



Aviagen™

Iluminación para Pollo de Engorde

Por: Karen Schwean-Lardner y Dr. Hank Classen

Iluminación para Pollo de Engorde

Por: Karen Schwean-Lardner y Dr. Hank Classen



KAREN SCHWEAN-LARDNER nació y creció en Saskatchewan, Canadá. Obtuvo su maestría en la Universidad de Saskatchewan, donde colaboró con las primeras etapas del diseño y la construcción de jaulas equipadas para gallinas de postura, sometiéndolas luego a pruebas de bienestar animal y productividad. Desde que terminó con este proyecto fue contratada por la Unidad de Investigación Avícola de la citada Universidad y actualmente es gerente de la Unidad de Enseñanza e Investigación Avícolas, que cuenta con instalaciones para pollo de engorde, pavos comerciales, gallinas de postura y una pequeña planta de incubación. Está a punto de terminar su doctorado en bienestar y manejo avícolas y está investigando los efectos de la exposición a la oscuridad sobre el bienestar y la productividad de los pollos de engorde comerciales. Los temas que más le interesan a Karen son el bienestar, el comportamiento y los sistemas de manejo de las aves productoras de alimentos para el hombre.



El DR. HANK CLASSEN nació y creció en el área rural de Saskatchewan, Canadá. Obtuvo su licenciatura en la Universidad de Saskatchewan y luego pasó a la Universidad de Massachusetts, Estados Unidos, para realizar maestría y doctorado. Después de una breve estancia en la Universidad Estatal de Pennsylvania, EE.UU., regresó al Departamento de Ciencias Animales y Avícolas de la Universidad de Saskatchewan en donde hasta la fecha trabaja como profesor y jefe del citado departamento.

Sus responsabilidades docentes y de investigación giran alrededor de las áreas de manejo y nutrición avícolas. En este último campo sus pesquisas se enfocan a los ingredientes de las raciones y los programas de alimentación para pollos de engorde y gallinas de postura. En el ámbito del manejo, las investigaciones del Dr. Classen han hecho énfasis en aspectos de bienestar animal incluyendo el impacto de la luz sobre el pollo de engorde, el recorte del pico en gallinas de postura, la manipulación nutricional sobre el comportamiento de ponedoras y reproductoras, y el transporte de los pollos productores de carne.

Como resultado de sus investigaciones e interacciones con la industria, recibió el Premio a la Distinción por sus Alcances y Compromisos (2008), la designación como Miembro de la Asociación de Ciencias Avícolas (2007), el Premio a la Innovación (2004), el nombramiento de Hombre del Año al Servicio de la Avicultura de Alberta, Canadá (1994) y el Premio a la Investigación Nutricional de la Asociación Americana de la Industria de Alimentos Balanceados (1993).

El Dr. Classen ha fungido como presidente de la Rama Canadiense de la Asociación Mundial de Ciencias Avícolas y de la Asociación Nacional de Ciencias Avícolas y también ha sido director de ambas organizaciones.

Resumen

Tradicionalmente se ha asumido que el uso de fotoperíodos prolongados eleva al máximo la velocidad de crecimiento de los pollos de engorde; sin embargo, las investigaciones recientes sobre la relación entre las horas de luz y diversas características de los pollos de engorde comerciales han demostrado que este concepto no es correcto. El presente documento proporciona información actualizada sobre la respuesta de los pollos al fotoperíodo en materia de producción, rendimiento en carne y parámetros del bienestar animal

Puntos Clave:

- *No existen diferencias entre estirpes ni sexos en la respuesta al fotoperíodo.*
- *El rendimiento del pollo de engorde no es óptimo cuando se somete a 23 horas de luz al día, por lo que no se recomienda este programa de iluminación.*
- *El hecho de someter al pollo a 23 horas de luz tiene efectos negativos sobre:*
 - *tasa de crecimiento*
 - *consumo de alimento*
 - *mortalidad*
 - *rendimiento en el matadero*
 - *bienestar animal*

El bienestar y el rendimiento del pollo productor de carne se optimizan cuando se proporcionan de 17 a 20 horas de luz al día.

**En el presente documento
utilizaremos la siguiente
abreviatura:**

L = Horas de Luz al Día

INTRODUCCIÓN

La iluminación es una importante técnica de manejo para la producción del pollo de asar y está compuesta cuando menos por tres aspectos, a saber: longitud de onda, intensidad de la luz, y duración y distribución del fotoperíodo. Estos últimos dos aspectos se podrían considerar de manera independiente, pero ahora sabemos que sus efectos interactúan. En su mayoría, la investigación en materia de iluminación del pollo de engorde se ha dedicado al impacto del fotoperíodo y su distribución. 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. En un programa conjunto de investigación 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 engorde comercial. Los documentos relacionados con esta investigación describirán el impacto de 14 (14 L), 17 (17 L), 20 (20 L) y 23 (23 L) horas de luz al día, proporcionando la oscuridad en un solo período continuo sobre los parámetros de producción y rendimiento en carne, el bienestar y la salud de las aves.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevaron a cabo cuatro pruebas para estudiar el efecto del fotoperíodo, el género y la estirpe, y sus interacciones sobre los parámetros de producción del pollo de engorde. El **Cuadro 1** presenta un resumen de las edades finales y las densidades de población utilizadas en estas pruebas, en las que se incluyó en total a un poco más de 16,000 pollos. Se utilizaron dos estirpes (Ross x Ross 308 y Ross x Ross 708) en cada prueba y las aves de cada sexo (género) se alojaron por separado. El análisis estadístico no logró demostrar interacciones importantes entre la estirpe y el programa de iluminación ni entre la estirpe y el género sobre las características evaluadas. Esta falta de interacción indica que las dos estirpes y los dos sexos reaccionan de manera similar a los cambios de iluminación y, por lo tanto, el presente informe se enfoca principalmente a los efectos de la luz.

Cuadro 1: Detalles experimentales.

PRUEBA N°	NÚMERO TOTAL DE AVES	EDAD AL SACRIFICIO	DENSIDAD DE POBLACIÓN MÁXIMA AL FINAL
1	5040	31 ó 39 días	24 kg/m ²
2	4464	39 ó 49 días	30 kg/m ²
3	3712	39 días	30 kg/m ²
4	2912	48 días	30 kg/m ²

Los tratamientos o programas de iluminación consistieron en cantidades graduales de horas de luz al día para poder describir la relación entre el fotoperíodo y las diferentes características de producción. Los tratamientos consistieron en 14 (14 L), 17 (17 L), 20 (20 L) y 23 (23 L) horas de luz al día, proporcionando todos los períodos de oscuridad en un solo bloque. Durante los primeros 7 días de edad, todas las aves se expusieron a 23 L con una intensidad de 20 lux (2 pies candela) y a partir del séptimo día se colocaron en sus tratamientos lumínicos experimentales. La intensidad de la luz se redujo a 8 lux (0.8 pies candela) al mismo tiempo y se midió al nivel de las aves y en el centro del corral de en medio de cada sala experimental el día de la llegada de los pollos de un día de edad y nuevamente al inicio de los programas de iluminación, a los 7 días de edad. Las salas experimentales contaban con trampas de luz en los ventiladores y las entradas de aire para evitar el ingreso de la luz. La fuente de luz consistió en bombillos (focos o lámparas) incandescentes.

Las pruebas de iluminación se llevaron a cabo en ocho salas ambientalmente independientes, cada una de las cuales se subdividió en 12 corrales, 6 de ellos con 53 machos cada uno y 6 con 63 hembras cada uno, manteniendo las condiciones ambientales similares a las que prevalecen en las explotaciones comerciales. Cada uno de los programas de iluminación se replicó en dos salas, en cada prueba. Los pollos de engorde nacieron en una incubadora comercial. Se utilizó cama de paja que se colocó después de haber limpiado y desinfectado los corrales para las pruebas 1 y 2, mientras que en la prueba 3 la cama era de 2 usos y en la prueba 4 la cama era de 3 usos (N. del T.: cama "caliente"). La temperatura de las salas fue también similar a las prácticas de la industria, con una reducción gradual a partir de la crianza hasta 22°C (72°F). El alimento (un comedero cilíndrico por corral de 0 a 24 días con circunferencia de 110 cm [44 pulgadas] y de 24 días al mercado la circunferencia fue de 137.5 cm [55 pulgadas]) y el agua (6 bebederos de niple Lubing 4087 por corral) se proporcionaron ad libitum. La cantidad de alimento se basó en el número de aves iniciadas, proporcionando 0.5 Kg (1.1 lb) de Iniciador (migaja), 2 Kg (4.4 lb) de ración de Crecimiento (migaja) y el resto

fue el Finalizador 1 (pelets). Para las aves que se desarrollaron hasta los 49 días de edad se utilizaron 1.6 Kg (3.5 lb) de Finalizador 1, mientras que el Finalizador 2 se administró después, hasta terminar la prueba. Todas las dietas se basaron principalmente en maíz y torta (pasta o harina) de soya. Véase el **Cuadro 2** donde aparecen las especificaciones de dietas y nutrientes para las pruebas 1 y 2, y el **Cuadro 3** que se refiere a las pruebas 3 y 4.

Cuadro 2: Composición de las dietas utilizadas en las pruebas 1 y 2 de iluminación

INGREDIENTES: (%)	INICIADOR	CRECIMIENTO	FINALIZADOR 1	FINALIZADOR 2
Maiz	54.16	58.77	64.17	67.83
Torta (pasta o "harina") de soya	37.60	32.70	27.50	24.80
Aceite de canola	3.25	4.00	4.00	3.35
Fosfato dicálcico	1.92	1.72	1.62	1.40
Carbonato de calcio	1.56	1.41	1.36	1.24
Sal	0.35	0.37	0.36	0.33
Premezcla de vitaminas y minerales ^{1,2}	0.19	0.19	0.19	0.14
Cloruro de colina ³	0.07	0.09	0.11	0.12
DL-Metionina	0.28	0.23	0.17	0.20
L-Treonina	0.02	0.01	0.00	0.03
L-Lisina HCL	0.17	0.11	0.11	0.15
Pro-Bond (almidón de chícharo o arveja)	0.26	0.15	0.15	0.15
Bicarbonato de sodio	0.22	0.20	0.21	0.22
Bio-cox 120	0.06	0.06	0.06	0.06
Rovomix E50 ⁴	0.0004	0.0004	0.0004	0
NUTRIENTES: (%)	INICIADOR	CRECIMIENTO	FINALIZADOR 1	FINALIZADOR 2
EMA (kcal/kg) ⁵	3050	3149	3200	3200
Proteína bruta	22.0	20.0	18.0	17.1
Calcio	1.00	0.90	0.85	0.76
Fósforo no fítico	0.50	0.45	0.42	0.37
Sodio	0.21	0.21	0.21	0.20
Arginina	1.51	1.36	1.20	1.121
Lisina	1.38	1.20	1.06	1.021
Metionina	0.62	0.55	0.47	0.481
Aminoácidos azufrados totales	1.030	0.920	0.840	0.760
Treonina	0.88	0.79	0.70	0.691
Triptófano	0.31	0.28	0.24	0.223

1 Suministrado por kilogramo de dieta: vitamina A, 9,425 UI; vitamina D, 3,055 UI; vitamina E, 50 UI; vitamina K, 1.43 mg; tiamina, 1.95 mg; riboflavina 6.5 mg; niacina, 65 mg; piridoxina, 3.25 mg; vitamina B12, 0.013 mg; ácido pantoténico, 13.0 mg; ácido fólico, 1.1 mg; biotina, 0.163 mg y antioxidante, 0.081 mg.

2 Suministrado por kilogramo de dieta: hierro, 55 mg; zinc, 60.5 mg; manganeso, 74 mg; cobre, 5.5 mg; yodo, 0.72 mg; y selenio, 0.3 mg.

3 La concentración de colina en la premezcla de cloruro de colina es 60%.

4 La concentración de vitamina E de Rovomix E50 es 500 UI/gramo.

5 Consejo Nacional de Investigación, National Research Council, 1994.

EMA - Energía metabolizable aparente.

Cuadro 3: Composición de las dietas utilizadas en las pruebas 3 y 4 de iluminación

INGREDIENTES: (%)	INICIADOR	CRECIMIENTO	FINALIZADOR 1	FINALIZADOR 2
Maiz	54.3	58.7	64.3	67.29
Torta (pasta o "harina") de soya	37.5	32.62	27.47	25.40
Aceite de canola	3.3	4.15	4.10	3.35
Fosfato dicálcico	1.92	1.72	1.57	1.39
Carbonato de calcio	1.58	1.40	1.39	1.24
Sal	0.361	0.368	0.346	0.330
Premezcla de vitaminas y minerales ^{1,2}	0.126	0.127	0.127	0.127
Cloruro de colina ³	0.018	0.086	0.098	0.119
DL-Metionina	0.324	0.264	0.234	0.198
L-Treonina	0.083	0.051	0.041	0.031
L-Lisina HCL	0.173	0.112	0.007	0.146
Pro-Bond (almidón de chícharo o arveja)	0.150	0.150	0.150	0.150
Bicarbonato de sodio	0.210	0.200	0.200	0.220
Rovomix E50 ⁴	0.004	0.004	0.004	0.004
NUTRIENTES: (%)	INICIADOR	CRECIMIENTO	FINALIZADOR 1	FINALIZADOR 2
EMA (kcal/kg) ⁵	3060	3163	3212	3200
Proteína bruta	21.7	19.7	17.6	17.1
Calcio	1.00	0.89	0.85	0.76
Fósforo no fítico	0.50	0.45	0.41	0.37
Sodio	0.211	0.210	0.201	0.20
Arginina	1.511	1.358	1.200	1.121
Lisina	1.380	1.200	0.980	1.021
Metionina	0.665	0.582	0.528	0.481
Aminoácidos azufrados totales	1.030	0.920	0.840	0.760
Treonina	0.940	0.830	0.740	0.691
Triptófano	0.309	0.275	0.241	0.223

1 Suministrado por kilogramo de dieta: vitamina A, 9,425 UI; vitamina D, 3,055 UI; vitamina E, 50 UI; vitamina K, 1.43 mg; tiamina, 1.95 mg; riboflavina 6.5 mg; niacina, 65 mg; piridoxina, 3.25 mg; vitamina B12, 0.013 mg; ácido pantoténico, 13.0 mg; ácido fólico, 1.1 mg; biotina, 0.163 mg y antioxidante, 0.081 mg.

2 Suministrado por kilogramo de dieta: hierro, 55 mg; zinc, 60.5 mg; manganeso, 74 mg; cobre, 5.5 mg; yodo, 0.72 mg; y selenio, 0.3 mg.

3 La concentración de colina en la premezcla de cloruro de colina es 60%.

4 La concentración de vitamina E de Rovomix E50 es 500 UI/gramo.

5 Consejo Nacional de Investigación, National Research Council, 1994.

EMA - Energía metabolizable aparente.

Los pesos corporales y el alimento sobrante se registraron a los 0, 7, 31/32, 38/39 días y para las pruebas de mayor duración a los 48/49 días de edad, lo que nos permitió calcular la eficiencia alimenticia con y sin corrección para la mortalidad. Las parvadas se examinaron todos los días y se sacrificó a las aves que mostraban signos de sufrimiento. Los pollos muertos se recogieron dos veces al día, se pesaron y, junto con los animales de desecho, se sometieron a necropsia para determinar la causa de la muerte o la morbilidad.

Para evaluar el rendimiento en carne se tomaron algunas aves aleatoriamente identificándolas con dos bandas en las alas, para pesarlas individualmente después de retirar el alimento (4 horas) y el agua (2 horas adicionales). Luego se enviaron a un matadero comercial para ser procesadas y luego se recuperaron, se empacaron en hielo y se devolvieron a la Universidad de Saskatchewan para determinar su rendimiento en carne. Para cada evaluación (dentro de cada edad y experimento) se realizó la disección de 28 a 32 machos y de 28 a 32 hembras de cada subclase dentro de cada tratamiento genotipo x iluminación. El examen del rendimiento en carne incluyó la medición de la pechuga (piel, músculo pectoral mayor y músculo pectoral menor [filete y filetillo, respectivamente]), muslos intactos derecho e izquierdo por separado (piel, carne y hueso), piernas intactas por separado derecha e izquierda (piel, carne y hueso), alas, grasa abdominal y resto de la canal (porciones torácica y lumbar).

La técnica estadística utilizada para analizar los datos de esta investigación consistió en un arreglo factorial

4 (fotoperíodo) x 2 (género) x 2 (genotipo), considerando a los experimentos como bloques. Los tratamientos lumínicos se anidaron dentro de cada sala. Se utilizó el Modelo Lineal General de SAS (Proc GLM de SAS) para el análisis de la varianza, la Prueba de Medias de Duncan para la separación media y la Regresión (Proc Reg) y la Regresión Superficial de Respuesta (Proc RSReg) para el análisis de regresión. Los datos porcentuales se transformaron a log+1 antes del análisis para normalizar la distribución. Las diferencias se consideraron significativas cuando la probabilidad fue inferior al 5%, a menos que se especifique lo contrario.

Puntos Clave:

- *Se realizaron cuatro pruebas para determinar el efecto del fotoperíodo, el género y la estirpe sobre los parámetros de producción de los pollos de engorde.*
- *Se probaron dos estirpes (Ross 308 y Ross 708) y cada sexo se alojó por separado.*
- *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.*
- *Las dietas se basaron en maíz y tortas de soya. Los alimentos Iniciador y de Crecimiento tenían forma de migaja mientras que el Finalizador estaba peleteado.*
- *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.*
- *La evaluación del rendimiento en carne se realizó en la Universidad de Saskatchewan después de haber sacrificado a las aves en una planta de procesamiento comercial.*
- *No existieron diferencias en la manera como las dos estirpes o los dos géneros respondieron a la iluminación. El enfoque del presente informe es la influencia del programa de iluminación sobre el rendimiento “promedio” del pollo de engorde.*

INFLUENCIA DEL FOTOPERÍODO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y EL RENDIMIENTO EN CARNE DEL POLLO DE ENGORDE

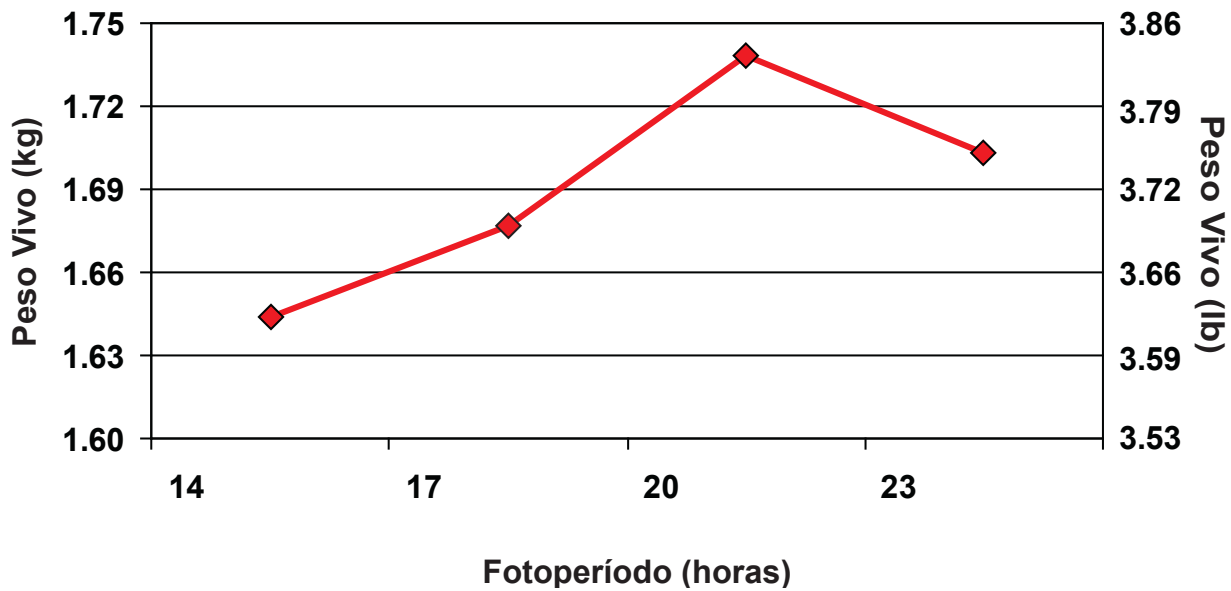
En esta sección describiremos el impacto de 14 (14 L), 17 (17 L), 20 (20 L) y 23 (23 L) horas de luz al día, proporcionando toda la oscuridad en un solo período, sobre los parámetros de producción y rendimiento en carne.

