

# INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN EN LOS CRIADEROS DE POLLOS

José A. Castelló

Resumen de una conferencia en la Cooperativa de Guissona, 5-2-2013



Uno de los aspectos de las instalaciones para pollos que generalmente se ha tenido menos en cuenta es el de la iluminación artificial. En ocasiones, porque solo se considera para permitir el trabajo dentro de los gallineros en la época del año en que no se dispone de suficiente luz natural, instalándose así, "a ojo", una cantidad de puntos de luz muy superior o muy inferior que lo que requieren las aves. Y, en otras, porque el criador lo ha dejado en manos de la empresa que le ha equipado la nave, "llaves en mano", que con un criterio a veces muy poco técnico no ha tenido en cuenta la importancia de la intensidad, del tipo de luz y de la ubicación de los puntos de iluminación.

La incidencia económica de la iluminación en los costes de producción del pollo es relativamente pequeña - del 0,15 al 0,30 % del escandallo -, pero no por ello despreciable, por lo que interesa minimizar esta partida, como todo lo comprendido en los costes de la energía.

En la crianza de los pollos la luz se requiere para que dispongan del tiempo suficiente para realizar sus funcio-

nes vitales -comer y beber-. Por consiguiente, durante la vida del broiler no hay que atribuir a la luz otra misión fisiológica que no sea esta de permitirles ejercitar sus órganos de visión.

En cuanto a la luz artificial, su necesidad, mayor o menor según la latitud geográfica del lugar y la época del año, es simplemente como complemento de la luz natural para conseguir el fotoperiodo -las horas de luz en 24 horas- más adecuado en todo momento. Por tanto, hemos de considerar a la luz artificial totalmente necesaria en toda granja de pollos con el fin de optimizar el crecimiento de los pollos.

La luz puede estudiarse el aspecto del mencionado fotoperiodo y el de su tipo y/o intensidad. Lo primero implica la elección del programa mas adecuado para los pollos, siendo por tanto un tema de manejo del que ahora no vamos a ocuparnos.

El de la intensidad, en cambio, afecta a la instalación eléctrica de los gallineros, siendo éste el que vamos a abordar aquí.



## Expresión de las necesidades de iluminación

Intentando simplificar los conceptos físicos relacionados con el tema, emplearemos el método del flujo luminoso, definiendo a éste como la cantidad de luz que radia por segundo una fuente de iluminación. Su unidad es el lumen -Ø-, expresándose mediante el mismo la luminosidad de cualquier punto de luz con independencia del medio que le rodea.

La intensidad de iluminación en un punto determinado es el flujo luminoso incidente por unidad de superficie de este. En el sistema métrico decimal se emplea el lux -L- para expresar los lúmenes por metro cuadrado de la superficie en cuestión.

Una forma rápida para calcular las necesidades de iluminación en un gallinero -como en cualquier otro lugar- sería la de indicar una potencia determinada del punto de luz por unidad de superficie. De esta forma, en publicaciones de hace años -cuando apenas se empleaba otro tipo de luz que la de incandescencia- era corriente ver recomendaciones del orden de 2 a 4 w/m<sup>2</sup> de superficie del local. Sin embargo, esto no resiste ningún análisis pues se prescinde de gran número de factores que afectan a la intensidad de luz que percibe el ojo del ave: la reflectividad de las superficies del gallinero y las dimensiones de este, el tipo de los puntos de luz, su altura o distancia hasta las aves, su limpieza, su distribución, el que estén provistos o no de pantallas, etc.

De ahí que, siguiendo las actuales normas internacionales en materia de iluminación y basándonos en la experimentación llevada a cabo en estos últimos años sobre el tema, lo que sigue a continuación se fundamenta en las necesidades expresadas en lux.

En cuanto a la medición en sí de la intensidad de iluminación en un local determinado, cabe proceder de dos formas:

1. Mediante un luxómetro, aparato que determina exactamente la intensidad de la luz cuando es expuesto a la misma.
2. Por cálculo, aplicando la fórmula y las tablas que se indican más adelante.

El empleo del luxómetro tiene la lógica limitación

de disponer de él, de tener que realizar mediciones en numerosos puntos de la nave y de que hay que manejarlo con cuidado y, al mismo tiempo, conocer la tensión de la red en el momento de las mediciones.

Por consiguiente, la determinación de la intensidad de iluminación se suele realizar casi siempre por cálculo, como veremos seguidamente.

