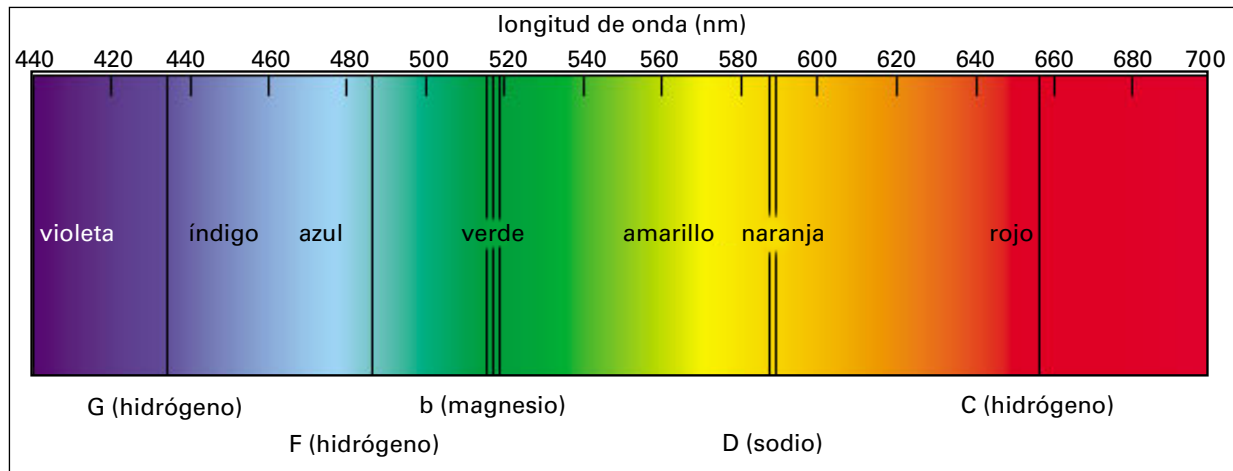


Figura 4. Espectro de luz visible.

### Cromaticidad o Temperatura Correlacionada del Color (CCT)

La cromaticidad mide el calor o el frío relativo de la luz y se expresa en grados Kelvin (K). Mientras que originalmente fue desarrollada para las luces incandescentes, la cromaticidad proporciona un estimado del espectro dominante dado por una fuente de luz; sin embargo, la cromaticidad no nos da información sobre los picos relativos del color o del balance del espectro.

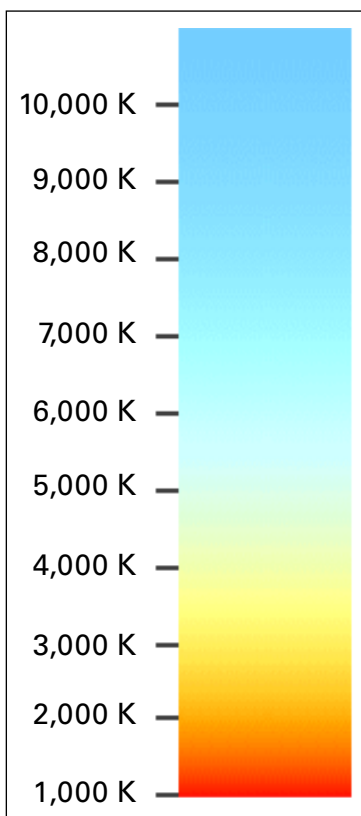


Figura 5. Escala Kelvin de la temperatura del color.

**> 4000K:** frío, espectro azul dominante

**3500K:** neutral y balanceado con espectros rojo, verde y azul

**< 3000K:** cálido, espectro rojo dominante

### Índice de Rendimiento del Color (CRI)

Esta medición es muy importante para la percepción y comodidad humana en un medio ambiente con luz. El índice de rendimiento del color (CRI), se mide en una escala de 0–100, siendo 100 lo más cercano a la luz natural. Cuanto mayor sea el CRI, la fuente de luz artificial muestra los colores con mayor precisión. En general las diferencias de CRI menores de 5 (por ejemplo, de 80 a 84) no las nota el ojo humano. El sistema CRI originalmente fue desarrollado para las luces incandescentes y no correlacionan tan bien con la luz compacta fluorescente (CFL) o con las luces LED.

Una escala general para evaluar el uso de luces utilizando los valores CRI es<sup>5</sup>:

- < 50: Mala
- 50–70: Regular
- 70–80: Buena
- 80–100: Mejor

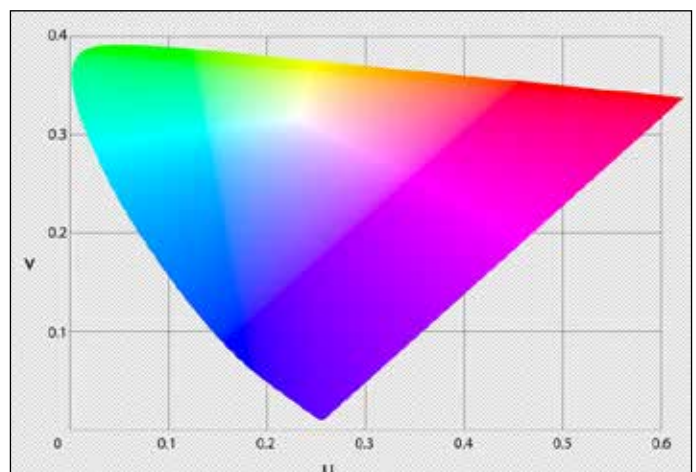


Figura 6. Gráfica de la imagen del rendimiento del color.