Tasa de Crecimiento

Los pollos utilizados en estos experimentos tenían un peso inicial promedio de 42 gramos en todos los grupos sometidos a los tratamientos de iluminación y en todos los experimentos. La tasa de crecimiento fue alta en todos los experimentos, con valores aproximadamente 15% superiores a los publicados en los objetivos de rendimiento del pollo de engorde de Aviagen.

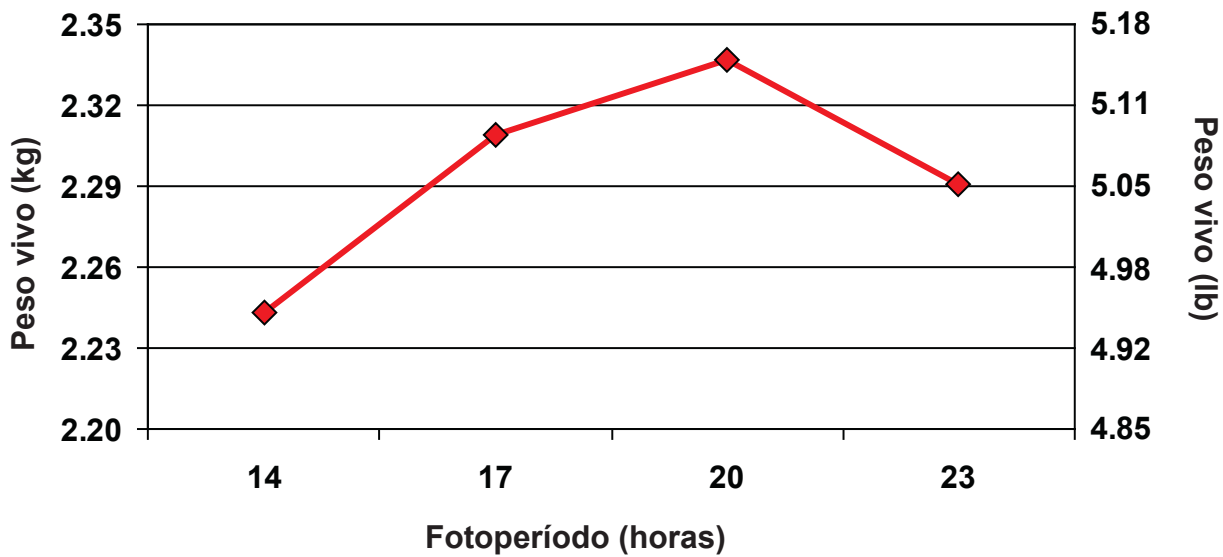
El número de horas de luz al día tuvo un impacto importante sobre la tasa de crecimiento y los efectos fueron dependientes de la edad al sacrificio. A los 31 ó 32 días, el peso corporal respondió al fotoperíodo de manera cuadrática, alcanzando su máximo significativo (pico) de peso corporal con 20 L (**Figura 1**). 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. La práctica de disminuir el fotoperíodo a menos de 20 L reduce el peso corporal. Incluso a esta edad temprana al sacrificio, los pollos que recibieron 17 L no presentaron diferencias estadísticamente significativas en la tasa del crecimiento en comparación con las aves que recibieron 23 L.

Figura 1: Efecto del fotoperíodo sobre el peso corporal a los 31/32 días de edad



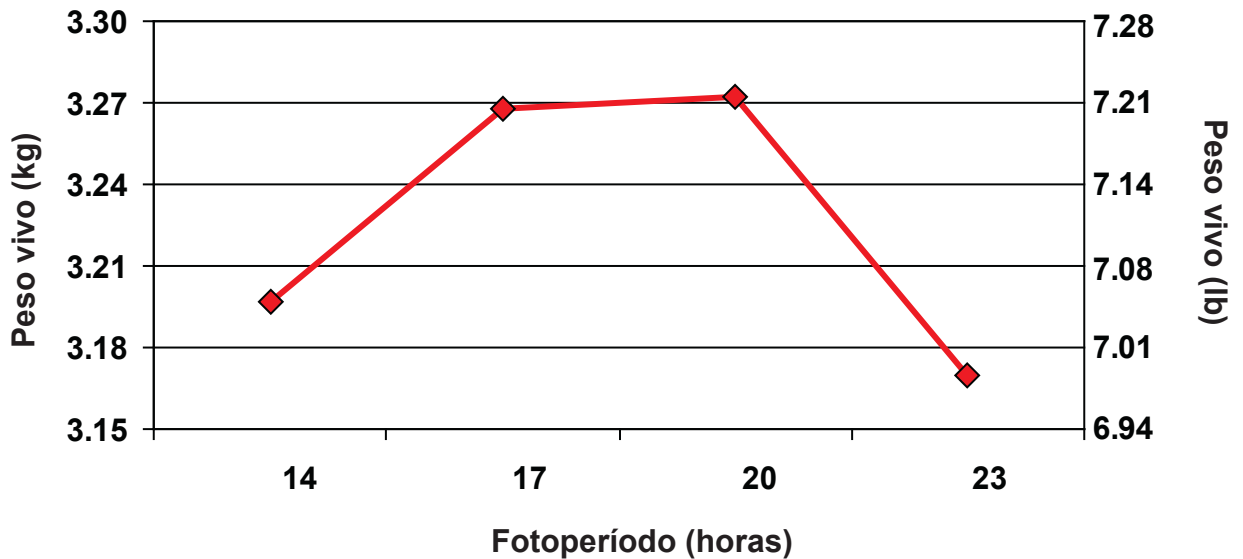
En las aves que se desarrollan hasta los 38 ó 39 días, se presenta una tendencia similar (Figura 2). También con una respuesta cuadrática, los mayores pesos corporales se alcanzaron con 20 L, obteniéndose valores menores con fotoperíodos más largos o más cortos. El tratamiento con 23 L en realidad generó 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.

Figura 2: Efecto del fotoperíodo sobre el peso corporal a los 38/39 días de edad



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 (**Figura 3**). En conclusión, cuando los pollos se desarrollan para alcanzar mayores pesos al mercado tienen más oportunidades de compensar la menor ganancia de peso durante las primeras etapas de su vida cuando se someten a fotoperíodos más cortos.

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



Puntos Clave:

- El número de horas de luz al día tiene un importante impacto sobre la tasa de crecimiento y sus efectos dependen de la edad al sacrificio.
- El proporcionar a los pollos 20 horas de luz al día les dio la mayor tasa de crecimiento en todas las edades.
- Conforme aumenta la edad de las aves se pueden adaptar a fotoperíodos más cortos. Los pollos que se comercializan a edades más avanzadas tienen un rendimiento relativamente mejor con fotoperíodos más cortos que las aves que se sacrifican más jóvenes.
- Los fotoperíodos cortos (por ejemplo 14 horas de luz) reducen la tasa de crecimiento independientemente de la edad al mercado.
- El aumentar el fotoperíodo a 23 horas tiene un impacto negativo sobre la tasa de crecimiento. Los datos de esta prueba no respaldan la idea de que dar una iluminación casi constante (23 horas) logre las mayores tasas de crecimiento.

Consumo de Alimento

El consumo de alimento también se ve afectado por la duración del día (**Cuadro 4**). En general, la respuesta en el consumo de alimento es muy parecida a la que se observa en la tasa de crecimiento. En todas las edades al mercado, los pollos que recibieron 20 L comieron más que las de los otros tratamientos. Al igual que con la tasa de crecimiento, la comparación entre 20 L y 23 L no respalda la creencia de muchas personas de que el dar a las aves más tiempo para comer siempre dé como resultado un mayor consumo. Dado que los pollos prefieren comer durante el día, es de esperarse que cuando se les proporcionan menos de 20 L comerán menos, y nuestros datos respaldan este concepto. Como mencionamos con respecto a la tasa de crecimiento, los resultados también muestran que los pollos de engorde ajustan su comportamiento de consumo de alimento para compensar el fotoperíodo más corto conforme aumenta su edad. Aun cuando el concepto de que los pollos más grandes comen más y los pequeños comen menos queda claro cuando se les envía al mercado más jóvenes (0-31/32 días), éste no es necesariamente el

caso cuando se les sacrifica a mayor edad. Por ejemplo, las aves que recibieron 14 L aumentaron de peso igual de 0 a 48 ó 49 días que los que recibieron 23 L, pero consumieron significativamente menos alimento. Para la misma edad al mercado, las aves con 17 L comieron menos que las de 20 L a pesar de haber ganado la misma cantidad de peso. Esta diferencia se relaciona con la mejor eficiencia alimenticia de las aves que reciben un fotoperíodo más corto y más horas de oscuridad.

Cuadro 4: Efecto del fotoperíodo sobre el consumo de alimento (kg/ave)

	PROGRAMA DE ILUMINACIÓN				SEM*
	14L:10D	17L:7D	20L:4D	23L:1D	
0-31/32 días	2.43 ^D	2.57 ^C	2.68 ^A	2.61 ^B	0.013
0-38/39 días	3.58 ^C	3.75 ^B	3.87 ^A	3.78 ^B	0.020
0-48/49 días	5.69 ^C	5.94 ^B	6.15 ^A	5.89 ^B	0.057

^{ABCD} Las medias con superíndices distintos dentro de una misma edad son significativamente diferentes ($P < 0.05$)
L = Luz; D = Oscuridad; SEM = Error Estándar de la Media

Puntos Clave:

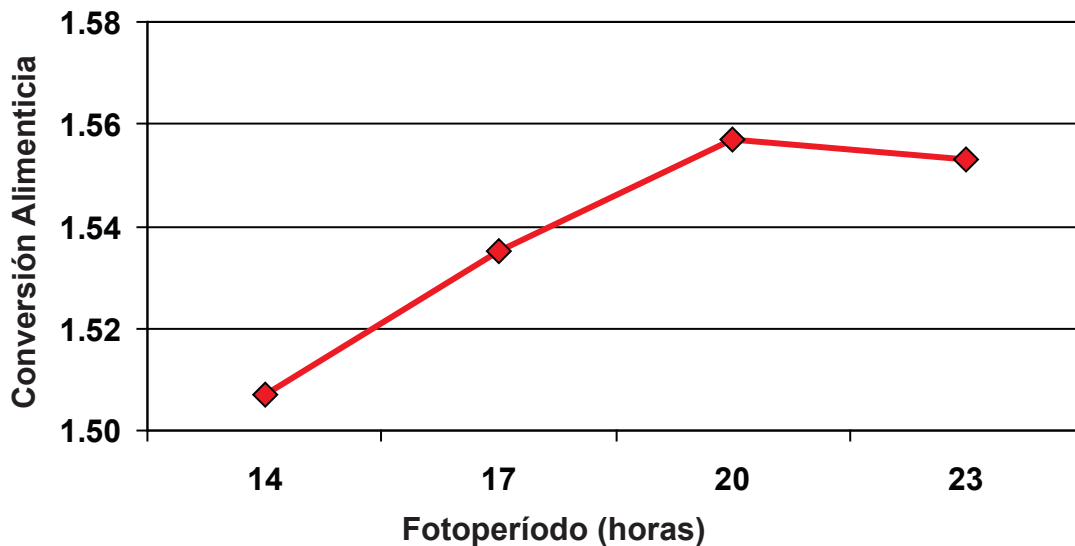
- El mayor consumo de alimento se observó en las aves que recibieron 20 horas de luz al día. Se presentó una reducción marcada y significativa en el consumo de alimento cuando el fotoperíodo fue mayor o menor a 20 horas.
- Conforme aumentó la edad, los pollos ajustaron su conducta de consumo de alimento para compensar los fotoperíodos más cortos.
- En las aves que se sacrifican a edades mayores (48 ó 49 días) las diferencias en el consumo de alimento no están relacionadas con la ganancia de peso, sino que son el resultado de una mejor eficiencia alimenticia cuando se les proporcionan días más cortos y noches más largas (véase más adelante).
- Los datos del consumo de alimento no apoyan la idea de que la luz casi constante (23 horas al día) genere un mayor consumo de alimento, porque las aves cuentan con más tiempo para comer.

Conversión Alimenticia

Proporción entre el Consumo de Alimento y la Ganancia de Peso

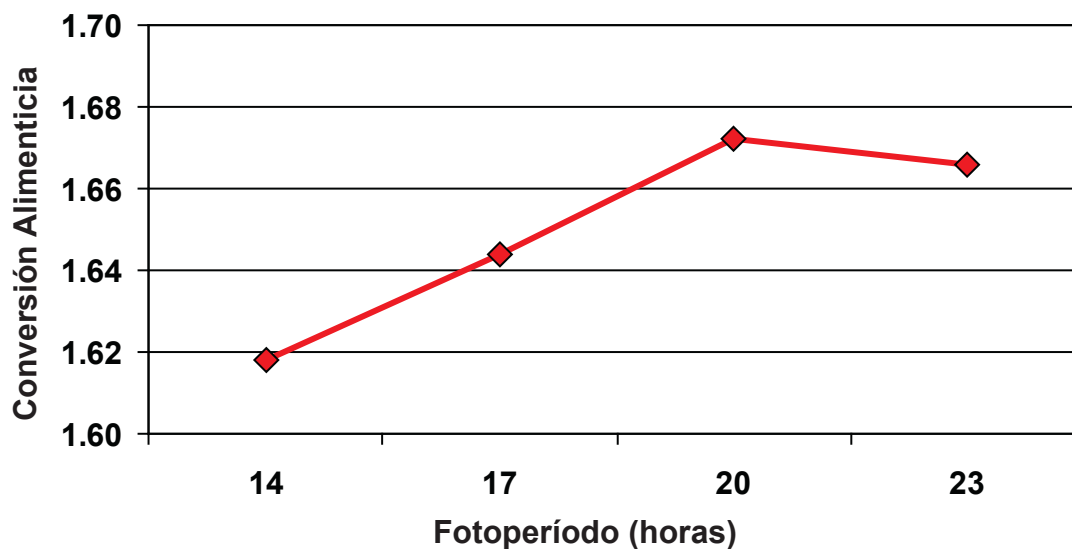
Este concepto, conocido como conversión alimenticia (N. del T: o su equivalente inverso, la eficiencia alimenticia), es un método que se utiliza comúnmente en la industria para evaluar la eficiencia con la que los pollos de engorde transforman el alimento en peso corporal. Los efectos del fotoperíodo sobre esta característica se muestran en las **Figuras 4, 5 y 6** sin hacer correcciones para tomar en cuenta la mortalidad ni el peso corporal. La conversión alimenticia de 0 a 31 ó 32 días mejoró cuadráticamente conforme disminuyó el fotoperíodo, de tal manera que las aves más eficientes fueron las que recibieron 14 L (**Figura 4**). La conversión alimenticia de las aves con 20 L y 23 L es similar.

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



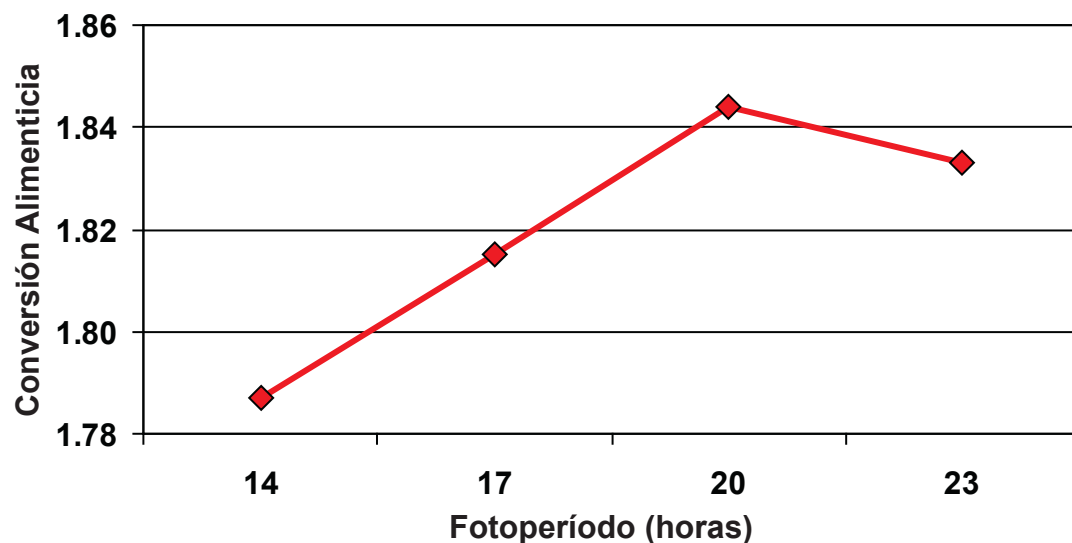
Los datos para 0-38 ó 39 días son similares (**Figura 5**). La respuesta es nuevamente cuadrática y una reducción del fotoperíodo mejora la conversión alimenticia. El efecto del número de horas de luz al día no está relacionado con la ganancia de peso, pues las aves desarrolladas con 23 L tuvieron el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

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



La **Figura 6** muestra los datos correspondientes a las aves desarrolladas de 0 a 48/49 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.

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



Esta investigación no estableció la razón del efecto benéfico del fotoperíodo corto sobre la conversión alimenticia, pero puede ayudar a definir posibles mecanismos que incluyen un impacto sobre la mortalidad, cambios en los requerimientos de mantenimiento asociados con la actividad y modificaciones en el metabolismo durante el período de oscuridad. A continuación describiremos los efectos sobre la mortalidad, que son parcialmente responsables del efecto benéfico del fotoperíodo sobre la conversión alimenticia; sin embargo, dicho efecto permanece incluso después de corregir los resultados tomando en cuenta el peso de las aves muertas y desechadas.

Con base en los hallazgos de otros datos recolectados en esta investigación (véase la sección de bienestar animal), el efecto no se debe a la actividad de los animales. Incluso cuando se incluyó la oscuridad en la evaluación total del comportamiento, las aves sometidas a fotoperíodos cortos de hecho estuvieron más activas que las que recibieron días más largos. Otra posible razón del mejoramiento de la conversión alimenticia es el menor requerimiento de mantenimiento asociado con un menor metabolismo, que se sabe ocurre durante la oscuridad.