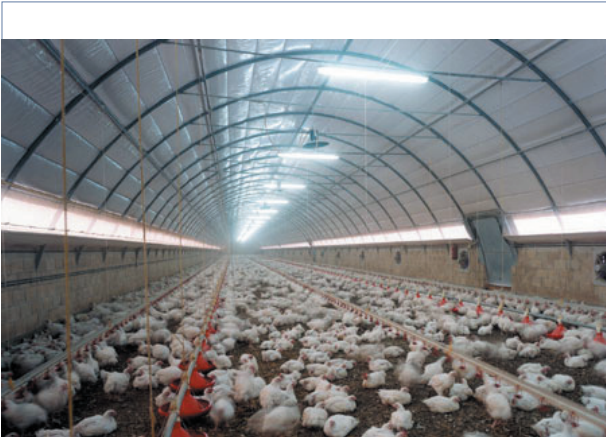
## Necesidades mínimas y necesidades prácticas

Aunque sea obvio, deseamos hacer observar que:

- *La luz natural a través de las ventanas* de un gallinero puede variar, según la hora del día y el que éste sea nublado o soleado, entre 200 y 1.000 lux. Y a menos que por alguna razón determinada el avicultor oscurezca sus ventanas -por ejemplo, colocando pantallas exteriores para mitigar los efectos del calor-, en gallineros abiertos y con ventilación natural no quedará otro remedio que aceptar que las aves se hallen expuestas durante el fotoperiodo natural a estas intensidades.
- La fijación de unos requerimientos mínimos de luz para las aves proviene del interés en no aumentar inútilmente el coste de la instalación -por montar más puntos de luz de los requeridos-, ni el coste de funcionamiento, es decir, el consumo de energía eléctrica.

Desde el punto de vistas experimental, los trabajos relacionando la intensidad de iluminación con el crecimiento no son numerosos pero si suficientemente claros. Aparte de unas primeras pruebas de Barott y Pringle -1961- las que se ensayaron unos niveles de iluminación tan elevados que iban desde 65 hasta 1.300 lux, la mayor parte de las experiencias posteriores han confirmado que las necesidades de los pollos para un óptimo crecimiento son muy reducidas.

Diferentes autores han demostrado que incluso con intensidades tan bajas como de 1 lux se puede lograr un buen crecimiento, no siendo necesario en todo caso sobrepasar los 10 a 15 lux. Es más, para algún autor el pasar de 11 lux afecta negativamente al crecimiento y, por descontado, una intensidad muy elevada puede originar



un mayor nerviosismo en la nave, sencillamente porque los pollos ven mejor, aumentando así el riesgo de picaje, por más que éste, con el tipo genético de pollos con los que se trabaja actualmente, sea muy remoto.

Sin embargo si bien, si a efectos del crecimiento de los pollos sería suficiente con unas intensidades de iluminación del orden de 2 a 3 lux, ello puede representar una cierta incomodidad para algunas operaciones de manejo en el gallinero por resultar este algo oscuro para la visión humana. Además, deberíamos distinguir el caso de los primeros días de vida del pollito en los que, hasta que pueda aprender la ubicación de los comederos y bebederos, es conveniente proporcionarle una iluminación algo más intensa con el fin de hallar fácilmente el pienso y el agua, en todo caso de, al menos, unos 10 lux.

Una recopilación de Lewis –2009– sobre los resultados obtenidos en 6 pruebas diferentes nos muestra que al pasar de una intensidad de 1 hasta 100 lux hay una pequeña pero significativa reducción de 20 g en el crecimiento, al mismo tiempo que se observa una tendencia a reducir en unos 30 g la ingesta de pienso –figura 1-. El

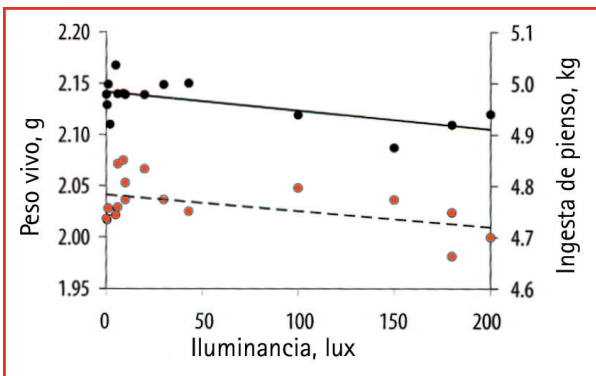


Fig. 1. Efecto de la iluminación sobre el peso corporal a -•-, línea sólida- e ingesta de pienso hasta -•-, línea de puntos- los 49 días en broilers. Análisis de 6 grupos de datos. (Lewis, 2009)

mismo autor indica, además, que la intensidad lumínica no influye sobre la mortalidad ni sobre los trastornos locomotores de los pollos.

