

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



**“INFLUENCIAS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA
LUZ ARTIFICIAL SOBRE PARÁMETROS
PRODUCTIVOS DE GALLINAS REPRODUCTORAS”**

Trabajo Monográfico para Optar el Título de

INGENIERO ZOOTECNISTA

ENRIQUE ARTURO PALACIOS LINDO

Lima - Perú

2014

A MIS PADRES

Oscar Palacios Solano

Gloria Lindo Guevara

**A mi Esposa
e Hijos**

**Mi agradecimiento al
Ing. Marcial Cumpa,
por su patrocinio**

ÍNDICE

| | PÁGINA |
|--|---------------|
| RESUMEN | 9 |
| I. INTRODUCCIÓN | 10 |
| II. LA LUZ | 11 |
| 2.1 Descripción | 11 |
| 2.2 Unidad de Medida | 11 |
| 2.3 Variación de la Intensidad según la Distancia Recorrida | 13 |
| 2.4 Mecanismos Endocrinos de Control de los Procesos Reproductivos | 13 |
| III. SENSIBILIDAD A LA LUZ | 16 |
| IV. INFLUENCIAS DE LA LUZ | 19 |
| 4.1 Sobre el Confort Animal | 19 |
| 4.2 Sobre el Consumo de Alimento | 22 |
| 4.3 Sobre la Reproducción | 22 |
| 4.4 Otras Influencias Encontradas | 23 |
| V. FUENTES DE LUZ ARTIFICIAL | 25 |
| 5.1 Lámparas Incandescentes | 25 |
| 5.2 Lámparas Fluorescentes | 25 |
| 5.3 Lámparas de Sodio de Alta Presión | 25 |
| 5.4 Cálculo del Número de Bulbos Necesarios | 27 |
| VI. PROGRAMA DE ILUMINACIÓN RECOMENDADO | 28 |
| 6.1 Programa De Alumbrado en Países Cálidos, Comprendido entre las latitudes de 20° Norte y 20° Sur. | 28 |
| 6.1.1 Reproductoras de Postura – Línea Isabrown. | 28 |
| VII. PROGRAMA DE ILUMINACIÓN ELEGIDO | 31 |

| | PÁGINA |
|-------------------------------------|---------------|
| VIII. RESULTADOS | 32 |
| 8.1 Resultados en el Levante | 32 |
| 8.2 Resultados en Producción | 34 |
| 8.3 Resultados de Cierre de Campaña | 36 |
| 8.4 Discusión de Resultados | 37 |
| 8.5 Análisis Económico | 38 |
| IX. CONCLUSIONES | 41 |
| X. RECOMENDACIONES | 42 |
| XI. BIBLIOGRAFÍA | 43 |
| XII. ANEXO | 44 |

ÍNDICE DE CUADROS

| NÚMERO | | PÁGINA |
|--------|--|--------|
| 1. | Comparación de Fuentes de Luz Artificial. | 26 |
| 2. | Programa de Iluminación Recomendado por la Casa Matriz – Línea Isabrown. | 28 |
| 3. | Peso Vivo de los 50 Días con dos Distintos Programas de Iluminación. | 29 |
| 4. | Consumo Promedio en Función de la Duración del Alumbrado (gramos/día). | 30 |
| 5. | Influencia de 2 h. de Luz en Medio de la Noche Sobre el Consumo y la Calidad de la Cascara. | 30 |
| 6. | Programa Utilizado en la Prueba. | 31 |
| 7. | Peso y Consumo de Alimento de Aves con o sin Programa de Iluminación. | 32 |
| 8. | Peso y Consumo de Alimento de Aves con o sin Programa de Iluminación. | 35 |
| 9. | Principales Parámetros Productivos Evaluados al Cierre de la Campaña en Aves con o sin Programa de Iluminación. | 36 |
| 10. | Total de Horas de Luz Artificial Empleadas en el Programa de Iluminación. | 39 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| NÚMERO | | PÁGINA |
|--------|--|--------|
| 1. | Poder Relativo de Longitud de Onda de Luz | 12 |
| 2. | Poder Relativa de la Longitud de Onda de las Lámparas Incandescentes | 12 |
| 3. | Poder Relativa de la Longitud de Onda de las Lámparas Fluorescentes | 12 |
| 4. | Sensibilidad Relativa a Diferentes Longitudes de Ondas de luz | 17 |
| 5. | Tiempo Gastado en 4 Diferentes Intensidades de Luz | 20 |
| 6. | Frecuencias Observadas | 21 |
| 7. | Pesos de Levante | 33 |
| 8. | Consumo de Alimento (0.20 sem.) | 33 |
| 9. | Pesos de Producción | 37 |
| 10. | Consumo de Alimento (28-62 sem.) | 37 |

RESUMEN

El propósito del siguiente trabajo es realizar una revisión general de la influencia de la luz sobre la producción en aves reproductoras de postura, empezando por analizar las características de la luz, las fuentes de luz artificial disponibles en el mercado, la respuesta de los animales a estas diferentes fuentes luz, observada mediante experimentos realizados fuera del país, y finalizando con una comparación de los resultados obtenidos utilizando un programa de iluminación que tome en cuenta los criterios discutidos vs. la ausencia de él (manejo tradicional).

Según los resultados obtenidos, se pudo evidenciar que sí es posible modificar los parámetros productivos de las gallinas reproductoras de postura, modificando ciertas características del programa de iluminación que se les provea, estas características incluyen fuente, color, duración y otros.

Sin embargo, se requiere una mayor cantidad de experimentos similares, para validar o evidenciar la respuesta productiva de las aves a las distintas características de la luz, que se les puede proveer bajo distintas condiciones de campo.

I. INTRODUCCIÓN

La luz es uno de los factores del ambiente físico más importante en la producción avícola, debido a que tanto el fotoperiodo como la intensidad y la calidad del color, pueden afectar el comportamiento y la performance. Sin embargo, a pesar de que reconocemos que la visión es un sentido dominante, conocemos muy poco de los efectos que producen los sistemas de iluminación comúnmente utilizados sobre el comportamiento y el bienestar de las aves. El uso de la iluminación artificial en aves reproductoras es muy común en nuestros días, Pero los criterios para determinar las características que deberá tener dicha luz se basa, aún, en una reducida cantidad de trabajos de investigación (en nuestro país) y muchas veces hasta en costumbres que se han mantenido por muchos años.

Si decidimos estudiar o analizar la posibilidad y el efecto de cambiar algunos aspectos en la iluminación del ambiente de las aves, será importante considerar sus preferencias, debemos estar en la capacidad de entender el rol que juega la luz, así como contestar a las preguntas de cuanta luz, durante que tiempo e inclusive que color de luz debemos entregar.

El presente trabajo tratará de mostrar los efectos de la luz artificial sobre algunos de los parámetros productivos de una Granja de Gallinas Reproductoras de Postura, no solo tomando en cuenta la duración de la luz sino también la intensidad y el color.

II. LA LUZ

2.1 DESCRIPCIÓN

Físicamente la luz es descrita como una serie de ondas radiantes, las cuales tienen ciertas longitudes determinadas por las distancias entre sus picos. Lo que se describe como luz visible es sólo una pequeña colección de longitud de onda, a partir de una serie mucho mayor llamada Espectro Electromagnético, la cual incluye ondas de radio, rayos X y rayos gamma.

La luz es un tipo de energía que solo puede ser visualizada a través del reflejo de los objetos, es decir que reflejar la luz es lo que genera la luz en un objeto, así tenemos que, las hojas son verdes por que reflejan la luz verde y absorben todas las otras longitudes de ondas visibles.

Cuando todas las longitudes de ondas se mezclan en una combinación particular, la luz producida es llamada luz "blanca" o luz de día natural. Cuando la combinación es escasamente diferente, la luz producida aparece algo coloreada. Por ejemplo, las luces incandescentes están a menudo teñidas de rojo y las blancas fluorescentes teñidas de azul. Como lo muestran los Gráficos 1, 2 y 3, esto se debe a que la luz incandescente produce longitudes de ondas azules más cortas, mientras que las luces fluorescentes producen más longitudes de ondas azules y verdes.

2.2 UNIDAD DE MEDIDA

La intensidad de la luz puede ser medida usando las unidades bujía o candela. Una vela de cera emite aproximadamente 1 candela (10 a 13 lúmenes) y un foco standard de 100 watts emite 1200 lúmenes aproximadamente. Para medir la iluminación de una superficie (eficiencia) se mide el número de lúmenes por pie cuadrado (pie - candela) o por metro cuadrado (lux). Un pie candela es por lo tanto igual a 10.76 lux.

En la actualidad para realizar las lecturas exactas de la intensidad de luz en diferentes lugares del galpón se usa un instrumento llamado luxómetro.

GRÁFICO 1. PODER RELATIVO DE LA LONGITUD DE ONDA DE LA LUZ NATURAL

Poder Relativo Luminoso – Luz Natural al Mediodía

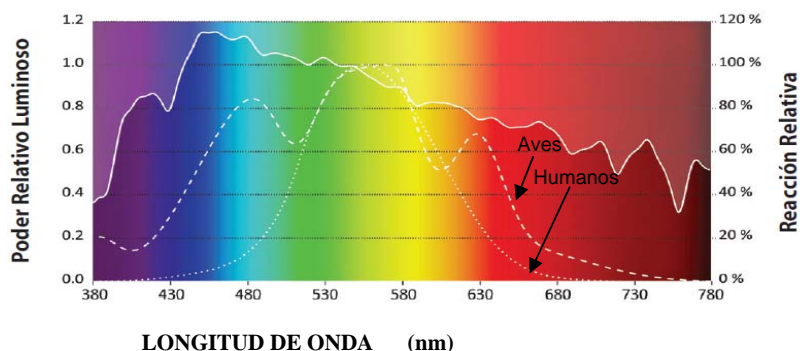


GRÁFICO 2. PODER RELATIVO DE LA LONGITUD DE ONDA DE LAS LAMPARAS INCANDESCENTES

Poder Relativo Luminoso – Lámpara Incandescente de 2800°K

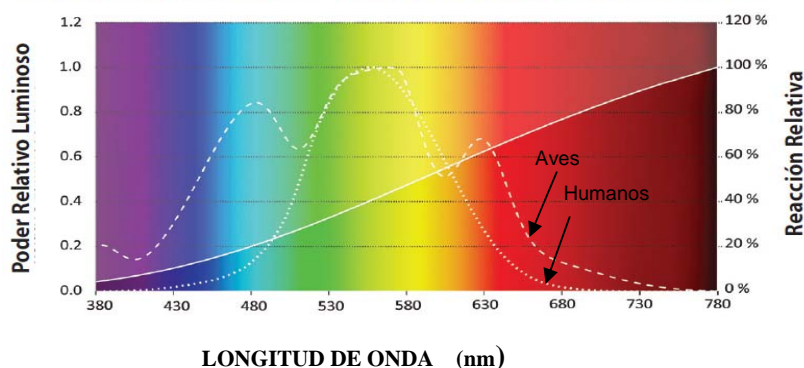
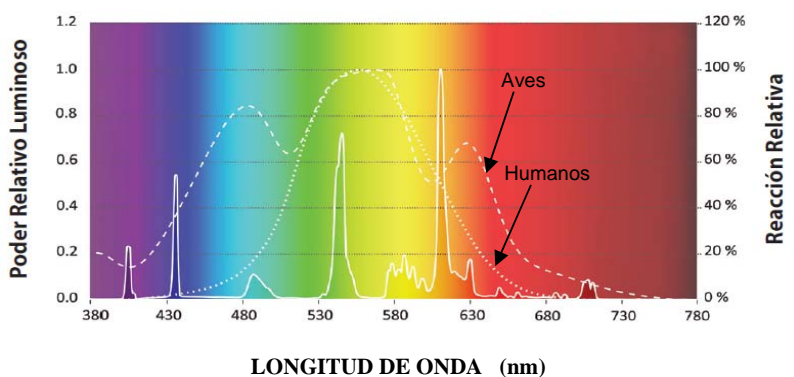


GRÁFICO 3. PODER RELATIVO DE LA LONGITUD DE ONDA DE LAS LÁMPARAS FLUORESCENTES

Poder Relativo Luminoso – CCFL / Estándar



CCFL: Fluorescente de cátodo frío

2.3 VARIACIÓN DE LA INTENSIDAD SEGÚN LA DISTANCIA RECORRIDA

La intensidad de la luz se reduce exponencialmente con la distancia a la fuente. Está definida por la ley de inversos cuadrados que origina, por ejemplo, que a una distancia de 10m de la fuente de luz, la intensidad de la luz por unidad de área será 1/25 avo de aquella a 5 metros.