## FUENTES DE LUZ DISPONIBLES

En la industria avícola se utilizan muchos tipos de fuentes de luz, desde galpones abiertos bajo la influencia del sol hasta los galpones con la tecnología más avanzada con el equipo más nuevo sin la influencia de la luz exterior. Es importante entender la composición espectral de las diferentes fuentes de luz para seleccionar entre los múltiples tipos de luz.

### Luz Solar

#### Ventajas

- En las regiones ecuatoriales, la luz del sol es constante en todas las estaciones del año.
- El espectro total de luz va desde UV a IR
- Tanto las aves domesticas como las silvestres responden de una manera natural a los cambios de la luz del sol de día a día y de estación a estación.
- En los galpones de aves diseñados para utilizar la luz natural del día puede que no sea necesario el uso de la luz artificial o pueden necesitar muy poca, lo cual ahorra en los costos de energía.

#### Desventajas

- La composición del espectro y la intensidad de la luz del sol cambian del amanecer al medio día, al anochecer, de estación a estación, de la salida a la puesta del sol, y en los días nublados.
- La intensidad de la luz va a cambiar durante el día ya que la luz entra al galpón por diferentes áreas.
- La intensidad de la luz del sol es mucho mayor comparada con la luz artificial, y puede ser difícil superar los cambios en la duración de la luz del día durante las diferentes estaciones del año. Un día soleado puede tener de 60,000 a 100,000 lux.
- La alta intensidad de la luz puede causar comportamientos anormales como nerviosismo, arrancarse las plumas y canibalismo.

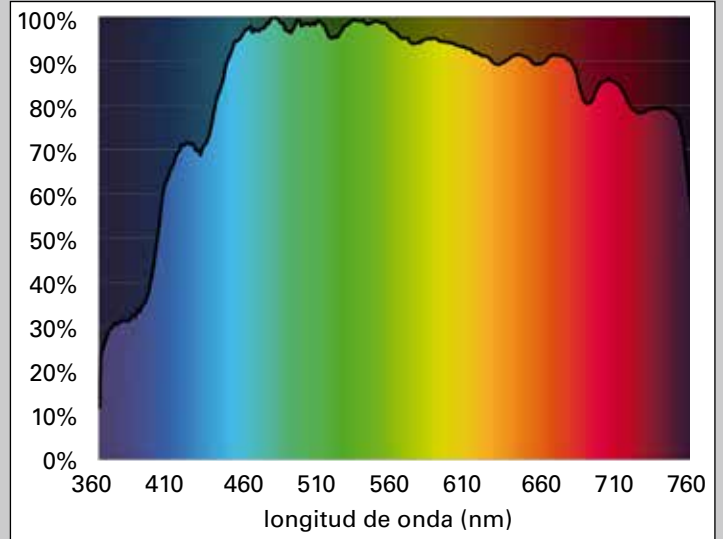


Figura 7. Espectro de la luz del sol al medio día.

### Luces Incandescentes (INC)

#### Ventajas

- Baratas
- Tienen buena salida de espectro rojo
- Tienen excelente dispersión de la luz
- Prenden rápido
- No hay diferencia en el rendimiento cuando se utilizan en climas fríos

#### Desventajas

- Duran poco y deben reemplazarse frecuentemente
- Generalmente son de metal y vidrio y se rompen con facilidad
- Más del 90% de la energía utilizada por un bombillo se convierte en calor en lugar de luz.
- Muchos tipos de bombillos incandescentes no cumplen con los nuevos estándares de energía eficiente.

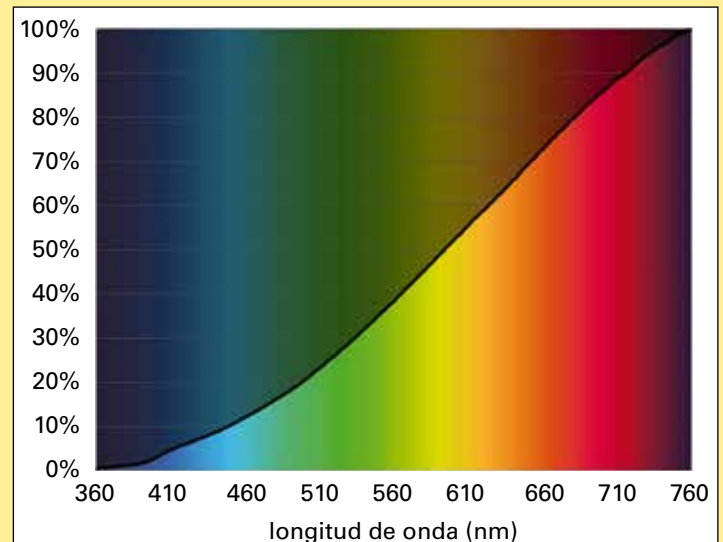


Figura 8. Espectro de la luz incandescente.