Sin embargo, aparte de todas estas consideraciones, actualmente y en España al menos –al igual que en todos los países de la Unión Europea– hay que tener presente lo legislado sobre el tema. Así, el RD 692/2010, sobre protección de los pollos para carne –es decir, los broilers, pero excluyendo expresamente a los camperos y los ecológicos–, indica textualmente que:

1. "Todos los alojamientos deben disponer de iluminación con una intensidad mínima de 20 lux durante los periodos de luz natural, medida a la altura del ojo de las aves y que ilumine al menos el 80 % de la zona utilizable.
2. A partir de los 7 días de edad y hasta 3 días antes del momento previsto de su sacrificio la iluminación de los pollos debe seguir un ritmo de 24 horas e incluir periodos de oscuridad mínima de 6 horas en total y, de ellas, 4 horas ininterrumpidas".

Como puede verse, el primer punto no está de acuerdo con las consideraciones prácticas antes comentadas, representando, de aplicarse al pie de la letra, unos costes de instalación y de operación superiores que los que tendrían que ser. Sin embargo, debemos hacer observar la elasticidad de la misma legislación al admitir que la intensidad indicada "ilumine al menos el 80 % de la zona utilizable", aspecto de la suficiente ambigüedad como para que su medición, al menos para una posible inspección, sea muy discutible.

### Cálculo de la intensidad de iluminación

En base a esto último, es necesario que en los criaderos de pollos haya una buena uniformidad, es decir, una adecuada distribución de la luz en toda su superficie. Esto implica la conveniencia de evitar zonas de sombras, lo que se consigue mediante la distribución más racional posible de todos los puntos de luz. En las naves de pollos en los que estos ocupan casi toda la superficie del suelo, moviéndose libremente por ella, el problema de la falta de uniformidad de luz, aunque no puede olvidarse, es un tema de sentido común en la distribución de los puntos luminosos, como veremos más adelante.

Pero en todo caso, la intensidad de iluminación que nos interesara determinar en cualquier criadero es la media que resultaría de promediar las intensidades reales tomadas en infinitos puntos de su superficie.

Para el cálculo de la intensidad de iluminación en un gallinero, o para realizar un proyecto de instalación de luz, con base en Favié y col. –1963 –, hemos desarrollado



Tabla 1. Flujo luminoso, en lúmenes (∅), para varios tipos de iluminación fluorescente a 220 V.

Tipos de lámparas	Wattios	∅	
		Philips TLC	Narva Bio Vital NT/958
Fluorescentes compactos	9	400	400
	11	600	470
	20	900	650
	23	1.200	930
		1.500	1.050
Tubos fluorescentes		Osram Biolux	Narva Bio Vital LT/958
	15	-	750
	18	1.000	1.150
	30	1.600	2.000
	36	2.300	2.800
	58	3.700	4.500

la siguiente fórmula para aplicar en los casos de unos tipos de luz incandescente o fluorescente:

$$E = \frac{N \times \varnothing \times \eta}{S \times d}$$

En la que

E: intensidad de iluminación, en lux (lumen/m<sup>2</sup>).

N: numero de puntos de luz en la nave.

∅ : Flujo luminoso, en lúmenes, de cada uno de los puntos de luz.

η : Factor de utilización.

S : superficie de la nave, en m<sup>2</sup>.

d : factor de depreciación.

Para la correcta aplicación de esta fórmula debemos hacer algunas observaciones:

El flujo luminoso. Cada tipo de alumbrado -incandescente, fluorescente, LED<sup>1</sup>- tiene un flujo luminoso específico, el cual depende también de su potencia -es decir, el consumo, en wattios-, de la temperatura ambiente, la tensión de la red, etc. Por ejemplo, en cuanto a la temperatura, un tubo de luz fluorescente blanca -"luz diurna"- de 30 w tiene un flujo luminoso óptimo a 24° C, descendiendo un 10% a 15°C, pero reduciéndose también un 5 % si se alcanzan los 35 ° C <sup>2</sup>(2). Y en cuanto a su funcionamiento, cuando la tensión de la red es menor que la que corresponde a la nominal de la lámpara utilizada, su rendimiento también es menor, pero no proporcional-

mente <sup>3</sup>, lo cual se compensa por un cambio en sentido contrario en su vida útil.