Puntos Clave:

- *La eficiencia alimenticia mejora cuando se reduce el número de horas de luz al día (noches más largas). La mejor conversión alimenticia se presentó cuando las aves recibieron 14 horas de luz, independientemente de su edad al mercado.*
- *Esta mejor conversión alimenticia no se debe a diferencias en la ganancia de peso, pero puede atribuirse a menores requerimientos de mantenimiento como resultado del menor metabolismo que se presenta durante la oscuridad..*

Conversión Alimenticia (corregida considerando la mortalidad)

La proporción entre el consumo de alimento y la ganancia de peso es el método principal que se utiliza para evaluar la eficiencia alimenticia en la industria. Sin embargo, para un análisis científico puede resultar de utilidad corregir este valor tomando en cuenta la mortalidad y las aves que se desechan. Bajo este método, el peso de las aves muertas y desechadas se suma a la ganancia de peso vivo y, por lo tanto, evalúa la conversión alimenticia independiente de la incidencia de la mortalidad. Los datos de conversión alimenticia corregida por mortalidad se muestran en las **Figuras 7, 8 y 9** y son muy similares a los de la conversión alimenticia. Estos resultados demuestran que los pollos de engorde expuestos a fotoperíodos más cortos son más eficientes independientemente de la mortalidad.

Figura 7: Efecto del fotoperíodo sobre la conversión alimenticia corregida considerando la mortalidad de los pollos de engorde de 0 a 31/32 días de edad.

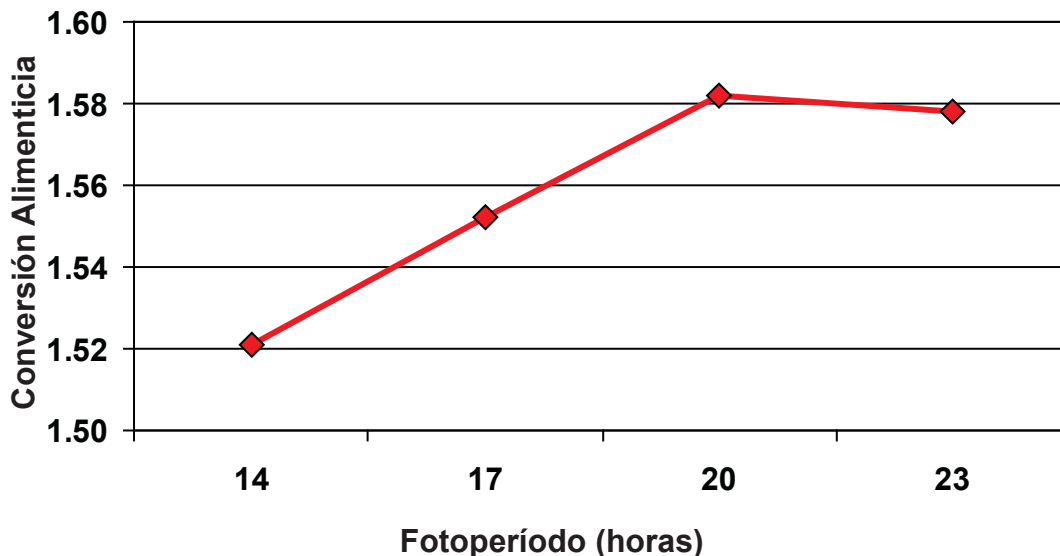


Figura 8: Efecto del fotoperíodo sobre la conversión alimenticia corregida considerando la mortalidad de los pollos de engorde de 0 a 38/39 días de edad..

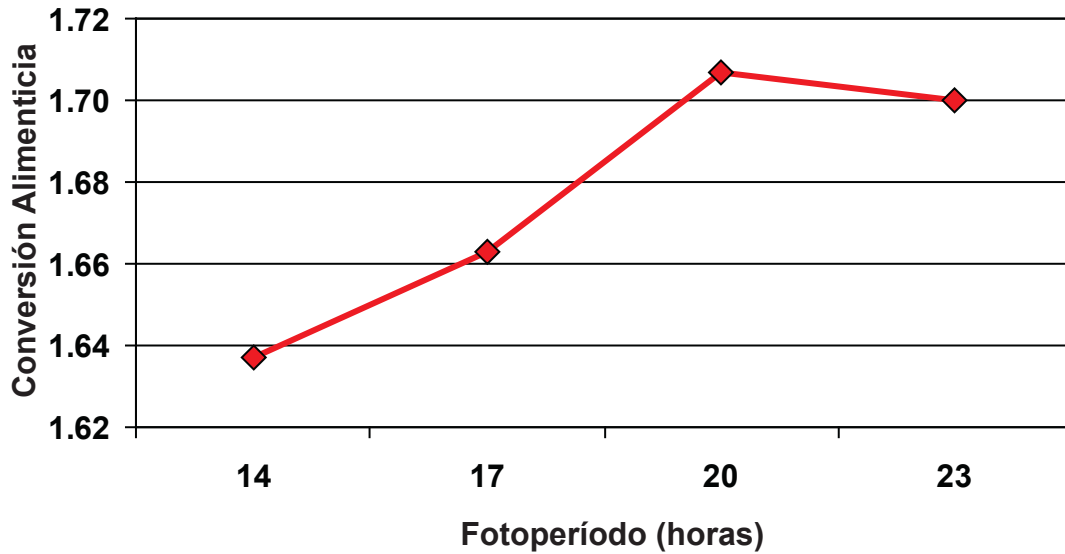
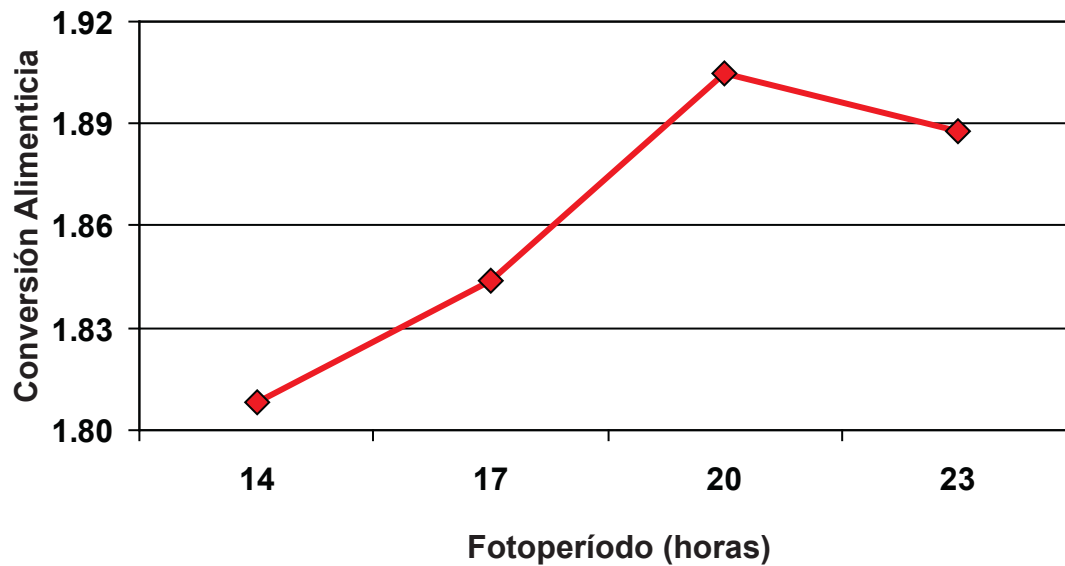


Figura 9: Efecto del fotoperíodo sobre la conversión alimenticia corregida considerando la mortalidad de los pollos de engorde de 0 a 48/49 días de edad.



Punto Clave:

- Los beneficios del fotoperíodo más corto sobre la conversión alimenticia, son independientes de la mortalidad.

Mortalidad

El efecto del fotoperíodo sobre el porcentaje de mortalidad y el número de aves de desecho de 7 a 31 ó 32, 38 ó 39 y 48 ó 49 días se muestra en las **Figuras 10, 11 y 12**. Puede verse que el fotoperíodo tiene un impacto lineal sobre el número de aves muertas y de desecho en una parvada de pollos de engorde. La reducción del fotoperíodo da como resultado menos mortalidad y menos desechos, independientemente de la edad al sacrificio. Es importante notar que el reducir el fotoperíodo 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.

Figura 10: Efecto del fotoperíodo sobre la incidencia (%) de aves muertas y de desecho de 7 a 31 ó 32 días de edad.

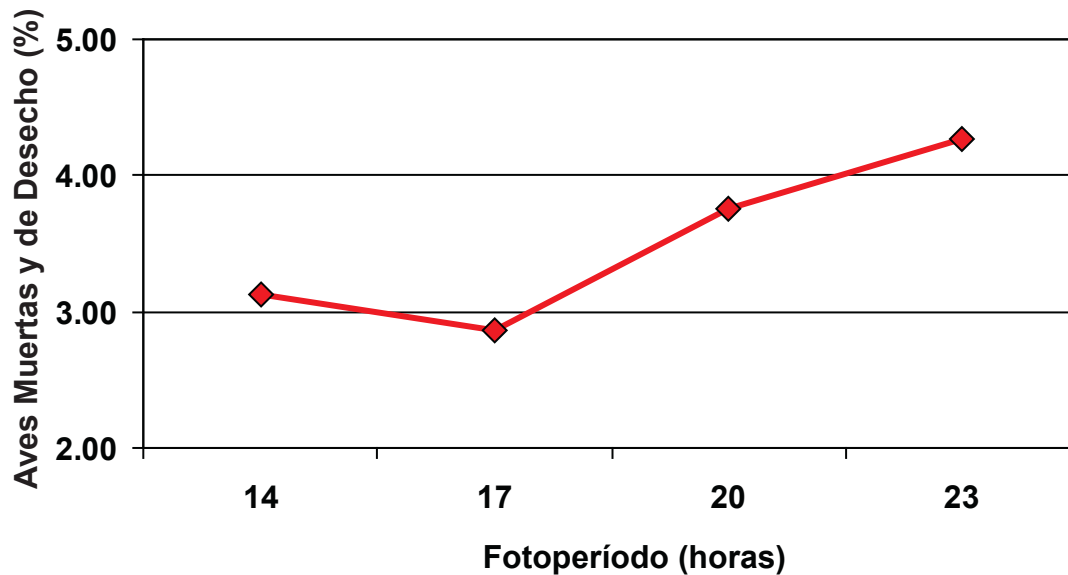


Figura 11: Efecto del fotoperíodo sobre la incidencia (%) de aves muertas y de desecho de 7 a 38 ó 39 días de edad.

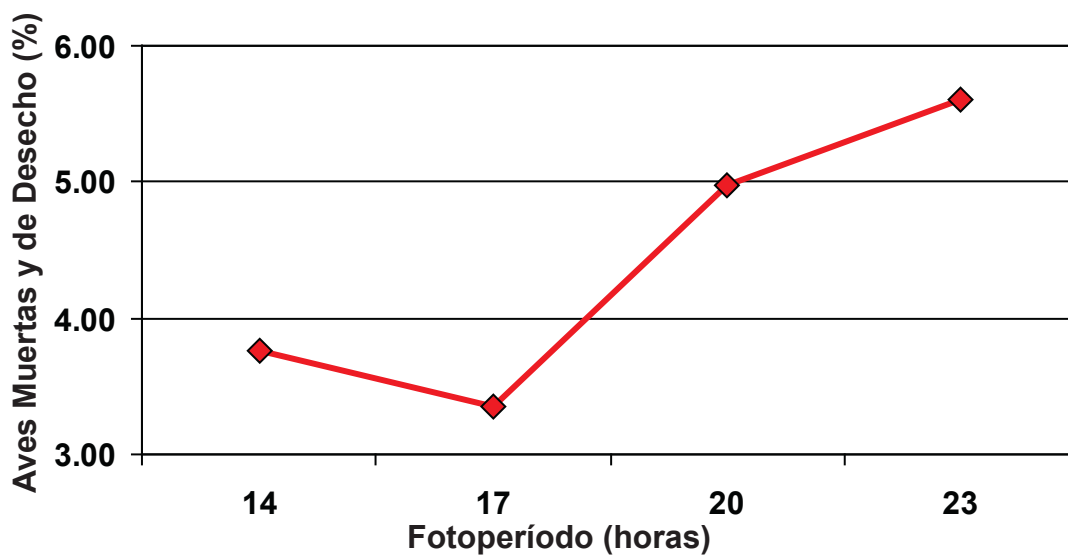
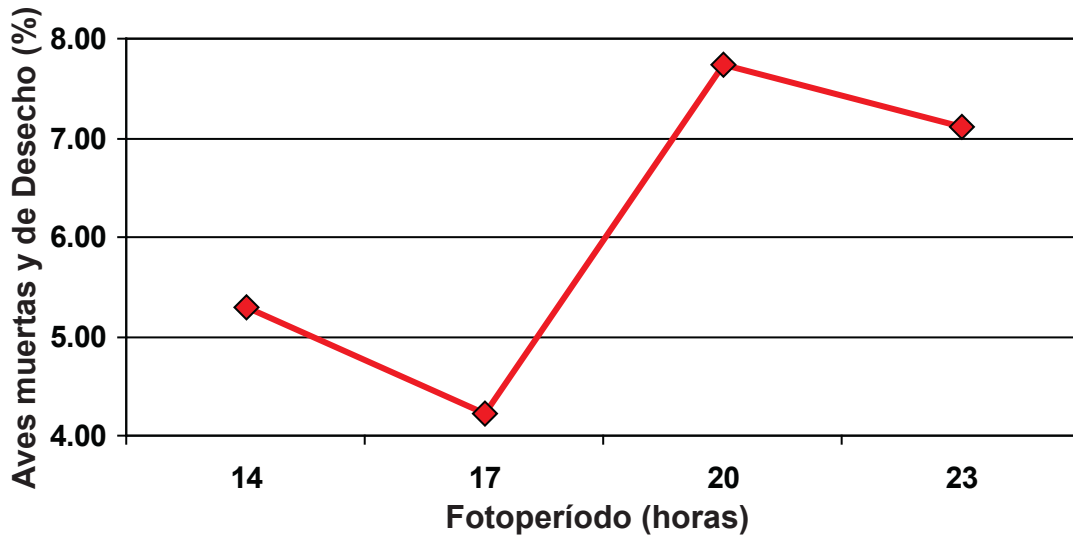


Figura 12: Efecto del fotoperíodo sobre la incidencia (%) de aves muertas y de desecho de 7 a 48 ó 49 días de edad.



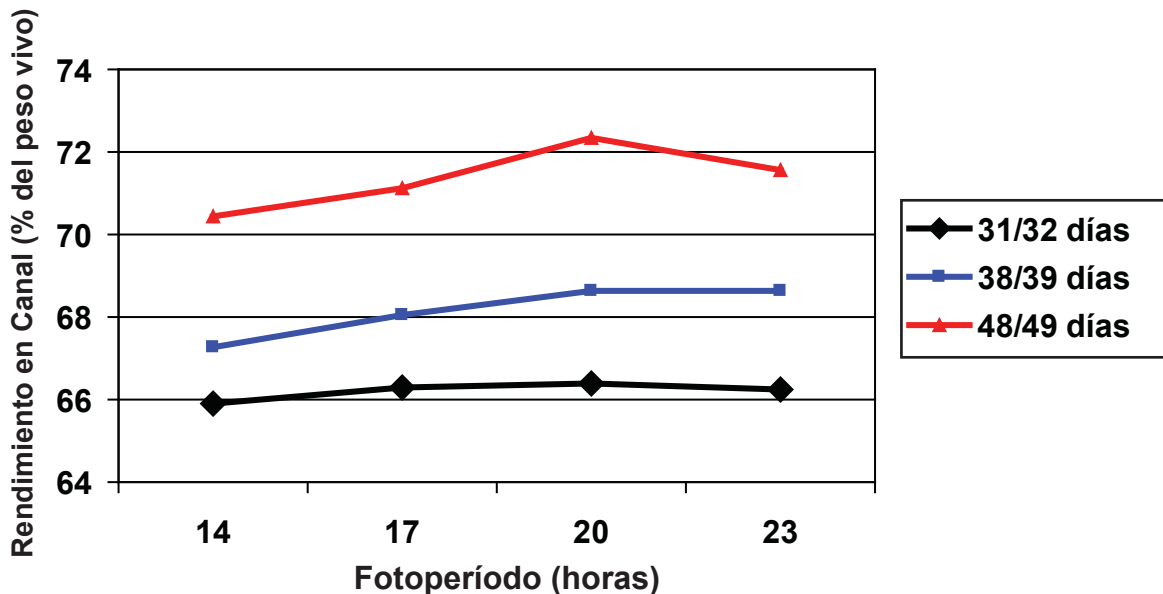
Puntos Clave:

- La reducción del fotoperíodo reduce la mortalidad, independientemente de la edad al sacrificio.
- Sin embargo, no se logran más beneficios en mortalidad si el fotoperíodo se reduce a menos de 17 horas.

Rendimiento en Carne

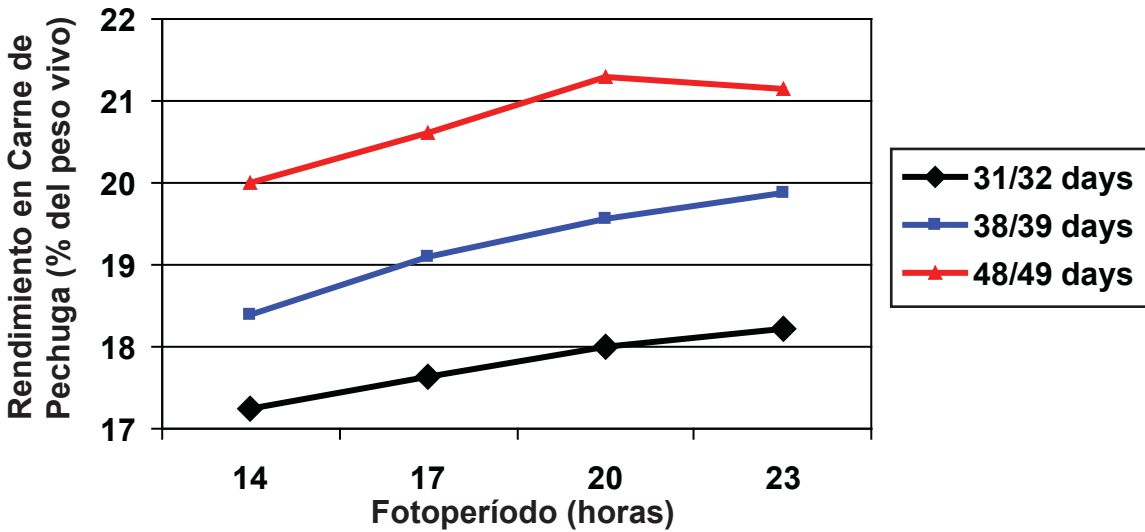
El programa de iluminación tuvo un impacto importante sobre el rendimiento en carne, mismo que dependió —en parte— de la edad. A los 31 ó 32 días de edad, la iluminación no tuvo efecto sobre el rendimiento en canal, pero sí lo tuvo de manera lineal al aumentar el fotoperíodo hasta los 38 ó 39 días de edad, y de manera cuadrática hasta los 48 ó 49 días de edad (**Figura 13**). Estos datos también demuestran claramente que el rendimiento en canal aumenta conforme se prolonga la edad al sacrificio.

Figura 13: Efecto del fotoperíodo y la edad sobre el rendimiento en canal (% del peso vivo) de los pollos de engorde.