Esta propiedad de la luz es importante cuando se alojan gallinas de postura en diferentes niveles verticales, donde se han encontrado desde intensidades de luz de 270 lux en la jaula más cercana a la fuente de luz superior (suspendida del techo) y de 1.6 lux en la jaula más alejada de la fuente de emisión de la luz (170 veces menos brillante). Indudablemente este problema tendrá una influencia significativa sobre los resultados, en cuanto a productividad, entre los niveles e inclusive dentro de un mismo nivel

2.4 MECANISMOS ENDOCRINOS DE CONTROL DE LOS PROCESOS REPRODUCTIVOS

Los mecanismos neuroendocrinos que controlan los procesos reproductivos en las aves, aun siendo similares a los de los mamíferos, difieren de ellos en muchos aspectos, fundamentalmente en el caso de la ausencia de gestación por el oviparismo y de la regulación de la secreción de melatonina con diferentes periodos de luz-oscuridad.

El fotoreceptor más obvio, el ojo, en las aves no es esencial, ya que las respuestas fotoperiódicas son similares en aves ciegas o con vista. Algunos investigadores afirman que la luz ejerce su acción fisiológica entrando por los ojos y, a través del nervio óptico, estimulando a la hipófisis para que libere las hormonas que causan la ovoposición.

Aunque la estructura anatómica que constituye el reloj biológico aviar no está definida, si se conoce que el mediador en la respuesta fotoperiódica se encuentra en el nervio óptico.

El mecanismo por el cual la luz actúa sobre el sistema endocrino, no se encuentra todavía totalmente dilucidado.

La luz funciona en las aves estimulando al hipotálamo a secretar las hormonas liberadoras o Releasing hormones o RH y los factores liberadores o Releasing Factors o RF, los cuales, actúan sobre la pituitaria que secreta las hormonas gonadotrópicas (FSH y LH). Estas gonadotrópicas viajan vía torrente sanguíneo y estimulan a las gónadas a secretar las hormonas sexuales (estrógenos, progesterona y testosterona).

Estas hormonas estimulan una amplia variedad de funciones, tales como la formación de folículos, la ovulación, la producción de espermatozoides así como también el desarrollo específico de la cresta y las plumas.

La liberación pre ovulatoria de LH está sujeta a un ritmo circadiano gobernado por factores externos. El principal parámetro que gobierna la ovulación y, por consiguiente la ovoposición, es la relación luz-oscuridad.

Bhatti y Morris (1978) estudiaron la influencia del orto y del ocaso sobre la ovoposición de las gallinas demostrando que el ocaso es el más potente agente sincronizador de la ovoposición y, presumiblemente, el factor de ajuste en los ritmos circadianos endógenos de las gallinas. Unas 10 horas antes de que se produzca la ovulación y, frecuentemente asociada al inicio del periodo de oscuridad (unos 40 minutos tras abolirse la luz), se produce una pequeña liberación hipofisiaria de LH que desencadena una liberación de progesterona del folículo más maduro y, mediante un feed back positivo, una liberación de un pico preovulatorio de LH (5-6 hrs antes de la ovulación), lo que permite la ovulación (unas 32.5 hrs. antes de la ovoposición).

La melatonina, producida por la glándula pineal, participa en el desencadenamiento del momento de la ovoposición (hora del día). Para la liberación de melatonina, el fotoperíodo es más importante que el escotoperíodo

(Periodo de oscuridad), y, con esta finalidad pueden ser utilizadas diferentes intensidades y duración de luz.

Debido a que la formación del huevo dura un tiempo mayor que la duración del día, llega un momento en que las aves se verían obligadas a la postura en la fase oscura; en este momento, se interrumpe la puesta y se restaura mediante ovoposición matutina (las aves realizan la ovoposición durante la fase luminosa).

En las aves, la melatonina no parece tener un papel tan relevante como lo tiene en mamíferos de reproducción estacional (controlando la aparición de celos durante épocas de luz creciente o decreciente), ya que no se puede establecer una correlación clara entre fotoperíodo y niveles de melatonina circulante; sin embargo, sus niveles séricos aumentan al cabo de una hora del comienzo del escotoperíodo, lo que se relaciona con el descanso de las gallinas. En pollos jóvenes la concentración de melatonina durante la fotofase es entre un 10 a 22 % menor que en la escotofase.

III. SENSIBILIDAD A LA LUZ

Los resultados de algunas investigaciones llevan a la conclusión de que hay una variante significativa entre la intensidad de la luz, medida convencionalmente, y la intensidad percibida por las aves y los humanos.

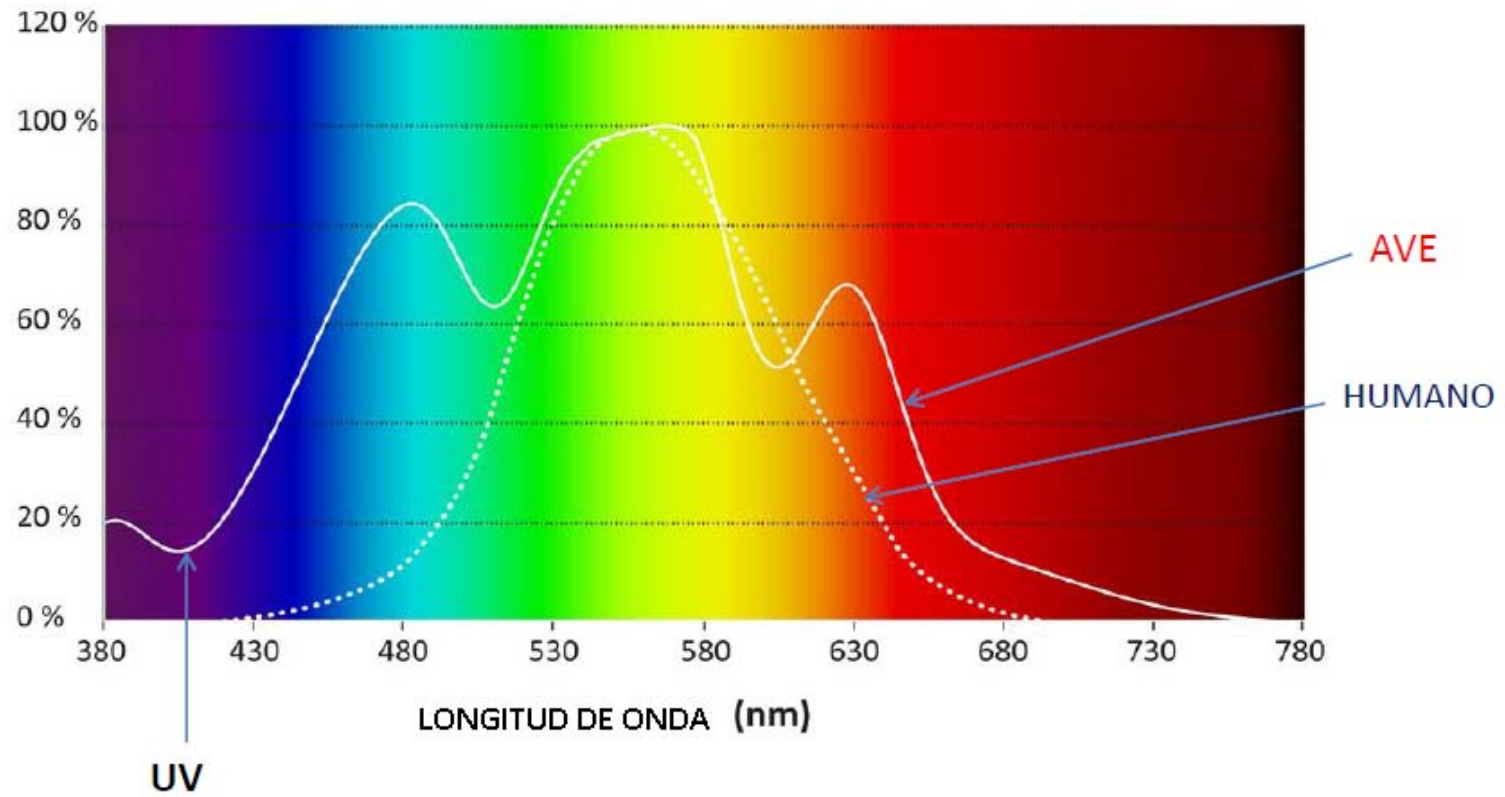
La evolución de las aves ha seguido un patrón completamente diferente que los humanos, por ejemplo, su estructura cerebral es más parecida a los reptiles que a los mamíferos, por eso existe una muy buena razón para sospechar que habría diferencias en el repertorio y habilidades visuales entre aves y humanos, particularmente en la visión de color, en donde las diferencias bioquímicas e histológicas están muy bien documentadas.

A partir del Gráfico 4, podemos ver que las aves tienen una sensibilidad diferente a la humana y, en consecuencia, la intensidad medida usando lux sería un predictor inadecuado de la intensidad percibida por las aves (esta unidad se usa en la curva de sensibilidad de los humanos). Para superar esta dificultad los investigadores derivaron un término alternativo de unidad llamado clux.

El clux considera que la luz fluorescente será percibida por las aves un 30% más brillante que la incandescente, así tenemos que, para luz fluorescente e incandescente que iluminen hasta 5 lux, la luz incandescente se percibirá por las aves como 3,5 lux.

Como se observa en el mismo gráfico, las longitudes de ondas a las cuales nuestros ojos son sensibles se encuentran en una pequeña región entre los 400 y 700nm. A diferencia de los humanos, las aves pueden "ver" la luz ultravioleta (inferiores a 400nm pero superiores a 320nm), las cuales están ausentes en los galpones de ambiente controlado. Esta capacidad podría tener alguna influencia sobre la reproducción o tener un efecto en la detección de potenciales fuentes de alimento, muchas de las cuales sobresalen bajo luz ultravioleta (UV), siendo relativamente inconspicuas bajo luz normal. Claramente, cualquier signo social que esté controlado por la luz UV y que están ausentes en los galpones de aves pueden afectar la

GRÁFICO 4. SENSIBILIDAD RELATIVA A DIFERENTES LONGITUDES DE ONDA DE LUZ



Prescott y Wathes, 1996 b.

transmisión exitosa de estas señales, influyendo en el comportamiento y en el bienestar de estas aves.