En la tabla 1 puede verse el flujo luminoso de varios tipos de iluminación fluorescente, por lo que siempre hay que consultar el catálogo actualizado de la marca de lámparas a utilizar. En cuanto a las clásicas bombillas de incandescencia, dado que en la Unión Europea están siendo eliminadas del mercado, omitimos su inclusión, aun pudiendo recordar que su eficiencia energética -la relación w/∅ -es de 6 a 7 veces inferior que la de los fluorescentes habituales.

El factor η. Depende de la reflectividad del techo y paredes de la nave, las dimensiones de la misma, la altura de los puntos de luz, la existencia o no de pantallas y el tipo de estas y el tipo de luz. En la tabla 2 se expone la influencia de las variables más importantes en su determinación.

La reflectividad del techo del gallinero no se ha tomado en consideración pues con unos puntos de luz -incandescentes

o fluorescentes- provistos de pantallas su influencia es mínima, no variando tampoco por la ausencia de pantallas y un techo de color claro o blanco. En cambio, el color de las paredes es importante, según sea blanco o claro, o bien oscuro -por ejemplo, de rojo ladrillo o de madera-, esto último representando una considerable pérdida de reflectividad.

El volumen del local también tiene cierta importancia, hallándose en proporción directa con un "índice de espacio" que relaciona sus 3 dimensiones. Sin embargo, en naves de más de 50 m de longitud ya no varía y, por el contrario, en locales muy pequeños -menos de 150 m<sup>2</sup> de superficie- los valores que se indican en la tabla 2 habría que reducirlos en un 30%.

El tipo de luz. Es otro aspecto que debe incluirse en la estimación del factor η Con independencia de que la luz fluorescente tiene un rendimiento superior a la incandescente -la relación lumen/w-, el factor de utilización de esta última -η- es inferior, alrededor de un 30 % menos.

El factor "d". Depende del envejecimiento de los componentes físicos de los puntos de luz y por el grado de suciedad acumulado en ellos, por polvo, detritus de moscas, etc. Lógicamente, en unos puntos de luz más viejos y más sucios, mayor el valor de este factor y, menor, en consecuencia la intensidad de iluminación resultante.

Con base en las determinaciones efectuadas en la diversas circunstancias prácticas que concurren en los gallineros, los valores del factor "d" que aconsejamos

1 LED: "Abreviatura de "light emitting diode" o diodo emisor de luz.

2 Cat° Osram Biolux, ed. 2011

3 Con luz incandescente y una tensión de red de 210 v en vez de 220 v -un 4,5 % menos- el rendimiento luminoso se reduce un 15 % y si fuese de 200 v -un 9,1 % menos- se reduciría un 28 % (Johnson, 1966).

Tabla 2. Factor de utilización  $\eta$ , para varios tipos de iluminación fluorescente a 220 V.

Distancia del punto de luz a la cabeza del ave	Color de las paredes	
	claro	oscuro
Menos de 2,50 m	0,65	0,61
De 2,50 a 3,00	0,62	0,58
De 3,00 a 3,50 m	0,59	0,55
Más de 3,50	0,57	0,52

(\*) Naves de más de 500 m

Tabla 3. Factor de depreciación aproximado, según limpieza y edad del punto de luz.

Estado de los puntos de luz	d
Nuevos, limpieza semanal	1,1
Viejos, limpieza quincenal	1,2
Viejos, limpieza mensual	1,3
Viejos, limpieza bimestral	1,4

(\*) Naves de más de 500 m

tomar en consideración se exponen en la tabla 3.

Aunque los conceptos de "nuevos" y "viejos" son muy elásticos, como orientación sobre un tipo de fluorescente -Dulux, de Osram- diremos que en su catálogo estiman una pérdida del 10 % al cabo de unas 2.000 h de funcionamiento y del 20 % al cabo de unas 6.000 h

### Color y tipo de luces

Desde hace ya años se ha discutido acerca del tipo de radiaciones luminosas que pueden estimular más a las aves, sin llegarse a ninguna conclusión definitiva ya que en las escasas experiencias realizadas al efecto no se ha intentado igualar la intensidad de iluminación, bien en lux o en w/m<sup>2</sup>.

