



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN DE LA SALUD ANIMAL**

**EFFECTO DEL FOTOPERIODO EN LA PRODUCCIÓN DE FAISANES Y PERDICES  
EN EL PARQUE ESTATAL LÁZARO CÁRDENAS DEL RÍO FLOR DEL BOSQUE,  
PUEBLA**

**TESIS**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN CIENCIAS**

**PRESENTA:**

**ITSEL ALEJANDRINA ALVA VELÁZQUEZ**

**TUTOR PRINCIPAL:**

**JOSÉ ANTONIO QUINTANA LÓPEZ**

**UNAM, FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**MIEMBROS DEL COMITÉ TUTORAL:**

**CARLOS GONZÁLEZ-REBELES ISLAS**

**UNAM, FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**MARIANO JESÚS GONZÁLEZ ALCORTA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**

**MÉXICO, D.F**

**JUNIO 2013**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Dedicatoria**

A mis padres Alejandro y Dora, por su paciencia, comprensión y apoyo incondicional en todo momento, a quienes debo esta meta que hoy he logrado.

A mi hermana, cuñado y sobrinos con quienes quiero compartir este logro.

A esa personita especial que ha llegado a mi vida y quien me ha impulsado a seguir adelante.

A mis tutores que me brindaron su apoyo; así como los doctores que aceptaron formar parte de mi jurado, quienes son: Dra. Lucia Eliana Rangel Porta, Dr. José Antonio Quintana López, Dr. Juan Carlos Morales Luna, Dr. José Antonio Herrera Barragán, y el Dr. Ariel Ortiz Muñiz.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente a Dios, por darme esta oportunidad de superarme y de darme vida, guiarme en mi camino y apoyarme en todo momento.

A mis padres Alejandro Alva y Dora Velázquez por darme su apoyo, su cariño, comprensión y por darme consejos y ánimo cuando más lo necesitaba. Gracias por encaminarme, moldearme y por su confianza.

A mi director de tesis, el Dr. José Antonio Quintana López, gracias por su comprensión, apoyo, orientación y paciencia para finalizar este trabajo.

A los Doctores Carlos González-Rebeles Islas, Mariano González Alcorta, y a Daniel Diaz Espinosa de los Monteros gracias por su apoyo, sus consejos y orientación a cada momento que los necesité para llevar a cabo la corrección de mi trabajo.

A los integrantes del jurado, gracias a todos por haber aceptado ser parte de este logro.

A todos: gracias por confiar en mí

De igual manera se agradece el apoyo que brindó la Secretaria del medio ambiente del Edo. de Puebla (SMRN), por las prestaciones de los medios en la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) “Centro Reprodutor de Vida Silvestre SMRN Flor del Bosque, Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)”, en el Parque Estatal Lázaro Cárdenas del Río Flor del Bosque; así como a los responsables técnicos, el Ing. Rafael Vázquez Zapata, al Biólogo Andrés Vega Camilo, y al M. en C. Luis Enrique Martínez Romero quien fue el coordinador de UMAS en donde se realizó este estudio.

## RESUMEN

### **Efecto del fotoperiodo en la producción de Faisanes y Perdices en el Parque Estatal Lázaro Cárdenas del Río Flor del Bosque, Puebla**

Se evaluó el efecto de la exposición a diferentes fotoperiodos sobre indicadores de producción (cantidad y peso del huevo) en faisanes y perdices durante 2 ciclos (años 2009 y 2010) en 2 experimentos: El primer experimento con faisanes de collar (*Phasianus Colchicus*) y el segundo con perdices chukar (*Alectoris chukar*). Para el caso de faisanes de collar, en ambos ciclos se utilizó un total de 45 ejemplares divididos en grupos de 1 macho y 4 hembras por corral. Para el estudio con perdices chukar, en el primer ciclo se utilizó un total de 90 ejemplares divididos en grupos de 3 machos y 7 hembras por corral, y en el segundo ciclo, se utilizaron un total de 72 ejemplares divididos en grupos de 2 machos y 6 hembras por corral. En ambos experimentos se aplicaron 3 tratamientos de fotoperiodo: 14, 16 y 18 horas luz (h-l) con 3 repeticiones (grupos) por tratamiento (con un total de 18 corrales por ciclo). La selección de machos y hembras para formar los diferentes grupos de tratamientos fue aleatoria. Durante 18 y 21 semanas de producción en el primer y segundo ciclo, se evaluaron las variables de producción: Peso de huevo (PH), masa de huevo (MH), huevos por hembra (HH), producción total (PT) y porcentaje de postura (PP). Para la comparación de medias entre tratamientos, se realizó una prueba de distribución normal (D'Agostino & Pearson omnibus) y de homogeneidad de varianzas (Bartlett) con una prueba de comparación múltiple de Tukey en un MGL con el programa de cómputo SAS V.9.0. También con la misma prueba de Tukey se comparó si hubo diferencias entre las variables de producción y ambos ciclos de postura, y para el caso de las perdices, además, se realizó una comparación entre la Relación Hembra-Macho (RHM) en ambos ciclos de postura. Asimismo se realizó una función gamma incompleta para observar el patrón del comportamiento ajustado de las curvas de los parámetros estudiados en los 3 tratamientos a través del tiempo.

En términos generales, los resultados de ambos experimentos en ambos ciclos mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para PT, HH, MH, y PP, aumentando estas variables con el fotoperiodo de 16 h, así como se observó un incremento de PH bajo el fotoperiodo de 14 h-l durante el primer ciclo de postura en faisán y perdiz ( $p < 0.05$ ).

Como conclusión, ambas especies el aumento de fotoperiodo hasta 16 h-l/día ayudó a incrementar las variables productivas evaluadas, obteniendo mejores rendimientos productivos con mayor número de huevos por ciclo de postura.

**Palabras clave:** faisán de collar (*Phasianus colchicus*), perdiz chukar (*Alectoris chukar*), fotoperiodo, horas-luz, producción de huevo, ciclo de postura.

## ABSTRACT

### **The effect of photoperiod over pheasant and partridge production at the Lázaro Cárdenas State Park upon the River Flor del Bosque, Puebla**

We evaluated the effect to photoperiod length exposure on pheasant and partridge production indicators (number and egg weight) during 2 cycles (years 2009 and 2010) under 2 experiments: First experiment with ring-necked pheasants (*Phasianus colchicus*) and the second with chukar partridges (*Alectoris chukar*). In the case of pheasants, we used a total of 45 individuals divided into groups of 1 male and 4 females per pen during two cycles. Whereas for partridges we used a total of 90 individuals divided into groups of 3 males and 7 females per pen during the first cycle, while a total of 72 individuals divided into groups of 2 males and 6 females per pen during the second cycle. In both experiments, 3 photoperiod treatments were applied: 14, 16 and 18 light hours (h-l) with 3 replicates (groups) per treatment (18 pens per cycle in total). Male and female selection to form different treatment groups was random. We evaluated the following production variables during 18 and 21 weeks of production in the first and second cycle: Egg weight (PH), egg mass (MH), eggs per female (HH), total production (PT) and laying percentage (PP). Mean comparison between treatments was performed through D'Agostino & Pearson omnibus normal distribution test and a Barlett homogeneity of variances test together with Tukey test for multiple comparisons within a GLM using SAS 9.0 software. Using the same Tukey test we compared whether there were differences between both production and laying cycles variables. In the case of the partridges, a comparison between the Female-Male Relationship (RHM) within two laying cycles was also performed. Finally, an incomplete gamma function was performed to observe behavior pattern of the curves set for the 3 treatments over time. In general terms, the results of both experiments in both cycles show significant differences ( $p < 0.05$ ) for PT, HH, MH, and PP, observing an increase with photoperiod of 16 h, and there was an increase of PH under 14 h during the first laying cycle in pheasant and partridge ( $p < 0.05$ ).

In conclusion, for both species an increase of photoperiod to 16 h/day helped to increase productive parameters, obtaining the best productive yields with more number of eggs per laying cycle.

**Keywords:** ring-necked pheasants (*Phasianus colchicus*), chukar partridges (*Alectoris chukar*), photoperiod, light hours, egg production, laying cycle.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
1 INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN.....	1
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Faisán de Collar ( <i>Phasianus colchicus</i> ) y Perdiz Chukar ( <i>Alectoris chukar</i> ): Origen y variedades.....	3
2.2 Características anatómicas, fisiológicas y reproductivas de los faisanes de collar y las perdices chukar.....	4
2.3 Efecto de la luz en las aves: Acción del fotoperiodo en la estación reproductiva, y control hormonal durante el ciclo productivo.....	6
2.4 Factores que afectan la capacidad productiva de faisanes y perdices: Programas de luz convencional, intermitentes, “ahemeral” y su importancia.....	7
3 MATERIALES Y MÉTODOS GENERALES.....	8
3.1 Análisis estadístico.....	12
3.2 Estimación de la curva de postura.....	13
4 RESULTADOS DEL EXPERIMENTO 1: Efecto del fotoperiodo en la producción total (PT), huevos por hembra (HH), masa de huevo (MH), porcentaje de postura (PP), y peso de huevo (PH) del faisán de collar.....	15

	<b>Pág.</b>
5 RESULTADOS DEL EXPERIMENTO 2: Efecto del fotoperiodo en la producción total (PT), huevos por hembra (HH), masa de huevo (MH), porcentaje de postura (PP), y peso de huevo (PH) de la perdiz chukar.....	22
6 DISCUSIÓN.....	29
7 CONCLUSION GENERAL.....	34
8 RECOMENDACIONES.....	34
9 BIBLIOGRAFÍA.....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Ejemplares de la especie faisán de collar en un corral experimental.....	4
<b>Figura 2.</b> Pareja de ejemplares de la especie perdiz chukar dentro de un corral experimental.....	5
<b>Figura 3.</b> Características internas (lado izquierdo) y externas (lado derecho) de la caseta de reproducción de ambas especies antes de dividir los grupos experimentales.....	9
<b>Figura 4.</b> Programa de fotoperiodo en la caseta de aves primer y segundo ciclo de postura (2009-2010).....	11
<b>Figura 5.</b> A) Efecto del fotoperiodo de 14, 16 y 18 h sobre el promedio ( $\pm$ EE) de la producción total de huevo de faisán de collar durante el primer y segundo ciclo de producción (18 y 21 semanas de duración, respectivamente; <i>panel</i> superior) y comparación del efecto del ciclo de producción en cada fotoperiodo. B) Graficas antes-después del cambio de la producción acumulada total a lo largo de cada ciclo de producción.....	16
<b>Figura 6.</b> Comportamiento de la producción semanal de huevo de faisán de collar en fotoperiodos de 14 (A), 16 (B) y 18 h (C) en el primer y segundo ciclo consecutivo de producción ( <i>panel</i> superior e inferior, respectivamente).....	17
<b>Figura 7.</b> A) Comparación de las curvas de postura en faisán de collar ajustadas mediante la función gamma incompleta y B) parámetros productivos obtenidos de la predicción.....	19

**Figura 8.** A) Comportamiento del promedio ( $\pm$  EE) del porcentaje de postura (duración en semanas) por fotoperiodo de faisán de collar durante el primer y segundo ciclo de producción (*panel* izquierdo y derecho, respectivamente) y B) Efecto del fotoperiodo de 14, 16 y 18 h sobre el promedio ( $\pm$  EE) del porcentaje de postura de huevo de faisán de collar durante el primer y segundo ciclo de producción (18 y 21 semanas de duración, respectivamente; *panel inferior*).....20

**Figura 9.** A) Comportamiento del promedio ( $\pm$  EE) del peso de huevo de faisán de collar durante el primer y segundo ciclo de producción (*panel* izquierdo y derecho, respectivamente) y B) comparación del efecto del ciclo y del fotoperiodo (14, 16 y 18 h) en el peso del huevo promedio (*panel* izquierdo), comparado con el peso de huevo ideal reportado en la literatura (*panel* derecho).....21

**Figura 10.** A) Efecto del fotoperiodo de 14, 16 y 18 h sobre el promedio ( $\pm$  EE) de la producción total de huevo de perdiz chukar durante el primer y segundo ciclo de producción (18 y 21 semanas de duración, respectivamente; *panel superior*) y comparación del efecto del ciclo de producción en cada fotoperiodo (*panel inferior*). B) Gráficas antes-después del cambio de la producción acumulada total a lo largo de cada ciclo de producción.....23

**Figura 11.** Comportamiento de la producción semanal de huevo de perdiz chukar en fotoperiodos de 14 (A), 16 (B) y 18 h (C) en el primer y segundo ciclo consecutivo de producción (*panel superior e inferior*, respectivamente).....24

**Figura 12.** A) Comparación de las curvas de postura de perdiz chukar ajustadas mediante la función gamma incompleta y B) parámetros productivos obtenidos de la predicción....26

**Figura 13.** A) Comportamiento del promedio ( $\pm$  EE) del porcentaje de postura (duración en semanas) por fotoperiodo de perdiz chukar durante el primer y segundo ciclo de producción (*panel* izquierdo y derecho, respectivamente) y B) Efecto del fotoperiodo de 14, 16 y 18 h sobre el promedio ( $\pm$  EE) del porcentaje de postura de huevo de perdiz chukar durante el primer y segundo ciclo de producción (18 y 21 semanas de duración, respectivamente; *panel* inferior).....27

**Figura 14.** A) Comportamiento del promedio ( $\pm$  EE) del peso de huevo de perdiz chukar durante el primer y segundo ciclo de producción (*panel* izquierdo y derecho, respectivamente) y B) comparación del efecto del ciclo y del fotoperiodo (14, 16 y 18 h) en el peso del huevo promedio (*panel* izquierdo), comparado con el peso de huevo ideal

## 1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Al hablar de avicultura se piensa de inmediato en el pollo de carne tradicional o en la gallina ponedora. Pero no debemos de olvidar que existe producción de otras aves que se crían con diferentes propósitos. En la actualidad, la cría de aves silvestres como los faisanes y las perdices están suscitando cada vez más el interés de los empresarios del sector avícola (Marsico, 1992), debido a la importancia que tienen en algunos países europeos (Gorrachategui, 1996) y su reciente establecimiento como sistemas de producción alternativa en nuestro país, los cuales se caracterizan por ser sistemas de producción menos intensivos y una producción más artesanal (Cepero, 2009). Particularmente, los faisanes y las perdices son aves muy apreciadas por los consumidores, debido a sus cualidades gustativas (Patiño, 2005), y por sus características organolépticas (Marsico, 1992; Gaglianone *et al.*, 2006). Entre los diferentes propósitos de la cría de estas aves, se encuentra la repoblación en áreas donde actualmente han desaparecido (Martínez *et al.*, 2005), arte plumario (Sell Randy, 1997), como aves de ornato (Agustín, 1992; Patiño, 2005) y principalmente en la producción de carne y huevo, ya sea para consumo o para obtener pie de cría (Nath y Mark, 1976; Craig y William, 1978; Manetti, 1996; Simopoulos, 2000; Krawczyk, 2009). Es por ello que los sistemas de producción alternativa de dichas aves representan amplias perspectivas económicas y de comercialización de los productos de ellas obtenidos (Agustín, 1992).