También se puede observar que no existen longitudes de ondas a las cuales las aves de corral son menos sensitivas que los humanos. Esto significa que no existe una luz particular que los humanos puedan usar para inspeccionar o manejar las aves, bajo las cuales éstas estén ciegas. Por ejemplo, la práctica común de usar luz azul con poca potencia (0.5 watt/metro cuadrado) para la captura de aves debido a que están más tranquilas, por alguna razón, funciona distinto al efecto de ceguera. Tal vez la luz azul induzca a las aves, de alguna manera, a estar más calladas o tranquilas. Es por esto que es posible usar la luz azul para machos destinados a "spiking", ya que dicha luz tiene un verdadero efecto calmante sobre el grupo.

IV. INFLUENCIAS DE LA LUZ

4.1 SOBRE EL CONFORT ANIMAL

En algunos estudios de investigación (Prescott, Savory y Davis; 1999) se estudiaron las preferencias de pollos broilers y ponedoras por distintas intensidades de luz (Gráfico 5). Cuando se dio a escoger a ponedoras y broilers entre 6, 20, 60 ó 200 lux, ambos grupos pasaron la mayor parte del tiempo (aproximadamente 31%) en los 200 lux de intensidad de luz. No obstante, cuando las aves alcanzaron las 6 semanas de edad revirtieron sus preferencias pasando más tiempo (aproximadamente 27%) en la intensidad de luz más baja. Observando el comportamiento global de las aves en las distintas intensidades, se nota que en ambas edades el comportamiento se expresaba preferentemente a 200 lux, aparte del comportamiento de descanso en las aves de 6 semanas que se expresaba preferentemente a 6 lux.

No está clara la causa para este cambio en el comportamiento de descanso entre las dos y seis semanas de edad, pero se sabe que el temor puede aumentar con la edad y posiblemente las aves mayores se sienten más seguras en ambientes de luz más controlados (intensidades más bajas).

Cualquiera que haya sido la razón, podemos sospechar que los sistemas actuales de iluminación no satisfacen las preferencias de las aves dado que permanecen constantes, mientras que las preferencias cambian con la edad y son dependientes del comportamiento expresado.

En otro estudio, Vandenberg and Widowski (2000) compararon la preferencia de gallinas de postura por la luz incandescente o la luz de alta presión de sodio, encontrando los resultados mostrados en el Gráfico 6. La baja frecuencia de aves sentadas en una u otra fuente, observada en el experimento, se explica porque ellas prefirieron sentarse en el sitio oscuro acondicionado entre los dos tratamientos principales. Además, en este estudio se observó que

GRÁFICO 5.

TIEMPO GASTADO EN 4 DIFERENTES INTENSIDADES DE LUZ

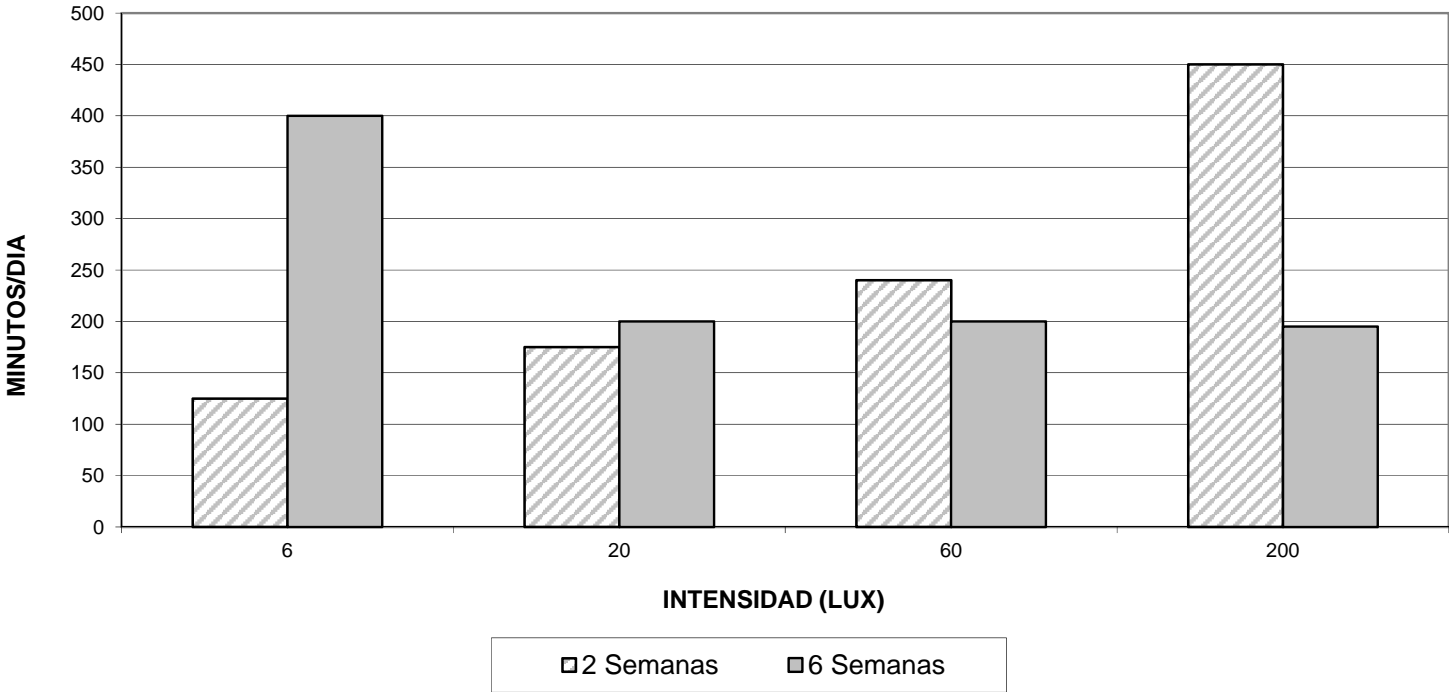
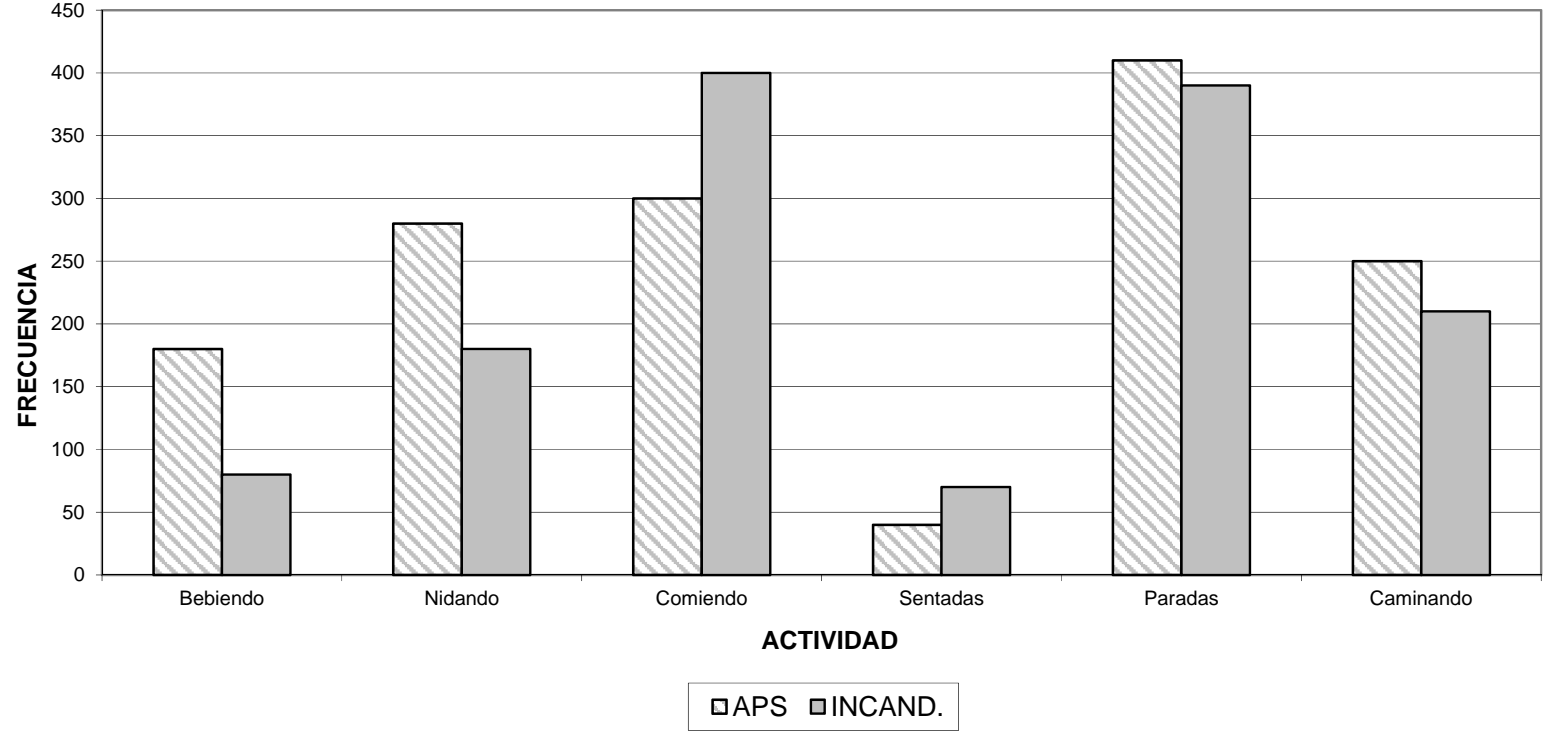


GRÁFICO 6.

FRECUENCIAS OBSERVADAS



el 52% de los huevos fueron puestos en el lado de la luz de sodio, el 40% en el lado de la luz incandescente y 8% en el lado oscuro.

4.2 SOBRE EL CONSUMO DE ALIMENTO

Mediante un experimento, (Prescott, Savory y Davis; 1999) en el cual se midió el costo (número de picotazos para abrir una puerta trampa) para alcanzar el alimento iluminado a dos distintas intensidades de luz (<1 lux y 200 lux), se observó que cuando el costo de comer en la luz era igual o hasta 5 veces mayor que el de comer a oscuras, las aves escogieron mayoritariamente comer en la luz. Cuando los costos aumentaron 10 veces su diferencia, la preferencia de consumo en la luz disminuyó considerablemente.

Este comportamiento es considerado en economía como una demanda inelástica ya que no decayó tan rápido como se esperaba. Por lo tanto se puede asumir que la motivación de comer en intensidades de luz alta puede ser tan fuerte que podría constituirse un riesgo a la salud el que las aves no tengan otra opción.

Esto también puede ser cierto para los comportamientos de beber o descansar, o cuando las aves no son capaces de tener estos comportamientos en las intensidades de luz de sus preferencias.

4.3 SOBRE LA REPRODUCCIÓN

Es variada la información que se tiene sobre los efectos de la luz en la reproducción, llegando a considerarse que la luz controla el reloj biológico de las aves, sin embargo , aquí solo mencionaremos algunas de las influencias menos comentadas de las características de la luz sobre la reproducción. En otro estudio llevado a cabo por Prescott et al (1999) se midió la reflectividad del plumaje de las aves iluminadas con luces de distintas longitudes de onda encontrando que, aunque aparentemente las plumas son de distintos colores para la vista humana, todas reflejan bien la luz en el espectro rojo y ultravioleta mostrando entonces una gran similitud entre ellas.

Esto hace suponer que la luz roja y ultravioleta podría ser usada en aspectos de reconocimiento de pares, niveles de dominancia, etc. También se ha encontrado que las aves pueden colorearse o ensombrecerse súbitamente, lo que facilitaría el reconocimiento entre ellas. Si esto fuese así tendríamos que reflexionar sobre qué tipo de luz sería el más adecuado ya que como sabemos la luz incandescente podría transmitir mejor la información a través de la luz roja.