En la figura 2 exponemos las sensibilidades espectrales del hombre y de las aves domésticas.

Según Lewis y Morris -2000-, las diferencias entre el hombre y las aves en cuanto a la percepción de los colores son debidas a los distintos tipos de células de sus respectivas retinas, viendo éstas algunas fuentes de color más brillantes que aquel. Sin embargo, ello no nos ayuda a poder definir una unidad de iluminación, aparte de lo ya indicado, que sea verdaderamente eficaz para las aves.

Según Rodenboog -2002- la luz roja se utiliza para reducir la agresividad y el canibalismo entre las ponedoras, mientras que la verde/azul sirve para "reforzar" el creci-

miento de los broilers, aconsejando el color verde en la fase temprana de éste y el azul para reducir posteriormente su actividad. Lo primero ya era conocido y aplicado desde hace muchos años al pintarse de rojo las ventanas de los gallineros de ponedoras para enmascarar los efectos del picaje que se pueden producir entre ellas, aunque en el caso de los pollos esto no tenga ninguna importancia debido al tranquilo carácter de las estirpes con las que se trabaja actualmente.

También es conocido desde antiguo que para el color azul las aves son prácticamente ciegas. Esta es la razón por la que para capturar a los pollos en un criadero muchas veces se han empleado luces azules de poca intensidad pues encendiendo estas y apagando el circuito principal las aves permanecen muy quietas y la operación se realiza sin dificultad.

En una completa revisión del tema, Lewis y Morris indican que a partir de una longitud de onda de 570 nm -amarillo, naranja y rojo- parece observarse una cierta depresión del crecimiento en comparación con unas radiaciones luminosas "frías" y de menor longitud del espectro -violeta, azul y verde-. Sin embargo, como las fuentes normales de luz artificial comprenden varios tipos de bandas, se comprende que todas ellas tengan que dar resultados muy semejantes para el crecimiento.

Muy posiblemente, ello explica que en las numerosas experiencias realizadas comparando luces de diferentes colores para ver su posible influencia sobre el crecimiento de las aves, se hayan observado resultados similares cuando se ha partido de la base de proporcionar la misma intensidad de iluminación. De ahí que, teniendo en cuenta que un punto de luz de cualquier color y de

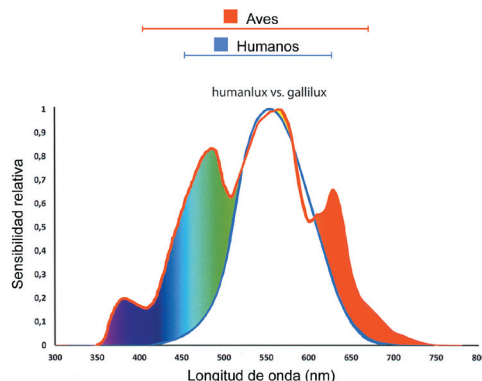


Fig. 2. Sensibilidades espectrales relativas normalizadas para una sensibilidad de 1,0 a 565 nm para las aves (Línea roja) y de 1,0 a 555 nm para el hombre (línea verde) (Lewis y Morris, 2000).





una potencia determinada da una menor intensidad que otro blanco de la misma potencia -de un 20% a un 60% menos, según el tipo-, es lógico que para obtener el máximo rendimiento de la iluminación generalmente se prefieran estas a las demás.

Las luces de color amarillo, naranja, verde y azul las hemos visto utilizar en algunos criaderos de ambiente controlado con diversas finalidades, según sus instaladores: tener unas aves más tranquilas, evitar el picaje, favorecer el crecimiento, etc. En España, algunos tipos comerciales de colores verdes y azul se han instalado en algunas naves pero sin conocer una fehaciente información científica en torno a las ventajas de esta práctica.

### Empleo de fluorescentes

Hace años, mucho es lo que se había discutido sobre la conveniencia de la luz fluorescente en contra de la incandescente para los gallineros, al achacarse a aquella -los clásicos tubos fluorescentes de entonces -de tipo "frío" o de luz diurna- el que, al predominar en la misma las radiaciones azuladas, pudieran afectar desfavorablemente a las aves por lo antes indicado acerca de la luz azul.