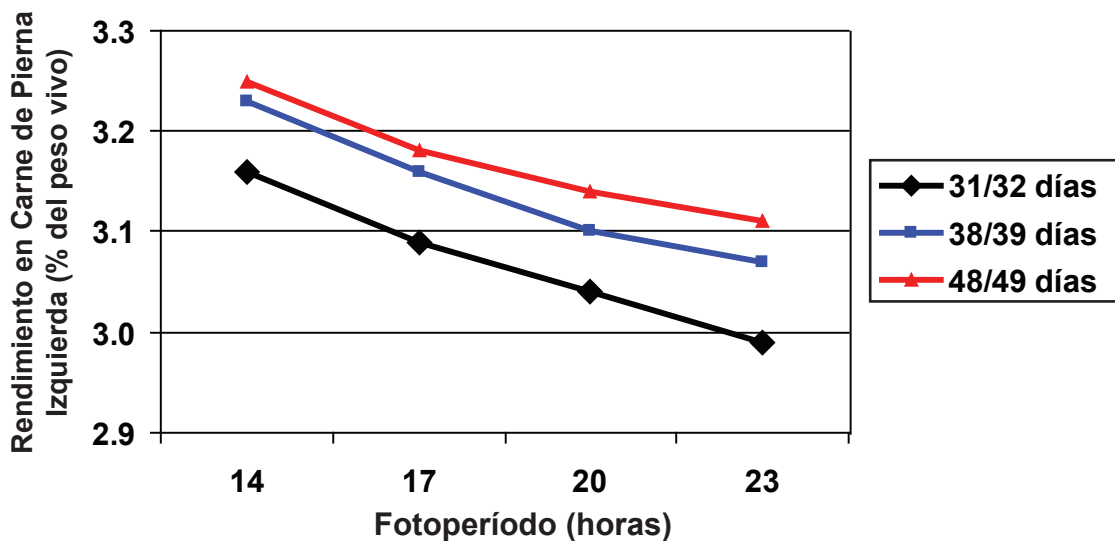
Se encontró un efecto importante y consistente del fotoperíodo sobre el rendimiento en carne de pechuga (músculos pectoral mayor, pectoral menor y total). En todas las edades examinadas, el rendimiento en carne de pechuga se incrementó junto con el fotoperíodo (**Figura 14**). Al igual que el rendimiento en canal, la proporción cambió con la edad. A los 31 ó 32 días y a los 38 ó 39 días, la relación es lineal mientras que a los 48 ó 49 días es cuadrática, aunque el rendimiento fue igual en los pollos que recibieron 20 y 23 horas de luz al día. El rendimiento en carne de pechuga se incrementó con la edad.

Figura 14: Efecto del fotoperíodo y la edad sobre el rendimiento en carne de pechuga (% del peso vivo) de los pollos de engorde.



Aun cuando no fue tan definitivo como el aumento en el rendimiento en carne de pechuga, el incremento del fotoperíodo tendió a reducir el porcentaje de porciones de piernas, particularmente el rendimiento en carne de pierna izquierda, que se redujo linealmente en todas las edades (**Figura 15**).

Figura 15: Efecto del fotoperíodo y la edad sobre el rendimiento en carne de pierna izquierda (% del peso vivo) de los pollos de engorde.



La grasa de la canal también es una característica importante, aunque los datos con que contamos actualmente no permiten hacer una evaluación fácil. Como se menciona en la sección de **Material y Métodos** la grasa abdominal no es un buen indicador debido a la técnica de procesamiento, aunque se pueden utilizar otros criterios del rendimiento para la interpretación. Parte de la grasa que acumulan los pollos de engorde es subcutánea, por lo que casi toda esta grasa queda retenida en la piel durante el procesamiento. Por lo tanto, el hecho de que la piel de la pechuga pese más puede ser un indicador de que la canal contiene más grasa. El examen del valor de la piel de la pechuga indica que en las hembras este peso es mayor que en los machos. Está bien establecido que las hembras tienen un poco más de grasa que los machos, por lo que este hallazgo era de esperarse. Esto sugiere que la piel de la pechuga es una alternativa razonable a la grasa abdominal. El fotoperíodo no afecta la piel de la pechuga, por lo que se puede interpretar que no afecta grandemente a la grasa de la canal.

Puntos Clave:

- **El rendimiento en canal no se vio afectado por el fotoperíodo en los pollos de engorde que se sacrificaron a edad temprana (31 ó 32 días). Sin embargo, a edades mayores al sacrificio (38 ó 39 días y 48 ó 49 días) aumenta conforme se prolonga el fotoperíodo.**
- **El rendimiento en pechuga se incrementó con el fotoperíodo, pero en aves de más edad (las sacrificadas a los 48 ó 49 días) no se obtuvo un mayor beneficio al incrementar el fotoperíodo a más de 20 horas de luz.**
- **El aumento del fotoperíodo generó una reducción lineal en el rendimiento en carne de pierna.**
- **El fotoperíodo no afectó el contenido de grasa en la canal.**

Conclusiones - Influencia del Fotoperíodo sobre la Producción del Pollo de Engorde y su Rendimiento en Carne

El fotoperíodo utilizado en los programas de iluminación puede tener importantes consecuencias sobre el crecimiento y el rendimiento en carne del pollo de engorde. También puede afectar el bienestar de las aves, según lo indica la mayor incidencia de mortalidad y aves de desecho cuando se incrementa el número de horas de luz al día. El rendimiento del pollo de engorde no alcanza sus niveles óptimos con 23 horas de luz al día independientemente del indicador del rendimiento que se utilice, por lo que esta práctica no se recomienda. El mayor crecimiento se alcanza con 20 L cuando la edad al sacrificio es joven, pero cuando ésta aumenta, el crecimiento óptimo parece obtenerse entre 17 y 20 horas. La conversión alimenticia mejora cuando se aumenta el período de oscuridad dentro del rango estudiado en este trabajo. Los fotoperíodos más cortos reducen la mortalidad y los datos indican que no hay mejoramiento si se comparan fotoperíodos de 14 ó 17 horas. El rendimiento en carne se afecta negativamente con fotoperíodos más cortos, existiendo efectos particularmente importantes sobre el rendimiento en canal y el rendimiento en carne de pechuga. La diversidad de los efectos del fotoperíodo hace imposible la selección de un programa de iluminación que sea adecuado para todas las situaciones de producción del pollo de engorde. Por lo tanto, la selección de los programas de iluminación basada en los índices de rendimiento y de rendimiento en carne deben tomar en cuenta diversos factores antes de tomar una decisión definitiva.

Para seleccionar el programa correcto de iluminación es necesario tomar en cuenta muchos factores, siendo de gran importancia la naturaleza del mercado (canal entera, pollo en piezas o carne industrializada) y la edad de las aves al sacrificio. Por ejemplo, las consecuencias económicas del programa de iluminación sobre los pollos de engorde que se sacrifican a edades tempranas para el mercado del pollo en piezas son muy diferentes que cuando el sacrificio se realiza a una mayor edad para la elaboración de productos industrializados. El costo del alimento es otro factor importante, pues cuando es elevado hace que el impacto del fotoperíodo sobre la eficiencia alimenticia sea más importante. El nivel y el costo de la mortalidad pueden variar entre los diferentes sistemas de producción y, una vez más, pueden desempeñar un papel importante para establecer el número correcto de horas de luz al día.

Los programas de luz también pueden interactuar con otras decisiones de manejo, por lo que será necesario tomarlas en cuenta en conjunto. Un aspecto clave se relaciona con el consumo de alimento. Dado que el fotoperíodo tiene importantes efectos fisiológicos y puede afectar el consumo de alimento, también se deben considerar los factores que afectan tal consumo. Por ejemplo, el efecto negativo de poco espacio de comedero o de una densidad de población mayor a la recomendada sobre el consumo de alimento puede producir resultados aún más deficientes cuando se combina con un fotoperíodo corto. De manera similar, la administración de un alimento con baja densidad de energía o una dieta en forma de harina hace que las aves tarden más tiempo en comer, por lo que estos factores se deben tomar en cuenta al seleccionar el programa de iluminación. El impacto del fotoperíodo sobre la salud es todavía mayor en las aves de crecimiento rápido que en las que reciben dietas nutricionalmente limitantes o las que se desarrollan bajo sistemas que hacen que el crecimiento sea más lento de lo que Aviagen ha marcado como objetivo del crecimiento.

Puntos Clave:

- La respuesta al fotoperíodo no fue diferente entre estirpes ni entre sexos.
- El crecimiento y el consumo de alimento se elevan al máximo con 20 horas de luz.
- Las aves que se comercializan a edades mayores (48 ó 49 días) son capaces de adaptarse a fotoperíodos 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 fotoperíodos 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 fotoperíodos más cortos.
- La mortalidad mejora con fotoperíodos más cortos, pero el reducirlos a menos de 17 horas no brinda beneficio alguno.
- Los fotoperíodos largos tienen un efecto positivo sobre el rendimiento en carne.
- A la larga, resulta difícil recomendar un programa de iluminación para todas las situaciones de producción del pollo de engorde, pero los datos de esta prueba demuestran que:
 - o el rendimiento probablemente alcanza su nivel óptimo entre 17 y 20 horas de luz.
 - o el rendimiento no es el óptimo cuando se proporcionan 23 horas de luz. Este programa no se recomienda pues tiene un efecto negativo sobre la velocidad de crecimiento, el consumo de alimento, la mortalidad y el rendimiento en el matadero.
- Al considerar los programas de iluminación es necesario tomar en cuenta lo siguiente:
 - o mercado (canal entera, pollo en piezas, etc.).
 - o edad al sacrificio.
 - o costo del alimento e impacto del fotoperíodo sobre la eficiencia alimenticia.
 - o consumo de alimento e impacto negativo del efecto de poco espacio de comedero o alta densidad de población, que se complica con fotoperíodos demasiado cortos.
 - o tipo de alimento - alimentos con baja densidad o en harina requieren más tiempo para comer, por lo que los fotoperíodos cortos pueden reducir el consumo.

INFLUENCIA DEL FOTOPERÍODO SOBRE EL BIENESTAR DEL POLLO DE ENGORDE

En esta sección describiremos el impacto de 14, 20 y 23 horas de luz (14 L, 17 L, 20 L y 23 L) al día proporcionando la oscuridad en un sólo período continuo sobre el bienestar y la salud del pollo.

Bienestar del Pollo de Engorde

La domesticación de los animales y la intensificación que histórica y más recientemente se ha ejercido sobre su producción en beneficio del ser humano, conllevan la responsabilidad de cuidarlos y proporcionarles bienestar. Esto lo reconocen no sólo quienes producen animales sino también los consumidores y la sociedad en general. Como resultado se utilizan códigos de prácticas y en ocasiones existe legislación para guiar la producción con las más altas normas zootécnicas y de bienestar animal. Generalmente se acepta que la ciencia debe ser la guía de estos códigos y reglamentos, pero en muchos casos la investigación no proporciona suficientes detalles como para asistir en este proceso. Como ocurre con otros tipos de animales domésticos, la producción intensiva del pollo de engorde también requiere lineamientos. Por lo tanto, es importante entender los efectos de la producción y del bienestar animal relacionadas con las prácticas de manejo del pollo productor de carne, como lo es el uso de programas de iluminación. En esta sección presentamos la investigación que evalúa el impacto del fotoperíodo o número de horas de luz al día sobre el bienestar del pollo productor de carne.

Es importante entender lo que significa “bienestar”, pues existen muchas definiciones, aunque se ha sugerido que su medición cae en tres grandes áreas:

- Falla de un animal de vivir bien en su ambiente
- Sentimiento de los animales
- Desviación con respecto al comportamiento “normal”

Se dice que el bienestar de un animal se afecta cuando no logra adaptarse al ambiente que lo rodea o a los factores de estrés. Esta incapacidad de adaptación se puede manifestar mediante cambios fisiológicos en el organismo y puede incluir enfermedades o respuestas de estrés. También se puede manifestar mediante cambios conductuales. Específicamente, cuando ya no se presenta el comportamiento que se ve motivado a presentarse en el animal o cuando hay cambios en su frecuencia, esto puede indicar que se ha alterado adversamente el bienestar. Los sentimientos de los animales incluyen dolor, temor y estrés y puede ser difícil medirlos, pero la evaluación de la conducta puede ser útil para estimar sus sentimientos. Finalmente se ha dicho que el bienestar está comprometido cuando un animal no presenta las conductas que existían en sus ancestros. Por ejemplo, si un ave deja de buscar alimento en el piso, esto implica que su bienestar se ha afectado negativamente. Con una gama tan amplia de definiciones del bienestar, a nadie sorprende que medirlo sea difícil. La mayoría de los casos no basta con utilizar sólo un indicador para establecer si existe bienestar, por lo que una medición más precisa deriva de evaluar varios criterios incluyendo parámetros de producción, fisiológicos y conductuales.

La investigación que presentamos en este informe fue diseñada para ayudar a establecer el efecto del fotoperíodo sobre el bienestar del pollo de engorde utilizando diversas mediciones del bienestar. Se seleccionaron niveles prácticos graduales del fotoperíodo para poder predecir sus efectos sobre el bienestar. Los fotoperíodos experimentales fueron 14, 17, 20 y 23 horas de luz (14 L, 17 L, 20 L y 23 L, respectivamente), proporcionando el período de oscuridad en un sólo bloque.

Puntos Clave:

- **Es importante entender los efectos de los programas de iluminación sobre la producción y el bienestar del pollo de engorde, si se desea utilizar un manejo óptimo.**
- **El objetivo de esta parte de la investigación fue ayudar a establecer el efecto del fotoperíodo sobre el bienestar del pollo de engorde, utilizando diferentes mediciones del bienestar como son los parámetros de producción fisiológicos y de la conducta.**

Producción

La evaluación del bienestar nunca se debe basar solamente en la producción; sin embargo, la identificación de niveles inesperados de producción decreciente puede ser indicativa de niveles de bienestar por debajo del óptimo. La información de la producción obtenida en estos experimentos se discutió ya con detalle en la sección anterior intitulada **Influencia del Fotoperíodo sobre la Producción del Pollo de Engorde y su Rendimiento en Carne**, aunque también es importante incluir aquí una breve descripción.

Los pollos prefieren comer durante el día y sólo lo hacen en las horas de oscuridad si el fotoperíodo es demasiado corto o si existe algún otro factor ambiental que motive un cambio en esta conducta prandial. Por lo tanto, el hecho de limitar el tiempo en que las aves tienen acceso visual a comederos y bebederos, usando fotoperíodos cortos, por lo general se ha encontrado que reduce la tasa de crecimiento, especialmente a edades jóvenes y nuestros datos concuerdan con este hallazgo. Por ejemplo, las aves que recibieron 14 horas de luz al día pesaron menos que las sometidas a otros fotoperíodos hasta los 31 ó 32 días de edad. En esta situación, la reducción de la tasa de crecimiento se puede explicar mediante el menor tiempo para comer y probablemente no sea un factor que afecte el bienestar de las aves.

Se utilizaron fotoperíodos constantes o casi constantes en la producción de los pollos, toda vez que el fotoperíodo prolongado permitió un acceso prácticamente constante al alimento y el agua y, en consecuencia, se había concluido que sería máximo el crecimiento del pollo en estas condiciones en comparación con los sometidos a días más cortos. Esto no ocurrió en nuestra investigación, porque recopilamos datos de producción en cuatro experimentos a diferentes edades y con cerca de 16,000 pollos de engorde, encontrando que cuando se sometieron a fotoperíodos casi constantes (23 L) nunca crecieron a la mayor velocidad. En la medida en que sacrificamos a las aves a mayor edad fue posible agregar más horas de oscuridad, obteniendo mejores resultados que con el fotoperíodo casi constante (**Cuadro 5**). Véanse las **Figuras 1, 2 y 3** de la sección intitulada **Influencia del Fotoperíodo sobre la Producción y el Rendimiento en Carne del Pollo de Engorde**. No es de esperarse la falla de las aves que reciben 23 L para crecer tan rápido como las que reciben 20 L a cualquier edad, ó 17 L a 48 ó 49 días de edad, pues estos animales pudieron ver los comederos y los bebederos y tuvieron libre acceso a ellos. No existe ningún otro factor obvio limitante en el programa de iluminación con 23 L y, por lo tanto, el menor peso corporal puede ser indicativo de menor bienestar.

Cuadro 5: Efecto del fotoperíodo sobre el peso corporal del pollo de engorde (Kg)

EDAD AL MERCADO (días)	FOTOPERÍODO (horas)			
	14	17	20	23
31/32	1.644 ^C	1.677 ^B	1.738 ^A	1.703 ^B
38/39	2.243 ^C	2.309 ^B	2.337 ^A	2.291 ^B
48/49	3.197 ^B	3.268 ^A	3.272 ^A	3.170 ^B

^{ABC} Las medias con diferentes superíndices dentro de una misma edad son significativamente diferentes ($P > 0.05$).

Puntos Clave:

- Una caída inesperada o inexplicable en la producción, puede indicar una reducción en el bienestar.
- La práctica de limitar la cantidad de tiempo que las aves tienen acceso visual a los comederos, mediante una reducción en el fotoperíodo, por lo general conduce a una disminución en la tasa de crecimiento. Este efecto es más obvio en pollos jóvenes y se puede explicar mediante el menor tiempo que tienen para comer.
- Conforme aumenta su edad, los pollos se pueden adaptar a fotoperíodos más cortos, por lo que en animales que habrán de salir al mercado a los 48 ó 49 días de edad, el fotoperíodo se puede reducir a 17 horas sin afectar negativamente su tasa de crecimiento.
- El hecho de dar a las aves un fotoperíodo casi constante (23 horas), a pesar de que tengan acceso prácticamente constante al alimento y al agua, no produce las mejores tasas de crecimiento a ninguna edad.
- Dado que no existieron otros factores limitantes, se concluye que la reducción del rendimiento con 23 horas de luz indica problemas en el bienestar animal.

Mortalidad en la Parvada

Un indicador innegable del bienestar en una parvada comercial es la mortalidad. En el presente trabajo la mortalidad general se incrementó linealmente al aumentar el fotoperíodo, independientemente del peso o la edad al sacrificio (véanse las Figuras 10, 11 y 12 de la sección intitulada **Influencia del Fotoperíodo sobre la Producción y el Rendimiento en Carne del Pollo de Engorde**). Por lo tanto, la mortalidad es un claro indicador de una reducción en el bienestar animal cuando se utilizan programas con fotoperíodos prolongados.

Al combinar los datos de producción y mortalidad de nuestras pruebas, se revela una importante asociación: las aves que alcanzaron el mayor peso al mercado no presentaron la mayor mortalidad. Con frecuencia se ha utilizado la tasa de crecimiento del pollo de engorde para explicar mayores niveles de mortalidad, pero nuestros datos muestran que, de por sí, el crecimiento rápido no es el único factor que afecta la mortalidad en una parvada con niveles elevados de salud, e indica que los factores metabólicos desempeñan también un papel importante.