Posteriormente se realizó otro experimento donde se investigó el rol de la luz ultravioleta (UV, 320-400nm) en el comportamiento de cópula de reproductores domésticos, encontrándose que los niveles de luz UV similares a la luz de día aumentaban el nivel de cópula, aunque no así el número de huevos viables producidos. También se encontró que aquellos machos iluminados con nivel de UV similar a luz de día generalmente eran inspeccionados por las hembras durante periodos más prolongados que los iluminados con niveles más elevados o inferiores. Si el tiempo de inspección se relaciona con la elección de las gallinas para aparearse, lo cual es razonable, entonces esto último y el aumento de la cópula indican algún rol de la UV en el apareamiento. Sin embargo existen reportes de reducción en la fertilidad del macho por acción de la luz roja e incremento por las luces azul y verde. En todo caso, la investigación todavía no ha dilucidado completamente la influencia de la luz sobre la reproducción y si esto tiene una significancia a nivel comercial.

4.4 OTRAS INFLUENCIAS ENCONTRADAS

Otros investigadores han encontrado que la luz verde y azul incrementa el crecimiento y que la luz amarilla reduce la eficiencia alimenticia. Las pollas en levante bajo luz azul o verde maduraran más tardíamente que las pollas bajo luz roja naranja o amarilla.

Las luces rojas han mostrado que bajan el canibalismo, y la combinación de las luces rojas y anaranjadas incrementan la producción de huevos. La luz

amarilla baja la producción de huevos. El tamaño de los huevos se incrementa por la luz verde o azul, por la menor cantidad de huevos producidos.

En resumen suele afirmarse que las luces azul y verde estimulan el crecimiento, mientras que las luces rojas y anaranjadas estimulan la producción de huevos.

V. FUENTES DE LUZ ARTIFICIAL

5.1 LÁMPARAS INCANDESCENTES

Son lámparas que producen luz por el paso de una corriente eléctrica a través de un filamento de tungsteno, calentándolo (600°C) y produciendo la incandescencia. Estas lámparas proveen energía de luz sobre un espectro visible completamente; sin embargo, mucha de la energía eléctrica es convertida en energía calórica como infrarroja.

5.2 LÁMPARAS FLUORESCENTES

Estas producen luz por el paso de una corriente eléctrica a través de un vapor de baja presión o gas contenido dentro de un tubo de vidrio. La radiación ultravioleta dada por el vapor de mercurio es una corriente producida a lo largo del tubo y es absorbida por el fósforo que recubre el interior del tubo de vidrio, causando la fluorescencia a ondas largas que son observadas en una luz visible. La onda larga emitida depende del fósforo usado en el revestimiento del tubo. Las lámparas fluorescentes modernas usan un recubrimiento especial de fósforo triple resultando en que la luz emitida, es una discreta onda larga de cada uno de los colores primarios, dando una apariencia de luz blanca balanceada. Estas lámparas producen 3-5 veces el número de lux/vatio que las lámparas incandescentes, pero bajan su capacidad lumínica a un 20 o 30 % durante su tiempo de vida y esto debe considerarse en la instalación inicial. Investigaciones indican la preferencia de las gallinas Leghorn por este tipo de lámparas.

5.3 LÁMPARAS DE SODIO DE ALTA PRESIÓN

Estas lámparas descargan una electricidad a través de un concentrado vapor de sodio (1-2 atmósferas de presión) produciendo energía cruzada que visualiza un espectro completo. Pero con una alta intensidad en regiones amarilla, naranja y roja.

Estas lámparas requieren de 5 a 15 minutos de calentamiento para una total iluminación y son consideradas de luz cálida. (Color de temperatura sobre

2100 K*). Además las lámparas de sodio producen 10 veces la cantidad de lux/vatio producida por las lámparas incandescentes y mantienen el 100 % de su capacidad luminosa durante su tiempo de vida.

*La cromaticidad es la medida de una fuente de luz cálida o fría y se expresa en grados Kelvin (K). La escala es de 2000 a 7000 K. Los valores de cromaticidad de 4000 K y más altos son considerados fríos (en parte la luz azul), cuando se encuentran entre 3500 a 3000 K o más bajo, la luz se considera cálida (más luz roja).

En el Cuadro 1, podemos comparar las características principales de los 3 tipos de lámparas más comúnmente utilizadas.

CUADRO 1. COMPARACIÓN DE FUENTES DE LUZ ARTIFICIAL

| Características | Lámparas incandescente | Lámpara fluorescente | Lámpara de sodio de alta presión |
|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---|
| Lúmenes por Watt | 16-22 | 45-72 | 102-130 |
| Tiempo de vida (Hrs.) | 1000 | 10000 | 28500 |
| Colores del espectro | Rojo, naranja Amarillo. | Amarillo, azul Verde. | Rojo, amarillo Naranja, verde |
| Tiempo de encendido | Insignificante | 1-2 segundos. | 3.5-5 minutos. |
| Color de Temperatura | 2500 K | 2700 K | 2100 K |
| Operación en Climas fríos | Muy bueno | Regular | Bueno |
| Costo inicial | Bajo | Moderado | Alto |
| Costo de energía de operación | Alto | Bajo | Bajo |

5.4 CÁLCULO DEL NÚMERO DE BULBOS NECESARIOS

Para calcular el número de bulbos requeridos para iluminar un galpón se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Número de bulbos} = \frac{\text{Área (m}^2\text{)} \times \text{máx. lux requeridos}}{\text{Vatios por bulbo} \times \text{K}}$$

| Varios de cada bulbo | Factor K |
|----------------------|----------|
| 15 | 3.8 |
| 25 | 4.2 |
| 40 | 4.6 |
| 60 | 5.0 |
| 100 | 6.0 |

Esta fórmula es para lámpara incandescentes a una altura de 2 metros sobre el nivel de las aves. (Luz fluorescente provee de 3-5 veces el número de lux/vatio de la luz incandescente y la luz de sodio 10 veces más).

VI. PROGRAMA DE ILUMINACIÓN RECOMENDADO

6.1 PROGRAMA DE ALUMBRADO EN PAÍSES CÁLIDOS, COMPREN- DIDO ENTRE LAS LATITUDES DE 20° NORTE Y 20° SUR

6.1.1 Reproductoras de Postura – Línea Isabrown

En los países cálidos, el calor contribuye a reducir el apetito de las aves.

Se aconseja utilizar, en el momento de la cría, un programa de alumbrado decreciente que permite:

- Aumentar el consumo, por lo tanto el crecimiento de las aves,
- Evitar consecuencias negativas producidas por el calor al permitir que las aves se alimenten durante las horas más frescas (luz artificial por la madrugada).

CUADRO 2. PROGRAMA DE ILUMINACIÓN RECOMENDADO POR LA CASA MATRIZ – LÍNEA ISABROWN

| Edad | Periodo de alumbrado diario | Intensidad Luz |
|--------------------------|------------------------------------|----------------|
| 1 - 2 días | 24 h. | 40 |
| 3 - 7 días | 22 h. | 40 |
| 8 - 14 días | 20 h. | 40 |
| 15 - 21 días | 19 h. | 40 |
| 22 - 35 días | 18 h. | 40 |
| 36 - 49 días | 17 h. | 40 |
| 50 - 63 días | 16 h. | 40 |
| 64 - 77 días | 15 h. | 40 |
| 78 - 91 días | 14 h. | 40 |
| 92 - 98 días | 13 h. ½ | 40 |
| 99-105 días | 13 h. | 40 |
| 106-112 días | Luz natural | 40 |
| 113-126 días | Luz natural | 40 |
| Después de 127 días | Luz natural | 40 |
| 10% de puesta | 14 h. | 40 |
| Después de 10% de puesta | Aumentar de 0.5 hr/sem hasta 16 h. | 40 |

No aumentar la duración de alumbrado antes del 5% de puesta, quizá 30%.

Un programa decreciente lento modifica poco la madurez sexual. En estas latitudes, la madurez sexual depende principalmente del peso corporal.

Se aumentará la duración del alumbrado solamente al 5% de puesta.

En clima cálido, es quizás necesario alumbrar las pollitas durante la noche dándoles alrededor de 2 horas de luz, a 5% de puesta, para favorecer el consumo de alimento.

En el Cuadro 3 se muestran algunos resultados obtenidos con dos tipos de programas de iluminación recomendados para la línea Isabrown.

CUADRO 3. PESO VIVO A LOS 50 DÍAS CON DOS DISTINTOS PROGRAMAS DE ILUMINACIÓN

| Edad | Programa de iluminación (hrs/día) | |
|-------------|-----------------------------------|-------------------|
| | Normal (ambiente c.) | Decreciente lento |
| 4-7 Días | 20 | 20 |
| 2da. Semana | 16 | 16 |
| 3ra. Semana | 12 | 15 |
| 4ta. Semana | 8 | 14.5 |
| 5ta. Semana | 8 | 14 |
| 6ta. Semana | 8 | 13.5 |
| 7ma. Semana | 8 | 13 |
| 8va. Semana | 8 | 12.5 |

Resultados:

| | Normal | Decreciente lento |
|----------------------|---------|-------------------|
| Peso a 50 días (gr.) | 678 gr. | 731 gr. (+ 8%) |

En el Cuadro 4, podemos observar cómo se logra modificar el consumo de alimento modificando el programa de iluminación.

CUADRO 4. CONSUMO PROMEDIO EN FUNCIÓN DE LA DURACIÓN DEL ALUMBRADO (Gramos/día)

| Lewis 1996 | | Morris 1995 | |
|---|------------------------------------|---|--------------------------------|
| Duración del alumbrado de 1 a 125 días | Consumo de los 182-210 días | Duración de Alumbrado producción | Consumo de 20 a 72 sem. |
| 8 h. | 112.7 | 8 h. | 114.8 |
| 10 h. | 111.3 | 11 h. | 119.8 |
| 13 h. | 116.5 | 15 h. | 123.4 |
| 18 h. | 122.3 | | |

En el Cuadro 5 observamos cómo se puede modificar el consumo de alimento e inclusive la calidad del huevo a través de la manipulación del programa de iluminación.

CUADRO 5. INFLUENCIA DE 2 H. DE LUZ EN MEDIO DE LA NOCHE SOBRE EL CONSUMO Y LA CALIDAD DE LA CASCARA

| Periodo de alumbrado | Consumo de pienso (Gr/Día) | | Densidad del huevo | |
|-----------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------|---------------|
| | Exp. 1 | Exp. 2 | Exp. 1 | Exp. 2 |
| 6-22 h. | 127.7 | 116.8 | 1.0722 a | 1.0790 a |
| 4-20 h. | 128.8 | 118.1 | 1.0714 b | 1.0792 a |
| 6-20 h. y 23 -1 h. | 131.9 | 122.0 | 1.0726 a | 1.0806 b |

Grizzle, (1992)

VII. PROGRAMA DE ILUMINACIÓN ELEGIDO

Luego de discutir los puntos tratados anteriormente, se decidió utilizar el programa de iluminación que se muestra en el Cuadro 6.

CUADRO 6. PROGRAMA UTILIZADO EN LA PRUEBA

| Edad | Periodo de alumbrado diario | Intensidad Luz |
|-------------|------------------------------------|-----------------------|
| 1-3 días | 24 h. | 80 |
| 3-7 días | 22 h. | 80 |
| 8-14 días | 21 h. | 50 |
| 15-21 días | 20 h. | 50 |
| 22-28 días | 19 h. | 50 |
| 29-35 días | 18 h. | 50 |
| 36-42 días | 17 h. | 50 |
| 43-49 días | 16 h. | 50 |
| 50-56 días | 15 h. | 50 |
| 57-63 días | 14 h. | 50 |
| 64-70 días | 13 h. | 50 |
| 71-77 días | 12 h. | 50 |

Los fluorescentes se colocaron a 2.1 m. del piso, en dos filas, con una separación de 6 m. entre fila y fila y 6 m. longitudinalmente al galpón.