Sin embargo, no hay ninguna evidencia experimental de ello y, por otra parte, existiendo desde hace años los fluorescentes de tonalidad "cálida", la discusión, si acaso, debería centrarse entre estos y las bombillas incandescentes standard. Además, en una comparación entre el consumo y el flujo de luz - w/ Ø- de los fluorescentes fríos y cálidos, aquellos resultan ligeramente más rentables que estos

Las ventajas de los tubos fluorescentes sobre las bombillas de incandescencia estriban en:

1. Un considerable ahorro de electricidad pues con ellos hay una relación entre flujo luminoso y potencia instalada de 5 a 6 veces superior.
2. Una vida útil es mucho mas larga: la duración de las bombillas incandescentes puede variar entre 1.000 y 3.000 horas y la de los fluorescentes

entre 5.000 a 10.000 horas.

3. Por esto último se evita la molestia de estar cambiando con cierta frecuencia unas bombillas fundidas, que es mucho menor con fluorescentes.

En cambio, los fluorescentes presentan los siguientes inconvenientes:

1. Tienen un coste de instalación bastante más elevado que las luces incandescentes.
2. Algunos modelos no permiten instalar un regulador de voltaje para modificar a voluntad la intensidad de iluminación.
3. Hay dificultades de encendido cuando la tensión de la red no es la correcta.
4. Se reduce su rendimiento lumínico con temperaturas muy bajas -inferiores a 12°C-, aunque ello no suele ocurrir en criaderos de pollos.
5. La distribución de tubos fluorescentes en un gallinero es delicada, por la gran intensidad de luz emitida y la necesidad de distanciarlos adecuadamente, sin crear zonas de sombras.

Este último inconveniente es importante ya que los criaderos de pollos son edificios bajos en comparación con cualquier otra nave industrial y las intensidades de luz que se requieren son relativamente bajas. Esto hace que, si se elige una iluminación a base de tubos fluorescentes, sea habitual instalarlos techo de la nave para lograr una buena uniformidad lumínica, con la cierta pérdida de intensidad a nivel del suelo que se consigue, comparativamente, con la posibilidad de suspenderlos más bajos.

La situación cambió hace unos años a partir de la salida al mercado de las lámparas fluorescentes compactas, enroscables al igual que las bombillas incandescentes y que al tener un flujo luminoso casi tan interesante como los tubos fluorescentes -ver la tabla 1-, permiten una distribución en la nave bastante lógica para conseguir una buena uniformidad de iluminación con muchos puntos de luz.

### Empleo de LEDs

A diferencia de las clásicas bombillas de incandescencia, en las cuales una parte de su gasto energético se dilapida por el calor emitido por su filamento al ponerse incandescente, y de los fluorescentes, en los cuales la luz emitida es por calentamiento del gas que contienen, los LEDs son diodos electroluminiscentes, unos componentes electrónicos capaces de emitir luz cuando los recorre una corriente eléctrica. En el mercado han aparecido hace ya años pero hasta hace poco no se les ha prestado atención para su empleo en gallineros.

Los LEDs, a diferencia de los otros tipos de luz, no emiten radiaciones infrarrojas ni ultravioletas, tienen una muy elevada luminosidad -una alta relación entre flujo luminoso y consumo- y una duración o vida útil mucho

Tabla 4. Efectos sobre el crecimiento de distintos tipos de iluminación (\*)

Fuente de iluminación	Aumento de peso, g/d
Varios (incandescente o fluorescente), antes de iniciar la prueba	53,1
Fluorescente compacta de intensidad regulable, de 15 w	54,5
Fluorescente de cátodos fríos, de 8 w	51,7
LED LV	57,4
LED NG	58,7
LED PS	50,4

(\*) Watkins y Sullivan, 2011

Tabla 5. Orientación para posible cálculo de una iluminación con LEDs en base a diferentes tipos de luminarias comerciales

Tipo de LED Empresa proveedora	AviLED Agrilight (1)	TML5202018 Tamesol (2)	E-27 LED-Solutions (3)
Flujo luminoso	5.000	1.700	250
Consumo, w/h	50	20	7
Vida útil, h	50.000	50.000	35.000
Intensidad de iluminación, en la vertical, lux:			
a 1,00 m de distancia		140	
a 1,20 m de distancia			11
a 2,00 m de distancia		34	
a 2,40 m de distancia			7
a 3,00 m de distancia		15,7	
a 4,00 m de distancia	38		

(1) Villinghagen, 2012 (2) Catálogo 2012-06-22 (3) Puybasset, 2011

mayor, variable entre 20.000 y 50.000 h en condiciones prácticas. Los LEDs resisten a vibraciones, no poseen piezas móviles de cristal o de filamento, susceptibles de romperse y su luminosidad puede regularse desde 0 al 100 %.