Sin embargo, dado que estos sistemas de producción avícola son muy recientes en México, hay un desconocimiento en el entendimiento de la cría, explotación y el manejo de faisanes y perdices para incrementar su producción, los cuales se podrían sacar ventaja en la comercialización de estas aves como lo hacen otros países como España, en donde se ha incrementado la demanda y el precio de los productos provenientes de faisanes y perdices. En México, existe un número limitado de granjas productoras de carne y huevo de faisán y perdiz. Por lo tanto, resulta importante identificar las características de producción de huevo de estas especies, así como algunos de los factores que puedan afectar las mismas.

Entre los múltiples factores que afectan la producción de huevos en sistemas tradicionales (gallinas de postura, pollos de carne, pavos) se encuentran el tipo de dieta y alimentación (Morales *et al.*, 1998; De la Cruz *et al.*, 2006; García *et al.*, 2008; Pletsch *et al.*, 2009), el clima, manejo y alojamiento de las aves, las enfermedades, peso corporal, edad del ave (Oluyemi y Roberts, 1979; Kekeocha, 1985; Smith y Leclecq, 1990; Machado, 1992; Gutiérrez, 1999; Bell *et al.*, 2002; Mentzel *et al.*, 2008) y el fotoperiodo (incremento de horas-luz natural y artificial en un lapso de 24 horas). Se ha observado que la modificación del fotoperiodo, ayuda a incrementar la producción, tamaño de puesta y peso de huevo; así como adelantar la madurez sexual (Morris, 1964; Manetti, 1996; Robinson y Renema, 1999; Kirby y Froman, 2000; Renema *et al.*, 2001; Bell *et al.*, 2002; Robinson y Renema, 2003; Lewis *et al.*, 2005; Lewis y Morris, 2006; Cabezas-Díaz *et al.*, 2005; Lera, 2005; Siopes, 2007; Quintana, 2011). A este respecto, dentro de los sistemas de producción de faisán y perdiz en zonas distintas a nuestra región, se sabe que el fotoperiodo aporta un efecto benéfico al incrementar la producción de huevo y alargar los ciclos productivos (Woodard *et al.*, 1980; Mashaly *et al.*, 1983; Woodard *et al.*, 1986; Blake *et al.*, 1987; Slauch *et al.*, 1992; Romboli *et al.*, 1996; Tepeli *et al.*, 2002; Cetín, 2002; Kirikçi *et al.*, 2003; Aysöndü y Özbey, 2008; Yilmas y Tepeli, 2009).

Sin embargo, a nivel nacional, no existe este tipo de información sobre el manejo del fotoperiodo, el cual supone incrementos en la productividad en faisanes y perdices. Además, debido a que estos sistemas alternativos de producción de aves silvestres van en aumento, y dada la necesidad de proponer un sistema adecuado de manejo en cautiverio de estas especies, resulta importante determinar el efecto del incremento del fotoperiodo sobre la capacidad productiva en dichos sistemas. Es por ello que en el presente proyecto, realizado en una unidad de manejo de vida silvestre (UMA) del estado de Puebla, se evaluó la respuesta de las características de producción de huevo frente al incremento del fotoperiodo en 3 grupos experimentales (14, 16, y 18 horas luz/día) durante 2 ciclos de postura, los cuales se compararon entre sí para determinar cuál de los 3 fotoperiodos obtuvo mejores rendimientos productivos respecto a las variables de peso de huevo (PH), masa de huevo (MH), porcentaje de postura (PP), huevos por hembra (HH), y producción total (PT).

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Faisán de Collar (*Phasianus colchicus*) y Perdiz Chukar (*Alectoris chukar*): Origen y variedades.

Los faisanes y las perdices son aves del orden *Galliformes*, de la familia *Phasianidae*. El faisán mongol o de collar (*Phasianus colchicus*) (Manetti, 1996) y la perdiz chukar (*Alectoris chukar*) son los más comunes (Buxadé Carbó *et al.*, 1995). Sin embargo, existen otras variedad de faisanes, como son: el faisán plateado (*Lophura nycthemera*), dorado (*Chrysolophus pictus*), tenebroso (*Melanistis mutantis*), lady (*Chrysolophus amherstiae*) y venerado (*Syrmaticus reevesi*). En total, se registran alrededor de 40 especies con más de 100 subespecies y mutaciones (Wambier, 1991).

En la perdiz, se encuentran 7 especies contiguas, de las cuales, las especies *Alectoris rufa* (perdiz roja), la *A. graeca* (perdiz griega), y *A. chukar* (perdiz chukar) son las especies que presentan mayor interés cinegético y zootécnico, las cuales han suscitado gran interés para su producción (Buxadé Carbó *et al.*, 1995; Martínez *et al.*, 2005).

Su origen en vida libre de ambas especies se encuentra en Asia Central (Taiwán, noreste de China, y Japón). El faisán se extiende hacia el sur, hasta la India y Vietnam; mientras que la perdiz se extiende hasta Asia Menor, a los Himalayas y Mongolia. Con fines comerciales, el faisán se introdujo en toda Europa (incluyendo Italia, Alemania, y Francia) a finales del siglo XVI, y la perdiz se introdujo en el oeste de los Estados Unidos, Canadá, y Nueva Zelanda (Abbasi *et al.*, 2010), encontrándolos en granjas de producción (Del Hoyo *et al.*, 1994; Anderson, 2002; Gómez de Silva *et al.*, 2005a,b).

En México son exóticas, y existen algunas granjas distribuidas en el país, como es en Baja California (Valle de California), Mexicali y en la vertiente oriental de la Sierra de Juárez (Del Hoyo *et al.*, 1994; Gómez de Silva *et al.*, 2005a,b).

## 2.2 Características anatómicas, fisiológicas y reproductivas de los faisanes de collar y las perdices chukar.

Los faisanes tienen dimorfismo sexual marcado: Las hembras son color beige con manchas negras o café. Los machos tienen la cabeza y el cuello de color verde o azul iridiscente. El resto del plumaje es café cobrizo con marcas negras y beige (Gómez de Silva *et al.*, 2005a) (**Figura 1**). Las hembras pesan de 545 a 1,453 g, y los machos pesan de 770 a 1,990 g (Del Hoyo *et al.*, 1994). Su longevidad es de 1 a 3 años en vida natural, y mayor de 7 a 10 años en cautividad (Gómez de Silva *et al.*, 2005a). Durante la reproducción, se reúnen grupos de un macho con varias hembras (presentando poligamia). El período de puesta en latitudes ecuatoriales se da en los meses de marzo y mediados de julio (Gorrachategui, 1996). La puesta natural es de 10 a 12 huevos (Ehrlich *et al.*, 1988). En cautiverio, se obtienen de 40 a 60 huevos por faisán por temporada de reproducción, mientras que con programas intensivos de fotoperiodo, se obtiene de 70 a 80 huevos (Tesky, 1995; Manetti, 1996; Gorrachategui, 1996). Estos van de café oliva (Gómez de Silva *et al.*, 2005a) a marrón parduzco (Manetti, 1996; Madero, 2003) y azul pálido, sin marcas (42 mm de longitud) (Gómez de Silva *et al.*, 2005a). Cada huevo pesa de 33 a 35 g (Manetti, 1996; Gorrachategui, 1996). Éstos deben almacenarse en un lugar fresco y húmedo (13-18°C y 70% de humedad) (Tesky, 1995), los cuales deben ser mantenidos a una temperatura de 37.125°C a 37.4°C durante 24 a 25 días, con el 60% de humedad relativa (Hulet *et al.*, 2004; Gómez de Silva *et al.*, 2005a).



**Figura 1.** Ejemplares de la especie faisán de collar en un corral experimental. El macho es más colorido y robusto (grande) que las 3 hembras presentes a su alrededor.

Las perdices no presentan dimorfismo sexual. Tienen cuello largo y cola muy corta (Gómez de Silva *et al.*, 2005b). Presentan una línea negra oscura a través de la frente, ojos y cuello, la garganta es blanca, y la cabeza y el pecho grises (Office, 1994). Los flancos son negros, las plumas externas de la cola son castañas, los márgenes de párpados, patas y dedos son color de rosa a rojo o carmesí (**Figura 2**) (Office, 1994). Los machos adultos pesan de 420 a 530 g y las hembras de 350 a 450 g. Viven alrededor de 15 años (Office, 1994). Aunque las perdices en libertad forman parejas para su reproducción, en cautividad, sin embargo, un macho puede montar a 3 o 4 hembras de la colonia, ya sea en jaulas o en piso convencional. El periodo reproductivo en latitudes ecuatoriales va de finales del mes de enero hasta julio (Pérez y Pérez, 1981; Gorrachategui, 1996; Gómez de Silva *et al.*, 2005b). Una hembra pone de 35 a 40 huevos por temporada en cautiverio (Pérez y Pérez, 1981), pero con luz artificial la puesta se adelanta de 3 a 4 semanas, obteniendo 35 huevos en el primer año, hasta 60 huevos en el segundo año (Gorrachategui, 1996). Los huevos son de apariencias blanco amarillentos, lisos y brillantes, con puntos que van desde pardos y grises, hasta cafés (de 43 mm de longitud) y con un peso de 23-24 g (Office, 1994; Gómez de Silva *et al.*, 2005b). La incubación dura de 22 a 24 días (Gómez de Silva *et al.*, 2005b; Quintana, 2011). Para su conservación, los huevos deben mantenerse a una temperatura constante de 10 a 13°C, con humedad relativa del 55-60% máximo; mientras que la temperatura de incubación debe oscilar a 38°C y 70% de humedad (Pérez y Pérez, 1981).



**Figura 2.** Pareja de ejemplares de la especie perdiz chukar dentro de un corral experimental. Aunque ambos sexos son similares, el macho tiende a ser ligeramente más robusto que la hembra, y presenta un espolón más desarrollado en sus patas (círculo rojo).

### **2.3 Efecto de la luz en las aves: Acción del fotoperiodo en la estación reproductiva, y control hormonal durante el ciclo productivo.**

En general, muchos procesos reproductivos en las aves están asociados con la estacionalidad (Yasuo *et al.*, 2003; Dawson y Sharp, 2007), que es un efecto provocado por la duración de la luz natural que varía según la época del año y la latitud geográfica. Conforme nos acercamos al ecuador (en latitudes medias), no se observa una variación estacional debido a que no hay cambios entre los días más cortos y más largos del año, por lo que la luz se mantiene en aproximadamente 12 horas promedio durante todo el año (Castelló, 2010), ocurriendo la reproducción durante la primavera y el verano, cuando la duración del día se alarga. Sin embargo, al alejarnos del ecuador (latitudes más al norte y sur), la diferencia entre los días más cortos y más largos del año es muy pronunciada, encontrando una marcada variación estacional en la duración del día (German, 1999; Dawson y Sharp, 2007). Debido a lo anterior, el estímulo de la luz en las aves es fundamental para activar su sistema hormonal y endócrino, el cual estimulará la maduración gonadal, alcanzando la madurez sexual (surgimiento de la primera ovoposición) para iniciar la temporada reproductiva.