Durante todo el programa de luz se usó fluorescentes pintados de color rojo con la finalidad de reducir, en lo posible, el picaje y de lograr un ave menos nerviosa.

A partir del 5% de producción se adicionaron 2 hr. Más de luz (de 11:00 p.m. 1:00 a.m.) con la finalidad de fomentar el consumo de alimento.

VIII. RESULTADOS

Se analizaron los datos de 2 lotes terminados y de 2 lotes en proceso, comparándolos con los datos históricos de 2 lotes trabajados anteriormente, sin el programa de iluminación descrito.

8.1 RESULTADOS EN EL LEVANTE

En el Cuadro 7 se observar el comportamiento de los pesos y consumos de alimento durante el levante de las aves.

CUADRO 7. PESO Y CONSUMO DE ALIMENTO DE AVES CON O SIN PROGRAMA DE ILUMINACIÓN

| Edad | Peso | | | Consumo de alimento | |
|------|--------------|------------|----------|---------------------|------------|
| | Sin programa | C/programa | Standard | S/programa | C/programa |
| 1 | 61.65 | 67.90 | 60 | 10 | 10 |
| 2 | 112.49 | 145.00 | 120 | 16 | 14 |
| 3 | 178.00 | 186.98 | 200 | 21 | 23 |
| 4 | 210.50 | 268.60 | 290 | 32 | 30 |
| 5 | 281.00 | 368.80 | 380 | 34 | 38 |
| 6 | 413.00 | 428.75 | 470 | 42 | 48 |
| 7 | 513.50 | 548.7 | 560 | 53 | 61 |
| 8 | 615.08 | 654.50 | 650 | 55 | 60 |
| 9 | 709.74 | 782.95 | 740 | 57 | 62 |
| 10 | 790.50 | 862.70 | 830 | 62 | 68 |
| 11 | 892.08 | 927.50 | 915 | 69 | 73 |
| 12 | 990.07 | 1018.00 | 1000 | 75 | 81 |
| 13 | 1085.75 | 1097.00 | 1080 | 86 | 79 |
| 14 | 1164.67 | 1170.20 | 1160 | 83 | 84 |
| 15 | 1214.42 | 1249.00 | 1240 | 80 | 86 |
| 16 | 1295.50 | 1309.50 | 1320 | 83 | 85 |
| 17 | 1396.25 | 1409.00 | 1400 | | 87 |
| 18 | 1497.00 | 1504.50 | 1470 | | 90 |
| 19 | 1573.38 | 1620.50 | 1535 | | 100 |
| 20 | 1648.75 | 1666.30 | 1600 | 114 | 118 |

En los Gráficos 7 y 8, podemos observar con mayor facilidad las curvas de peso y consumo de alimento durante el periodo de levante de las aves con o sin programa de iluminación.

GRÁFICO 7. PESOS DE LEVANTE

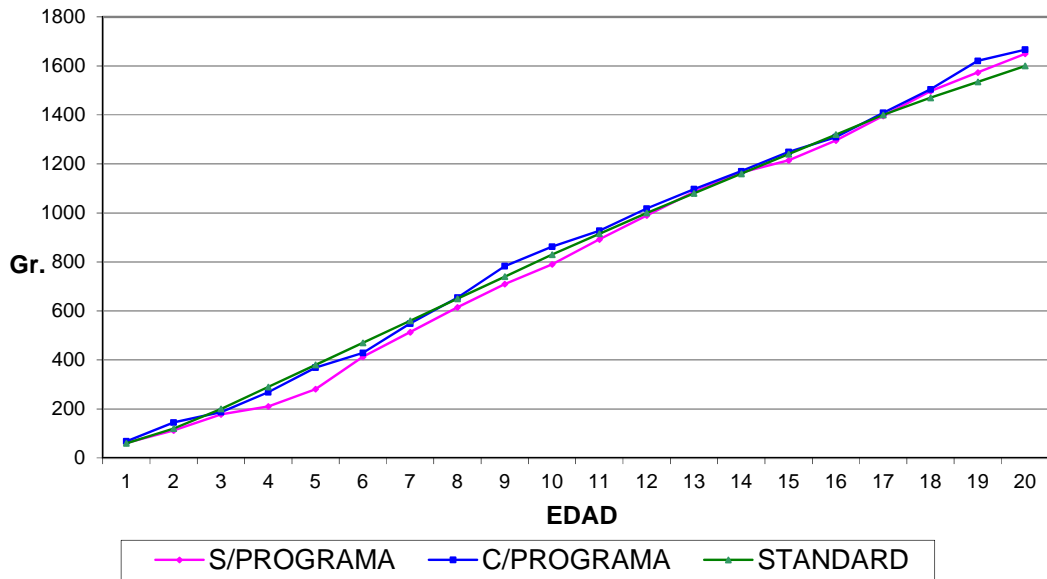
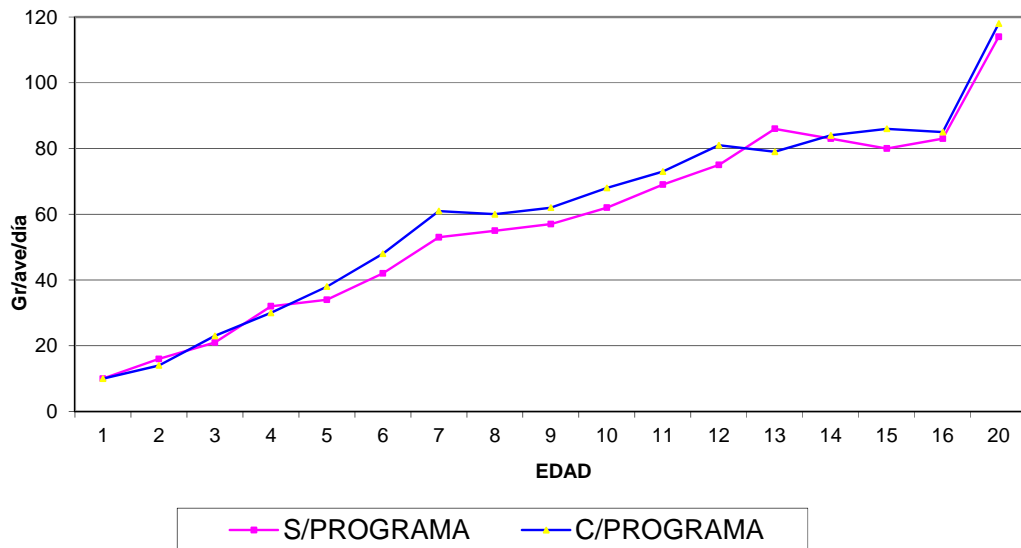


GRÁFICO 8. CONSUMO DE ALIMENTO (0.20 sem.)



8.2 RESULTADOS EN PRODUCCIÓN

En el Cuadro 8 podemos observar el comportamiento de los pesos y consumos de alimento durante el periodo de producción de las aves.

CUADRO 8. PESO Y CONSUMO DE ALIMENTO DE AVES CON O SIN PROGRAMA DE ILUMINACIÓN

| Edad | Peso | | | Consumo de alimento | |
|------|------------|------------|----------|---------------------|------------|
| | S/programa | C/programa | Standard | S/programa | C/programa |
| | | | | (gr./ave/día) | |
| 21 | 1663.13 | 1687.80 | 1650 | | |
| 22 | 1681.75 | 1730.90 | 1700 | | |
| 23 | 1700.38 | 1806.45 | 1737 | | |
| 24 | 1719.00 | 1824.60 | 1775 | | |
| 25 | 1737.63 | 1807.65 | 1800 | | |
| 26 | 1756.25 | 1853.10 | 1825 | | |
| 27 | 1774.88 | 1866.70 | 1837 | | |
| 28 | 1793.50 | 1936.80 | 1850 | 119 | 123 |
| 29 | 1804.55 | 1936.05 | 1862 | | |
| 30 | 1815.60 | 1931.05 | 1875 | 123 | 121 |
| 31 | 1823.65 | 1934.05 | 1887 | | |
| 32 | 1831.70 | 1937.00 | 1900 | | |
| 33 | 1839.75 | 1972.50 | | | |
| 34 | 1848.00 | 2008.00 | | 118 | 121 |
| 35 | 1859.75 | 1993.30 | | | |
| 36 | 1871.50 | 1978.60 | | 118 | 119 |
| 37 | 1873.50 | 1975.75 | | | |
| 38 | 1875.50 | 1972.90 | | 119 | 120 |
| 39 | 1875.44 | 1979.30 | | | |
| 40 | 1875.38 | 1979.87 | | | |
| 41 | 1875.31 | 1983.51 | | | |
| 42 | 1875.25 | 1987.16 | | 107 | 120 |
| 43 | 1886.19 | 1992.44 | | | |

CUADRO 8. PESO Y CONSUMO DE ALIMENTO DE AVES CON O SIN PROGRAMA DE ILUMINACIÓN
(Continuación)

| Edad | Peso | | | Consumo de alimento | |
|------|------------|------------|----------|---------------------|------------|
| | S/programa | C/programa | Standard | S/programa | C/programa |
| | | | | (gr./ave/día) | |
| 44 | 1897.13 | 1995.63 | | | |
| 45 | 1908.06 | 1998.81 | | | |
| 46 | 1919.00 | 2002.00 | | 114 | 117 |
| 47 | 1916.31 | 2005.19 | | | |
| 48 | 1913.63 | 2000.88 | | | |
| 49 | 1910.94 | 1996.56 | | | |
| 50 | 1908.25 | 2002.17 | | 117 | 114 |
| 51 | 1907.42 | 2007.53 | | | |
| 52 | 1906.59 | 2012.90 | | | |
| 53 | 1905.76 | 2014.42 | | | |
| 54 | 1904.93 | 2015.94 | | 105 | 114 |
| 55 | 1909.26 | 2017.47 | | | |
| 56 | 1913.59 | 2018.59 | | | |
| 57 | 1917.92 | 2019.71 | | | |
| 58 | 1922.25 | 2020.83 | | 103 | 103 |
| 59 | 1930.00 | 2021.95 | | | |
| 60 | 1937.75 | 2023.08 | | 105 | 103 |
| 61 | | | | | |
| 62 | | | | 104 | 103 |
| 63 | | | | | |
| 64 | | | | | |
| 65 | | | | | |
| 66 | | | | | |
| 67 | | | | | |
| 68 | | | | | |
| 69 | | | | | |
| 70 | 1955.25 | 2045.00 | 2100 | | |

8.3 RESULTADOS DE CIERRE DE CAMPAÑA

En el Cuadro 9, se detallan los resultados del cierre de campaña de los lotes llevados con o sin programa de iluminación.

CUADRO 9. PRINCIPALES PARÁMETROS PRODUCTIVOS EVALUADOS AL CIERRE DE LA CAMPAÑA EN AVES CON O SIN PROGRAMA DE ILUMINACIÓN*

| Parámetro | S/Programa | C/Programa |
|--------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Mortalidad (0-20 Sem) | 3.39% | 1.94% |
| Kg. Alimento/ave iniciada (0-20) | 8.97 | 9.08 |
| Mortalidad (21-70 Sem) | 18.60% | 19.17% |
| Kg alimento/gallina encasetada | 38.808 | 39.021 |
| Huevos totales/gallina encasetada | 266.8735 | 270.8 |
| Huevos incubables/gallina encasetada | 238.142 | 243.2 |
| Pollitas BB/gallina encasetada | 78.2 | 79.66 |

* Los resultados semanales de producción y nacimientos pueden revisarse en los Cuadros 2 y 3 y Gráficos 1 y 2 del anexo.