Su principal inconveniente es su muy elevado precio actual y aunque cabe pensar que con el tiempo irá reduciéndose, de momento es un freno para su instalación en las granjas, al considerar la carga de su amortización. Sin embargo, estudios realizados en Francia y los Países Bajos muestran que el coste de la inversión puede amortizarse en pocos años.

Otro posible inconveniente, al menos a la luz de las escasas instalaciones realizadas hasta la fecha, es que las lámparas actualmente en el comercio emiten una luz muy concentrada, lo que representa un cierto problema para su distribución en un gallinero a efectos de que la intensidad de iluminación sea lo más uniforme posible en

toda su superficie. Sin embargo, esto se puede solventar mediante su instalación a la mayor altura posible – en el eje central de la nave –, dentro de lo que permitan las relativamente bajas alturas de las naves para pollos.

En cuanto a sus efectos sobre el crecimiento de los pollos, la única información de que disponemos actualmente es el resultado de una prueba de campo, realizada en Estados Unidos, en la que se comparó el resultado de sustituir los distintos tipos de iluminación de que disponían distintos gallineros de 16 granjas distintas o bien por 2 tipos de fluorescentes o bien por 3 tipos de LEDs de otros tantos fabricantes. Los resultados en cuanto al crecimiento de los pollos se muestran en la tabla 4.

Aunque los resultados sean discutibles ya que la prueba no se realizó en unas estrictas condiciones experimentales, las conclusiones de los autores, en general,

fueron favorables al cambio de luminarias, salvo con el tipo PS, cuyo rendimiento bajó al 60 % al cabo de dos meses. Debido a ello, además de aconsejar el asegurarse sobre la calidad del material a instalar, no dudan en recomendar este sistema de iluminación por los ahorros que supone a largo plazo.

Lo difícil, al menos en base a los conocimientos actuales, es poder informar en torno a su instalación, por no existir apenas experiencia sobre ello. De todas formas, como orientación aproximada en la tabla 5 exponemos unos datos orientativos tomados de tres fuentes diferentes.

### Distribución de los puntos de luz

Sea cual fuere el tipo de gallinero, se ha de conseguir:

1. Una adecuada intensidad de iluminación para los pollos, bajo un aspecto tanto técnico como legal.
2. Una distribución de la luz en toda la superficie de la nave lo más uniforme posible, con la salvedad indicada desde un punto de vista legal.
3. Un máximo aprovechamiento de la luz "que se paga", para lo cual es fundamental disponer de pantallas adecuadas y limpiar frecuentemente los puntos de luz.
4. Que los almacenes, áreas de servicio, etc., fuera del hábitat de los pollos, se hallen suficientemente iluminados para permitir el trabajo del personal. Una intensidad media de 50 a 150 lux en estos lugares nos parece suficiente.



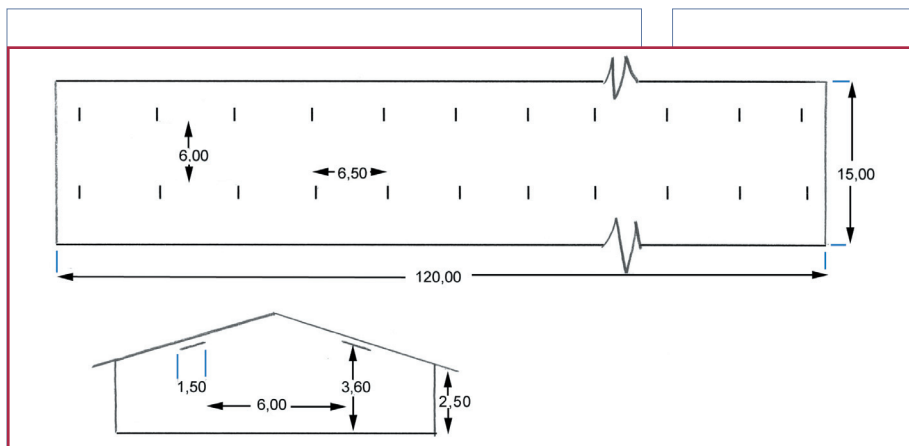


Fig. 3. Disposición de los puntos de luz en una nave de pollos equipada con 30 tubos fluorescentes LT-T8 Narva 30 W/958 ( $\varnothing = 2.000$  lúmenes);  $d = 1,4$ ;  $\eta = 0,57$ ;  $E = 22$  lux)