Los mecanismos que codifican los cambios gonadales regulados por el fotoperiodo, son recibidos por medio de los llamados fotorreceptores hipotalámicos internos del cerebro, o “relojes biológicos”, los cuales son regulados principalmente por el hipotálamo. Éste contiene un grupo de neuronas que sintetizan y liberan tanto dopamina (DA, segregada durante el día, en presencia de la luz) como melatonina (MEL, segregada durante la noche, o cuando la luz está ausente) (Dawson y Sharp, 2007; Yasuo *et al.*, 2009; El Halawani *et al.*, 2009). Estos fotorreceptores traducen el estímulo de factores ambientales a impulsos nerviosos que actúan sobre las neuronas productoras de hormona liberadora de gonadotropina (GnRH, quien es inhibida tanto por la hormona GnIH y MEL, restableciendo su función en presencia de la luz, cuando incrementa los niveles de DA) (Sharp *et al.*, 1990; Wilson *et al.*, 1990; Dawson y Sharp, 2007; Yasuo *et al.*, 2009; El Halawani *et al.*, 2009), liberando su contenido hacia el sistema porta hipotálamo-hipofisiario (adenohipófisis) (Sterling y Sharp, 1982; Johnson *et al.*, 1985; Wilson, *et al.*, 1990; Dawson *et al.*, 2001),

estimulando las gonadotropinas de la glándula hipófisis: hormona luteinizante (LH, que actúa sobre la esteroidogénesis, la maduración folicular (Cuningham *et al.*, 1984) y a la inducción de la ovulación en las hembras (Wilson y Cuningham, 1984; Etches, 1990)); y hormona folículo-estimulante (FSH, que recluta y promueve el crecimiento de los folículos pequeños (Palmer y Bahr, 1992; Yasuo *et al.*, 2003), y su maduración (Bahr y Johnson, 1984; Johnson, 1996; Zang *et al.*, 1997; Zhang *et al.*, 1997)). Dichas hormonas actúan sobre las gónadas para inducir la producción de esteroides sexuales (andrógenos, estrógenos, y progesterona) y el desarrollo de los gametos (óvulos y espermatozoides) (Pereira *et al.*, 1983; Palmer y Bahr, 1992; Etches, 1996; Nakao *et al.*, 2008), induciendo así la madurez sexual de las aves.

#### **2.4 Factores que afectan la capacidad productiva de faisanes y perdices: Programas de luz convencional, intermitentes, “ahemeral” y su importancia.**

Como se ha mencionado, algunos factores que afectan la producción de huevos son la alimentación (Morales *et al.*, 1998; De la Cruz *et al.*, 2006; García *et al.*, 2008; Pletsch *et al.*, 2009), factores ambientales, el peso, edad, y manejo de las aves (Oluyemi y Roberts, 1979; Kekeocha, 1985; Smith y Leclecq, 1990; Gutiérrez, 1999; Bell *et al.*, 2002; Mentzel *et al.*, 2008), así como el fotoperiodo, debido a que ésta ejerce sobre la función sexual de las aves un doble efecto: Sincronizador y estimulante (Sauveur, 1982).

La duración del fotoperiodo en avicultura varía enormemente (desde 2-3 horas hasta 24 horas de luz al día). No obstante, los programas tradicionales han consistido en periodos de luz de mínimo 8 horas-luz (L):16 horas-oscuridad (D), y máximo de 14L-10D hasta 16L:8D, que son los asimilables para gallinas ponedoras en producción (Hevia y Quiles, 2005; Quintana, 2011).

Existen diferentes programas de iluminación, los cuales se conocen como: programas de luz tradicionales o convencionales (cíclicos simétricos), programas intermitentes asimétricos, y programas de luz ahemeral (Castelló, 2010; Quintana, 2011).

Los programas de iluminación convencionales (llamados cíclicos simétricos) consisten en periodos de horas luz-oscuridad con duración de 24 horas, y que se repiten cada 24 horas. Estos programas ayudan a aumentar el periodo de formación del huevo. Al prolongarse el tiempo de permanencia del huevo en el útero, el peso del mismo aumentará entre un 1 y 3%, mejorando la solidez del cascarón. La desventaja es que se reducirá en la misma proporción el número de huevos puestos, y se produce un fenómeno de desincronización de la oviposición (Castelló, 2010).

Los programas intermitentes asimétricos derivan de los programas de iluminación convencional. Consisten en periodos cortos de luz-oscuridad que se repiten a lo largo de 24 horas. Al mantenerse un periodo de noche principal, la oviposición se mantiene sincronizada, pero la calidad del cascarón del huevo disminuye (Castelló, 2010).

Finalmente, los programas ahemeral son periodos de luz/oscuridad mayores o menores de 24 horas (Hevia y Quiles, 2005; Quintana, 2011). Se pueden dividir en 2 periodos: alargados, los cuales consisten en 16L:12D, con ciclos de 28 horas; y los recortados, los cuales consisten en 16L: 6D, con ciclos de 22 horas. Estos programas se aplican con la finalidad de ajustar la longitud del día, proporcionando a las aves un ciclo natural de maduración folicular (en torno a las 26 horas, sincronizando la postura). En general, se observa una tendencia a mejorar el peso del huevo y su calidad, pero disminuye el número de huevos producidos (Castelló, 2010).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS GENERALES**

El proyecto se llevó a cabo en el Parque Ecológico del estado de Puebla, en la UMA “Centro Reprodutor de Vida Silvestre Secretaria del Medio Ambiente del Edo de Puebla (SMRN) Flor del Bosque, Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT”. Los principales objetivos de este Centro son el de reproducir a estas aves en cautiverio y llevar a cabo donaciones a personas de escasos recursos, además de brindar educación ambiental al público en general.

Este parque tiene una superficie de 664.03 ha y presenta altitudes en la parte más baja de 2200 y en la más alta de 2470 m.s.n.m. Sus coordenadas geográficas son: 19°00'00" y 19°01'50" de latitud Norte, y 98°20'35" y 98°20'53" de longitud Oeste (Martínez, 2008). El clima es templado con lluvia en verano, la temperatura media del mes es de 22°C y la anual es de 16-18°C. La precipitación promedio anual es de 750-950 mm y las instalaciones del centro de reproducción se encuentran a una altitud de 2225 m.s.n.m (Martínez, 2008).

La caseta de reproducción tiene una dimensión de 45 m de largo por 6 de ancho y techo en 2 aguas, que cuenta con 30 corrales divididos por un pasillo central. Cada corral tiene 3 m de largo, con 2 m de ancho y 2 m de alto, están divididos por ladrillos y alambre; el piso en el 2009 fue de grava, y para el 2010 se puso cemento. En él únicamente se utilizaron 18 corrales (9 para faisanes y 9 para perdices) localizados en la parte inferior de la caseta (**Figura 3**). Cada corral cuenta con un bebedero y comedero de canal.



**Figura 3.** Características internas (lado izquierdo) y externas (lado derecho) de la caseta de reproducción de ambas especies antes de dividir los grupos experimentales. En medio se observa el pasillo central con plástico negro que divide los grupos experimentales (lado derecho con perdices chukar y lado izquierdo con faisanes de collar).

Para el experimento 1, en ambos ciclos se utilizaron un total de 45 faisanes de collar (36 hembras y 9 machos) con un peso promedio de 1.2 y 1.7 kg, y con edades entre 1 y 2 años. En el experimento 2, durante el primer ciclo se utilizaron un total de 90 perdices chukar (63 hembras y 27 machos); mientras que para el segundo ciclo se utilizaron un total de 72 perdices chukar (35 hembras y 18 machos). Las aves pesaron alrededor de 558 y 668.5 g, con edades entre 1 y 2 años.

En el primer ciclo de postura, se registraron 18 semanas experimentales para ambas especies; mientras que para el segundo ciclo, el estudio se registró por 21 semanas, tiempo en que los animales fueron mantenidos en el área de las reproductoras. Los fotoperiodos en ambos ciclos, se instalaron a partir del 13 de febrero. El registro de huevos inició el día 1 de marzo, y terminó para el primer ciclo de postura el 5 de julio de 2009 (18 semanas), y en el segundo ciclo, terminó el 18 de julio de 2010 (21 semanas).

Las aves de ambos experimentos fueron divididos en 3 diferentes grupos de fotoperiodo con 3 repeticiones (corrales) por grupo experimental (obteniendo un total de 9 corrales por fotoperiodo) antes de iniciar el programa de luz: El primer grupo (control) se sometió a 14L:10D (usando inicialmente 2 h-l artificial); el segundo fue de 16L: 8D (empleando 4 h-l artificiales); y el tercero de 18L: 6D (con 6 h-l artificial).

El horario fue ajustado por un “timer” (reloj automático) que se utilizó para regular la cantidad de horas-luz por día, dependiendo de la estación del año. Los grupos experimentales fueron divididos por medio de cortinas de plástico negras. Los focos utilizados en las lámparas fueron de 75 watts (51225 lux), de luz blanca.

Los ejemplares de cada corral fueron alojados en grupos de 1 macho con 4 hembras en ambos ciclos productivos del faisán de collar; mientras que para las perdices chukar, en el primer ciclo productivo fueron alojados en grupos de 3 machos con 7 hembras, y en el segundo ciclo fueron alojados 2 machos con 6 hembras por corral, respectivamente (**Figura 4**).

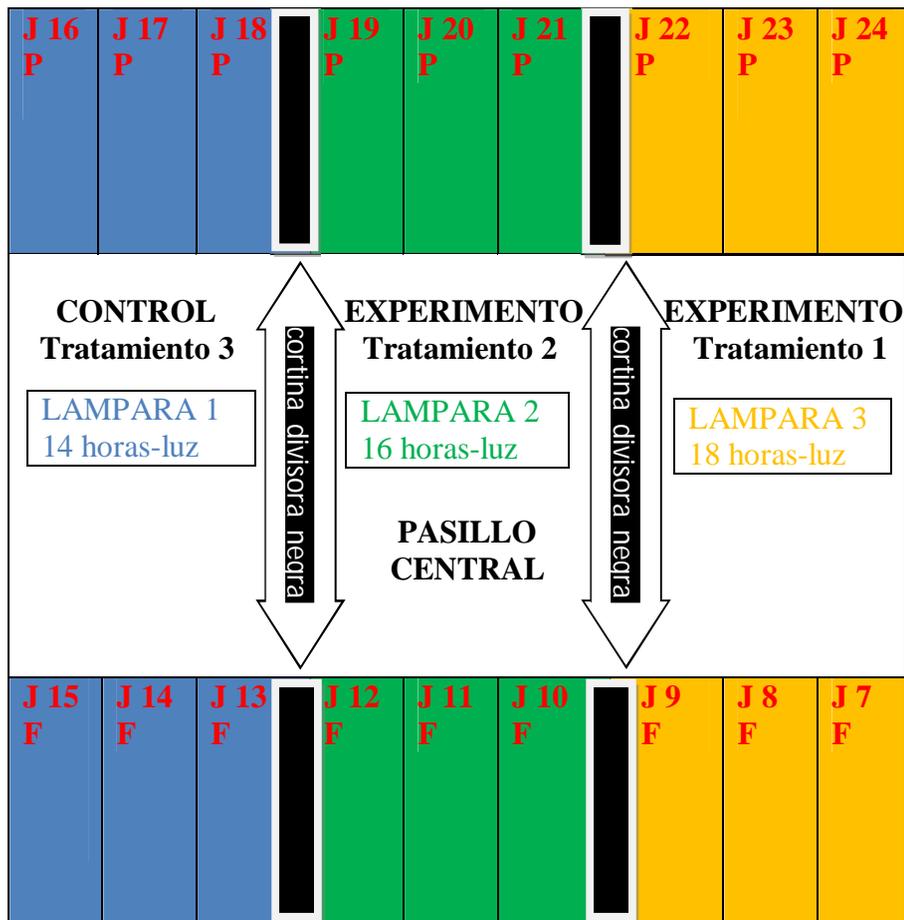
Figura 4. Programa de fotoperiodo en la caseta de aves primer y segundo ciclo de postura (2009-2010).

Medidas de las jaulas: 3 x 2 x 2 m cada una.

Proporción de aves por corral (total 9 corrales) de Perdices chukar (**Jaulas 16-24**):

**Primer ciclo: 3 machos: 7 hembras**

**Segundo ciclo: 2 machos: 6 hembras**



Proporción de aves por corral (total 9 corrales) de Faisanes de collar (**Jaulas 7-15**):

**Ambos ciclos: 1 macho: 4 hembras**

#### NOMENCLATURA

P- Perdices Chukar (*Alectoris chukar*).

F- Faisanes de collar (*Phasianus colchicus*).

Proporción (número de aves): m – machos, h – hembras.

#### CONTROL DE TRATAMIENTOS DE FOTOPERIODO (HORAS LUZ):

**LAMPARA 1:** De 6 pm a 8 pm. (10 horas de oscuridad, 14 horas luz)\*

**LAMPARA 2:** De 6 pm a 10 pm (8 horas de oscuridad, 16 horas luz)\*

**LAMPARA 3:** De 6 pm a 12 pm (6 horas de oscuridad, 18 horas luz)\*

\*El horario fue sujeto a cambios según la estación del año.

A las aves se les proporcionó alimento comercial balanceado en forma de pellets, conteniendo un 18 % de proteína cruda y cada tercer día se ofrecieron granos selectos (como maíz) y alfalfa verde como medio de enriquecimiento. Una vez a la semana se les agregaban vitaminas al agua de bebida.