En los Gráficos 9 y 10 vemos las curvas de peso y consumo de alimento, durante la fase de producción de las aves llevadas con o sin programa de iluminación.

8.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Como se observa, el programa de luz decreciente ayudó a alcanzar los pesos estándares recomendados por la línea a través de un consumo de alimento mayor, sin embargo, este efecto se perdió a partir de las 10-11 semanas por algún motivo no definido.

GRÁFICO 9.

PESOS DE PRODUCCIÓN

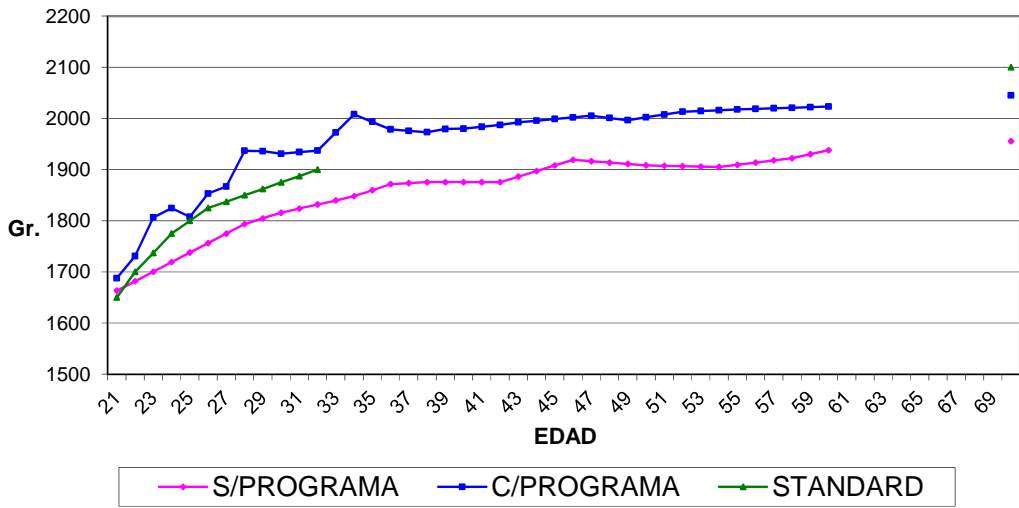
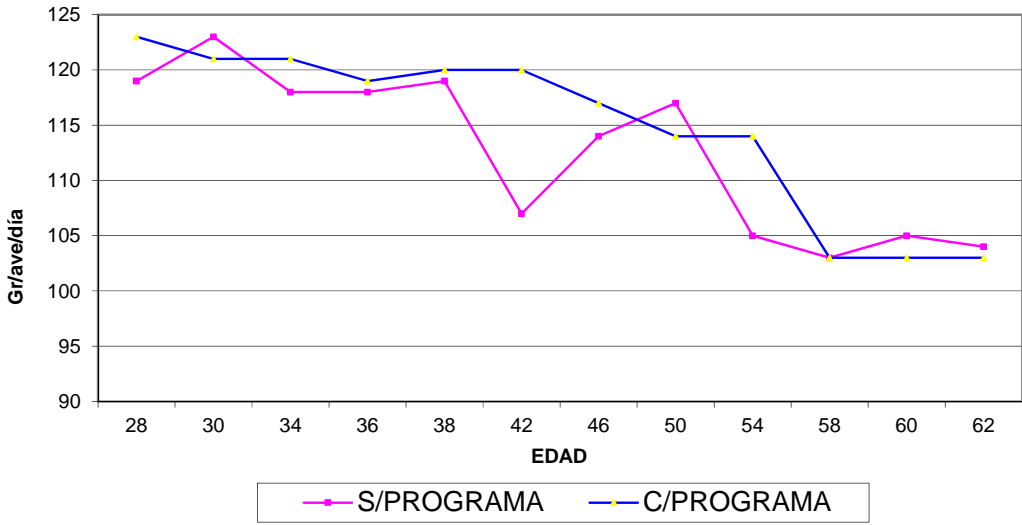


GRÁFICO 10

CONSUMO DE ALIMENTO (28-62 Sem.)



A partir de las 21 a 22 semanas se observa un mayor peso (y más significativo) en el lote que tenía el programa de luz, esto se explica porque a partir de las 19–20 semanas se inició el alumbrado con 2 horas más durante la noche (11:00 p.m. a 1:00 a.m.). Además, se observa un consumo de alimento mayor y más sostenido con el programa utilizado. Lo que resultará en una producción más sostenida (persistencia).

Si bien es cierto que se observó una mejora en los nacimientos, no se refleja significativamente en el resultado final de número de pollitas por gallina encasetada; lo cual sugiere que hay otros factores que están influenciando este resultado. Sin embargo, si se observa un mayor número de huevos incubables para el programa de luz; lo cual, si tomáramos un mismo porcentaje de nacimientos para los dos tratamientos, sí observaríamos mayores ventajas y así tenemos:

| N° H.I./G.E. | | % Nac. | N° Pollitas/G.E. | |
|--------------|---|--------|------------------|--------------|
| S/P 238.142 | X | 32.7 | 77.87 | |
| C/P 243.2 | X | 32.7 | 79.52 | Dif.: + 1.65 |
| | | | | + 2.1 % |

En lo que se refiere a la mortalidad, en el levante se obtiene una menor mortalidad, pero no se pudo afirmar que fue por efecto del programa, ya que si bien es cierto se esperaba una reducción del picaje por efecto de la luz roja, no existe información suficiente de las causas de mortalidad. Además, las mayores pérdidas por picaje se observan normalmente en la etapa de producción.

La mortalidad en producción se observa más elevada con el programa, pero al igual que en el levante, no existe suficiente información sobre las causas de mortalidad.

8.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

El costo de la energía en el área donde se realizó este trabajo, es de \$ 0.07 U.S. Kw-Hr.

En el Cuadro 10, se da el total de horas de luz artificial que se empleó en el programa de iluminación propuesto.

**CUADRO 10. TOTAL DE HORAS DE LUZ ARTIFICIAL EMPLEADAS
EN EL PROGRAMA DE ILUMINACIÓN**

| Edad | Periodo de alumbrado diario* | Total de horas de luz artificial |
|--------------|-------------------------------------|---|
| 1-3 días | 24 h. | 36 |
| 3-7 días | 22 h. | 40 |
| 8-14 días | 21 h. | 63 |
| 15-21 días | 20 h. | 56 |
| 22-28 días | 19 h. | 49 |
| 29-35 días | 18 h. | 42 |
| 36-42 días | 17 h. | 35 |
| 43-49 días | 16 h. | 28 |
| 50-56 días | 15 h. | 21 |
| 57-63 días | 14 h. | 14 |
| 64-70 días | 13 h. | 7 |
| 71-77 días | 12 h. | 0 |
| TOTAL | | 391 horas de luz artificial |

*Asumiendo un día promedio de 12 hr de luz ver Cuadro 1. del Anexo.

Haciendo los cálculos correspondientes:

391 Horas en el levante x 40 fluorescentes x 40 watts/fluor = 625.6 Kw-hr.

686 Horas en producción x 40 fluorescentes x 40 watts/fluor = 1097.6 Kw-hr. (2 horas diarias)

Obtenemos que se utilizaron un total de 11723.2 Kw-hr que multiplicados por el costo de Kw-hr.

$$1723.2 \text{ Kw-hr. X } \$0.07 \text{ por Kw-hr} = \$ 120.624 \text{ U.S.}$$

Observamos que el gasto operativo efectuado para aplicar el programa de iluminación propuesto fue de \$ 120.624.

Asumiendo que el valor de un H.I. es de \$ 0.08, podemos calcular que para recuperar el gasto efectuado para aplicar el programa de iluminación necesitamos producir 1507.8 H.I. adicionales, los cuales llevados a una cantidad de 5000 aves/galpón significan 0.30156 H.I adicionales por gallina alojada.

Si observamos los resultados de cierre de campaña obtenidos, podemos comprobar que se lograron 5.1 H.I. más por gallina encasetada, lo cual cubre largamente el gasto efectuado.

IX. CONCLUSIONES

1. Que las aves tienen distintas repuestas a las características de la luz utilizada comúnmente en la avicultura, no obstante, recién se está entendiendo la manera en que dichas características ejercen su influencia sobre las aves.
2. Luego del análisis de los resultados obtenidos en Gallinas Reproductoras de Postura, objetos del presente trabajo, podemos concluir que existen evidencias para afirmar que las modificaciones realizadas en el sistema de Iluminación pueden ser positivas para la performance animal, sin embargo, es necesario realizar mayores experimentos bajo condiciones prediseñadas y controladas con la finalidad de determinar con exactitud la respuesta a dichas modificaciones.