Puntos Clave:

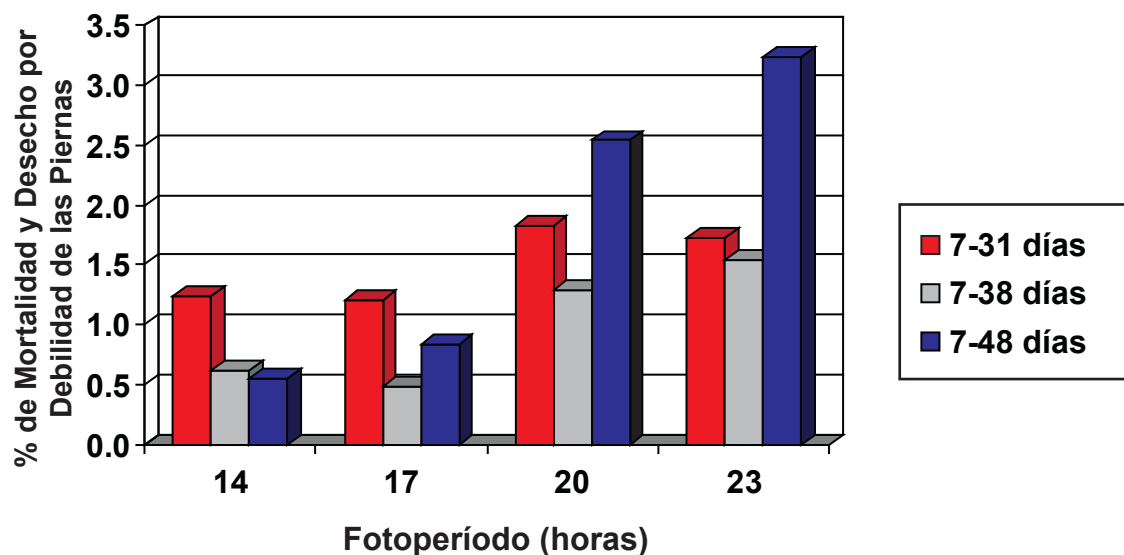
- *La mortalidad aumentó conforme se incrementó el fotoperíodo, independientemente del peso a la edad del sacrificio, lo que indica un impacto negativo del número prolongado de horas de luz al día sobre el bienestar de las aves.*
- *Las aves que crecieron a la mayor velocidad no fueron las que presentaron la mortalidad más alta.*

Debilidad de las Piernas

Muchas personas consideran que la debilidad de las piernas es el problema de bienestar más importante en la producción comercial de pollos, reconociendo que cuando tienen problemas de moderados a severos de este tipo, sufren dolor. La debilidad de las piernas también puede afectar la capacidad de los pollos de comer y beber, y esto también crea preocupaciones del bienestar.

La incidencia de debilidad en las extremidades se puede calcular utilizando diversas técnicas, siendo un importante indicador la incidencia de aves que mueren o se desechan por problemas de patas. La **Figura 16** muestra que los niveles de mortalidad y desecho debidos a debilidad de las piernas se incrementan linealmente junto con el fotoperíodo. Las aves desarrolladas con 23 L tuvieron la mayor incidencia aunque no fueron las que crecieron con mayor rapidez y, en el caso de las aves de 48 a 49 días de edad, cuando se sometieron a 23 L crecieron a la misma velocidad que las que recibieron 14 L, mismas que presentaron niveles mucho menores de mortalidad o desecho por debilidad de las piernas.

Figura 16: Efecto del fotoperíodo sobre la incidencia (%) de mortalidad y desecho por debilidad de las piernas



Mientras que los niveles de mortalidad y desecho son importantes para determinar la debilidad de las piernas, cabe la posibilidad de que permanezcan en la parvada aves que no presenten estas situaciones pero que de todas maneras sufran dolor. Un método que se utiliza actualmente para supervisar este aspecto es la "calificación de la locomoción" (N. del T. sinónimos: deambulación, aire, andar, caminar o paso). Se trata de una técnica en la que dos personas observan caminar a las aves individualmente y luego las califican basándose en descripciones publicadas. El sistema de calificación de la deambulación que se utiliza en este trabajo se muestra en el **Cuadro 6**. Investigaciones previas demostraron que las aves que caen en las categorías 3, 4 y 5 presentan dolor por lo que conciernen al bienestar animal.

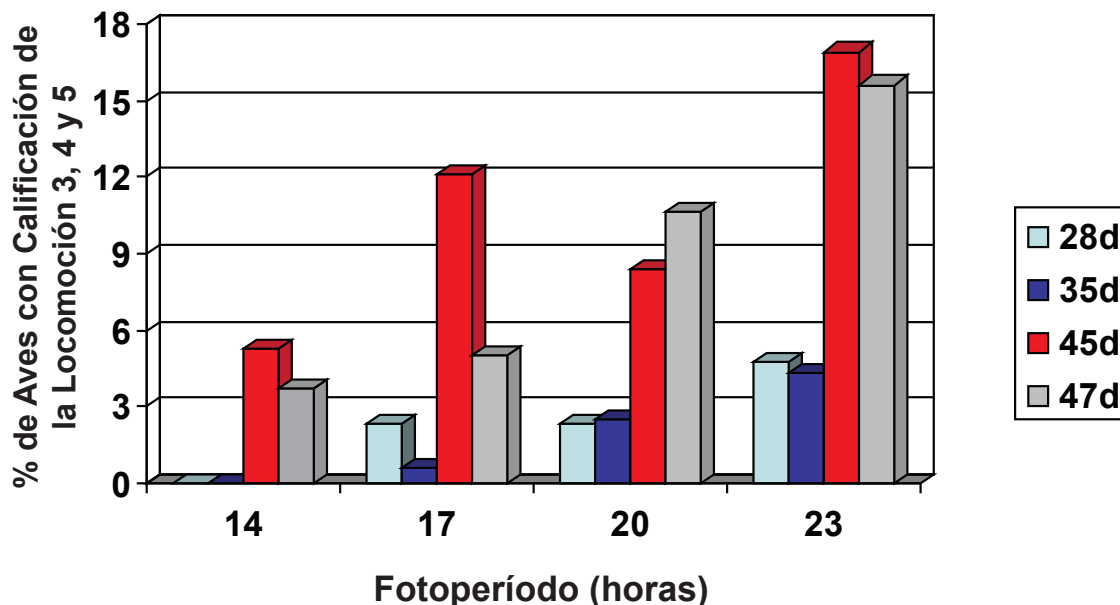
Cuadro 6: Resumen de la técnica de calificación de la locomoción (Garner *et al.* 2002).

CALIFICACION DE LA LOCOMOCIÓN	DESCRIPCIÓN
0	Ave que camina normalmente
1	Anormalidad detectable pero indefinible
2	Anormalidad identificable con poco impacto sobre el funcionamiento general
3	Anormalidad identificable que afecta adversamente el funcionamiento
4	Disfunción severa, pero aún capaz de caminar
5	Claudicación o cojera completa

Garner, J.P., Falcone, C., Wakenell, P., Martin, M. y Mench, J.A. 2002. Reliability and validity of a modified gait scoring system and its use in assessing tibial dyschondroplasia in broilers (Confiablez y validez del sistema modificado de calificación de la deambulación y su uso para evaluar la discondroplasia de la tibia en pollos de engorde). *Br. Poult. Sci.* 43: 355-363.

Se observó un total de 3,200 aves individuales a varias edades (**Figura 17**). De manera similar a lo que ocurre con la mortalidad y el desecho de aves por debilidad en las piernas, la relación existente entre el fotoperíodo y el porcentaje de aves con la calificaciones más altas (3, 4 ó 5) fue lineal y se puede interpretar que un fotoperíodo prolongado se asocia con más aves que sufren dolor.

Figura 17: Efecto del fotoperíodo sobre la suma de calificaciones de la locomoción 3, 4 y 5



Puntos Clave:

- La mortalidad y el desecho de aves por debilidad de las piernas se incrementan junto con el fotoperíodo.
- Las aves que recibieron 23 horas de luz presentaron la mayor incidencia de debilidad de las piernas a pesar de no haber mostrado la mayor velocidad de crecimiento.
- Los pollos sometidos a 23 horas de luz al día también tuvieron mayor incidencia de problemas de la locomoción en comparación con las aves sometidas a fotoperíodos más cortos pero con la misma velocidad de crecimiento.
- Los datos de calificación de la locomoción (se considera que las aves con 3, 4 ó 5 en una escala de 0 a 5 están sufriendo dolor) mostraron que el número de aves con dolor se incrementó en la medida en que aumentó el fotoperíodo.

Comportamiento

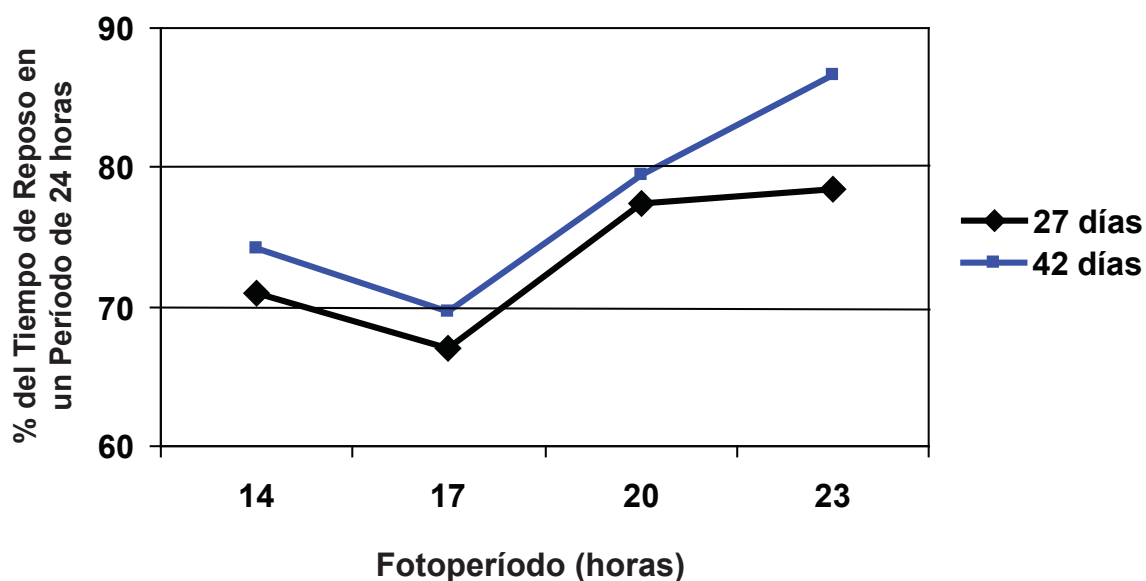
Las observaciones del comportamiento de los animales pueden ser una de las herramientas más importantes para entender cómo se adaptan a su ambiente. En el presente trabajo se observó el comportamiento de las aves a los 27 ó 28 días de edad, mientras que en un experimento separado se realizó lo mismo a los 42 ó 43 días de edad. Utilizando cámaras de capacidad infrarroja y fuentes de luz del mismo espectro se observó el comportamiento de las aves durante los períodos de luz y oscuridad. Las figuras que aparecen a continuación representan un resumen de los datos recolectados para examinar la conducta de las aves a intervalos de 10 minutos durante un período de 24 horas.

En otras palabras, representan los patrones conductuales combinando los periodos de luz y oscuridad. El efecto de la luz sobre el comportamiento de las aves solamente durante las horas de luz se presenta en el Apéndice 2.

Aves Descansando y Durmiendo

El descanso se definió en términos de las aves echadas sobre la paja. Esta clasificación incluyó a las aves que estaban durmiendo, toda vez que no era posible separarlas con claridad de las que estaban reposando sin dormir. Tanto a los 27-28 como a los 42-43 días de edad, el fotoperíodo afectó la proporción de tiempo en que las aves estuvieron descansando, misma que aumentó junto con la duración del fotoperíodo (**Figura 18**). A los 42 días de edad, las aves con luz constante o casi constante (23 L) permanecieron inactivas y descansando durante más del 85% del período de 24 horas. Estos hallazgos tienen mucho significado puesto que casi todas las aves se clasificaron en reposo durante los períodos de oscuridad. Por lo tanto, los valores generales para 14 L, 17 L y 20 L incluyen 10, 7 y 4 horas de oscuridad, respectivamente, en donde casi todos los animales estuvieron descansando. El aumento en la oscuridad y, por lo tanto, en la conducta de reposo, representó la proporción ligeramente mayor del tiempo en que las aves con 14 L estuvieron descansando, en contraste con los pollos que recibieron 17 L.

Figura 18: Efecto del fotoperíodo sobre el porcentaje del tiempo en que las aves estuvieron descansando en un período de 24 horas



Puntos Clave:

- El tiempo que las aves se dedicaron a descansar y dormir se incrementó junto con el fotoperíodo.
- Los pollos que recibieron 23 horas de luz al día, permanecieron inactivos una cantidad significativa del tiempo.

Conductas de Movilidad

Las conductas de movilidad son indicadores importantes de la salud y el bienestar de las aves, y son esenciales para el crecimiento y el desarrollo adecuados de los pollos de engorde. Por ejemplo, la movilidad es necesaria para caminar por el galpón, acercarse a comederos y bebederos, e interactuar con otros pollos. Más aún, la investigación ha sugerido que la falta de movilidad desempeña un papel importante en la presentación de enfermedades óseas y debilidad de las piernas. La capacidad de desempeñar conductas de movilidad también es indicativa del vigor de las aves.

El fotoperíodo también afectó el tiempo que las aves dedicaron a caminar y correr (en términos porcentuales sobre 24 horas) (**Figuras 19 y 20**), obteniéndose los valores más altos en las aves con 17 L, y con reducciones significativas conforme aumentó el fotoperíodo. Independientemente de la edad, las aves con luz casi constante pasaron muy poco tiempo caminando, mientras que nunca se les vio correr. El hallazgo de que las aves con fotoperíodos largos realicen estas funciones a niveles bajos o no las realicen en absoluto, causa preocupación en materia de bienestar animal. Pero ¿por qué un fotoperíodo largo causa estos efectos? La observación de la conducta no es capaz de diferenciar entre la capacidad de moverse y la falta de iniciativa o deseo de hacerlo. Como indicamos ya, las aves con 23 L tuvieron mayor mortalidad y desecho por debilidad de piernas y presentaron calificaciones peores de la deambulación. Mientras que esto puede representar parte de la diferencia observada en caminar y correr, el hecho de que una proporción muy alta de aves presentase de todas maneras calificaciones aceptables de la locomoción, sugiere que la menor expresión conductual se relaciona con uno o varios factores que reducen el deseo de moverse. Aunque no se ha demostrado, es interesante especular sobre el papel del sueño y su efecto sobre la conducta en fotoperíodos prolongados. En otras especies, se sabe que el no dormir afecta parámetros fisiológicos y metabólicos además de expresiones conductuales. La pregunta que surge es si las aves bajo programas de luz casi constante pueden dormir lo suficiente ya sea en total o en períodos continuos adecuadamente largos. Las investigaciones realizadas anteriormente demostraron que el sueño se interrumpe en los galpones comerciales de pollo de engorde a causa del movimiento de las aves.

Figura 19: Efecto del fotoperíodo sobre el porcentaje del tiempo que las aves se dedican a caminar en un período de 24 horas.

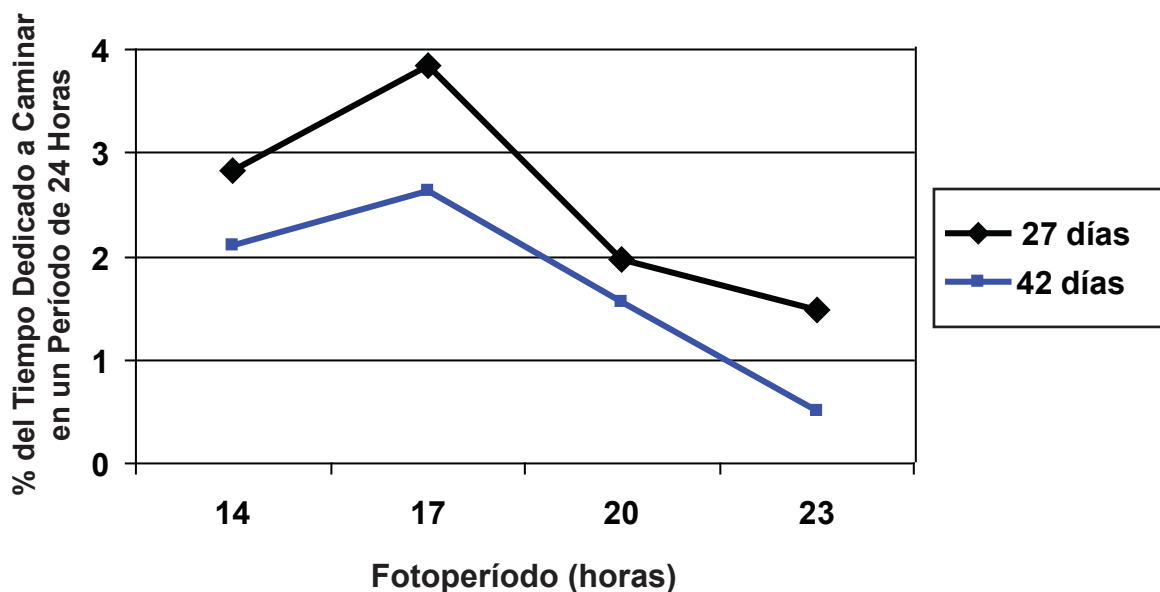
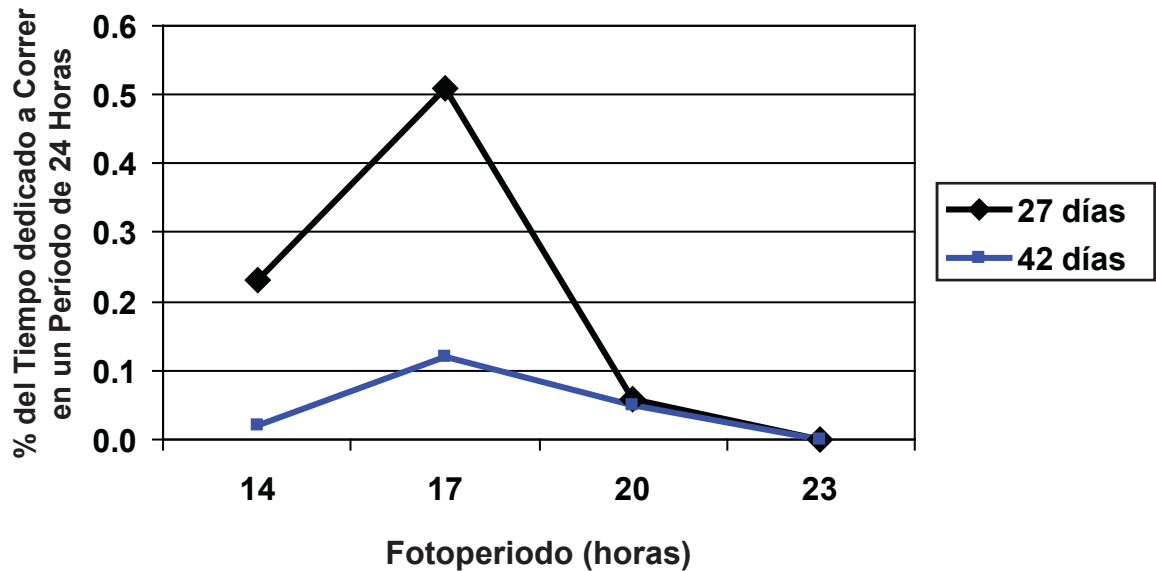


Figura 20: Efecto del fotoperíodo sobre el porcentaje del tiempo que las aves se dedican a correr en un período de 24 horas



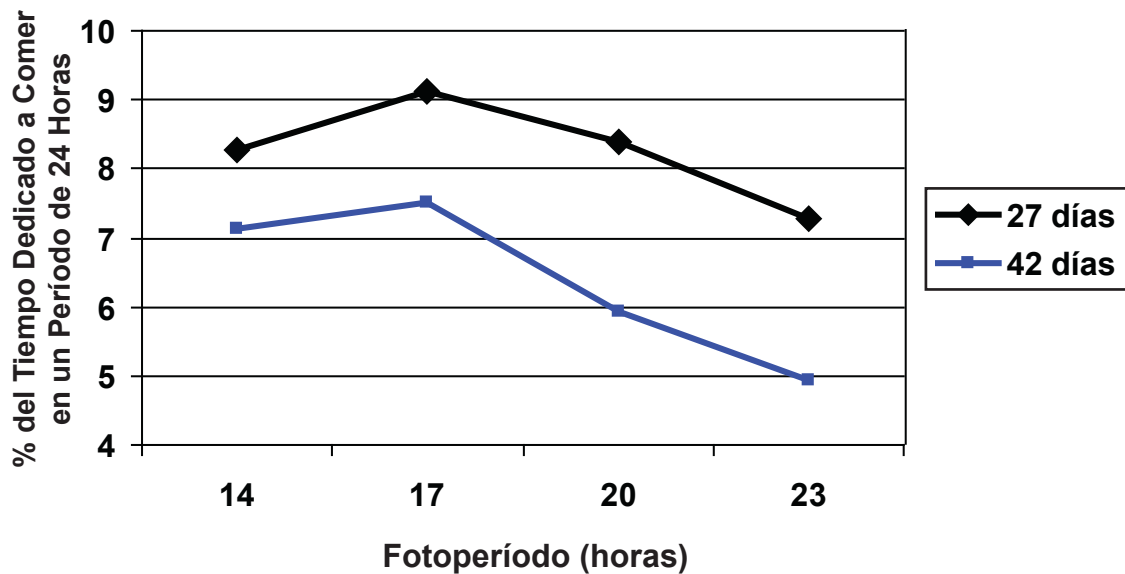
Puntos Clave:

- La actividad de caminar y correr alcanzó su mayor nivel en los pollos de engorde con 17 horas de luz.
- El aumentar el fotoperíodo a más de 17 horas produjo una reducción significativa en la actividad de caminar y correr, alcanzando ésta su menor nivel con 23 horas de luz al día.
- Los datos sugieren que esta falta de movimiento se relaciona más con falta del deseo de moverse que con incapacidad para hacerlo (debilidad de las piernas).