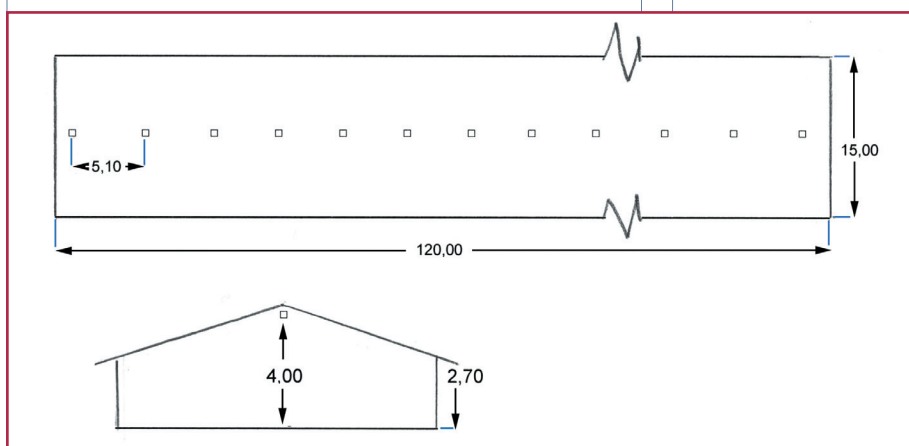


Fig. 4. Disposición de los puntos de luz en una nave de pollos equipada con 24 lámparas Aviled ( $\varnothing = 5.000$  lúmenes);  $E = 38-39$  lux (en la vertical del eje central) y 20-21 lux (en los puntos menos iluminados, al lado de las fachadas)

El lograr estos objetivos no siempre es fácil en gallineros para pollos por tener que considerarse los siguientes aspectos:

- 1. Altura de los puntos de luz.** Mientras que con bombillas incandescentes era habitual suspenderlas a unos 2 m con el fin de aprovechar al máximo su limitado rendimiento lumínico, los tubos fluorescentes suelen fijarse en el techo del local, generalmente por encima de unos 3 m de altura, lo que tiene la ventaja de eliminar cables colgantes y facilitar las limpiezas con agua a presión.

En cambio, con los LEDs de mayor flujo luminoso se hace preciso instalarlos a la mayor altura posible, generalmente adosados al techo en el eje más largo de las naves.

- 2. Numero de hileras.** Tener en cuenta que su aumento encarece la instalación pero contribuye a que la uniformidad de iluminación sea mayor y evitan zonas de sombras.

El número de hileras depende en gran parte del tipo de luz pues con incandescentes o bien fluorescentes compactas, suspendidas a baja altura, es recomendable 3 para naves de 12 m de anchura. En cambio, con tubos fluorescentes, colocados en el techo y en

el sentido del eje más corto de la nave, con 2 hileras es suficiente, mientras que con LEDs y en gallineros de no más de 18 m de anchura bastará con una sola hilera central.

- 3. Distancia entre los puntos de luz.** En el caso de una iluminación incandescente o fluorescente conviene que sea lo más parecida posible a la distancia existente entre las hileras. Bajo este esquema se formará unos "cuadros" imaginarios, con lo que la uniformidad de la iluminación será ideal.

En caso de instalar LEDs de elevado flujo luminoso, adosados al techo de la nave y en el eje más largo de ésta y, por tanto en una sola hilera, los puntos de luz no deberían distanciarse más de unos 5 ó 6 m con el fin de no perder excesivamente en uniformidad.

- 4. Distancias hasta las paredes.** Colocando cada hilera en el lugar que corresponda de dividir la anchura de la nave por el número de ellas, la distancia que quedará hasta cada uno de los muros laterales será la mitad de esto.

En las figuras adjuntas se muestran dos ejemplos de instalación para dos grandes naves de pollos, equipadas, respectivamente, con luces fluorescentes o LEDs.