X. RECOMENDACIONES

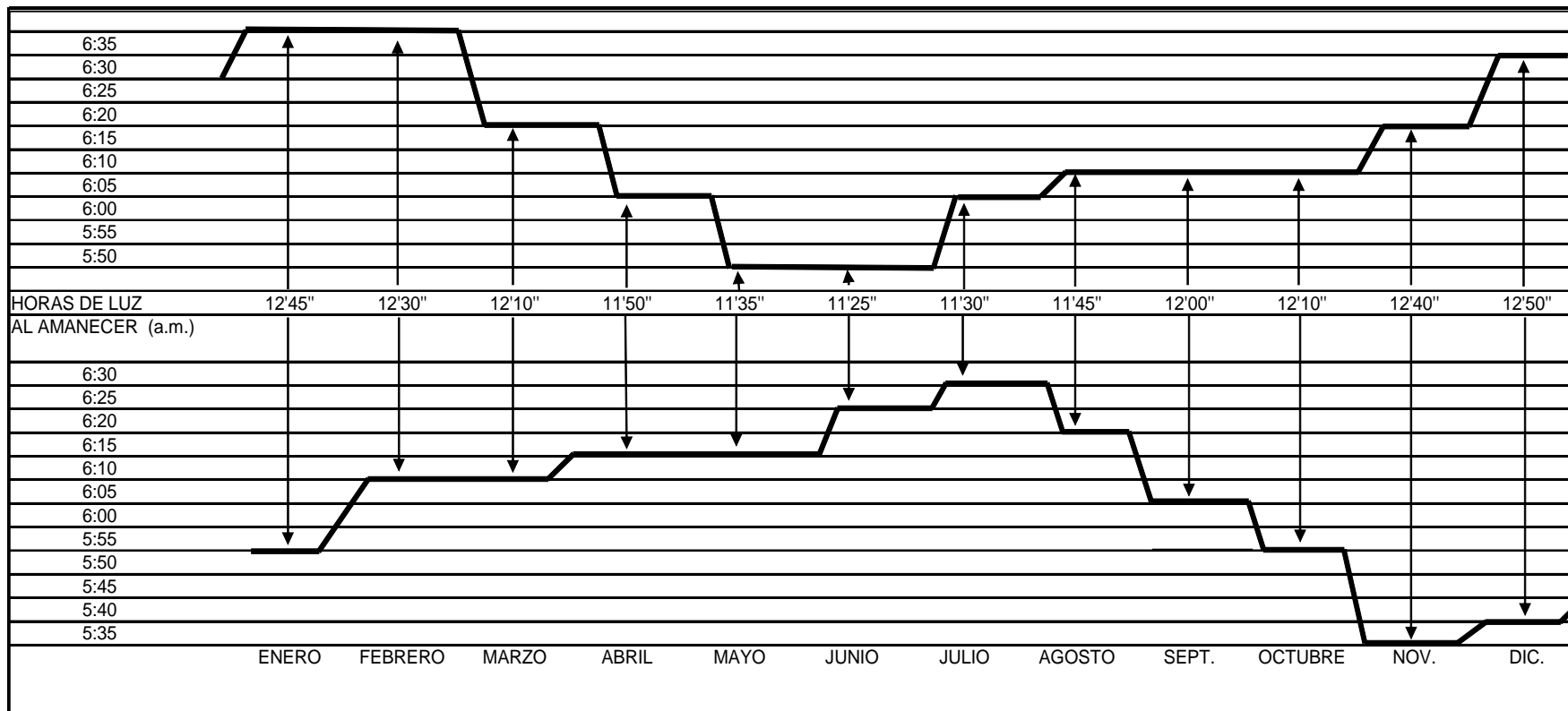
1. Es necesario tratar de entender todos los fenómenos de interrelación que se dan entre las aves y su medio ambiente, esto, con la finalidad de lograr que se exprese al máximo el potencial genético de las líneas de aves cada vez más especializadas (alta producción). Si bien es cierto que muchos criterios usados para diseñar la iluminación de los galpones se basan en experiencias acumuladas a través de los años y que muchas de las posibilidades expuestas pueden estar encontradas con una supuesta seguridad (por ejemplo dar intensidades de luz de 100-200 lux a aves jóvenes pueden incrementar el riesgo de picaje), es necesario investigar todas las alternativas factibles para poder dilucidar si la actual práctica es adecuada o no.
2. Es importante realizar experimentos bajo nuestras condiciones ya que mucha de la información disponible ha sido desarrollada bajo condiciones muy alejadas a las nuestras y no pueden ser tomadas directamente sin contrastarlas con pruebas de campo.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- ARBOR ACRES FARM INC., 2000. Breeder Management Manual. 65 pp.
- CEULAR A. Y RICO M., 2000. Mecanismos endocrinos que regulan la producción de huevos. *Avicultura Profesional*. Vol. 18 N° 4:18-20.
- GEORGELIN M., 1996. Puntos clave del Manejo de la Ponedora Isabrown. *Separatas Técnicos Hubbard-Isa*.
- HUBBARD-ISA S.A., 1998. Guía de manejo de las reproductoras. 26 pp.
- HUBBARD-ISA S.A., 2000. Guía de manejo de la ponedora. 60 pp.
- LEESON S. Y SUMMERS J. 2000. Broiler breeder production. University books. Ontario. Canadá. 330 pp.
- PRESCOTT N., 2000. Midiendo la intensidad de luz y definiendo el Ambiente de luminosidad. *Avicultura Profesional*. Vol. 18 N° 5: 14-17.
- PRESCOTT N., 2000. El comportamiento de aves criadas en novedosos sistemas de iluminación. *Avicultura Profesional*. Vol. 18 N° 6: 26-27.
- ROSS BREEDERS LIMITED., 1996. Manual de manejo de las reproductoras. 77 pp.
- ROSS BREEDERS LIMITED, 1999. Manual de manejo de las reproductoras. 78 pp.
- SEPARATAS TÉCNICAS. Fuentes de luz artificial en aves.
- VANDENBERG C. Y WIDOWSKI, 2000. Hen's preferences for high-intensity high-pressure sodium or low-intensity incandescent lighting. *The journal of applied poultry research*. 9:712-178.

XII. ANEXO

CUADRO I. HORARIO DE LUZ EN LIMA SEGÚN MESES – CIFRAS PROPORCIONADAS POR EL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO DEL AEROPUERTO INT. JORGE CHAVEZ



CUADRO II.

PRODUCCIÓN SEMANAL

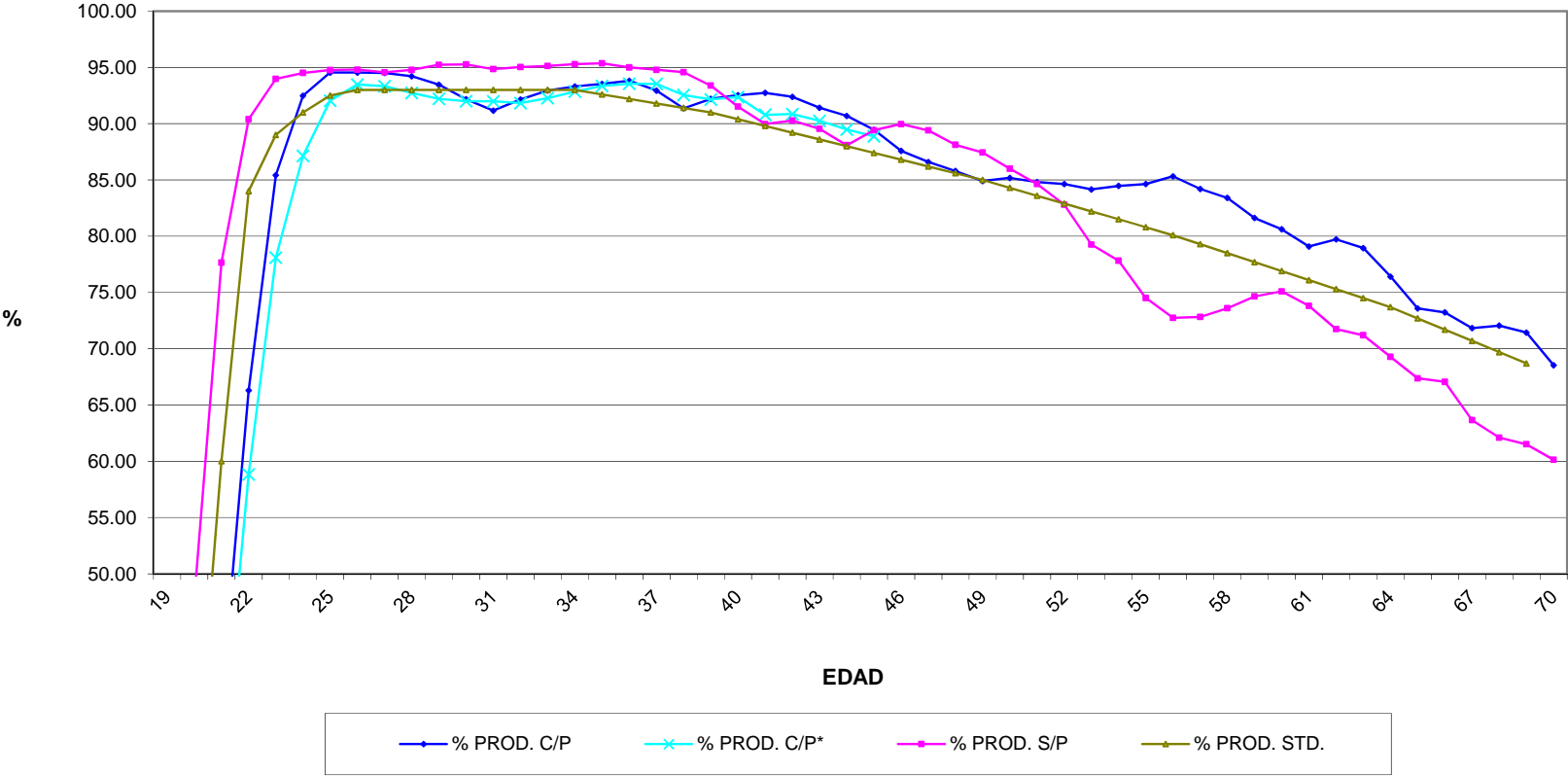
(%)

| Edad | Sin Programa Decreciente | | | Con Programa Decreciente | | | | | | Estándar |
|------|--------------------------|--------|----------|--------------------------|--------|----------|--------|--------|-----------|----------|
| | Lote 1 | Lote 2 | Lote c/p | Lote 3 | Lote 4 | Lote c/p | Lote 2 | Lote 5 | Prom. C/p | |
| | Dentro | Dentro | Dentro | Dentro | Dentro | Dentro | Dentro | Dentro | Dentro | |
| 19 | 18.2 | 8.22 | 13.12 | 7.63 | 0.47 | 4.05 | | 2.00 | 2.00 | 5.00 |
| 20 | 52.49 | 42.84 | 47.67 | 25.4 | 6.21 | 15.8 | 3.19 | 16.96 | 10.08 | 30.00 |
| 21 | 79.53 | 75.76 | 77 | 52.93 | 24.49 | 36.71 | 13.66 | 51.66 | 32.67 | 60.00 |
| 22 | 91.16 | 89.61 | 90.39 | 76.07 | 56.53 | 66.3 | 37.21 | 80.47 | 58.84 | 84.00 |
| 23 | 94.43 | 93.52 | 93.98 | 89.62 | 81.21 | 85.42 | 64.53 | 91.67 | 78.10 | 89.00 |
| 24 | 95.23 | 93.79 | 94.51 | 94.27 | 90.7 | 92.49 | 79.91 | 94.37 | 87.14 | 91.00 |
| 25 | 95.05 | 94.48 | 94.77 | 95.17 | 93.91 | 94.54 | 89.11 | 94.98 | 92.05 | 92.50 |
| 26 | 94.91 | 94.69 | 94.6 | 94.44 | 94.65 | 94.55 | 92.36 | 94.59 | 93.46 | 93.00 |
| 27 | 94.48 | 94.65 | 94.57 | 94.34 | 94.68 | 94.51 | 93.62 | 93.04 | 93.33 | 93.00 |
| 28 | 94.73 | 94.82 | 94.78 | 93.99 | 94.45 | 94.22 | 93.73 | 91.74 | 92.74 | 93.00 |
| 29 | 94.82 | 95.65 | 95.24 | 92.84 | 94.08 | 93.46 | 92.95 | 91.46 | 92.21 | 93.00 |
| 30 | 94.02 | 96.51 | 95.27 | 90.47 | 93.87 | 92.17 | 92.80 | 91.2 | 92.00 | 93.00 |
| 31 | 93.39 | 96.3 | 94.65 | 91.99 | 90.33 | 91.16 | 92.59 | 91.38 | 91.99 | 93.00 |
| 32 | 93.57 | 96.4 | 95.03 | 93.05 | 91.25 | 2.15 | 92.24 | 91.44 | 91.84 | 93.00 |
| 33 | 93.41 | 96.84 | 95.13 | 93.34 | 92.56 | 92.95 | 92.06 | 92.49 | 92.28 | 93.00 |
| 34 | 93.67 | 96.9 | 95.29 | 94.27 | 92.34 | 93.31 | 91.78 | 93.93 | 92.86 | 93.00 |
| 35 | 94.13 | 96.6 | 95.37 | 94.14 | 92.93 | 93.54 | 92.47 | 94.25 | 93.36 | 93.00 |
| 36 | 93.38 | 96.81 | 95 | 94.35 | 93.28 | 93.82 | 92.64 | 94.47 | 93.56 | 92.60 |
| 37 | 93.34 | 96.24 | 94.7 | 94.28 | 91.66 | 2.05 | 92.51 | 94.56 | 0.54 | 92.20 |
| 38 | 93.24 | 95.91 | 94.58 | 93.96 | 88.76 | 91.36 | 90.74 | 94.35 | 92.55 | 91.80 |
| 39 | 91.23 | 95.53 | 93.38 | 93.62 | 90.79 | 92.21 | 91.14 | 93.16 | 92.15 | 91.40 |
| 40 | 87.63 | 95.41 | 91.52 | 93.34 | 91.72 | 92.53 | 91.59 | 93.15 | 92.37 | 91.00 |
| 41 | 85.37 | 94.56 | 89.97 | 93.35 | 92.13 | 91.14 | 90.79 | - | 90.79 | 90.40 |
| 42 | 86.53 | 94.02 | 90.2 | 93.12 | 91.65 | 92.39 | 90.05 | - | 90.05 | 89.00 |
| 43 | 85.35 | 93.73 | 89.54 | 92.12 | 90.71 | 91.42 | 90.25 | - | 90.25 | 89.20 |
| 44 | 83.27 | 92.9 | 88.09 | 91.84 | 89.55 | 90.7 | 89.48 | - | 89.48 | 88.60 |
| 45 | 87.23 | 91.61 | 89.42 | 90.06 | 88.85 | 89.46 | 88.88 | - | 88.88 | 88.00 |
| 46 | 88.8 | 91.13 | 89.97 | 89.15 | 86.02 | 87.59 | - | - | - | 87.40 |
| 47 | 88.32 | 90.47 | 89.4 | 89.2 | 83.99 | 80.59 | - | - | - | 0.00 |
| 48 | 86.48 | 89.77 | 88.13 | 88.12 | 83.47 | 85.8 | - | - | - | 86.20 |
| 49 | 86.76 | 88.11 | 87.44 | 87.04 | 82.77 | 84.91 | - | - | - | 85.60 |
| 50 | 85.38 | 86.61 | 86 | 57.26 | 83.1 | 85.18 | - | - | - | 85.00 |
| 51 | 84.6 | 84.69 | 84.65 | 85.39 | 84.23 | 84.81 | - | - | - | 84.30 |
| 52 | 81.69 | 83.91 | 62.66 | 85.85 | 63.42 | 84.04 | - | - | - | 83.00 |
| 53 | 76.85 | 81.67 | 79.26 | 85.68 | 82.65 | 84.17 | - | - | - | 82.90 |
| 54 | 75.98 | 79.55 | 77.83 | 84.47 | - | 84.47 | - | - | - | 82.20 |
| 55 | 71.47 | 77.55 | 74.51 | 84.64 | - | 84.64 | - | - | - | 81.50 |
| 56 | 68.88 | 76.60 | 72.74 | 85.32 | - | 85.32 | - | - | - | 80.80 |
| 57 | 69.46 | 76.19 | 72.65 | 84.2 | - | 64.2 | - | - | - | 60.10 |
| 58 | 72.39 | 74.9 | 73.6 | 93.4 | - | 83.4 | - | - | - | 79.30 |
| 59 | 75.07 | 74.22 | 74.65 | 81.62 | - | 81.62 | - | - | - | 78.50 |
| 60 | 76.02 | 74.17 | 75.1 | 80.62 | - | 80.62 | - | - | - | 77.70 |
| 61 | 74.43 | 73.19 | 73.81 | 79.09 | - | 79.09 | - | - | - | 76.90 |
| 62 | 72.73 | 70.77 | 71.75 | 79.72 | - | 79.72 | - | - | - | 76.10 |
| 63 | 71.73 | 70.67 | 71.2 | 78.05 | - | 78.05 | - | - | - | 75.30 |
| 64 | 70.40 | 68.17 | 69.29 | 76.41 | - | 76.41 | - | - | - | 74.50 |
| 65 | 67.00 | 67.74 | 67.37 | 73.59 | - | 73.59 | - | - | - | 73.70 |
| 66 | - | 67.06 | 67.06 | 73.23 | - | 73.23 | - | - | - | 72.70 |
| 67 | - | 63.66 | 63.66 | 71.84 | - | 71.84 | - | - | - | 71.70 |
| 68 | - | 62.1 | 62.1 | 72.06 | - | 72.06 | - | - | - | 70.70 |
| 69 | - | 61.51 | 61.51 | 71.44 | - | 71.44 | - | - | - | 69.70 |
| 70 | - | 60.14 | 60.14 | 68.54 | - | 68.54 | - | - | - | 68.70 |