Comportamiento de Ingestión

Los comportamientos de ingestión incluyen comer y beber. Debido a su importancia para proporcionar los nutrientes esenciales para la vida, estos comportamientos tienen una poderosa motivación, la cual es particularmente fuerte en los pollos que se han seleccionado para crecer con rapidez por lo que tienen una alta demanda de nutrientes. El fotoperíodo aumentó el tiempo que las aves dedicaron a comer, alcanzando su máximo nivel con 17 L y presentando una reducción lineal conforme se incrementó el número de horas de luz (**Figura 21**). El tiempo de alimentación de las aves con 14 L fue inferior al de las que se sometieron a 17 L, pero una vez más esto se explica mediante el incremento en el período de oscuridad. Resulta interesante el hecho de que la duración del tiempo dedicado a comer no tuvo una relación directa con la cantidad de alimento consumido. Los pollos sometidos a 17 L comieron menos que los que recibieron 20 L y 23 L, lo cual demuestra que la observación de la conducta permite evaluar el tiempo que los pollos pasan en el comedero, pero no su nivel de consumo de alimento. Sería pues interesante entender qué causó la diferencia en el tiempo dedicado a comer. ¿Los pollos de engorde con mayor fotoperíodo son menos capaces de moverse al comedero y, por lo tanto, comen más cada vez que acuden a él? o bien, ¿Cuándo tienen un fotoperíodo más corto demuestran más conducta de investigación o juego, dedicando así más tiempo en el comedero de lo esperado con base a su consumo de alimento? Ambas preguntas sugieren que las aves con fotoperíodos más cortos tienen mayor bienestar. Además, la realidad de que los fotoperíodos largos permiten máximo acceso visual a los comederos pero dan como resultado una reducción en el porcentaje del tiempo que las aves pasan en ellos, puede indicar claramente que existe un problema.

Figura 21: Efecto del fotoperíodo sobre el porcentaje de tiempo que las aves dedican a comer en un período de 24 horas



Puntos Clave:

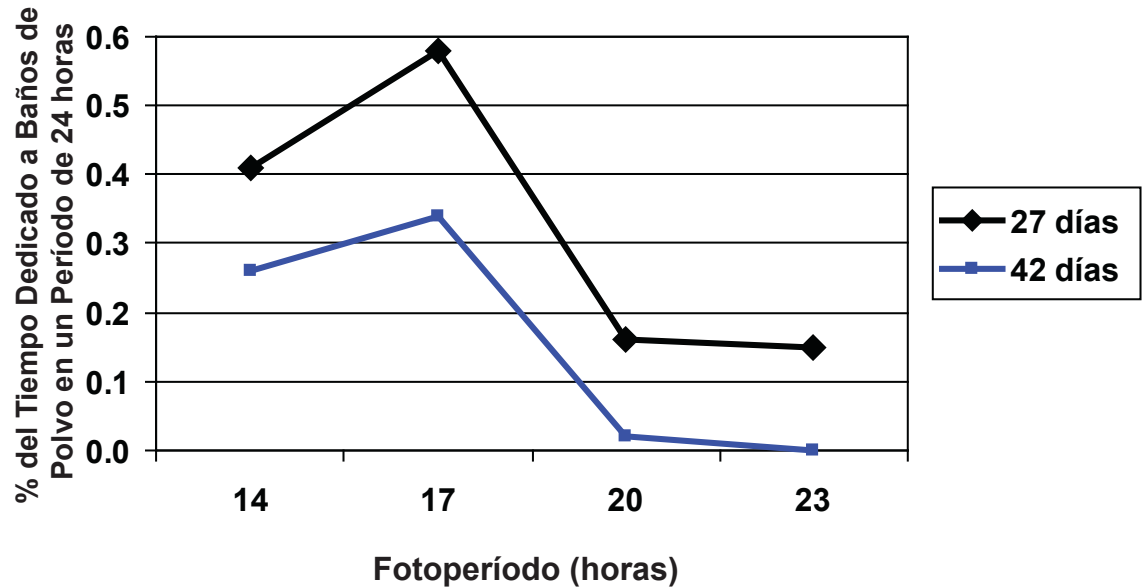
- La cantidad de tiempo que las aves dedicaron a comer no fue congruente con el consumo de alimento. Por ejemplo, las aves que recibieron 17 horas de luz al día comieron menos que las que recibieron 20 ó 23 horas de luz al día, pero pasaron más tiempo en el comedero.
- El tiempo máximo dedicado a comer se presentó en las aves con 17 horas de luz.
- El hecho de aumentar el fotoperíodo a más de 17 horas de luz produjo una disminución significativa en el tiempo dedicado a comer.
- Los datos sugieren que un fotoperíodo menor es mejor para el bienestar de las aves en términos de su conducta de ingestión y alimentación.

Conductas de Confort y Exploración

Las conductas de confort se consideran entre las más importantes con respecto al bienestar animal. Esto se debe al hecho de que por lo general se realizan después de que todas las otras necesidades básicas se han cubierto y, por ende, están más sujetas a cambios en frecuencia que las conductas necesarias como comer y beber. Los comportamientos de confort generalmente se expresan cuando no hay presencia de incomodidad ni sufrimiento y cuando se han satisfecho todas las necesidades básicas. Incluyen baños de polvo, esponjamiento de las plumas, acicalamiento, despliegue y sacudimiento de las alas.

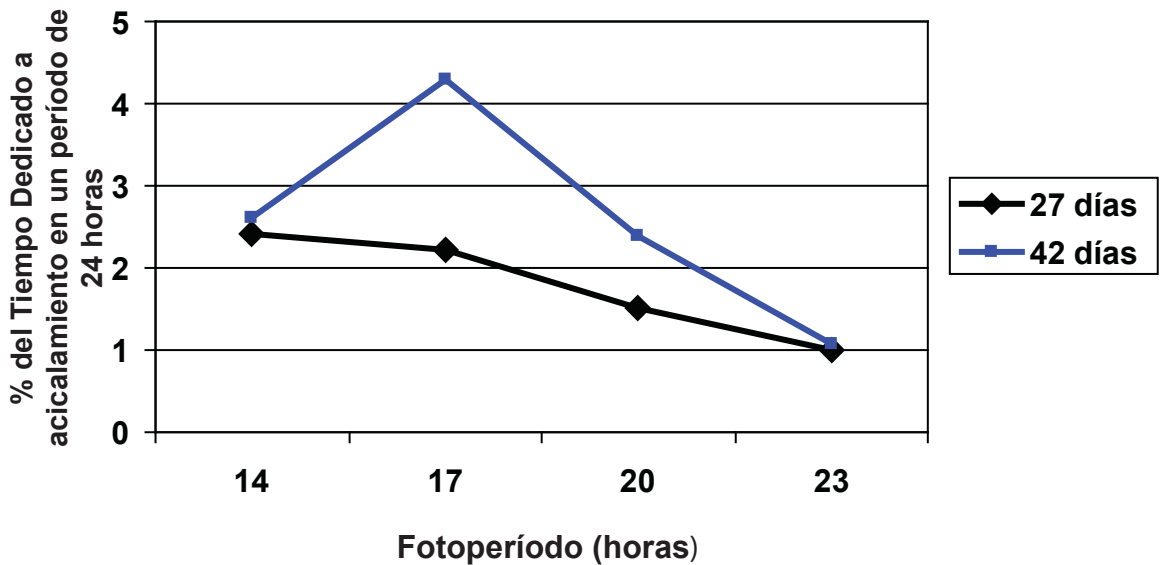
Los baños de polvo constituyen una conducta de confort aunque no se han aclarado aún completamente los factores que los motivan. Los científicos han debatido sobre si se trata de una motivación interna (procedente de adentro del cuerpo) o externa (desencadenada por algún factor del medio ambiente). Aunque ambos aspectos pueden desempeñar un papel, existe evidencia poderosa de que las aves que se bañan con el material de cama, lo hacen con un ritmo cotidiano fijado por la luz, lo cual sugiere una fuerte motivación. El fotoperíodo afectó esta práctica, que alcanzó su porcentaje más alto con 17 L para luego disminuir hasta el punto de desaparecer prácticamente con 20 L y 23 L (**Figura 22**). La eliminación casi total de esta conducta concierne al bienestar animal.

Figura 22: Efecto del fotoperíodo sobre el porcentaje del tiempo que las aves dedican a baños de polvo en un período de 24 horas



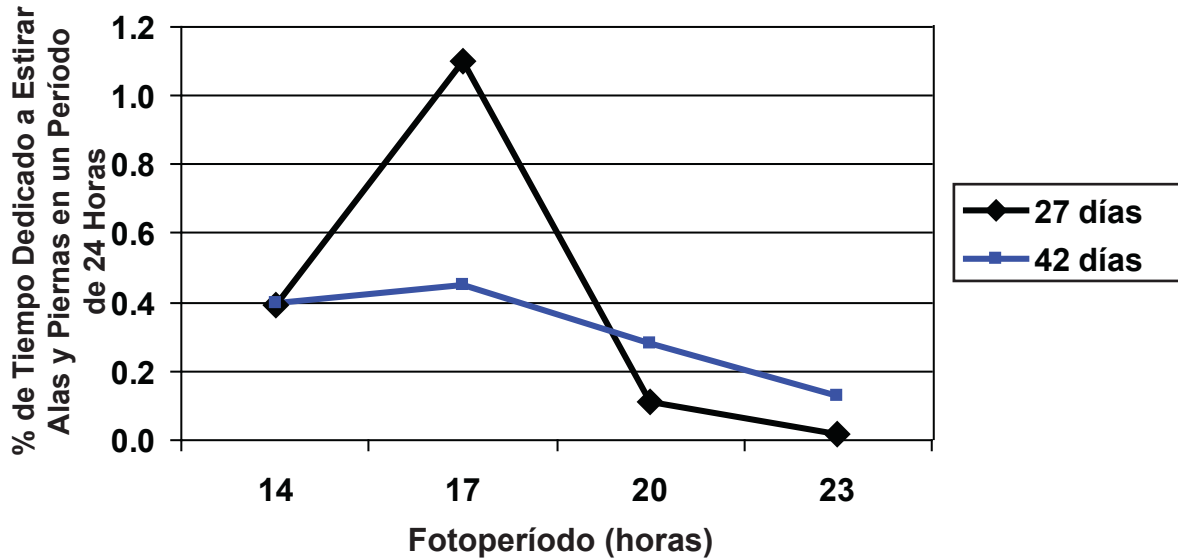
El acicalamiento constituye una conducta de confort que también tiene una función fisiológica pues ayuda a las aves a mantener el plumaje en buenas condiciones. El fotoperíodo afecta el nivel de acicalamiento pues, cuando se prolongó, las aves dedicaron menos porcentaje del tiempo a esta actividad linealmente hasta los 27 días de edad y luego lo hicieron de manera cuadrática hasta los 42 días (**Figura 23**).

Figura 23: Efecto del fotoperíodo sobre el porcentaje del tiempo que las aves dedican a acicalarse en un período de 24 horas



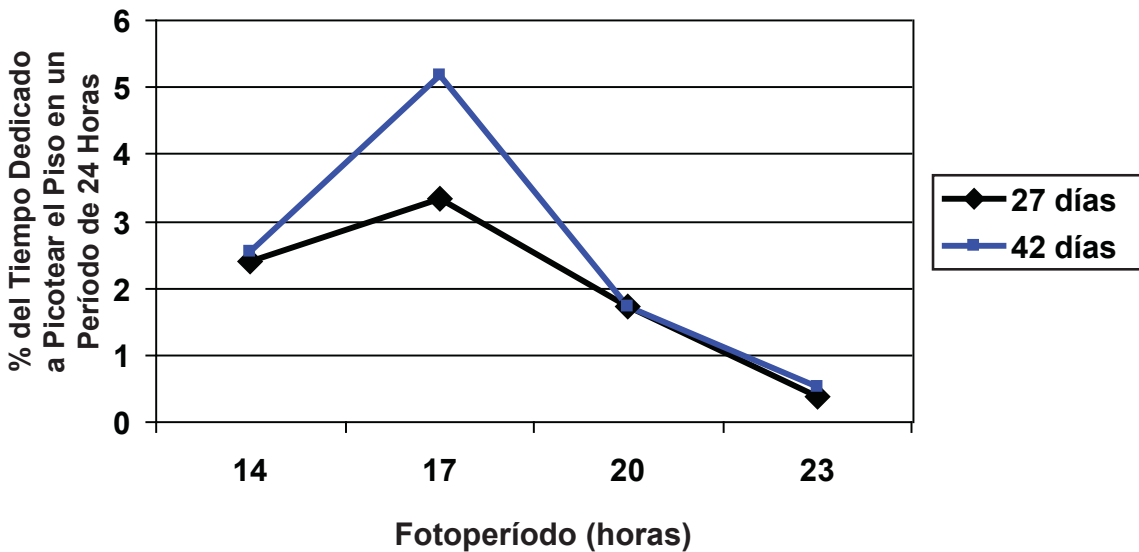
Al igual que ocurre con las conductas que ya estudiamos, el estiramiento de piernas y alas, junto con otros comportamientos de confort (**Figura 24**) también representa menos tiempo dedicado por las aves conforme se prolonga el número de horas de luz, y se presentó a niveles sumamente bajos con el fotoperíodo de 23 horas.

Figura 24: Efecto del fotoperíodo sobre el porcentaje del tiempo que las aves dedicaron a estirar alas y piernas en un período de 24 horas



El picoteo del suelo es una conducta de la que los ancestros de las aves de corral dependían como mecanismo de alimentación y, en general, las conductas que fueron importantes en una época se siguen presentando actualmente en los animales domésticos. Esta búsqueda de alimento en el piso también se vio afectada por el fotoperíodo (**Figura 25**). El patrón es muy similar a los comportamientos de confort, toda vez que casi desaparece en los pollos sometidos a 23 L. Una vez más, esto indica problemas del bienestar animal con fotoperíodos largos

Figura 25: Efecto del fotoperíodo sobre el porcentaje del tiempo dedicado a buscar alimento en el piso en un período de 24 horas



Puntos Clave:

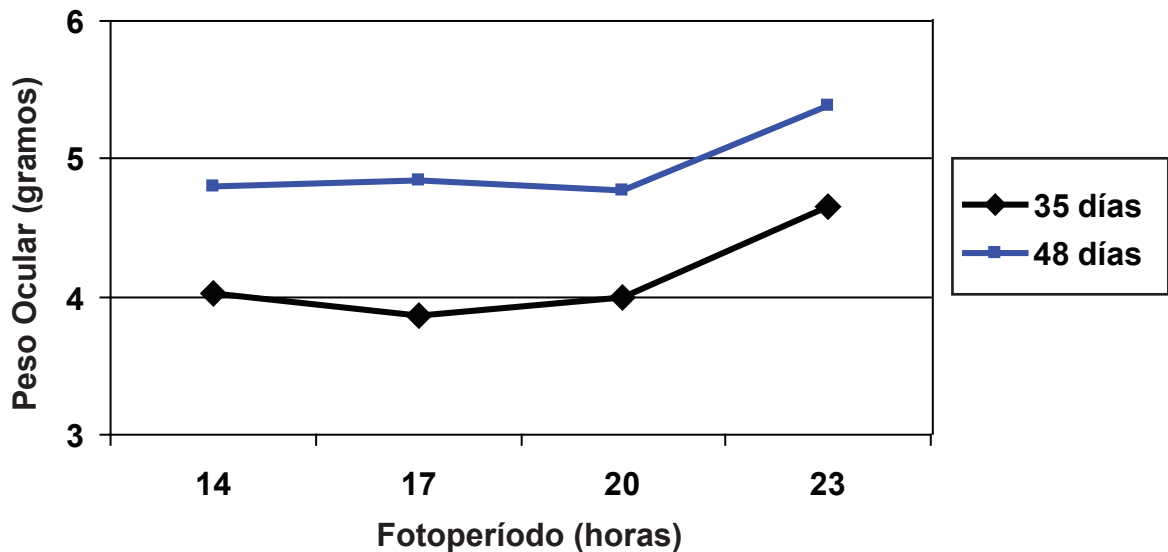
- Los comportamientos de confort como son los baños de polvo, el esponjamiento del plumaje, el acicalamiento, el estirar las extremidades y el aleteo se expresan cuando las aves no tienen incomodidad ni sufrimiento y cuando han satisfecho todas sus demás necesidades básicas. Por lo tanto, se considera que son indicadores importantes del bienestar animal.
- Todos los comportamientos de confort disminuyeron cuando el fotoperíodo se prolongó a más de 17 horas. En muchos casos estas conductas desaparecieron casi completamente en las aves que recibieron 23 horas de luz al día.

Desarrollo de los Ojos

Los ojos crecieron siguiendo un patrón diurno y el crecimiento ocurrió durante el período de luz, para detenerse en las horas de oscuridad. La cantidad de oscuridad requerida para un patrón de crecimiento "normal" se desconoce, aunque investigaciones previas han demostrado que la luz continua produce un agrandamiento de los ojos. En el ser humano, esta oftalmomegalia puede causar aumento en la presión del nervio óptico, lo que puede causar dolor y, finalmente, glaucoma.