La recolección de huevo se hizo diariamente, 3 veces al día en un lapso de 4 horas, y los huevos fueron almacenados en bandejas con la parte más angosta hacia abajo, por una semana en el cuarto de incubadoras. Se hizo el conteo diario anotándolo en una bitácora. Los huevos de cada grupo fueron marcados (con lápiz de colores) y pesados en una báscula electrónica (medición desde 0.1 g hasta 5 kg) una vez a la semana.

### **3.1 Análisis estadístico**

Para evaluar el comportamiento productivo se definieron las siguientes variables: producción total (PT), promedio de la producción total semanal; huevos por hembra (HH), promedio del número de huevos semanales divididos entre el número de hembras; porcentaje de postura (PP), PT dividida entre el producto de multiplicar el número de aves en postura por siete días de producción; peso de huevo (PH), suma del peso de todos los huevos semanales y divididos entre el número total de huevos; masa de huevo (MH), producción de huevo multiplicado por el peso de huevo y dividido entre el número de hembras.

El análisis estadístico inició con la prueba de distribución normal (D'Agostino & Pearson omnibus) y de homogeneidad de varianzas (Bartlett) a los datos de las variables previamente definidas. Ambas pruebas se incluyen en el paquete estadístico Prism 5.03 (GraphPad Software, Inc. USA). Para el análisis de los datos se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado mediante un modelo estadístico descrito como:

$$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + AB_{ij} + \delta_k + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

En la expresión anterior  $\mu$  representa la media general,  $\alpha_i$  es la media del i-ésimo fotoperiodo,  $\beta_j$  es la media de la j-ésima semana en tratamiento y  $\delta_k$  es el efecto del k-ésimo ciclo de producción. Finalmente  $AB_{ij}$ ,  $AC_{ik}$ ,  $BC_{jk}$  y  $ABC_{ijk}$  representan las correspondientes interacciones y  $\varepsilon_{ijkl}$  es la medida del error experimental. En caso de resultar significativo cualquiera de los efectos principales o las interacciones, se utilizó una prueba de comparación múltiple de Tukey. Para el análisis se utilizó el procedimiento GLM de SAS 9.0 (Statistical Analysis System).

Las figuras se realizaron con el programa estadístico Prism 5.03 (GraphPad Software, Inc.). En todos los casos se presentan los valores promedio  $\pm$  error estándar de la media y se consideró un nivel de  $p < 0.05$  como significativo.

### 3.2 Estimación de la curva de postura

Para determinar la curva de postura para cada fotoperiodo, se utilizaron los registros de la producción de huevo que fueron tomados semanalmente dentro de cada grupo, tomando en cuenta una muestra de 5 aves por grupo. Los datos se ajustaron con la ecuación gamma incompleta:

$$Y = A X^b e^{-cX}$$

donde:

Y = Producción de huevo en un determinado período de tiempo (semana)

X = Semana en el cual se estima la producción de huevo

A = Producción de huevo al inicio del ciclo

b = Tasa de crecimiento de producción de huevo, desde el inicio hasta el pico de postura

c = Tasa de disminución después del pico de postura

Para obtener los estimadores de los parámetros de la función gama incompleta, se utilizó el procedimiento GLM de SAS V.9.0. Utilizando los estimadores del modelo se pueden obtener: 1) Día en que ocurre el pico de postura, 2) Cálculo del rendimiento máximo y 3) Cálculo de la persistencia.

#### Faisán

Estimador	Ciclo 1			Ciclo 2		
	14h	16h	18h	14h	16h	18h
<i>A</i>	2.96	2.46	1.97	4.68	2.29	1.34
<i>B</i>	1.63	0.68	1.09	1.39	1.25	2.0
<i>C</i>	-0.21	-0.13	-0.16	-0.19	-0.21	-0.29
$R^2$	0.78	0.80	0.89	0.86	0.80	0.91

#### Perdiz

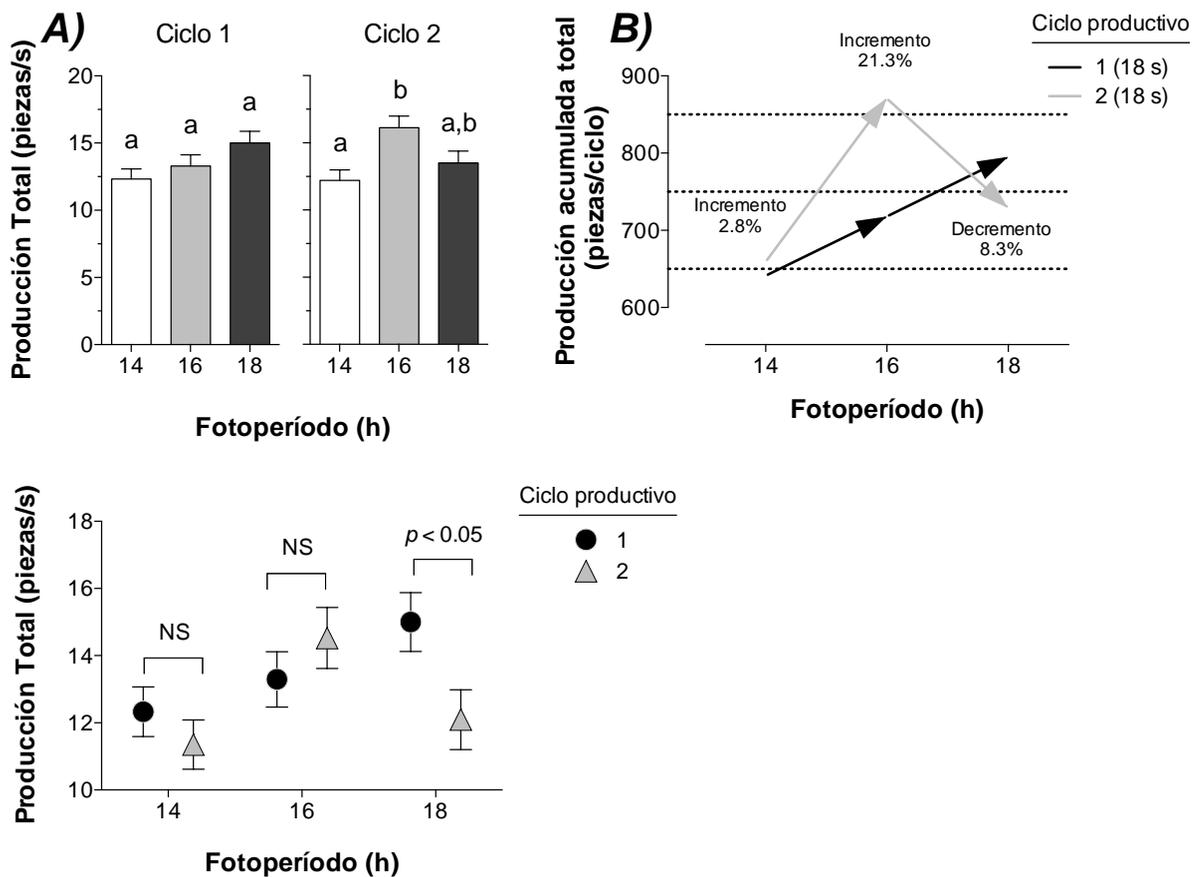
Estimador	Ciclo 1			Ciclo 2		
	14h	16h	18h	14h	16h	18h
<i>A</i>	-0.37	1.02	-0.67	1.99	1.85	0.85
<i>B</i>	2.73	1.76	2.76	1.08	1.11	1.51
<i>C</i>	-0.27	-0.20	-0.26	-0.14	-0.12	-0.15
$R^2$	0.84	0.81	0.82	0.75	0.86	0.91

Se presentan los estimadores obtenidos del ajuste de los datos experimentales mediante la función gamma incompleta. En todos los casos las estimaciones son diferentes de cero ( $p < 0.05$ )

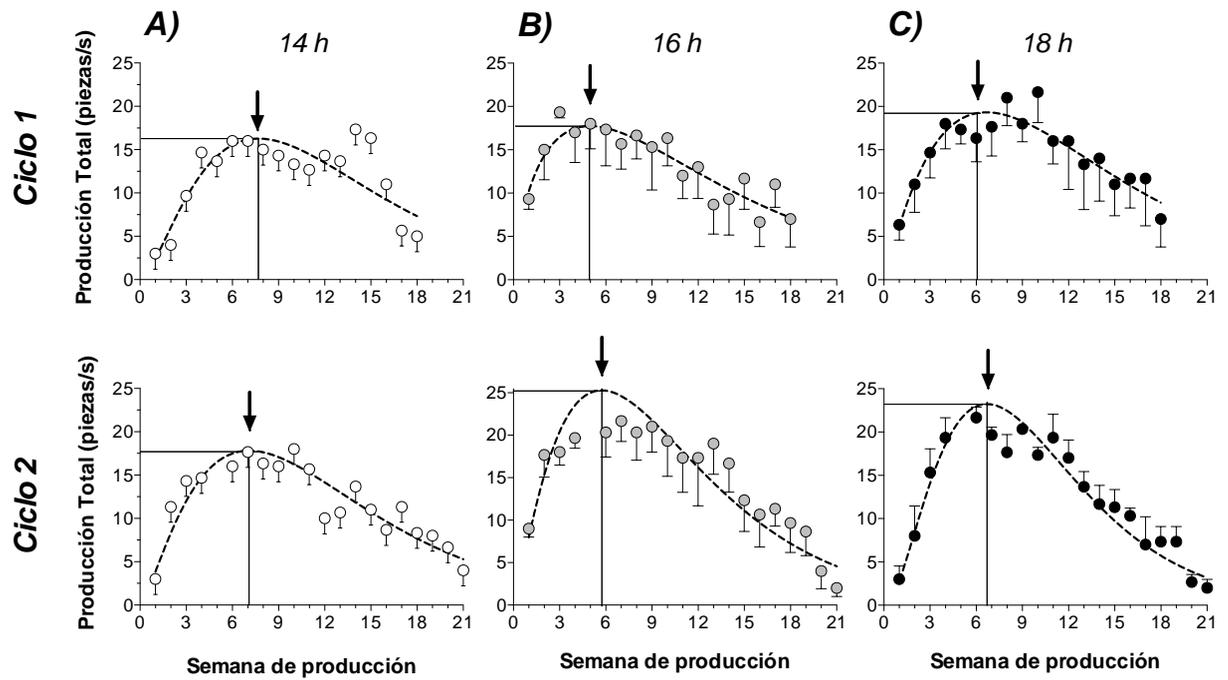
#### 4. RESULTADOS DEL EXPERIMENTO 1: Efecto del fotoperiodo en la producción total (PT), huevos por hembra (HH), masa de huevo (MH), porcentaje de postura (PP), y peso de huevo (PH) del faisán de collar.

El efecto del fotoperiodo sobre la PT semanal en faisanes de collar durante el primer y segundo ciclo de producción se muestra en la **Figura 5**. Durante el primer ciclo los grupos tratados produjeron una cantidad similar de huevos (Fig 5A, *panel* superior izquierdo;  $p > 0.05$ ). En contraste, durante el segundo ciclo productivo se incrementó ( $p < 0.05$ ) el número de huevos totales bajo el fotoperiodo de 16 h (Fig 5A, *panel* superior derecho). Además, al comparar el efecto del fotoperiodo en dos ciclos productivos consecutivos, se encontró una producción similar de huevo bajo 14 y 16 h ( $p > 0.05$ ), en contraste con el fotoperiodo de 18 h en el cual se redujo la PT durante el segundo ciclo de postura (Fig 5A, *panel* inferior;  $p < 0.05$ ). Finalmente para comparar la respuesta de la producción total acumulada con respecto al fotoperiodo, se graficó la producción total de huevo durante cada ciclo productivo (ajustado a 18 semanas). Durante el primer ciclo la producción total acumulada se incrementó con el correspondiente aumento del fotoperiodo, mientras que en el siguiente ciclo no se conservaron dichas tendencias. Únicamente el fotoperiodo de 16 h mostró un incremento en la producción (21.3%) al pasar del primer al segundo ciclo productivo (Fig 5B).

Por otra parte, para determinar el comportamiento de la PT semanal en los fotoperiodos se graficó la producción de huevo semanal a lo largo de cada ciclo. Los resultados se presentan en la **Figura 6**. Adicionalmente se presenta el ajuste de los datos observados mediante una función gamma incompleta para predecir la curva de postura correspondiente a cada fotoperiodo. En general, las posturas inician con valores bajos durante la primera semana, los cuales se van incrementando hasta alcanzar el pico de producción antes de la octava semana, seguido de un descenso en la producción.