GRÁFICO 1.

PRODUCCION SEMANAL

(%)



CUADRO III.

**NACIMIENTOS SEMANAL
(%)**

| Edad | Sin Programa Decreciente | | | Con Programa Decreciente | | | | | | Estándar |
|------|--------------------------|--------|----------|--------------------------|--------|----------|--------|--------|----------|----------|
| | Lote 1 | Lote 2 | Lote c/p | Lote 3 | Lote 4 | Lote c/p | Lote 2 | Lote 5 | Prom c/p | |
| | Dentro | Dentro | Dentro | Dentro | Dentro | Dentro | Dentro | Dentro | Dentro | |
| 19 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 20 | - | - | - | - | - | - | - | 25.93 | 25.93 | - |
| 21 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 22 | 24.79 | - | 24.79 | - | - | - | 28.04 | 28.4 | 28.22 | - |
| 23 | 28.78 | 29.24 | 29.01 | - | - | - | 34.16 | - | - | - |
| 24 | 32 | 31.87 | 31.94 | 30.08 | 34.01 | 32.05 | 35.36 | 34.32 | 34.84 | 35.00 |
| 25 | 34.66 | 33.76 | 34.21 | 30.74 | 36.14 | 33.44 | 36.07 | 37.26 | 36.67 | 36.50 |
| 26 | 37.44 | 35.39 | 36.42 | 31.4 | 37.23 | 34.32 | 39.73 | 37.65 | 38.69 | 37.80 |
| 27 | 37.93 | 34.50 | 36.22 | 27.88 | 38.2 | 33.04 | 40.54 | 37.94 | 39.24 | 39.00 |
| 28 | 38.26 | 34.27 | 36.27 | 32.82 | 38.56 | 35.69 | 40.73 | 38.89 | 39.81 | 40.00 |
| 29 | 39.11 | 35.71 | 37.41 | 34.12 | 39.18 | 36.65 | 40.68 | 39.22 | 39.95 | 40.80 |
| 30 | 33.79 | 37.13 | 35.46 | 34.47 | 38.37 | 36.42 | 37.91 | 38.89 | 38.40 | 41.40 |
| 31 | 35.69 | 37.36 | 36.53 | 28.92 | 39.18 | 34.05 | 37.11 | 38.19 | 38.15 | 42.00 |
| 32 | 36 | 37.92 | 36.96 | 33.76 | 37.1 | 35.43 | 39.04 | 38.44 | 38.74 | 42.20 |
| 33 | 37.56 | 37.69 | 37.63 | 35.79 | 39.68 | 37.74 | 39.24 | 38.78 | 39.01 | 42.40 |
| 34 | 38.89 | 38.37 | 38.63 | 37.29 | 40.5 | 38.9 | 38.8 | 39.71 | 39.26 | 42.40 |
| 35 | 38.49 | 36.09 | 37.29 | 38.73 | 40.86 | 39.8 | 38.86 | 38.38 | 38.62 | 42.40 |
| 36 | 40.54 | 38.79 | 39.67 | 39.61 | 40.88 | 40.25 | 41.6 | 37.68 | 39.64 | 42.40 |
| 37 | 40.6 | 40.06 | 40.33 | 38.58 | 39.31 | 38.95 | 41 | - | 41 | 42.40 |
| 38 | 41.38 | 40.55 | 40.97 | 39.72 | 36.9 | 38.31 | 40.26 | - | 40.26 | 42.40 |
| 39 | 36.37 | 38.54 | 37.46 | 39.26 | 39.23 | 39.25 | 40.64 | - | 40.64 | 42.40 |
| 40 | 37.33 | 40.23 | 37.28 | 38.44 | 38.37 | 38.39 | 39.15 | - | 39.15 | 42.40 |
| 41 | 38.21 | 38.91 | 38.58 | 36.96 | 39.13 | 38.05 | 39.82 | - | 39.82 | 42.40 |
| 42 | 36.97 | 38.29 | 37.63 | 37.43 | 38.76 | 38.1 | 4.45 | - | 40.45 | 42.40 |
| 43 | 37.38 | 38.37 | 37.88 | 35.87 | 38.67 | 37.27 | 40.24 | - | 40.24 | 42.30 |
| 44 | 35.43 | 37.74 | 35.59 | 35.58 | 37.58 | 36.58 | 39.95 | - | 39.95 | 42.20 |
| 45 | 36.44 | 36.20 | 36.32 | 36.01 | 37.74 | 36.88 | 37.09 | - | 37.09 | 42.10 |
| 46 | 36.72 | 37.68 | 37.2 | 36.09 | 37.49 | 36.79 | - | - | - | 42.00 |
| 47 | 35.61 | 34.35 | 34.98 | 37.33 | 36.65 | 36.49 | - | - | - | 41.90 |
| 48 | 34.37 | 36.38 | 35.38 | 36.92 | 36.81 | 36.87 | - | - | - | 41.80 |
| 49 | 34.26 | 36.11 | 35.19 | 36.4 | 35.64 | 36.02 | - | - | - | 41.60 |
| 50 | 35.18 | 34.59 | 34.89 | 35.29 | 34.51 | 34.90 | - | - | - | 41.20 |
| 51 | 33.18 | 32.91 | 33.05 | 35.69 | - | 35.69 | - | - | - | 40.90 |
| 52 | 33.13 | 31.79 | 32.46 | 34.99 | - | 34.99 | - | - | - | 40.60 |
| 53 | 33.07 | 26.00 | 29.54 | 33.58 | - | 33.58 | - | - | - | 40.20 |
| 54 | 32.92 | 33.78 | 33.35 | 33.78 | - | 33.78 | - | - | - | 39.80 |
| 55 | 32.78 | 33.32 | 33.05 | 34.29 | - | 34.29 | - | - | - | 39.40 |
| 56 | 32.36 | 33.04 | 32.7 | 33.7 | - | 33.7 | - | - | - | 39.00 |
| 57 | 31.72 | 31.02 | 31.37 | 31.09 | - | 31.09 | - | - | - | 38.60 |
| 58 | 30.93 | 30.76 | 30.85 | 32.36 | - | 32.36 | - | - | - | 38.20 |
| 59 | 28.74 | 30.39 | 29.57 | 31.22 | - | 31.22 | - | - | - | 37.70 |
| 60 | 28.27 | 29.42 | 28.85 | 28.52 | - | 28.52 | - | - | - | 37.30 |
| 61 | 28.09 | 28.45 | 28.27 | 28.47 | - | 28.47 | - | - | - | 36.80 |
| 62 | 28.42 | 29.69 | 29.06 | 29.22 | - | 29.22 | - | - | - | 36.40 |
| 63 | 24.65 | 25.97 | 25.31 | 27.99 | - | 27.99 | - | - | - | 35.90 |
| 64 | 24.54 | 26.24 | 26.89 | 27.35 | - | 27.35 | - | - | - | 35.50 |
| 65 | 26.12 | 22.85 | 24.49 | 25.64 | - | 25.64 | - | - | - | 35.00 |
| 66 | 24.35 | 23.42 | 23.89 | 23.94 | - | 23.94 | - | - | - | 34.50 |
| 67 | 22.68 | 20.83 | 21.76 | 24.11 | - | 24.11 | - | - | - | 34.00 |
| 68 | - | 20.20 | 20.2 | 24.72 | - | 24.72 | - | - | - | 33.50 |
| 69 | - | 19.28 | 19.28 | 24.83 | - | 24.83 | - | - | - | 33.00 |
| 70 | - | 20.29 | 20.29 | 22.3 | - | 22.3 | - | - | - | 32.50 |

*Programa de luz decreciente en levante más 2 horas de luz de 11:00 a-m a partir del 5% de producción.

GRÁFICO 2.

NACIMIENTO SEMANAL
(%)