## Luz Fluorescente Compacta (CFL)

### Ventajas

- Eficientes en energía
- Relativamente baratos
- El espectro del color de la luz es similar al de los bombillos incandescentes
- Disponibles en espectros cálidos y fríos (K)
- Éxito comprobado en la industria de aves ponedoras y reproductoras

### Desventajas

- Contienen mercurio
- Tubos espirales descubiertos que son difíciles de limpiar.
- Hechos de metal y vidrio y se rompen con facilidad
- Los bombillos no atenúan bien la luz, potencialmente pueden fundirse más rápido al atenuarlos.
- Aunque parezcan ser de luz blanca, el espectro del color de las luces CFL puede variar dependiendo del fósforo utilizado en el bombillo.
- Los bombillos requieren varios minutos para alcanzar su máxima intensidad después de encenderlos.
- No rinden bien en climas fríos
- No son ideales en situaciones donde la luz debe encenderse y apagarse varias veces durante el día.
- Requieren un balastro electrónico para regular la intensidad y la corriente a la lámpara.

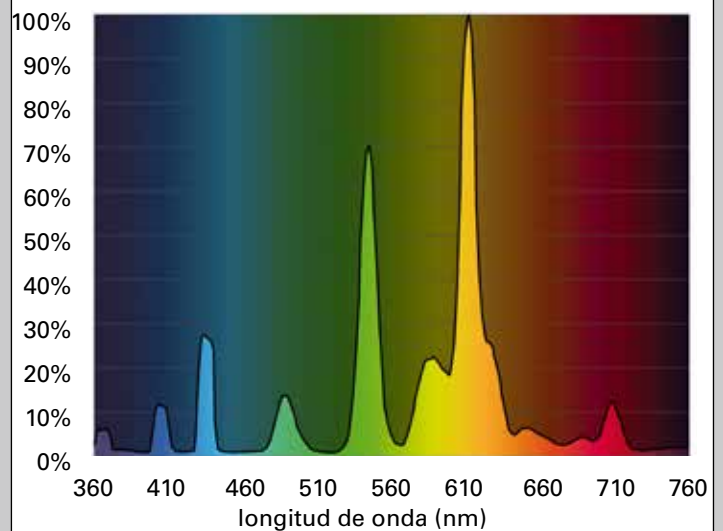


Figura 9. Espectro cálido (2700K) luz fluorescente.

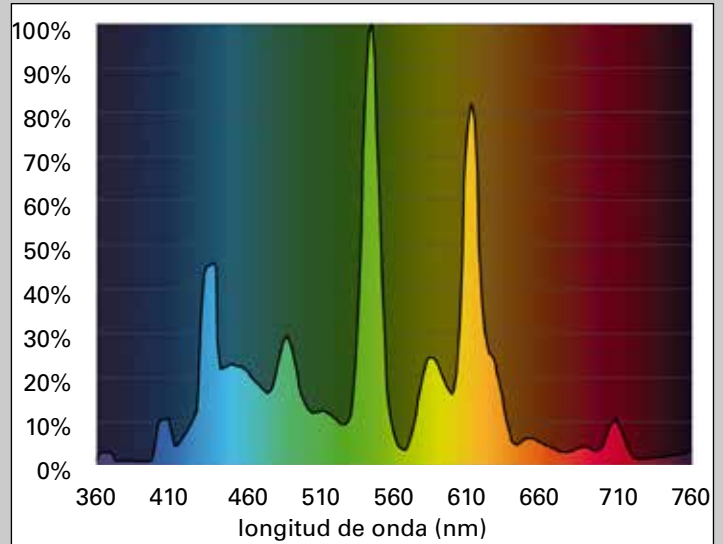


Figura 10. Espectro frío (5000K) luz fluorescente.

## Luz Fluorescente Lineal (LFL)

*Ventajas y problemas similares a los bombillos de luz CFL con alguna información adicional*

### Ventajas

- Los tubos desplegados de luz permiten una mejor distribución de la luz en los niveles verticales en un sistema de colonias o de jaulas en varios niveles.
- Proyectan una luz amplia, incluso en los galpones con sistemas de piso y requieren un menor número de lámparas debido a la mayor salida de luz de un tubo más grande.