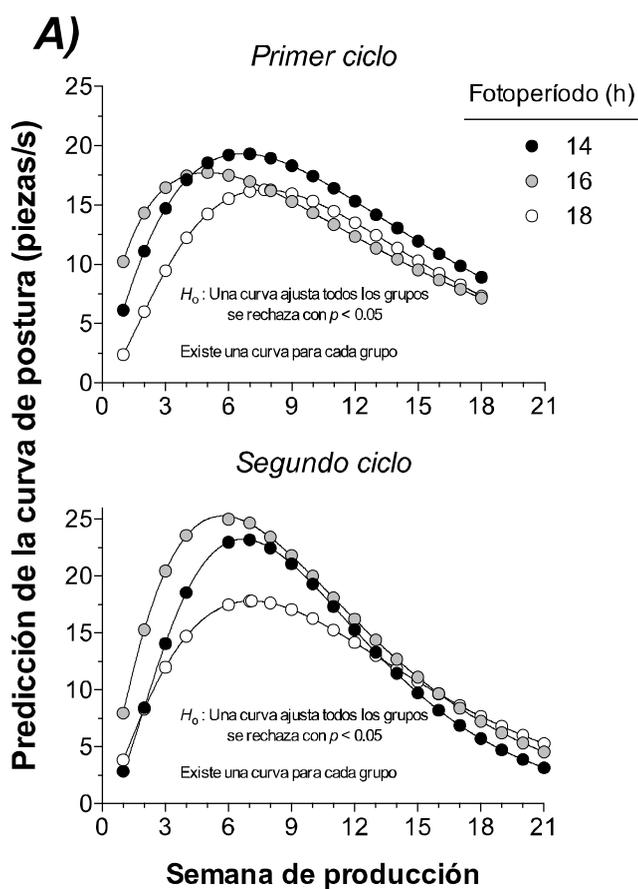
**Figura 5.** A) Efecto del fotoperíodo de 14, 16 y 18 h sobre el promedio ( $\pm$  EE) de la producción total de huevo de faisán de collar durante el primer y segundo ciclo de producción (18 y 21 semanas de duración, respectivamente; *panel* superior) y comparación del efecto del ciclo de producción en cada fotoperíodo. B) Gráficas antes-después del cambio de la producción acumulada total a lo largo de cada ciclo de producción. Los porcentajes se refieren a los cambios provocados en la producción al término de los ciclos productivos evaluados. <sup>a,b</sup> Literales distintas entre columnas indican diferencias significativas al nivel de  $p < 0.05$ . NS = no significativo. Nota: Al presentar un comportamiento similar las variables HH y MH, sólo se esquematizó la PT, como ejemplo del patrón observado.



**Figura 6.** Comportamiento de la producción semanal de huevo de faisán de collar en fotoperiodos de 14 (A), 16 (B) y 18 h (C) en el primer y segundo ciclo consecutivo de producción (*panel* superior e inferior, respectivamente). Los puntos graficados representan el promedio ( $\pm$  EE) de la producción total semanal. Nota: la línea quebrada muestra la predicción de la curva de postura obtenida mediante el ajuste de los datos observados con la función gamma incompleta. Nótese que bajo 16 h se adelantó el pico de producción.

Para demostrar los cambios que ocurren en la dinámica de postura de huevo durante ambos ciclos de producción, en la **Figura 7** (*panel A*) se presenta una comparación de los parámetros productivos obtenidos mediante la predicción de las curvas de postura. Para cada fotoperiodo se encontró una curva de postura con características particulares (Cuadro comparativo de la gamma incompleta), lo que sugiere que la dinámica de postura es diferente al aplicar distintos fotoperiodos. Con respecto a la producción, durante el primer y segundo ciclo se adelantó el pico de postura bajo el fotoperiodo de 16 h. Sin embargo, durante el segundo ciclo se produjo mayores rendimientos productivos bajo 16 y 18 h respecto a 14 h. No obstante, a pesar de las diferencias mencionadas, en ambos ciclos después del pico de postura el descenso de la producción es similar en los 3 grupos de fotoperiodo.

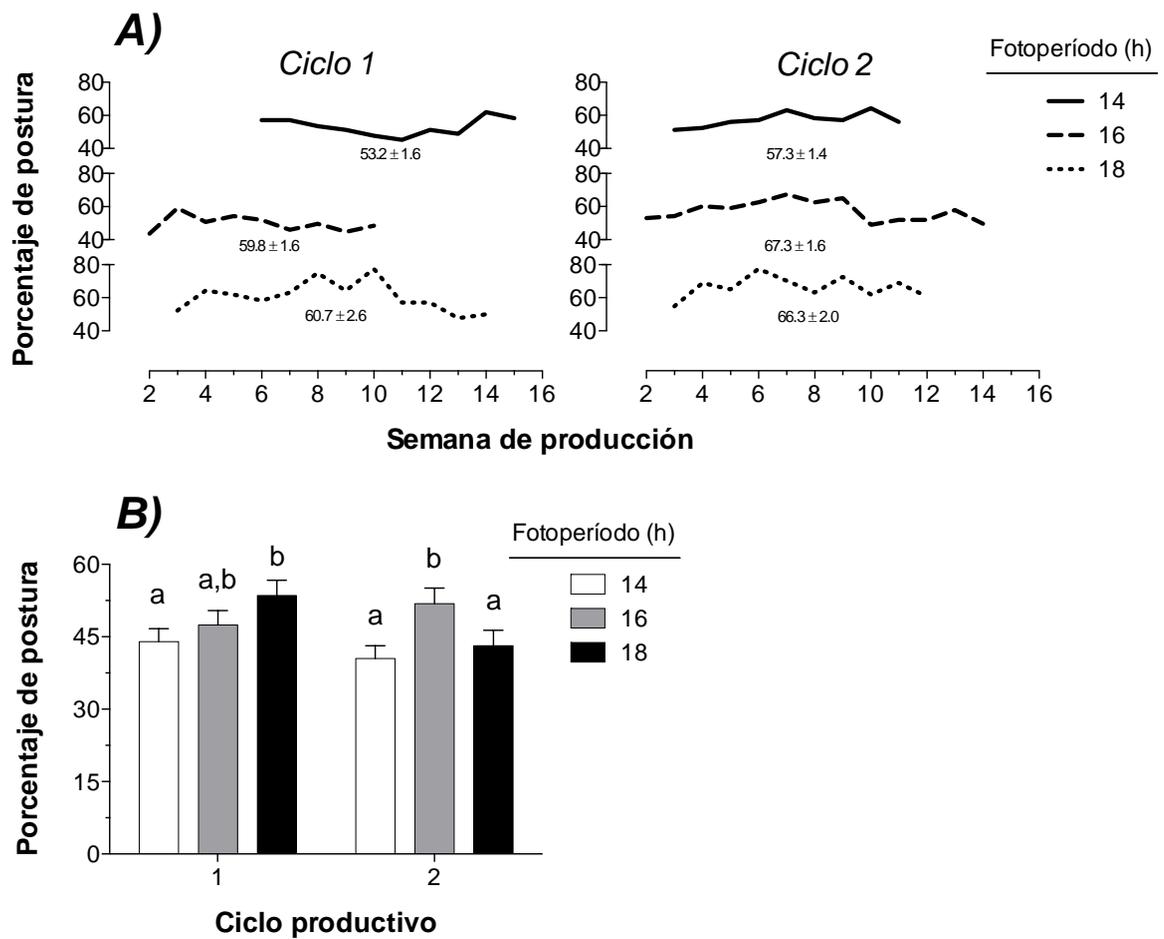
Para determinar el efecto del fotoperiodo sobre el PP en ambos ciclos se graficaron los periodos semanales en los cuales se obtuvieron valores de postura de entre 50 y 70%. Durante el primer ciclo los fotoperiodos de 16 y 18 h presentaron PP de por lo menos el 50% desde las primeras semanas de producción. No obstante, la duración de valores altos de PP se prolongaron únicamente para el grupo estimulado con 18 h (**Figura 8A**, *panel izquierdo*). En contraste, durante el segundo ciclo los fotoperiodos mostraron valores de PP elevados desde las primeras semanas, prolongándose únicamente para el grupo de 16 h (Fig 8A, *panel derecho*). Por último al comparar los 3 fotoperiodos en ambos ciclos de postura, se obtuvo mayor PP para 18 y 16 h en el primer y segundo ciclo, respectivamente (Fig 8B, *panel inferior*;  $p < 0.05$ ).



**B)**

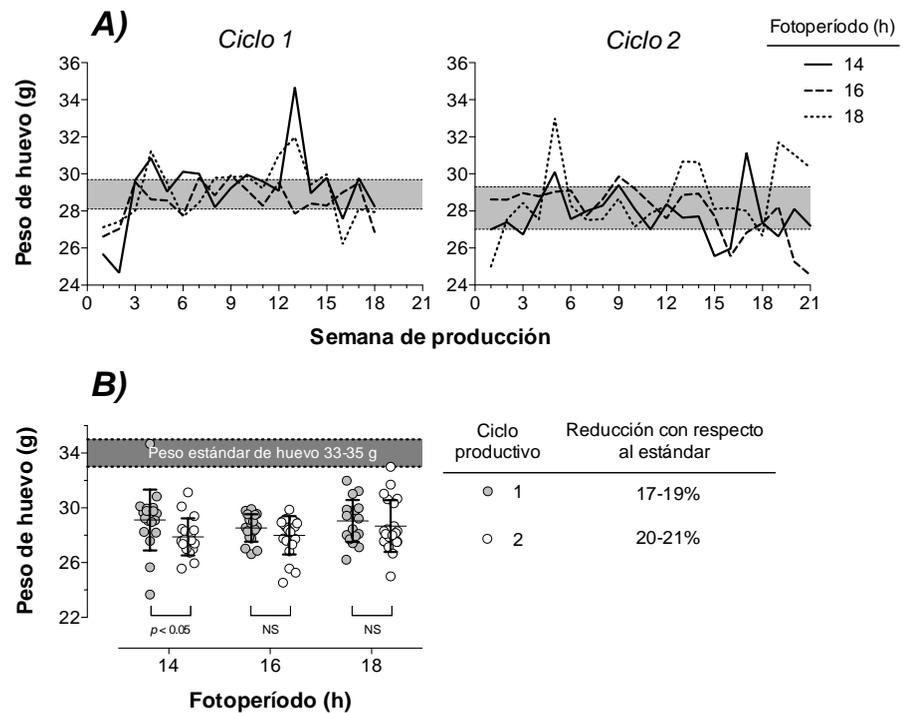
Parámetro productivo	Ciclo productivo	
	Primero	Segundo
<b>14 h</b>		
Pico de postura (s)	7.7	7.1
Rendimiento máximo (h/s)	16.2	17.8
Persistencia (%)	5.0	4.7
<b>16 h</b>		
Pico de postura (s)	4.9	5.7
Rendimiento máximo (h/s)	17.7	25.3
Persistencia (%)	3.8	4.2
<b>18 h</b>		
Pico de postura (s)	6.6	6.7
Rendimiento máximo (h/s)	19.3	23.2
Persistencia (%)	4.5	4.7

**Figura 7.** A) Comparación de las curvas de postura en faisán de collar ajustadas mediante la función gamma incompleta y B) parámetros productivos obtenidos de la predicción.



**Figura 8.** A) Comportamiento del promedio ( $\pm$  EE) del porcentaje de postura (duración en semanas) por fotoperiodo de faisán de collar durante el primer y segundo ciclo de producción (*panel* izquierdo y derecho, respectivamente) y B) Efecto del fotoperiodo de 14, 16 y 18 h sobre el promedio ( $\pm$  EE) del porcentaje de postura de huevo de faisán de collar durante el primer y segundo ciclo de producción (18 y 21 semanas de duración, respectivamente; *panel* inferior) <sup>a,b</sup> Literales distintas entre columnas indican diferencias significativas al nivel de  $p < 0.05$ . NS = no significativo.

En la **Figura 9** se presenta el comportamiento semanal de PH durante ambos ciclo de producción. A lo largo del primer ciclo el PH presentó menor variabilidad a juzgar por los valores promedio que, en general, se ubicaron dentro del intervalo de confianza señalado con la zona sombreada de la gráfica. Por el contrario, durante el segundo ciclo se observó una disminución de PH acompañada de un incremento en la variabilidad del peso a lo largo de las semanas de producción. Lo anterior ocurrió para los tres grupos y se observa mediante el incremento de los intervalos de confianza graficados (Fig 9A). Por otra parte, al comparar el efecto de los 3 fotoperiodos sobre el PH promedio, el grupo de 14 h presentó una disminución del peso durante el segundo ciclo (Fig 9B, *panel izquierdo*;  $p < 0.05$ ). Finalmente, al comparar el promedio del PH obtenido durante todo el ciclo productivo con respecto al valor promedio reportado en la literatura (33 y 35 g por huevo (zona sombreada), se encontró en todos los casos el PH disminuido de forma consistente (Fig 9B;  $p < 0.05$ ).