El efecto del fotoperíodo sobre el peso de los ojos se muestra en la **Figura 26** que fue igual bajo 14, 17 ó 20 horas de luz al día, lo que indica que tan sólo 4 horas de oscuridad bastan para inducir un patrón de crecimiento diurno normal; sin embargo, el peso promedio de los ojos de las aves sometidas a 23 horas de luz al día fue mayor que el obtenido con todos los demás programas de luz. Aun cuando no se ha establecido el efecto del mayor tamaño ocular sobre el bienestar de los pollos productores de carne, este hallazgo causa preocupación y se debe tomar en cuenta con las demás evidencias al establecer las implicaciones del fotoperíodo sobre el bienestar de las aves.

Figura 26: Efecto del fotoperíodo sobre el peso de los ojos



Puntos Clave:

- Los ojos solamente crecen durante las horas de luz, por lo que el hecho de prolongar el fotoperíodo puede generar un crecimiento excesivo de estos órganos y un posible problema del bienestar animal. Se ha demostrado que la luz continua produce un agrandamiento de los ojos y esto puede causar dolor.
- No se sabe si este efecto se observa en los pollos, pero los datos de esta prueba muestran que los ojos de los pollos sometidos a 23 horas de luz al día, fueron más grandes que los obtenidos con fotoperíodos más cortos

Melatonina

La melatonina es una hormona producida naturalmente por el organismo, siguiendo un patrón cotidiano, con mayores niveles en el período de oscuridad y menores en presencia de luz. La melatonina desempeña un papel importante en el envío de cambios de señales que elevan la fisiología corporal a su nivel óptimo, incluyendo la reproducción, la función inmune, el consumo de alimento, el aprendizaje y el estado mental. Se considera que un patrón diurno en los niveles de melatonina es un aspecto importante del bienestar animal, por lo que resultó de interés para el presente estudio.

Se obtuvieron muestras de sangre de pollos de engorde de 21 días de edad para analizar sus concentraciones de melatonina durante un período de 24 horas, observándose el patrón cotidiano esperado con valores

más altos durante la noche y más bajos durante el día cuando las aves se sometieron a fotoperíodos de 14, 17 y 20 horas. Los animales sometidos a un fotoperíodo de 23 horas no mostraron este patrón cotidiano, pues todos sus valores de melatonina fueron aproximadamente iguales durante el período de estudio de 24 horas sugiriendo una amplia gama de consecuencias fisiológicas negativas y, por lo tanto, esto representa una preocupación en materia del bienestar animal.

Puntos Clave:

- *La melatonina es importante para diversos mecanismos fisiológicos como la reproducción y el estado inmune. Normalmente se produce siguiendo un patrón cotidiano.*
- *Los pollos de engorde sometidos a 23 horas de luz no mostraron este patrón cotidiano en la producción de melatonina, lo que puede tener toda una gama de consecuencias fisiológicas negativas.*

Conclusión de la Influencia del Fotoperíodo sobre el Bienestar y la Salud del Pollo de Engorde

¿El fotoperíodo tiene un efecto sobre el bienestar de los pollos de engorde? El objetivo de la presente investigación fue evaluar varios métodos de medir el bienestar animal y ayudar a proporcionar una respuesta clara. Con base en un resumen de los resultados de la evaluación del bienestar en esta investigación, la respuesta es Sí, según se muestra en el **Cuadro 7**, el cual presenta una calificación asignada a cada parámetro referente al efecto del fotoperíodo sobre el bienestar de las aves. Se asignó la calificación 0 (cero) cuando el fotoperíodo pareció ser el más ventajoso para el bienestar de los animales y 3 (tres) cuando el programa de iluminación arrojó los peores resultados percibidos en materia del bienestar animal. Las calificaciones 1 (uno) y 2 (dos) se asignaron a los fotoperíodos que produjeron respuestas intermedias. Posteriormente, se sacó un promedio del puntaje de cada uno de los principales métodos de evaluación (productividad, salud, conducta y fisiología) y los promedios se totalizaron para obtener una CALIFICACIÓN TOTAL DEL BIENESTAR. Se sugiere que el fotoperíodo que produce el total más alto general es el que da el nivel más bajo de bienestar, mientras que la calificación más baja representa el mayor nivel de bienestar. Aun cuando este método de calificación puede crear debate, resulta útil para proporcionar una evaluación general del bienestar del pollo de engorde.

Nuestros datos sugieren poderosamente que un fotoperíodo casi constante (23 L) no es aceptable desde el punto de vista del bienestar de los animales, toda vez que su calificación total es mucho mayor que la de todos los demás fotoperíodos. Además, el efecto negativo sobre el bienestar de las aves se presentó en todas las ocasiones en que se utilizaron 23 L independientemente del método de evaluación (productividad, salud, comportamiento o fisiología). Parece que la luz casi constante produce cambios fisiológicos en el ave de los que resulta una caída inexplicable en la velocidad de crecimiento, el consumo de ración, cambios en el crecimiento de los ojos y alteración de los ritmos diurnos de producción de melatonina. También causa cambios conductuales que incluyen mayor letargia y reducción en el confort y en las conductas de ejercicio y nutrición. Las aves también dejaron de mostrar comportamientos que son normales en su repertorio. Por lo tanto, consideramos que los fotoperíodos constantes o casi constantes no se deben utilizar para la producción de los pollos de carne.

El hecho de aumentar algunas horas de oscuridad (20 L) da como resultado un mejoramiento en los parámetros probados del bienestar animal y, además, la tasa de crecimiento es mejor con este fotoperíodo independientemente de la edad de las aves al mercado. Por lo tanto, aun cuando las aves tienen menos acceso visual a comederos y bebederos, su tasa de crecimiento mejora. Con esta adición de 3 horas de oscuridad se obtuvo una mejor salud, que se reflejó en términos generales en menor mortalidad y menor debilidad de las piernas (con niveles inferiores de desecho de animales y calificaciones más bajas en la locomoción). También se demostraron mejoramientos en la conducta. Las aves con 20 L realizan más actividades de ejercicio, confort y exploración que las sometidas a 23 L. En general, incluso la adición de 3 horas de oscuridad total en el programa de iluminación mejora el bienestar del pollo de engorde en comparación con los programas que proporcionan luz casi constante.

Cuadro 7: Resumen de los efectos del fotoperíodo sobre el bienestar del pollo de engorde

	Fotoperíodo (horas)			
	14	17	20	23
Tasa de Crecimiento	0	0	0	3
Salud				
Mortalidad	1	0	2	3
Desecho de Aves por Problemas de Piernas	0	1	2	3
Calificación de la Locomoción	0	1	2	3
Calificación Promedio de la Salud	0.33	0.67	2.00	3
Comportamiento				
Descansando	1	0	2	3
Caminando	1	0	2	3
Corriendo	1	0	2	3
Comiendo	0	0	3	3
Acicalándose	1	0	2	3
Estirando Piernas y Alas	1	0	2	3
Baños de Polvo	0	0	3	3
Picoteo del Piso	1	0	2	3
Calificación Promedio del Comportamiento	0.75	0	2.25	3
Fisiología				
Desarrollo de los Ojos	0	0	0	3
Ciclos de Melatonina	0	0	0	3
Calificación Promedio de la Fisiología	0	0	0	3
CALIFICACIÓN TOTAL DEL BIENESTAR	1.08	0.67	4.25	12.00

La comparación de los fotoperíodos de 14 y 17 horas presenta pocas diferencias con respecto al bienestar del pollo de asar. La velocidad de crecimiento se reduce en los pollos sometidos a 14 L, pero esto es de esperarse pues la oscuridad reduce el consumo de alimento. Los niveles de mortalidad son similares en los dos regímenes de iluminación, pero cuando se dan 14 L se presentan menores niveles de desecho de aves por problemas de piernas, al tiempo que mejoran las calificaciones de la locomoción (aun cuando las diferencias son pequeñas). En realidad, los niveles de ejercicio, conductas de comportamiento y exploración son mayores con 17 L que con 14 L. Bajo ambos programas, los patrones cotidianos de los ciclos de melatonina y desarrollo ocular son similares. Parece que el uso de 14 L en vez de 17 L brinda pocas ventajas.

En conclusión, estos datos muestran claramente que el fotoperíodo constante o casi constante resulta inaceptable si consideramos el bienestar de los pollos de engorde y esto se suma a la demostración de que estos programas de luz tampoco son buenos en términos de la producción. El bienestar de las aves alcanza su máximo nivel cuando se proporcionan períodos de oscuridad a las aves y parece que un fotoperíodo de 17 horas es casi óptimo desde el punto de vista del bienestar.

Puntos Clave:

- El fotoperíodo tiene un efecto claro sobre el bienestar del pollo de engorde.
- Los datos de esta prueba sugieren enfáticamente que la luz casi constante (23 horas) reduce el bienestar de las aves y produce:
 - o cambios fisiológicos que causan una baja inexplicable en la velocidad de crecimiento y en el consumo de ración, cambios en el crecimiento de los ojos y alteración en la producción y los ritmos cotidianos de melatonina.
 - o cambios en la conducta que incluyen mayor letargia y menor confort, menos ejercicio y menos conductas de alimentación .
 - o freno en los comportamientos normales del repertorio de conducta de las aves.
- Los datos muestran que aun cuando se presentan mejoramientos significativos en el bienestar de las aves con sólo un incremento de 3 horas de oscuridad (de 23 L a 20 L) , el bienestar de las aves alcanza su mejor nivel entre 14 y 17 horas de luz. No obstante, no existe un beneficio adicional si se utilizan 14 en lugar de 17 horas de luz al día.
- Los datos de los efectos del fotoperíodo sobre la producción del pollo de engorde muestran que ésta es mejor cuando se proporcionan entre 17 y 20 horas de luz al día.
- Considerando la información tanto del bienestar como de la producción, parece que el fotoperíodo óptimo es de 17 a 20 horas.

Apéndice 1. Efecto del Fotoperíodo, el Género y la Estirpe sobre el Rendimiento en Carne

Los datos del rendimiento en carne a los 31 ó 32, 38 ó 39 y 48 ó 49 días de edad se presentan en los siguientes tres cuadros, en términos porcentuales del peso vivo, con respecto a los efectos experimentales principales de fotoperíodo, género y genotipo de las aves (Ross x Ross 308 y Ross x Ross 708). El rendimiento en canal sólo se vio afectado por el género a los 38 ó 39 días de edad, notándose que las hembras tuvieron mayor rendimiento que los machos. Como era de esperarse, los pollos Ross x Ross 708 presentaron un rendimiento en canal superior que los Ross x Ross 308. En las hembras se presentó mayor musculatura en la pechuga que en los machos, encontrándose efectos significativos a los 38 ó 39 y a los 48 ó 49 días de edad, aunque fue sólo significativo en el músculo pectoral menor a los 31 días. Los pollos de engorde Ross x Ross 708 tuvieron un mayor rendimiento en pechuga que los Ross x Ross 308 a todas las edades. El género tuvo un efecto importante y consistente en las porciones de pierna, siendo mayores en los machos cuando se consideró la carne del muslo, el hueso del muslo, la pierna entera, la carne de pierna y el hueso de la pierna. Los otros efectos del género no se observaron en todas las ocasiones (en otras palabras, no fueron “consistentes”). Las aves Ross x Ross 708 tuvieron cuando menos la misma cantidad de carne en las porciones de pierna y menos hueso de pierna y de muslo que las Ross x Ross 308. La porción restante en la canal después de calcular el rendimiento en carne también fue menor en las aves Ross x Ross 708 a los 38 ó 39 días de edad. Los cambios en los huesos de las piernas y en la canal remanente sugieren un esqueleto proporcionalmente menor en los pollos de engorde Ross x Ross 708. El genotipo no tuvo efecto sobre la piel de la pechuga (que es un indicador de la grasa de la canal).

Efecto del fotoperíodo, el género y la estirpe sobre las características de la canal de los pollos de engorde a los 31 ó 32 días de edad (% del peso vivo)

	Fotoperíodo (horas)					Género			Estirpe		
	14	17	20	23	P	Machos	Hembras	P	308	708	P
Canal	65.90	66.27	66.38	66.25	NS	65.91	66.48	0.0730	66.05	66.35	NS
<i>Pectoral mayor</i>	14.11 ^B	14.48 ^{AB}	14.74 ^A	14.94 ^A	0.0424	14.62	14.52	NS	14.12 ^B	15.02 ^A	0.0001
<i>Pectoral menor</i>	3.13 ^B	3.16 ^B	3.25 ^A	3.27 ^A	0.0164	3.09 ^B	3.32 ^A	0.0001	3.14 ^B	3.27 ^A	0.0009
Pechuga total	17.24 ^C	17.64 ^{BC}	17.99 ^{AB}	18.21 ^A	0.0183	17.71	17.83	NS	17.26 ^B	18.28 ^A	0.0001
Piel de pechuga	2.81	2.82	2.83	2.79	NS	2.70 ^B	2.93 ^A	0.0002	2.84	2.79	NS
Muslo derecho entero	6.35	6.30	6.39	6.29	NS	6.32	6.34	NS	6.32	6.34	NS
Carne del muslo izquierdo	4.40	4.37	4.45	4.32	NS	4.42 ^A	4.35 ^B	0.0125	4.39	4.38	NS
Piel del muslo izquierdo	0.94	0.96	0.96	0.93	NS	0.87 ^B	1.03 ^A	0.0001	0.97	0.93	0.0898
Hueso del muslo izquierdo	0.85	0.84	0.85	0.85	NS	0.88 ^A	0.82 ^B	0.0013	0.86	0.84	NS
Pierna derecha entera	4.76	4.71	4.68	4.59	NS	4.76 ^A	4.61 ^B	0.0001	4.69	4.67	NS
Carne de pierna izquierda	3.16 ^A	3.09 ^{AB}	3.04 ^B	2.99 ^B	0.0454	3.12 ^A	3.01 ^B	0.0014	3.06	3.07	NS
Piel de pierna izquierda	0.52	0.52	0.51	0.51	NS	0.52	0.51	NS	0.52	0.51	NS
Hueso de pierna izquierda	1.19	1.21	1.20	1.23	NS	1.24 ^A	1.18 ^B	0.0051	1.22	1.19	0.0619
Alas	7.48	7.52	7.49	7.46	NS	7.47	7.51	NS	7.49	7.49	NS
Resto de la canal	15.36	15.50	15.16	15.25	NS	15.15 ^B	15.49 ^A	0.0491	15.42	15.21	NS

^{ABC} Las medias con superíndices distintos dentro de un mismo fotoperíodo, sexo y estirpe son significativamente diferentes (P < 0.05). NS = No significativo (P < 0.10). Aunque no son significativos, los valores de P que variaron de 0.05 a 0.10, se anotan en el cuadro.

Efecto del fotoperíodo, el género y la estirpe sobre las características de la canal de los pollos de engorde a los 38 ó 39 días de edad (% del peso vivo)

	Fotoperíodo (horas)				P	Género		P	Estirpe		P
	14	17	20	23		Machos	Hembras		308	708	
Canal	67.25 ^C	68.04 ^B	68.63 ^A	68.63 ^A	0.0003	67.91 ^B	68.36 ^A	0.0015	67.55 ^B	68.72 ^A	0.0001
<i>Pectoral mayor</i>	14.92 ^D	15.51 ^C	15.93 ^B	16.19 ^A	0.0001	15.54 ^B	15.74 ^A	0.0053	14.99 ^B	16.28 ^A	0.0001
<i>Pectoral menor</i>	3.47 ^C	3.58 ^B	3.63 ^{AB}	3.70 ^A	0.0185	3.45 ^B	3.73 ^A	0.0001	3.51 ^B	3.67 ^A	0.0001
Pechuga total	18.39 ^D	19.09 ^C	19.56 ^B	19.89 ^A	0.0001	18.98 ^B	19.47 ^A	0.0001	18.51 ^B	19.96 ^A	0.0001
Piel de Pechuga	2.99	3.12	3.07	3.05	0.0907	2.97 ^B	3.14 ^A	0.0001	3.06	3.05	NS
Muslo derecho entero	6.23	6.34	6.29	6.23	0.0521	6.25	6.29	0.0705	6.27	6.27	NS
Carne del muslo izquierdo	4.43	4.48	4.43	4.38	0.0618	4.48 ^A	4.37 ^B	0.0001	4.40 ^B	4.46 ^A	0.0289
Piel del muslo izquierdo	0.86	0.90	0.91	0.88	NS	0.82 ^B	0.95 ^A	0.0001	0.90 ^A	0.87 ^B	0.0344
Hueso del muslo izquierdo	0.79	0.78	0.79	0.79	NS	0.81 ^A	0.77 ^B	0.0001	0.80 ^A	0.78 ^B	0.0012
Pierna derecha entera	4.97	4.80	4.75	4.70	0.0506	4.87 ^A	4.74 ^B	0.0016	4.86	4.75	0.0548
Carne de pierna izquierda	3.23 ^A	3.16 ^B	3.10 ^C	3.07 ^C	0.0002	3.20 ^A	3.09 ^B	0.0001	3.14 ^B	3.15 ^A	0.0001
Piel de pierna izquierda	0.52	0.50	0.52	0.52	NS	0.51 ^B	0.53 ^A	0.0101	0.52	0.51	NS
Hueso de pierna izquierda	1.20	1.22	1.20	1.20	NS	1.25 ^A	1.16 ^B	0.0001	1.22 ^A	1.19 ^B	0.0001
Alas	7.58	7.59	7.59	7.63	NS	7.55 ^B	7.64 ^A	0.0009	7.59	7.60	NS
Resto de la canal	16.24	16.31	16.47	16.36	NS	16.36	16.33	NS	16.44 ^A	16.25 ^B	0.0046

^{ABC} Las medias con superíndices distintos dentro de un mismo fotoperíodo, sexo y estirpe son significativamente diferentes ($P < 0.05$). NS = No significativo ($P < 0.10$). Aunque no son significativos, los valores de P que variaron de 0.05 a 0.10, se anotan en el cuadro.