### Desventajas

- Son más caros que las luces CFL
- Tienen altos niveles de vidrio y son peligrosos si se rompen
- Difícil de almacenar y transportar con seguridad

## Sodio de Alta Presión (HPS)

### Beneficio

- Pueden ser más eficientes en energía que los bombillos de luz incandescente

### Desventajas

- No tienen suficiente espectro de luz azul y verde
- Son caros
- Toman mucho tiempo en calentarse
- Es difícil atenuarlos
- Requieren de un balastro

## Diodo Emisor de Luz (LED)

### Ventajas

- Proporcionan un espectro total de luz
- Típicamente son los bombillos de luz más eficientes medidos en lúmenes por watts
- Debido a que las luces LED emiten radiación infrarroja (calor), pueden ser hechos de materiales que no son de vidrio y son impermeables e inastillables.
- Comunmente están fabricados con materiales que no son tóxicos
- Pueden ser diseñados para enfocar la luz en las áreas deseadas
- El espectro del color de la luz puede ser ajustado dependiendo del fósforo utilizado.
- Son más fáciles de atenuar que los bombillos de luz CFL
- La atenuación puede extender la duración de vida del bombillo
- Tienen una larga vida – de hasta 10 años a 16 horas por día (50,000–60,000 horas)
- Alcanzan rápidamente el pico de intensidad de la luz después de prenderlos
- Ideales en las áreas donde la luz se prende y se apaga frecuentemente
- Eficientes en clima frío sin cambios en el rendimiento

### Desventajas

- Son caros
- Se debe utilizar un control apropiado para disminuir la luz, de otra manera el bombillo parpadea y se funde más rápido.
- La luz LED es direccional y requiere de un lente apropiado para enfocar la luz o de difusores adecuados para cubrir un área más amplia.
- Puede ser necesario cambiar el cableado eléctrico en un galpón ya existente para poder cumplir con las especificaciones de las luces LED.
- La eficiencia de los filamentos de calor se reduce con la acumulación de polvo, mala ventilación alrededor del bombillo o al ponerlo en un "frasco" para protegerlos contra el agua.
- Puede que las luces no se fundan después de la vida útil esperada, pero la luz será 70% más tenue del flujo luminoso inicial. Como resultado, es necesario hacer pruebas básicas de lux en el galpón para determinar cuando deben cambiarse los bombillos.
- Las luces LED más baratas pueden no tener el calor, espectro o garantías adecuadas para utilizarse en un ambiente avícola.

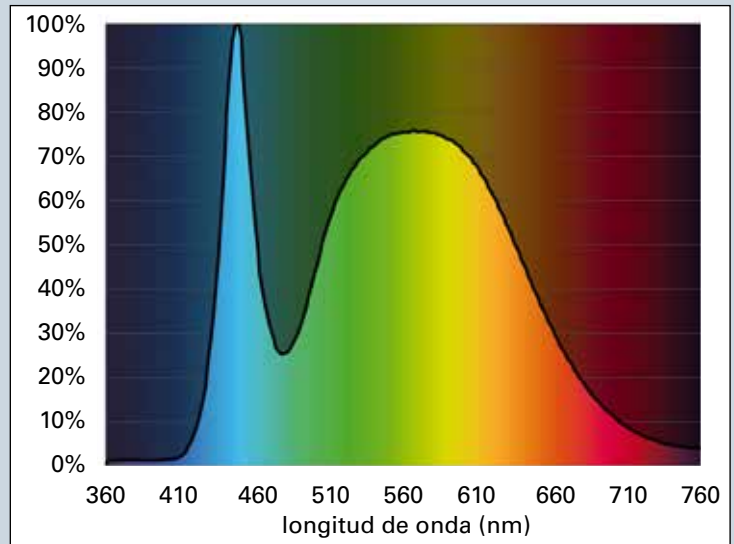


Figura 11. Espectro frío (5000K) luz LED.

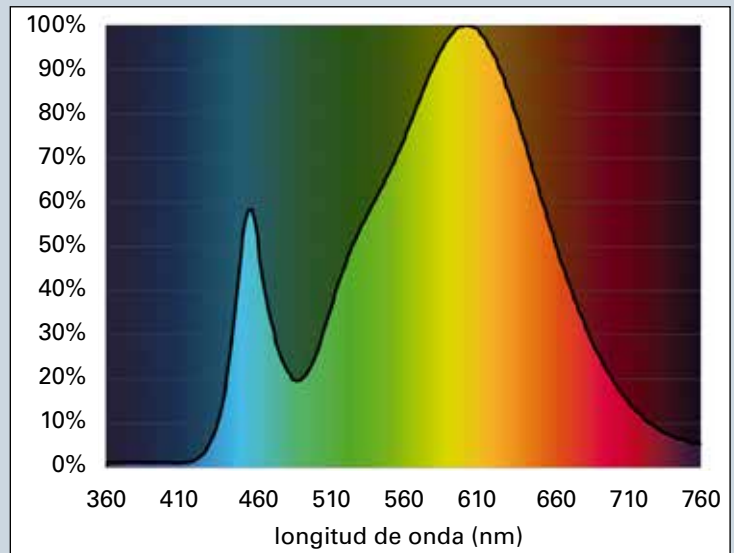


Figura 12. Espectro cálido (2700K) luz LED.