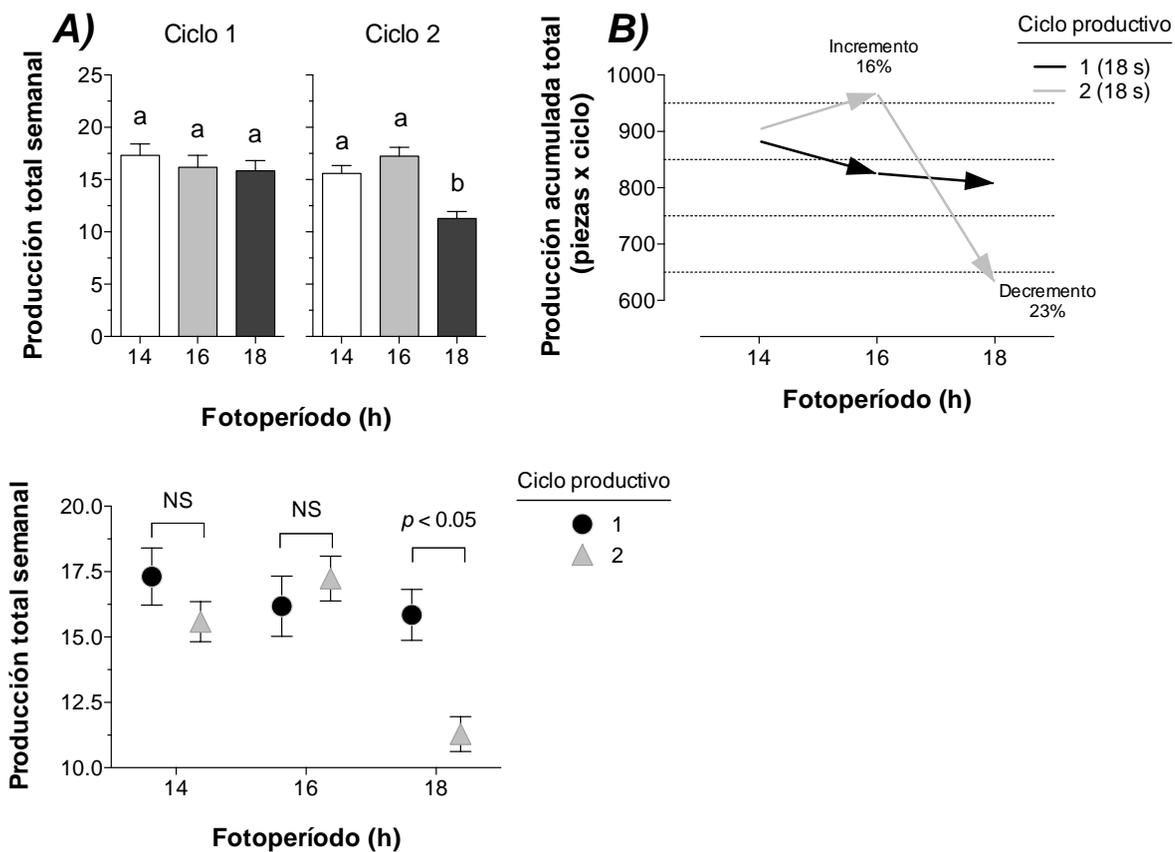


**Figura 9.** A) Comportamiento del promedio ( $\pm$  EE) del peso de huevo de faisán de collar durante el primer y segundo ciclo de producción (*panel izquierdo y derecho*, respectivamente) y B) comparación del efecto del ciclo y del fotoperíodo (14, 16 y 18 h) en el peso del huevo promedio (*panel izquierdo*), comparado con el peso de huevo ideal reportado en la literatura (*panel derecho*).

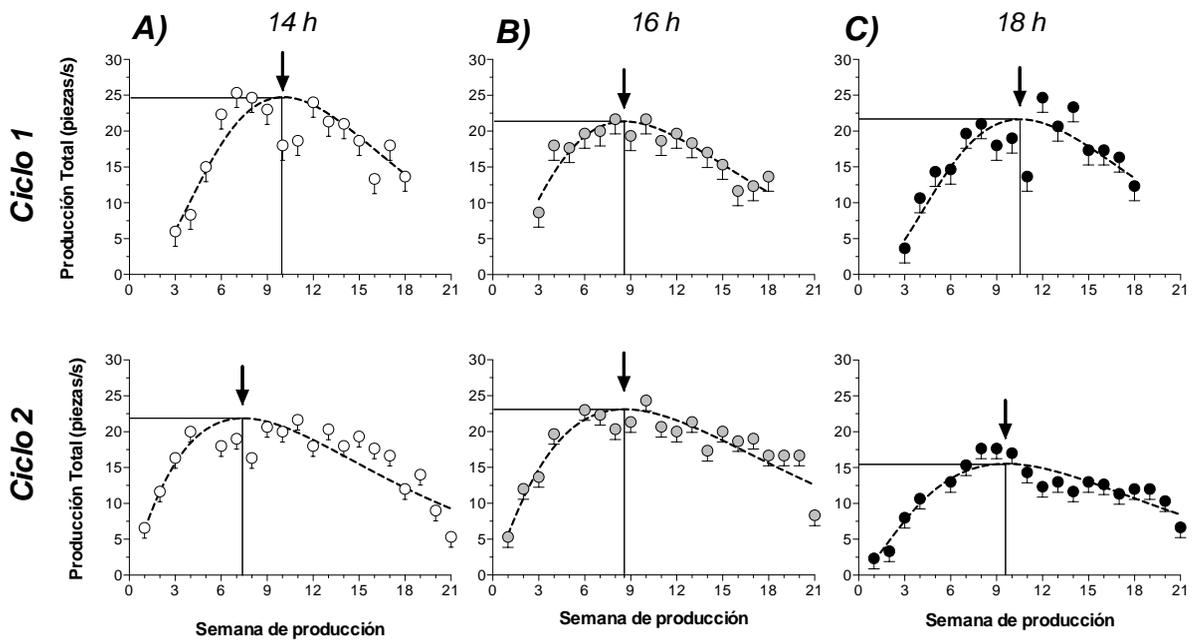
## 5. RESULTADOS DEL EXPERIMENTO 2: Efecto del fotoperiodo en la producción total (PT), huevos por hembra (HH), masa de huevo (MH), porcentaje de postura (PP), y peso de huevo (PH) de la perdiz chukar.

El efecto del fotoperiodo sobre la PT semanal en perdiz chukar durante el primer y segundo ciclo de producción se muestra en la **Figura 10**. Durante el primer ciclo los grupos tratados produjeron una cantidad similar de huevos (Fig 10A, *panel* superior izquierdo;  $p > 0.05$ ). En contraste, durante el segundo ciclo productivo se incrementó ( $p < 0.05$ ) de manera similar el número de huevos totales bajo los fotoperiodos de 14 y 16 h (Fig 10A, *panel* superior derecho). Además, al comparar el efecto del fotoperiodo en dos ciclos productivos consecutivos, se encontró una producción similar de huevo bajo 14 y 16 h ( $p > 0.05$ ), en contraste con el fotoperiodo de 18 h en el cual se redujo la PT durante el segundo ciclo de postura (Fig 10A, *panel* inferior;  $p < 0.05$ ). Finalmente para comparar la respuesta de la producción total acumulada con respecto al fotoperiodo, se graficó la producción total de huevo durante cada ciclo productivo (ajustado a 18 semanas). Durante el primer ciclo la producción total acumulada se redujo con el correspondiente aumento del fotoperiodo, mientras que en el siguiente ciclo no se conservaron dichas tendencias. Únicamente el fotoperiodo de 16 h mostró un incremento en la producción (16%) al pasar del primer al segundo ciclo productivo (Fig 10B).

Por otra parte, para determinar el comportamiento de la PT semanal en los fotoperiodos se graficó la producción de huevo semanal a lo largo de cada ciclo. Los resultados se presentan en la **Figura 11**. Adicionalmente se presenta el ajuste de los datos observados mediante una función gamma incompleta para predecir la curva de postura correspondiente a cada fotoperiodo. En general, las posturas inician con valores bajos durante la primera semana, los cuales se van incrementando hasta alcanzar el pico de producción antes de la onceava semana, seguido de un descenso en la producción.



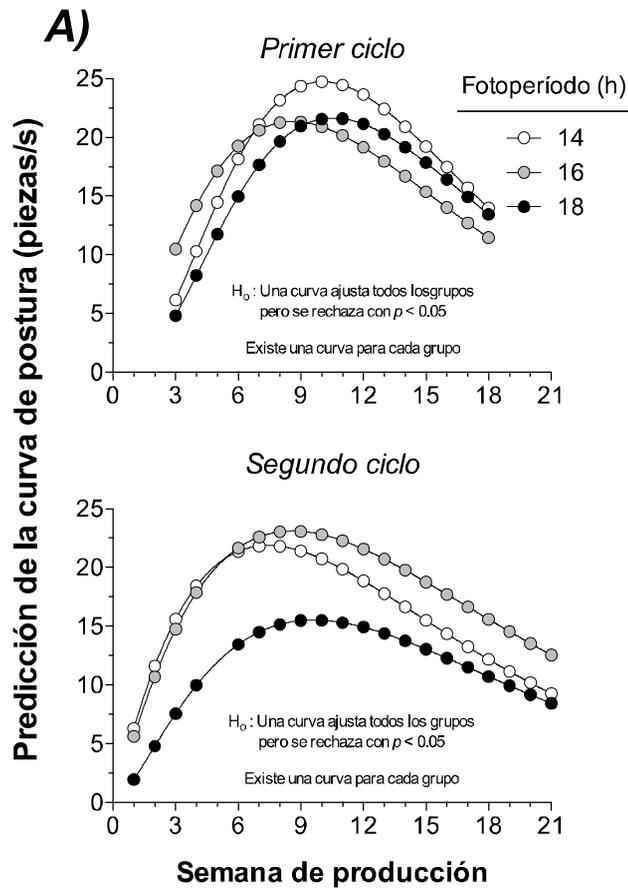
**Figura 10.** A) Efecto del fotoperíodo de 14, 16 y 18 h sobre el promedio ( $\pm$  EE) de la producción total de huevo de perdiz chukar durante el primer y segundo ciclo de producción (18 y 21 semanas de duración, respectivamente; *panel* superior) y comparación del efecto del ciclo de producción en cada fotoperíodo (*panel* inferior). B) Gráficas antes-después del cambio de la producción acumulada total a lo largo de cada ciclo de producción. Los porcentajes se refieren al cambio en la producción al concluir el segundo ciclo. <sup>a,b</sup> Literales distintas entre columnas indican diferencias significativas al nivel de  $p < 0.05$ . NS = no significativo. Nota: Al presentar un comportamiento similar las variables HH y MH, sólo se esquematizó la PT, como ejemplo del patrón observado.



**Figura 11.** Comportamiento de la producción semanal de huevo de perdiz chukar en fotoperiodos de 14 (A), 16 (B) y 18 h (C) en el primer y segundo ciclo consecutivo de producción (*panel* superior e inferior, respectivamente). Los puntos graficados representan el promedio ( $\pm$  EE) de la producción total semanal. Nota: la línea quebrada muestra la predicción de la curva de postura obtenida mediante el ajuste de los datos observados con la función gamma incompleta. Nótese que bajo 14 y 16 h se adelantó el pico de producción.

Para demostrar los cambios que ocurren en la dinámica de postura de huevo durante ambos ciclos de producción, en la **Figura 12 (panel A)** se presenta una comparación de los parámetros productivos obtenidos mediante la predicción de las curvas de postura. Para cada fotoperiodo se encontró una curva de postura con características particulares (Cuadro comparativo de la gamma incompleta), lo que sugiere que la dinámica de postura es diferente al aplicar distintos fotoperiodos. Con respecto a la producción, durante el primer y segundo ciclo se adelantó el pico de postura bajo los fotoperiodos de 14 y 16 h, mostrando ambos fotoperiodos durante el segundo ciclo productivo mayores rendimientos productivos respecto a 18 h. No obstante, a pesar de las diferencias mencionadas, en ambos ciclos después del pico de postura el descenso de la producción es similar en los 3 grupos de fotoperiodo.