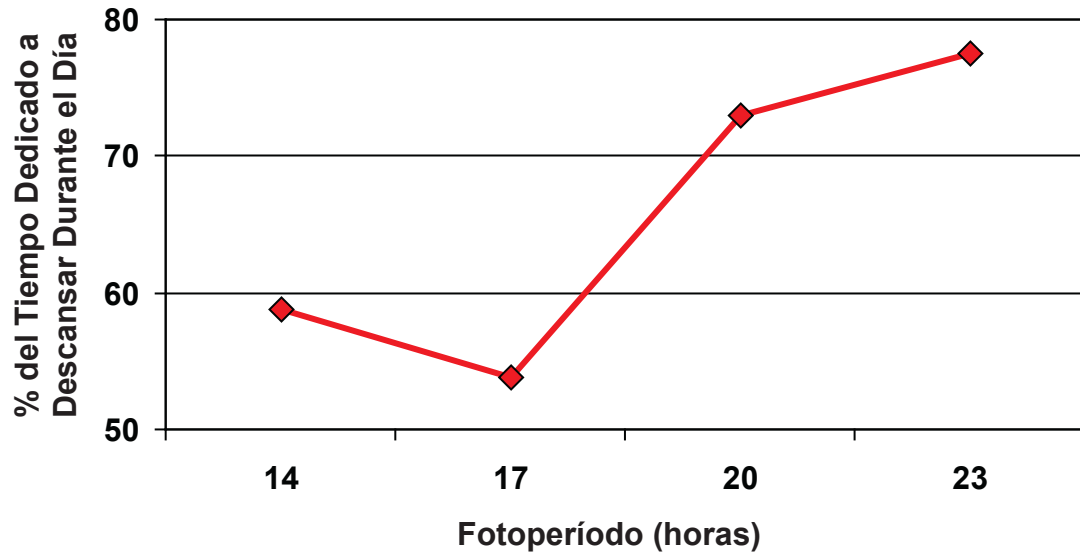
Efecto del fotoperíodo, el género y la estirpe sobre las características de la canal de los pollos de engorde a los 48/49 días de edad (% del peso vivo)

	Fotoperíodo (horas)				P	Género			Estirpe		
	14	17	20	23		Machos	Hembras	P	308	708	P
Canal	70.42 ^C	71.14 ^{BC}	72.34 ^A	71.58 ^{AB}	0.0040	71.26	71.48	NS	70.97 ^B	71.76 ^A	0.0144
<i>Pectoral mayor</i>	16.19 ^C	16.81 ^B	17.44 ^A	17.18 ^{AB}	0.0003	16.79 ^B	17.02 ^A	0.0457	16.27 ^B	17.54 ^A	0.0001
<i>Pectoral menor</i>	3.80 ^B	3.81 ^B	3.85 ^{AB}	3.96 ^A	0.0420	3.68 ^B	4.03 ^A	0.0001	3.79 ^B	3.92 ^A	0.0034
Pechuga total	19.99 ^C	20.62 ^B	21.29 ^A	21.14 ^A	0.0001	20.47 ^B	21.05 ^A	0.0001	20.06 ^B	21.46 ^A	0.0001
Piel de Pechuga	3.03	3.02	3.10	2.97	NS	2.90 ^B	3.16 ^A	0.0001	3.03	3.03	NS
Muslo derecho entero	6.52	6.47	6.57	6.49	NS	6.50	6.53	NS	6.55	6.48	0.0742
Carne del muslo izquierdo	4.58	4.56	4.53	4.42	NS	4.62 ^A	4.43 ^B	0.0001	4.52	4.52	NS
Piel del muslo izquierdo	0.96 ^B	0.97 ^B	1.02 ^A	0.94 ^B	0.0069	0.88 ^B	1.06 ^A	0.0001	1.00 ^A	0.95 ^B	0.0085
Hueso del muslo izquierdo	0.76	0.74	0.74	0.75	NS	0.79 ^A	0.71 ^B	0.0001	0.76 ^A	0.74 ^B	0.0014
Pierna derecha entera	4.92	4.86	4.85	4.84	NS	5.00 ^A	4.73 ^B	0.0001	4.93 ^A	4.81 ^B	0.0001
Carne de pierna izquierda	3.25 ^A	3.18 ^B	3.14 ^B	3.11 ^B	0.0108	3.25 ^A	3.09 ^B	0.0001	3.19 ^A	3.15 ^B	0.0475
Piel de pierna izquierda	0.57	0.56	0.58	0.58	NS	0.56	0.58	NS	0.57	0.57	NS
Hueso de pierna izquierda	1.13	1.15	1.17	1.17	NS	1.23 ^A	1.08 ^B	0.0001	1.18 ^A	1.14 ^B	0.0006
Alas	7.53	7.58	7.72	7.67	NS	7.65	7.60	NS	7.65	7.60	NS
Resto de la canal	17.27 ^B	17.57 ^A	17.72 ^A	17.67 ^A	0.0356	17.63	17.49	NS	17.65	17.46	NS

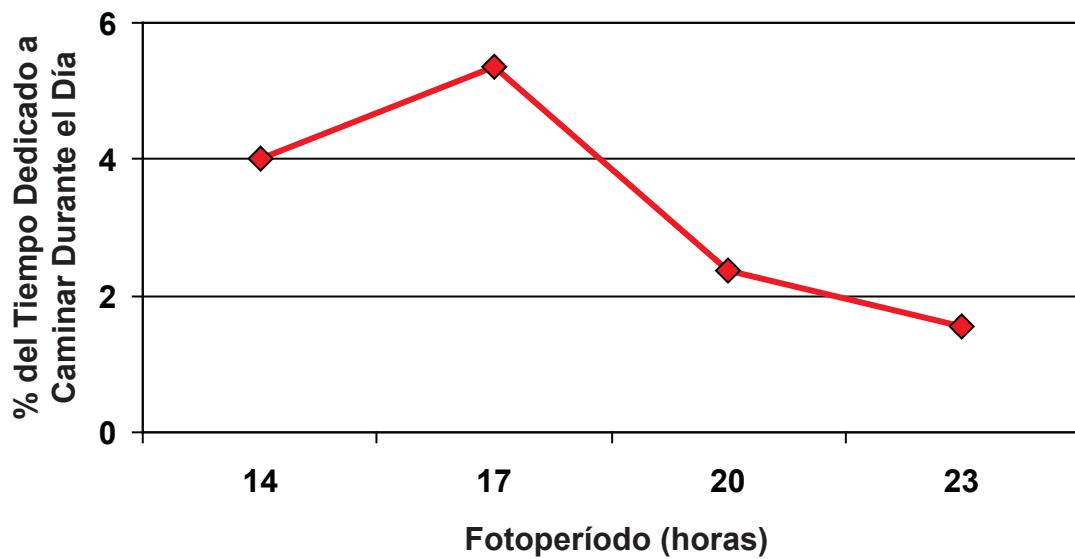
^{ABC} Las medias con superíndices distintos dentro de un mismo fotoperíodo, sexo y estirpe son significativamente diferentes (P < 0.05). NS = No significativo (P < 0.10). Aunque no son significativos, los valores de P que variaron de 0.05 a 0.10, se anotan en el cuadro.

Apéndice 2. Efecto del Fotoperíodo sobre el Comportamiento de las Aves Excluyendo la Noche

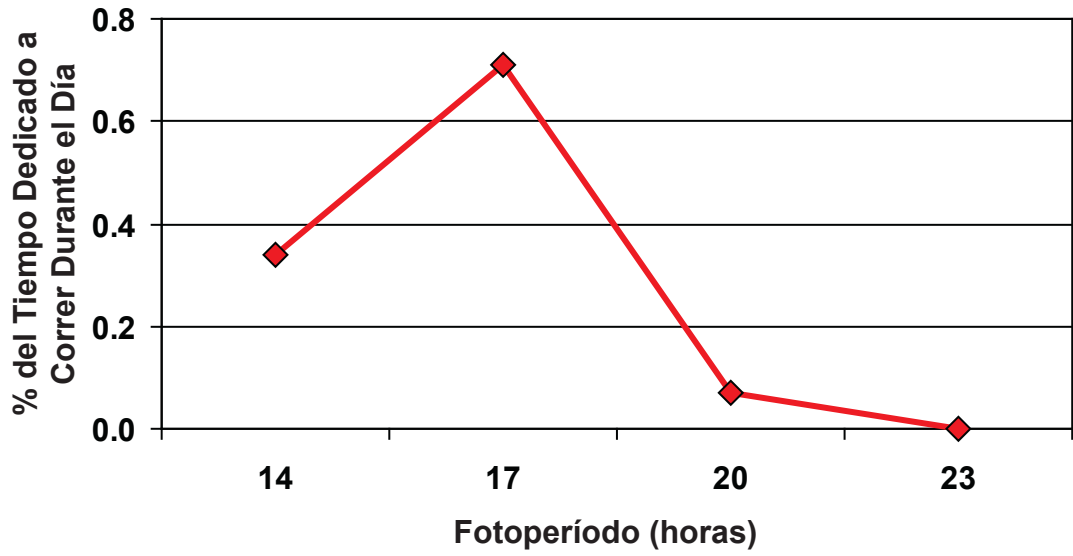
Efecto general del número de horas de luz sobre el porcentaje del tiempo en que las aves se dedicaron a descansar durante el día (fotoperíodo), excluyendo la noche



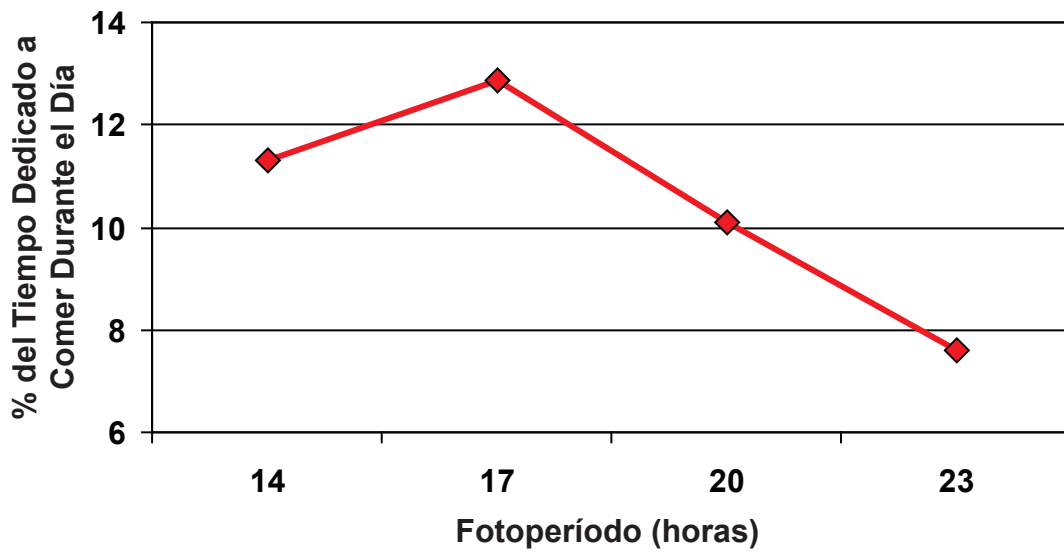
Efecto general del número de horas de luz sobre el porcentaje del tiempo en que las aves se dedicaron a caminar durante el día (fotoperíodo), excluyendo la noche.



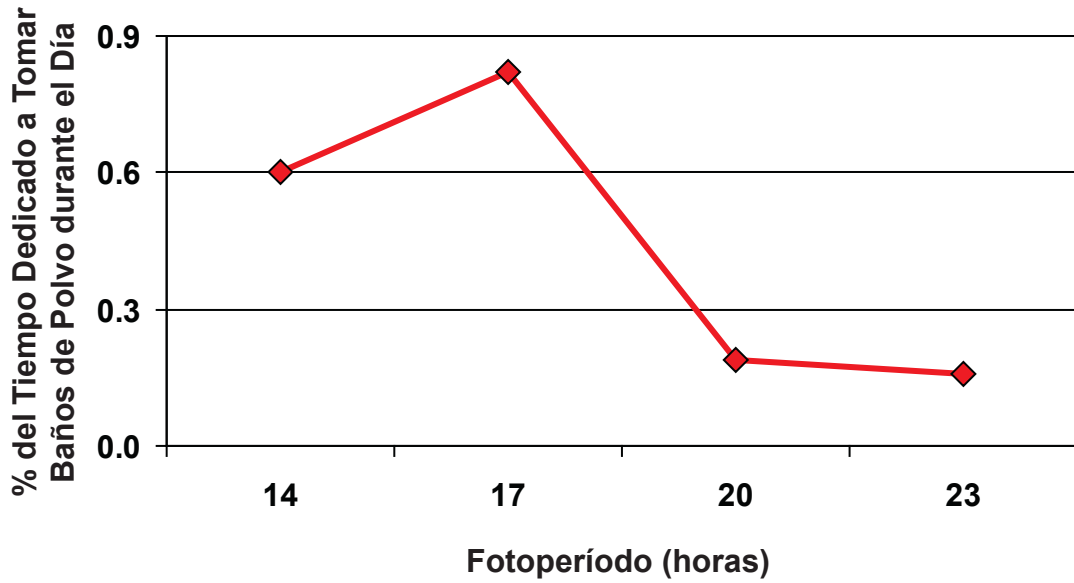
Efecto general del número de horas de luz sobre el porcentaje del tiempo en que las aves se dedicaron a correr durante el día (fotoperíodo), excluyendo la noche.



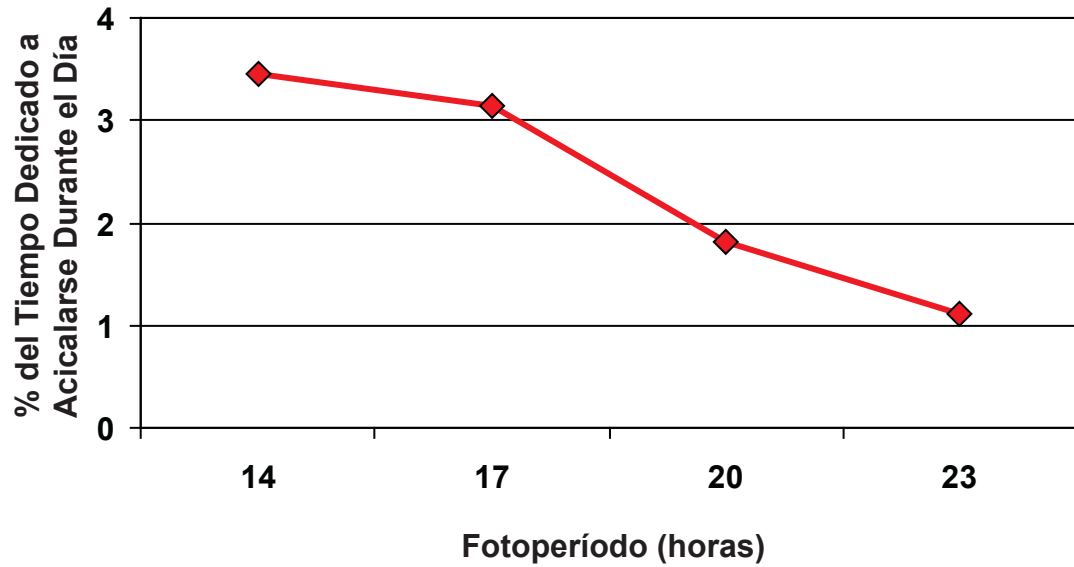
Efecto general del número de horas de luz sobre el porcentaje del tiempo en que las aves se dedicaron a comer durante el día (fotoperíodo), excluyendo la noche.



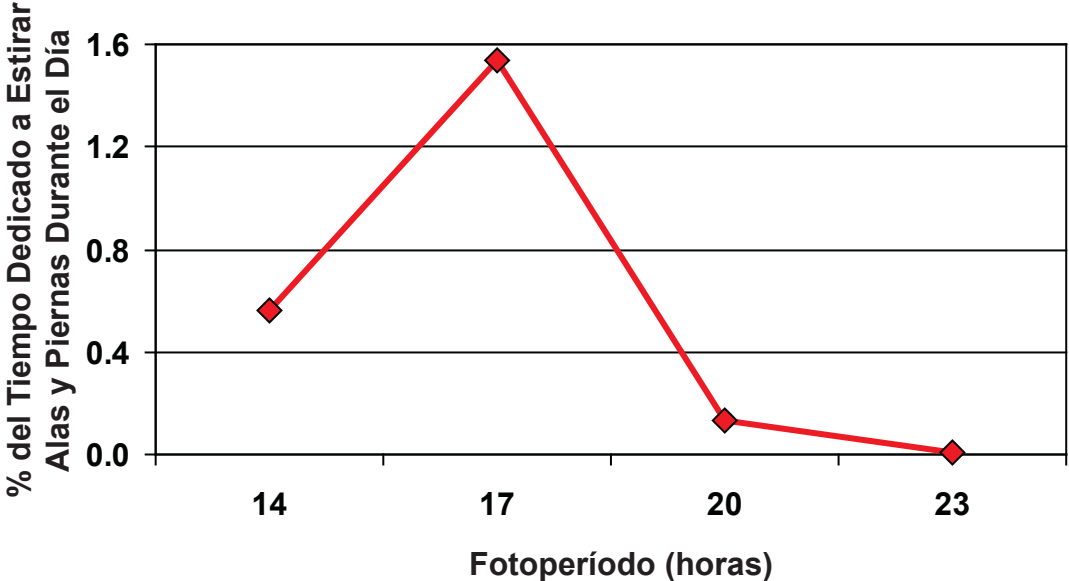
Efecto general del número de horas de luz sobre el porcentaje del tiempo en que las aves se dedicaron a tomar baños de polvo durante el día (fotoperíodo) excluyendo la noche.



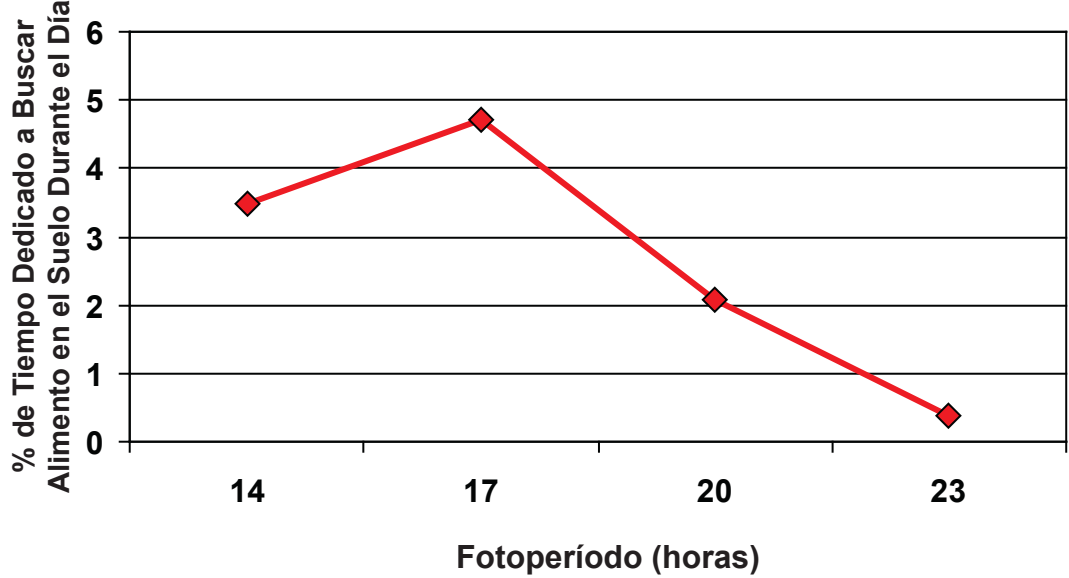
Efecto general del número de horas de luz sobre el porcentaje del tiempo en que las aves se dedicaron a acicalarse durante el día (fotoperíodo), excluyendo la noche.



Efecto general del número de horas de luz sobre el porcentaje del tiempo en que las aves se dedicaron a estirar alas y piernas durante el día (fotoperíodo), excluyendo la noche



Efecto general del número de horas de luz sobre el porcentaje del tiempo en que las aves se dedicaron a buscar alimento en el suelo durante el día (fotoperíodo), excluyendo la noche





Aviagen Incorporated
Cummings Research Park
5015 Bradford Drive
Huntsville, Alabama 35805
USA

tel +1 256 890 3800
fax +1 256 890 3919
email info@aviagen.com

Aviagen Limited
Newbridge
Midlothian EH28 8SZ
Scotland UK

tel +44 (0) 131 333 1056
fax +44 (0) 131 333 3296
email infoworldwide@aviagen.com

www.aviagen.com

HEMOS HECHO TODO LO POSIBLE POR ASEGURAR LA PRECISIÓN Y RELEVANCIA DE LA INFORMACIÓN AQUÍ PRESENTADA; SIN EMBARGO, AVIAGEN NO ACEPTA RESPONSABILIDAD ALGUNA POR LAS CONSECUENCIAS DE USAR ESTA INFORMACIÓN PARA EL MANEJO DE LOS POLLOS. PARA OBTENER MAYOR INFORMACIÓN, POR FAVOR PÓNGASE EN CONTACTO CON EL GERENTE DE SERVICIO TÉCNICO DE SU LOCALIDAD.