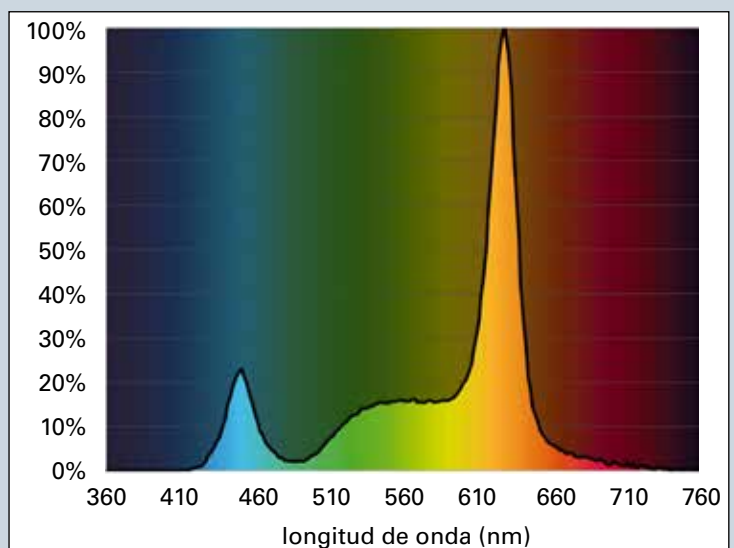


Figura 13. Espectro total LED con énfasis en es espectro rojo.



## ENTENDIENDO COMO MEDIR LA INTENSIDAD DE LA LUZ

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  $1 \text{ lux} = 0.0929 \text{ fc}$  ( $\text{lumen/m}^2$ ). 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 ( $\text{m}^2$ ) y un pie cuadrado ( $\text{ft}^2$ ) (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.

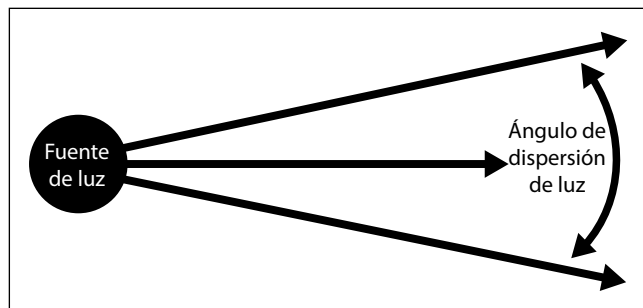


Figura 15. Demostración de la intensidad luminosa.

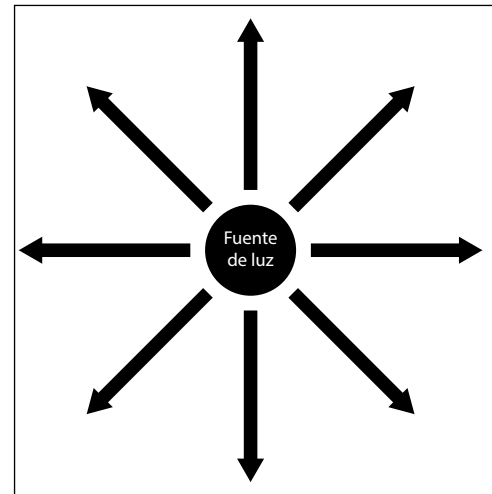


Figura 14. Demostración del flux luminoso.

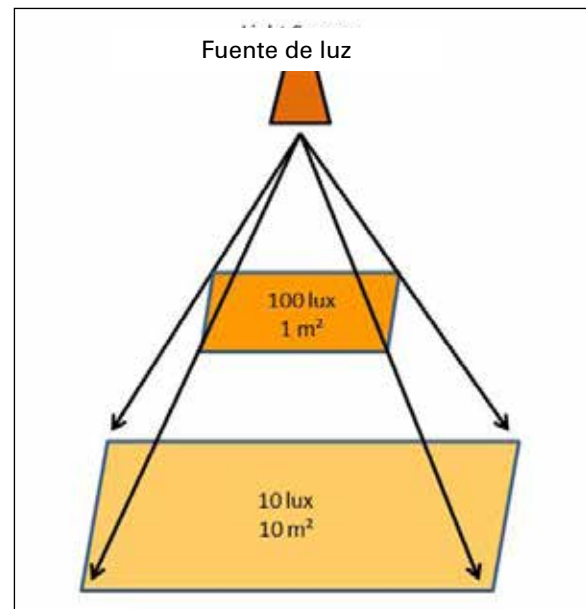


Figura 16. Demostración de las diferentes intensidades de luz a diferentes distancias de la misma fuente de luz (poder luminoso).

## Medidores de Luz

Los medidores de luz tradicionales están calibrados para la respuesta espectral del ojo humano a una temperatura de color blanco con un espectro entre 550–560 nm. Estos medidores de luz no pueden valorar el espectro de color azul o rojo y no pueden calcular la diferencia de la respuesta a luz entre los humanos y las aves. Es importante poder observar la intensidad de la luz tanto en el espectro visible azul como en el rojo debido a que las aves tienen un espectro de luz visible más amplio.