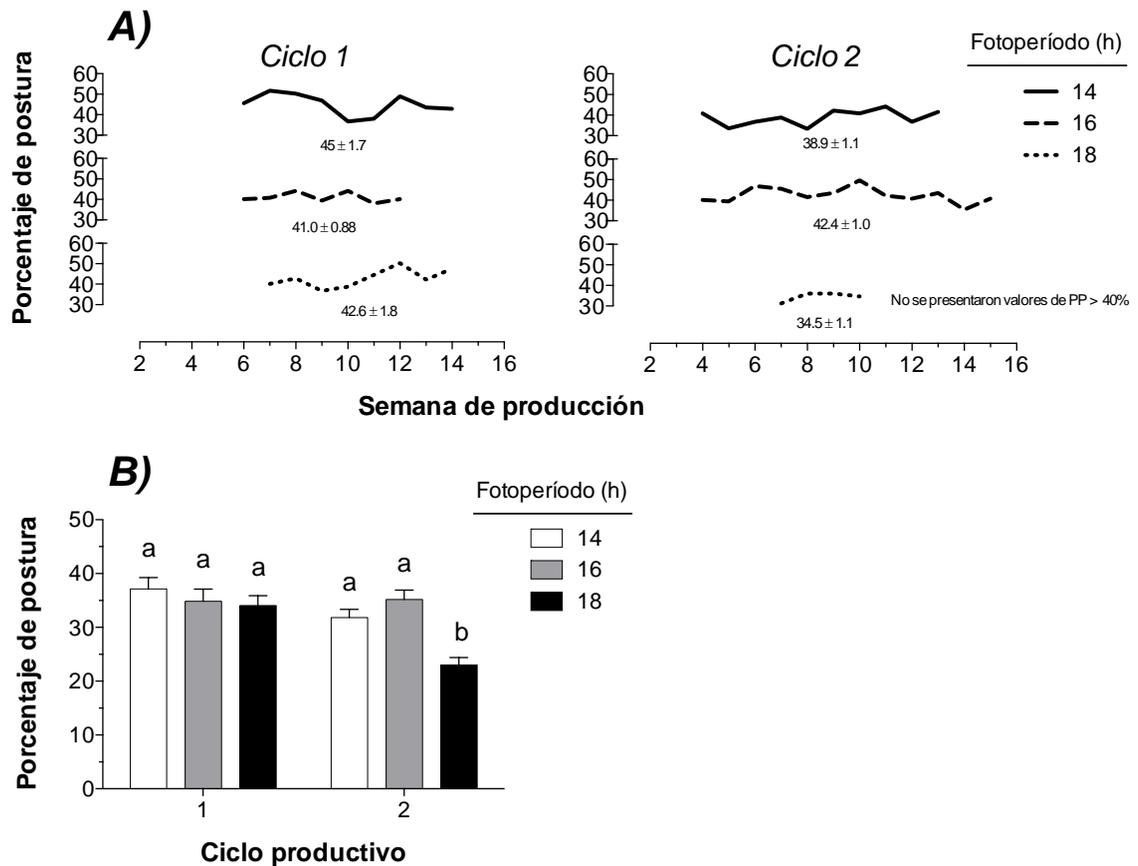
Para determinar el efecto del fotoperiodo sobre el PP en ambos ciclos se graficaron los periodos semanales en los cuales se obtuvieron valores de postura de entre 30 y 50%. Durante el primer ciclo los 3 fotoperiodos presentaron PP por encima del 40% alrededor de la sexta semana de producción. No obstante, la duración de valores altos de PP se prolongaron únicamente para el grupo estimulado con 14 h (**Figura 13A, panel izquierdo**). En contraste, durante el segundo ciclo los fotoperiodos de 14 y 18 h mostraron valores de PP disminuidos desde la cuarta semana (abajo del 40%), alargándose únicamente para el grupo de 16 h (Fig 13A, *panel derecho*). Por último al comparar los 3 fotoperiodos en ambos ciclos de postura, se obtuvo mayor PP para 14 y 16 h en el primer y segundo ciclo, respectivamente (Fig 13B, *panel inferior*;  $p < 0.05$ ).



**B)**

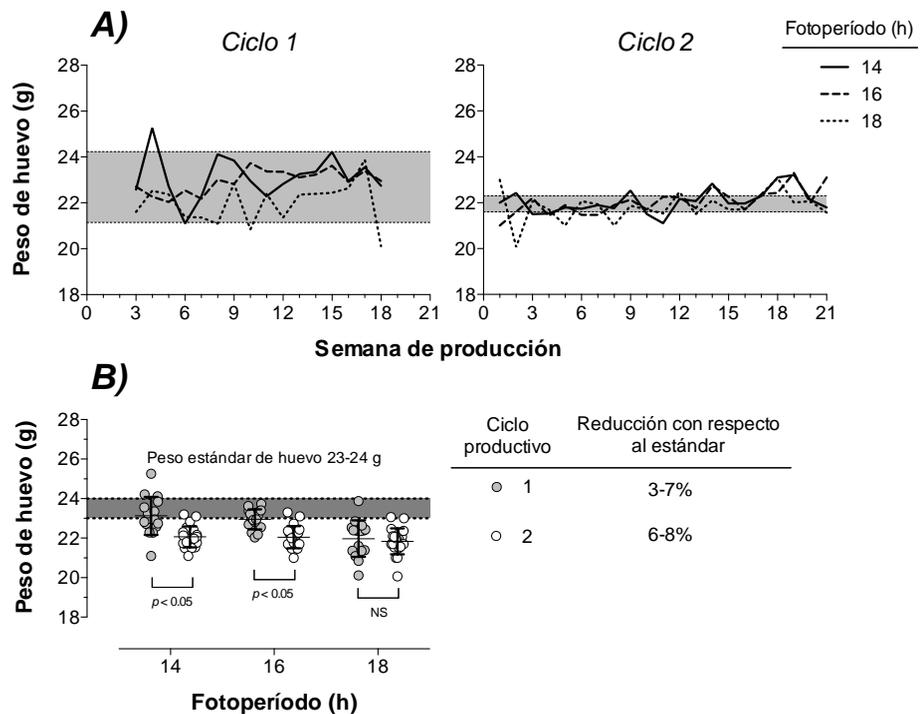
Parámetro productivo	Ciclo productivo	
	Primero	Segundo
<b>14 h</b>		
Pico de postura (s)	9.9	7.4
Rendimiento máximo (h/s)	23.8	21.8
Persistencia (%)	6.1	4.7
<b>16 h</b>		
Pico de postura (s)	8.6	8.6
Rendimiento máximo (h/s)	21.3	23.1
Persistencia (%)	5.3	5.0
<b>18 h</b>		
Pico de postura (s)	10.5	9.6
Rendimiento máximo (h/s)	21.6	15.5
Persistencia (%)	6.3	5.5

**Figura 12.** A) Comparación de las curvas de postura de perdiz chukar ajustadas mediante la función gamma incompleta y B) parámetros productivos obtenidos de la predicción.



**Figura 13.** A) Comportamiento del promedio ( $\pm$  EE) del porcentaje de postura (duración en semanas) por fotoperíodo de perdiz chukar durante el primer y segundo ciclo de producción (*panel* izquierdo y derecho, respectivamente) y B) Efecto del fotoperíodo de 14, 16 y 18 h sobre el promedio ( $\pm$  EE) del porcentaje de postura de huevo de perdiz chukar durante el primer y segundo ciclo de producción (18 y 21 semanas de duración, respectivamente; *panel* inferior) <sup>a,b</sup> Literales distintas entre columnas indican diferencias significativas al nivel de  $p < 0.05$ . NS = no significativo.

En la **Figura 14** se presenta el comportamiento semanal de PH durante ambos ciclo de producción. A lo largo del primer ciclo el PH presentó mayor variabilidad a juzgar por los valores promedio que, en general, se ubicaron dentro del intervalo de confianza señalado con la zona sombreada de la gráfica. Por el contrario, durante el segundo ciclo se observó una disminución de PH acompañada de una menor variabilidad del peso a lo largo de las semanas de producción. Lo anterior ocurrió para los tres grupos y se observa mediante el incremento de los intervalos de confianza graficados (Fig 14A). Por otra parte, al comparar el efecto de los 3 fotoperiodos sobre el PH promedio, los grupos de 14 y 16 h presentaron una disminución del peso durante el segundo ciclo (Fig 14B, *panel* izquierdo;  $p < 0.05$ ). Finalmente, al comparar el promedio del PH obtenido durante todo el ciclo productivo con respecto al valor promedio reportado en la literatura (23 y 24 g por huevo (zona sombreada), se encontró en todos los casos el PH disminuido ligeramente (Fig 14B;  $p < 0.05$ ).



**Figura 14.** A) Comportamiento del promedio ( $\pm$  EE) del peso de huevo de perdiz chukar durante el primer y segundo ciclo de producción (*panel* izquierdo y derecho, respectivamente) y B) comparación del efecto del ciclo y del fotoperiodo (14, 16 y 18 h) en el peso del huevo promedio (*panel* izquierdo), comparado con el peso de huevo ideal reportado en la literatura (*panel* derecho).

La Relación Hembra-Macho (RHM) utilizada en ambos ciclos productivos, fue diferente. Durante el primer ciclo de postura, se utilizó una proporción de 3 machos con 7 hembras (un macho por cada 2.33 hembras, con un total de 10 aves por corral); mientras que en el segundo ciclo fue una proporción 2 machos con 6 hembras (un macho por cada 3 hembras, con un total de 8 aves por corral). Al compararlos con la **Figura 10A** (*panel* superior izquierdo), se observa que la RHM en el primer ciclo tuvo mejores rendimientos productivos en los 3 fotoperiodos comparado con el segundo ciclo, mostrando que a mayor número de aves (mayor proporción de machos por hembra), mejoró las variables productivas evaluadas (datos no mostrados).

## 6. DISCUSIÓN

La presencia del fotoperiodo en los ciclos de postura de faisanes y perdices, modificó su comportamiento productivo, así como al tamaño y número de huevos obtenidos dependiendo del ciclo de postura y de la cantidad de horas-luz (h) dadas.

En términos generales, en ambas especies se observó que bajo el fotoperiodo de 16 h mostró el mayor rendimiento productivo, anticipando el periodo de producción comparado con el fotoperiodo de 14 h. En contraste, bajo el fotoperiodo máximo de 18 h mostró un efecto negativo al disminuir todas las variables productivas durante el segundo ciclo de postura. Estas deducciones son similares a los resultados obtenidos por Romboli *et al.* (1996), Tepeli *et al.* (2002), Aysöndü y Özbey (2008) bajo el incremento constante de fotoperiodo (15 y 16 h), y para Slauch *et al.* (1992), Cetín (2002), Kiriki *et al.* (2003) y Yilmas y Tepeli (2009) bajo incremento gradual de fotoperiodo (desde las 11.5 h hasta llegar a las 14 o 16 h). Estos autores mencionan que bajo fotoperiodo máximo de 16 h indujeron a las aves a una postura temprana, alcanzando rápidamente el pico de producción con mayor número de huevos totales pero de bajo peso. Este efecto ocurrió en el reciente experimento al comparar el peso del huevo con los pesos sugeridos en la literatura (Blake *et al.*, 1987; Office, 1994; Manetti, 1995; Tesky, 1995; Gorrachategui, 1996; Cetín *et al.*,

1997; Gómez de Silva *et al.*, 2005a,b; Quintana, 2011), denotando una disminución del peso de huevo en ambas especies.

Se sugiere que la obtención de mayor número de huevos pero de bajo peso está ligada con el aumento de luz (al largar la duración del día) dado al inicio del ciclo de postura, el cual ayudó a adelantar la madurez sexual e incrementar la secreción de hormonas gonadotópicas, las cuales activaron al desarrollo del oviducto y su funcionalidad (teniendo una maduración folicular acelerada). Lo anterior tuvo el efecto de prolongar las “series de puesta”, teniendo como resultado una reducción en los descansos (pausas) entre intervalos de puesta, logrando oviposiciones anticipadas. De esta manera, el tiempo de permanencia del huevo en el oviducto se acortó, acelerando su formación dentro del magnum y útero, promoviendo a una disminución en la tasa de deposición de albúmina depositada en el huevo, la cual generó un decremento del peso y tamaño del mismo (Blake *et al.*, 1987; Slauch *et al.*, 1988; Nicholls *et al.*, 1988; Sharp *et al.*, 1992; Sharp, 1993; Yang y Kim, 1993, Romboli *et al.*, 1996; Lewis *et al.*, 2003; Ciccone *et al.*, 2005; Lewis *et al.*, 2007; Yilmaz y Tepeli, 2009; Castelló, 2010; Quintana, 2011). De esta manera, es que en el actual experimento se obtuvo un alto índice de puesta desde las primeras semanas de producción, pero esto conllevó a que el huevo fuera de menor peso.

En contraste, los resultados obtenidos del presente proyecto difieren de Woodard *et al.* (1980) bajo 8 h constantes, Woodard y Snyder (1978), Mashaly *et al.* (1983) y Woodard *et al.* (1986) bajo periodos alternos de luz no estimuladora (LNE, 8L:16D) y luz estimuladora (16L:8D); mientras que para Blake *et al.* (1987) obtuvieron mejores rendimientos productivos bajo programas de luz ahemeral, y Yang y Kim (1993), Ipek y Yilmaz-Dikmen (2006) y Krystianiak *et al.* (2007) bajo el incremento de luz natural. Se identificó que las diferencias observadas en los estudios fueron debidas a la edad de las aves al iniciar la postura, y por el efecto propio del programa de luz que les generó las diferencias obtenidas en la producción de huevo.

En condiciones naturales, a medida que las hembras envejecen la maduración folicular se va retrasando, debido a la disminución en la secreción de hormonas LH, FSH y progesterona, generando series de posturas acortadas con una menor cantidad de folículos grandes, las cuales conllevan a la obtención de menor número de huevos de mayor tamaño y peso, pero de baja calidad (generando cascarones delgados y huevos más porosos) debido a la mayor permanencia en el oviducto de la hembra, ya que está determinado por la tasa de deposición de calcio durante su formación (Tserweni-Gousi y Yannakopoulos, 1990; Roland y Bryant, 2001; Roberts, 2004; Quintana, 2011). Debido a lo anterior, para evitar modificar la producción y peso de huevo en el ciclo productivo, es fundamental tener un buen manejo (selección) de las reproductoras según la edad, monitoreando la duración de las series de postura para modular el porcentaje de madurez folicular y establecer el promedio de producción de huevo que se desea obtener. Asimismo, se recomienda introducir aves del hábitat natural o de otra localidad a la parvada existente, ya que es crucial para mantener una productividad alta, y conservar buena estabilidad genética para las siguientes generaciones (evitando la endogamia) (Woodard y Snyder, 1978; Woodard *et al.*, 1980; Woodard *et al.*, 1982; Mashaly *et al.*, 1983; Slauch *et al.*, 1988; Slauch *et al.*, 1992; Machado, 1992; Morales *et al.*, 1998; Sharma *et al.*, 1998; Tepeli, 2002; De la Cruz *et al.*, 2006; Krystianiak *et al.*, 2007; García *et al.*, 2008; Aysöndü y Özbey, 2008; Yilmas y Tepeli, 2009).