Los medidores de luz ideales para valorar los bombillos de luz LED son medidores específicos para la avicultura o medidores específicos para luces LED. Los medidores de luz específicos para la avicultura son capaces de calcular la intensidad de la luz efectiva como lo observan las aves. Los medidores específicos para las luces LED son capaces de analizar el espectro total de luz para la visión humana. Muy pocas compañías fabrican medidores de luz específicos para la avicultura, mientras que los medidores de luz LED utilizados por fotógrafos están disponibles de varias fuentes.



## Entendiendo los Lúmens para Valorar la Luz de los Bombillos

En las luces incandescentes, la salida de lumen en relación con la potencia del voltaje del bombillo es consistente con todos los fabricantes. La mayoría de los bombillos incandescentes tradicionales se venden en versiones con voltajes de 40, 60, 75 y 100-watts. Con la introducción de la luz fluorescente compacta, y ahora con los bombillos de luz LED, la mayoría de los fabricantes todavía relacionan el flujo luminoso del bombillo nuevamente a un voltaje equivalente en vatios incandescentes.

La equivalencia entre los bombillos CFL y los incandescentes es válida para los dos tipos de bombillos porque ambos emiten luz de manera uniforme. Sin embargo, la luz LED es más direccional, y el uso de lúmenes puede no ser exacto. El voltaje y otros factores, tales como la dirección de la luz deseada, el espectro del color y el uso previsto de la luz deben ser considerados.

El flujo luminoso valora la salida de luz total de un bombillo sin importar la dirección; sin embargo, muchas luces LED pueden emitir luz con un ángulo de dispersión de 30° a 180° o más, basado en el calor de las aletas, la dirección de diodo y la construcción en general. Dos luces idénticas—una direccional (ejemplo: LED) y la otra con una salida global (ejemplo: CFL)—pueden tener el mismo flujo luminoso, pero dependiendo de la ubicación en relación con el bombillo, tendrán una candela o poder de luminancia muy distintos.

Luz incandescente	Flux luminoso
40 w	450 lúmenes
60 w	750–900 lúmenes
75 w	1100–1300 lúmenes
100 w	1600–1800 lúmenes

## Uso de las Luces LED en la Avicultura

Las luces LED son cada vez más comunes para el uso avícola en todo el mundo debido a que son eficientes en energía, tienen un espectro total y duran mucho.

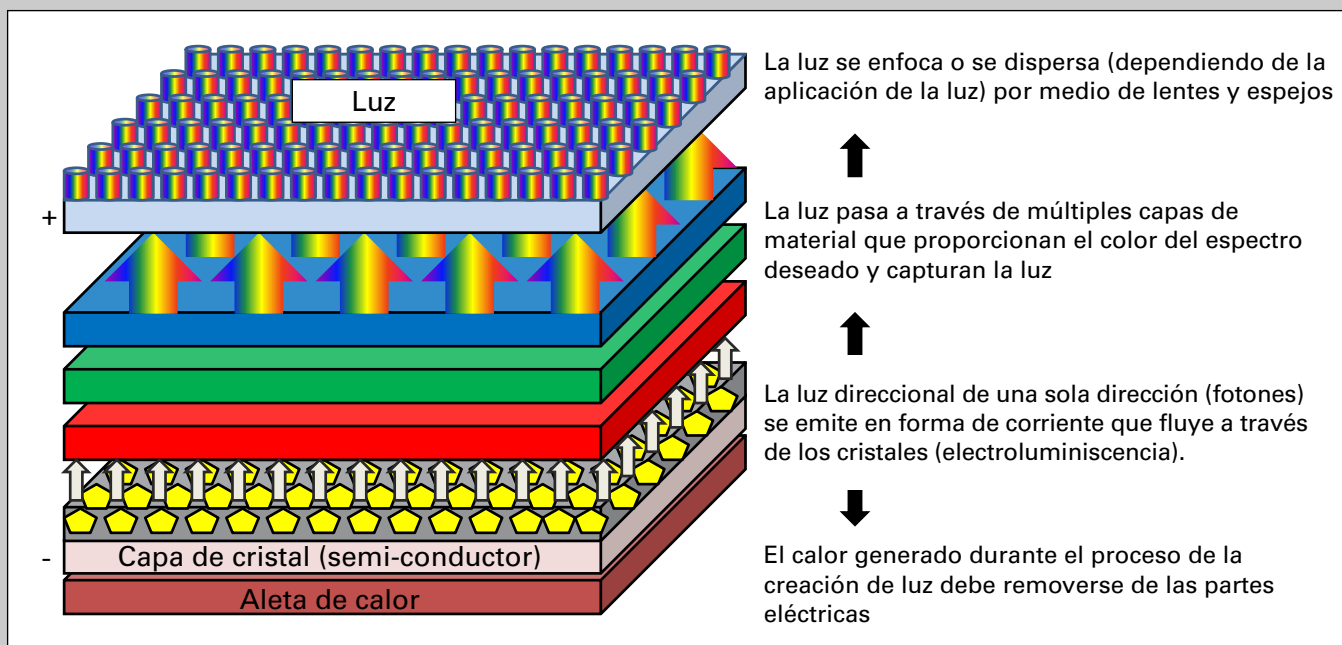


Figura 17. Como se crea la luz LED.

## **La Importancia de la Difusión del Lente**

La luz emitida por un bombillo LED es direccional inherentemente, y puede crear sombras cuando hay poca difusión del lente o dependiendo del lugar donde se coloca en el galpón. Mientras logran una salida del ángulo de luz de menos de  $180^\circ$  puede ser beneficioso en dirigir la luz hacia las aves, el espacio entre las luces debe ser adecuado para evitar sombras. Las luces que cuelgan demasiado bajo o con un ángulo de menos de  $120^\circ$  producen un efecto de "enfoco en relieve," creando conos con áreas de luz y de oscuridad en el galpón. Mientras que estas luces pueden utilizarse eficazmente, el enfoque en relieve debe ser minimizado colocando y separando las luces cuidadosamente. La distribución de la luz dispareja es un problema en sistemas de alojamientos en piso y en jaula. En los galpones con aves en piso, la distribución de la luz dispareja causa sombras, creando áreas para que las aves aniden y resultando en un mayor número de huevos puestos en el piso. En los sistemas con jaulas o con colonias, la distribución de la luz dispareja, puede causar que algunas jaulas tengan demasiada luz y otras muy poca, lo cual lleva a que unas aves tengan demasiada estimulación y otras tengan poca estimulación dentro del mismo galpón.

Las luces LED no emiten tanto calor como las luces incandescentes o fluorescentes; por lo tanto, se pueden utilizar materiales de plástico o de policarbonato para los lentes y difusores. Mientras que las nuevas generaciones de luces LED tienen mejor difusión de luz, todavía es importante entender la salida direccional de la luz de los bombillos LED y la planificación de su sistema de iluminación, teniendo en cuenta la ubicación, la intensidad de la luz y el uso previsto. La mayoría de los fabricantes de luces LED tienen programas de computación que valoran la distancia, la altura y la salida de lumen requeridos para iluminar adecuadamente cualquier instalación.

## **Entendiendo los Lúmenes y la Direccionalidad para los Diferentes Sistemas Avícolas**

En las jaulas con colonias de aves, seleccione una luz direccional que ilumine el área para rascarse y las líneas del agua/alimento, dejando los nidos en la sombra. Cuando se cuelgan las luces LED en los pasillos fuera de las jaulas, una luz direccional apropiada, proporcionará una intensidad de luz uniforme a todos los niveles de jaulas, como se muestra en la figura 19.

La salida de lumen de una luz no toma en cuenta el pico del espectro de la longitud de onda. Por ejemplo, dos luces LED que tienen 800 lúmenes pueden provocar diferentes respuestas en las aves si los espectros de color de las luces LED son diferentes. El uso de la cromaticidad (K) puede ayudar a separar las diferentes luces con una luminosidad similar, esta medida no toma en cuenta con precisión la calidad espectral completa de la luz.



*Figura 18. Las luces LED instaladas en este galpón están colocadas demasiado direccionales, muy separadas y no son suficientemente brillantes. La combinación de estos factores conducen obviamente a sombras en el piso y a una mala uniformidad de luz en las jaulas.*



*Figura 19. Luz pareja en todos los niveles de las jaulas.*

## REQUISITOS ELÉCTRICOS PARA LAS LUCES LED

### **Cableado**

Las luces LED pueden requerir de un cableado eléctrico diferente en un alojamiento. Algunos estados y países prohíben el uso de enchufes tipo rosca que no son a prueba de agua y en su lugar requieren que las luces se conecten directamente a las cajas de conexiones. Verifique los reglamentos locales antes de instalar o de adaptar un galpón para el uso de las luces LED.

### **Atenuando las luces LED**

Los controles para atenuar la luz deben ser compatibles específicamente con las luces LED instaladas y usarse con bombillos LED clasificados para atenuarse. Los controles incompatibles para atenuar la luz, pueden causar que las luces parpadeen, se sobrecalienten, o se fundan con mayor rapidez. Las luces LED no tienen un filamento resistivo como los de los bombillos incandescentes y requieren de atenuadores para manejar el complejo de carga eléctrica para controlar la salida de potencia de voltaje. No todas las luces LED están diseñadas con capacidad para ser atenuadas y no todas las luces LED con capacidad reguladora trabajan exactamente según lo previsto.

Una luz LED con buena capacidad reguladora requiere del equipo adecuado para atenuar aún teniendo un regulador apropiado para LED. Una luz LED con un buen regulador tendrá una resistencia integrada en el regulador para garantizar un rendimiento consistente al atenuar la luz. Las luces LED mantienen la eficiencia cuando se atenúan y pueden extender la vida del bombillo.

Trabaje con un fabricante de luces LED para asegurarse de instalar el regulador correcto. Los reguladores para atenuar las luces incandescentes y las luces LED operan de una manera similar; sin embargo, los reguladores LED deben tener mayor control en la salida de la potencia del voltaje. Un regulador prendido a 50% fluctúa entre + / - 3 watts, un bombillo de luz incandescente de 60-watts subirá en uso de energía de 27 a 33 watts, lo cual no puede ser detectado por el ojo humano. El mismo regulador en un bombillo de luz LED fluctuando a 10-watts causará una diferencia de uso de energía que subirá de 2 a 8 watts. Este cambio extremo en energía que va a la luz causará un parpadeo notable. Adicionalmente, aun las fluctuaciones menores en poder de energía puedan causar que una luz LED atenuada parpadee.

### **Eligiendo el mejor bombillo de luz LED para su galpón**

Puede ser difícil seleccionar el bombillo de luz LED adecuado una vez que se ha tomado la decisión de construir o modernizar un galpón. Hay tres clases de bombillos de luz LED disponibles actualmente:

- 1. Luces LED específicamente para uso en avicultura**—Las luces LED más costosas para utilizarse específicamente en avicultura están diseñadas para la visión de las aves, y sus fabricantes entienden las necesidades de la industria avícola. Estas luces generalmente están clasificadas para soportar los procedimientos de limpieza y desinfección en un galpón.
- 2. Luces LED generales clasificadas para su uso agrícola**—Las luces LED generales clasificadas para la agricultura, generalmente pueden soportar las condiciones del medio ambiente en un galpón. Aunque estas luces son menos caras, es importante comprender todos los detalles (incluyendo la salida de luz, espectro, garantía y nivel de impermeabilidad) antes de instalarlas.
- 3. Luces LED estándares para uso doméstico**—Las luces LED estándares para uso doméstico instaladas en galpones han tenido muchos de los mismos problemas que las luces especiales para la agricultura. Estas luces generalmente no están clasificadas para utilizarse durante 16 horas diarias, lo que lleva a mayores niveles de disminución de la luz o a que las luces se fundan prematuramente debido al calor o circuitos inadecuados.

En general, los diferentes tipos de bombillos de luz LED tienen usos ideales. Las luces muy direccionales (30–50°) colocadas muy cerca de 6–8 pies del centro (1.8 a 2.4 m) pueden proporcionar una iluminación uniforme en los galpones con jaulas altas. Las luces extensas (> 180°) son más eficaces para alojamientos en piso. Las luces con direccionalidad media (90–150°) pueden utilizarse en una variedad de ambientes, dependiendo de la separación y del flujo luminoso.

## CONCLUSIÓN

La duración, el espectro, y la intensidad de la luz son muy importantes para obtener picos óptimos y mantener la producción de huevo. Aunque hay muchas opciones de iluminación disponibles para los productores avícolas, las luces LED son cada vez más populares debido a que cuentan con una combinación de energía eficiente, fiabilidad y larga vida. Mientras aumenta el uso de las luces LED, la comprensión de la aplicación apropiada en varios tipos de sistemas de alojamiento va a aumentar. Se espera que en el futuro las luces LED bajen de precio, y mejore su eficiencia y aplicación.

## RENUNCIA

Este boletín técnico fue diseñado únicamente para educar a los productores en las diversas fuentes de luz y en recursos de iluminación. Cualquier cambio en los sistemas eléctricos en una granja deben cumplir con las regulaciones locales.

## CITACIONES

1. Prescott, N. B., and C. M. Wathes. "Spectral sensitivity of the domestic fowl (*Gallus g. domesticus*)." *British poultry science* 40.3 (1999): 332–339.
2. Hartwig, H. G., and Th Van Veen. "Spectral characteristics of visible radiation penetrating into the brain and stimulating extraretinal photoreceptors." *Journal of comparative physiology* 130.3 (1979): 277–282.
3. Huber-Eicher, B., A. Suter, and P. Spring-Stähli. "Effects of colored light-emitting diode illumination on behavior and performance of laying hens." *Poultry science* 92.4 (2013): 869–873.
4. Rozenboim, I., et al. "The effect of a green and blue monochromatic light combination on broiler growth and development." *Poultry science* 83.5 (2004): 842–845.
5. "Light Quality." *ENERGY STAR Fixtures Guide*. N.p., n.d. Web. 28 Apr. 2015.

## RECURSOS DE LAS IMAGENES

Figura 1. Adapted from Prescott and Wathes, 1999

Figura 2. Adapted from Schubert, 2006

Figura 3. Hy-Line International

Figura 4. Encyclopaedia Britannica, Inc. 2007

Figura 5. [www.mediacollege.com](http://www.mediacollege.com)

Figura 6. "CIE 1960 UCS" by Adoniscik - Own work. Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons - <http://commons.wikimedia.org>

Figuras 7–19. Hy-Line International