En el actual experimento se utilizaron las mismas aves en ambos ciclos, con edades entre 1 ½ a 2 años para evitar cambios en la duración y formación del huevo. A pesar de que no se realizó ninguna selección de las hembras según sus periodos de puesta, durante el segundo ciclo de postura (al cumplir las aves un año más de vida) se hizo evidente que al haber obtenido mayor cantidad de huevos, el peso del mismo disminuyera en ambas especies, resultando lo contrario a lo sugerido en la literatura, mostrando que los cambios observados fueron debidas a los fotoperiodos más que la edad del ave. Lo anterior sugiere que las hembras mantuvieron series de puesta alargadas y menor número de pausas entre series, originando una mayor producción de huevo y una duración extendida del ciclo de postura (Tserweni-Gousi y Yannakopoulos, 1990; Roland y Bryant, 2001; Quintana, 2011). Un

efecto similar ocurre bajo programas ahemeral de 26 horas, los cuales ayudan a sincronizar la postura, obteniendo buena producción de huevo pero de menor peso, debido a la menor permanencia del huevo en el oviducto (Shanawany, 1982; Blake *et al.*, 1987). Este efecto fue similar a lo observado por Romboli *et al.* (1996) y Tepeli *et al.* (2002) bajo incremento constante de fotoperiodo.

En virtud de lo señalado anteriormente es que se debe tener cuidado con la cantidad de horas-luz y la duración de la misma al ciclar a las aves a la postura, ya que se ha observado que en las aves el exceso de luz les ocasiona un estado de fotorrefractoriedad, en la cual las aves no responden de manera positiva al estímulo de luz, teniendo como consecuencia una postura prematura que acorta el periodo productivo, disminuyendo el número de huevos al final del ciclo debido al agotamiento físico y hormonal que les genera (German, 1999; Dawson y Sharp, 2007; Castello, 2010). Lo anterior coincide con Morris *et al.* (1964), Smith y Leclecq (1990) y Kirikçi *et al.* (2003) quienes mencionan que si se incrementa el fotoperiodo arriba de las 16 h constantes, afecta reduciendo la producción de huevo al disminuir los niveles hormonales de ambos sexos y como resultado atrofie sus gónadas. De igual manera, este efecto fue similar a lo encontrado por Woodard *et al.* (1980) y Woodard *et al.* (1986) bajo el fotoperiodo de máxima duración de horas luz, observando una puesta limitada, inconsistente y muy variable que lo atribuyen a que las aves fueron refractarias al exceso de luz.

A pesar de que en el reciente experimento no se midieron los niveles hormonales para determinar si las aves presentaron algún grado de fotorrefracción debido al incremento de luz, se cree que bajo 18 h afectó negativamente la producción de huevo, ya que se encontró en ambas especies los valores productivos más bajos durante el segundo ciclo de postura. Debido a lo anterior, se recomienda que los aumentos del fotoperiodo independientemente del tipo de programa de luz y la forma en cómo se les brinde (si de manera constante o gradual) se den entre las 12 y 16 h como máximo, ya que han resultado ser positivas para la producción y peso de los huevos en ambas especies.

Tyler *et al.* (2011) recomiendan mantener a las aves con un mínimo fotoperiodo estimulador para contrarrestar los efectos del desarrollo de fotorrefracción en las reproductoras, así como disminuir la duración del día mediante un preacondicionamiento en las aves con luz no estimuladora (8L:16D) antes de darles el fotoperiodo para evitar adelantar la madurez sexual y generar posturas precoces que acorten los ciclos (Woodard y Snyder, 1978; Woodard *et al.*, 1980; Pereira *et al.*, 1983; Mashaly *et al.*, 1983; Woodard *et al.*, 1986; Blake *et al.*, 1987; Slauch *et al.*, 1988; Slauch *et al.*, 1992; Tepeli *et al.*, 2002; Cetín, 2002; Kirikçi *et al.*, 2003; Aysöndü y Özbey, 2008; Yilmas y Tepeli, 2009).

Por otro lado, en el reciente estudio, se utilizaron diferentes proporciones de aves en perdices, y se observó que durante el primer ciclo de postura con mayor número de machos, mejoró la producción de huevo. Existen reportes los cuales mencionan que la cantidad y proporción de aves alojadas por corral repercuten en el número de huevos fértiles por hembra, incrementándolo cuando cada macho tiene menor número de hembras a su cargo (Cetín, 2002). Sin embargo, en el reciente experimento se observó mayores riñas entre los machos cuando el número de éstos incrementó, que durante el segundo ciclo (primer ciclo de 3 machos con 7 hembras (proporción de 0.42 machos por hembra), y en el segundo 2 machos con 6 hembras (proporción de 0.33 machos por hembra). Este tipo de agresiones y territorialidad han sido reportados en otros trabajos bajo confinamientos intensivos en perdices y otras aves silvestres (Lambrechts *et al.*, 2004; Yilmas y Tepeli, 2009). Es posible que el mayor número de machos por corral motivara mejor a las hembras para reproducirse, asimismo fomentando una mayor oportunidad de apareamiento de las mismas, aunque se generaran mayores riñas entre ellos.

Se reporta que la proporción de 1 macho con 2 a 4 hembras (entre 0.33 a 0.25 machos/hembra) bajo fotoperiodo máximo de 14-16 h es la condición ideal para aumentar la cantidad de huevos y su fertilidad, como ocurrió en el reciente experimento (Cetín, 2002; Kirikçi *et al.*, 2003; Aysöndü y Özbey, 2008; Yilmas y Tepeli, 2009).

## **7. CONCLUSION GENERAL**

El estímulo de fotoperiodo hasta 16 h en faisanes y perdices ayuda a incrementar la producción de huevo.

No se encontró beneficio en los rendimientos productivos bajo el máximo fotoperiodo de 18 h en ambas especies durante el segundo ciclo de postura.

El peso del huevo disminuyó según lo reportado por la literatura, debido al efecto producido por los fotoperiodos.

Durante el primer ciclo de postura (con mayor densidad de aves por corral en perdices), se obtuvo mayor producción y mejor peso de huevo.

El segundo ciclo de postura se alargó con 3 semanas más tanto en faisanes como en perdices.

## **8. RECOMENDACIONES**

Al no contar con un conocimiento preciso sobre los enfoques más apropiados de manejo y adaptación al cautiverio en faisanes y perdices, se recomienda que los estímulos de fotoperiodo sean como mínimo 14 h y máximo 16 h utilizando aves de entre 1 y 2 años de edad (cuando se dan los máximos rendimientos productivos) para evitar cambios en la duración de series de postura.

Si las aves se van a ciclar por más de 2 años es recomendable mantener el 50% de la parvada del primer año (ciclo) de postura con la finalidad de incrementar la producción de huevos y su fertilidad al sustituir a las aves agotadas o de mayor edad.

Cuando se vayan a ciclar las aves por primera vez a la postura, es fundamental preacondicionarlas por medio de luz no estimuladora (LNE, 8L:16D) un par de semanas antes de proporcionarles luz estimuladora (fotoperiodo) constante (LE, 16L:8D), y al llegar al pico máximo de producción, disminuir el fotoperiodo a 14 h hasta terminar el ciclo de postura con la finalidad de arrancar el primer ciclo de postura con buenos rendimientos y buen peso del huevo, evitando el agotamiento de las aves que puedan generar ciclos productivos acortados. Asimismo para evitar que las aves entren en un estado de fotorrefractoriedad que les genere una caída abrupta de producción de huevo, se sugiere iniciar con fotoperiodo constante de hasta 16 h, y después de llegar al pico de producción, disminuir la duración del día (utilizando 14 h) hasta terminar su ciclo.

Dado que se ha visto que los machos responden al estímulo de la luz más lento que las hembras, se recomienda estimularlos antes de iniciar el ciclo de postura bajo 12 h-l/día 2 semanas antes que las hembras para que ambos sexos alcancen la madurez sexual al mismo tiempo, y se tenga mayor número de huevos fértiles por más de una temporada reproductiva.

Finalmente, se subraya la importancia de utilizar un grupo control sin fotoperiodo para poder compararlo con los grupos bajo tratamiento, y así fijar un régimen de fotoperiodo adecuado en estas aves con el propósito de poder ciclar a las aves por más de 2 ocasiones, antes de renovar a las aves más viejas por jóvenes y mantener una alta productividad durante todo el año, con un buen ritmo de postura que sea constante como se observó en el actual experimento.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Abbasi H, Tahmoorespour M, Nassiri MR, Ghovvati S. Analysis of Genetic Diversity of Chukar Partridge (*Alectoris chukar*) Populations in Khorsasan-e-Razavi Province of Iran by RAPD-PCR. *Biochemic Genetic* 2010; 48:954–961.
2. Agustín ML. La Perdiz Roja. Gestión del Hábitat. Jornadas Técnicas. Fundación “La caixa”. España: AEDOS, 1992.
3. Anderson BC. Habitat use and nesting ecology of ring-necked pheasant (*Phasianus colchicus*) on a landscape dominated by agriculture in lower Austria. B.B.A. the University of Georgia. Athens: Georgia, 2002.
4. Aysöndü MH, Özbey O. The Effect of Different Housing on Egg Productivity and Hatchability in Rock Partridges. *Eylül* 2008; 22(5):267-271.
5. Bahr JM, Johnson AL. Regulation of the follicular hierarchy and ovulation. *Journal Experimental Zoology* 1984; 232:495-500.
6. Bell DD, Weaver DW, North MO. Commercial chicken meat and egg production. 5<sup>th</sup> ed. Massachusetts, USA: Kluwer Academic Publishers, 2002.
7. Blake AG, Balander R, Flegal CJ, Ringer RK. Ahemeral light-dark cycles and egg production parameters of Ring-Necked pheasants in confident housing (*Phasianus colchicus*). *Poultry Science* 1987; 66:258-63.
8. Buxadé CC. Zootecnia. Bases de la producción animal. Avicultura clásica y complementaria. Tomo V. Madrid: Mundi Prensa, 1995.

9. Cabezas-Díaz S, Virgós E, Villafuerte R. Reproductive performance changes with age and laying experience in the Red-legged Partridge *Alectoris rufa*. *British Ornithologists' Union* 2005; *Ibis*. 147:316-323.
10. Ciccone NA, Sharp PJ, Wilson PW, Dunn IC. Changes in reproductive neuroendocrine mRNA's with decreasing ovarian function in ageing hens. *General and Comparative Endocrinology* 2005; 121:316-324.
11. Castelló LJA. Producción de Huevos. Real Escuela de Avicultura. Biblioteca de Avicultura. Barcelona, España: 2010: 575 páginas.
12. Cepero BR. Avicultura Alternativa ¿Retorno al pasado, o un camino al futuro?. *Selecciones Avícolas* [Online] 2009 ENE [citado 2013 Enero 28]; 51(1):73-79. Disponible en: <http://www2.avicultura.com/sa/avicultura-alternativa-Cepero-SA20090101-071-080.pdf>
13. Cetín O. Egg production and some hatchability characteristics of Rock Partridges (*Alectoris graeca*) mated at different rates. *Turk Journal of Veterinary Animal Science* 2002; 26:1009-1011.
14. Craig WB, William WM. Yolk Cholesterol in Eggs from Various Avian Species. *Poultry Science* 1978; 57(5):1260-1265.
15. Cunningham FJ, Wilson SC, Knight PG, Gladweel RT. Chicken ovulatory cycle. *The Journal of Experimental Zoology* 1984; 232:485-494.
16. Dawson A, Sharp PJ. Photorefractoriness in birds- photoperiodic and non-photoperiodic control. *General and Comparative Endocrinology* 2007; 153:378-384.

17. Dawson A, King VM, Bentley GE, Ball GF. Photoperiodic Control of Seasonality in Birds. *Journal of Biological Rhythms* [Online] 2001 [citado 2013 Enero 28] 16(4):365-380. Disponible en: <http://jbr.sagepub.com/content/16/4/365.full.abstract>
18. Del Hoyo J, Elliot A, Sargatal J. Handbook of the birds of the world. New World vultures to guineafowl. Vol. 2. Barcelona, España: Lynx Ediciones, 1994.
19. De la Cruz SC, Wijtten P, Lemme A, VanWichen J, Sparla J, Langhout D. Increasing balanced protein intake improved laying hen performance independent of energy intake. *Boletín Degussa, Facts and Figures. Poultry* 2006:1557.
20. Ehrlich PR, Dobkin DS, Wheye D. The birder's handbook: A Field Guide to the Natural History of North American Birds. Nueva York, EUA: Simon & Schuster Inc., 1988.
21. El Halawani ME, Kang SW, Leclerc B, Kosonsiriluk S, Chaiseha Y. Dopamine-melatonin neurons in the avian hypothalamus and their role as photoperiodic clocks. *General and Comparative Endocrinology* 2009; 163:123-127.
22. Etches RJ. The ovulatory cycle in the hen. *Critical Reviews in poultry biology* 1990; 2:293-313.
23. Gaglianone MME, Arika J, Alves de Souza P, Alves de Souza HB, Barbos de Moraes VM, Vargas FC. Carcass income and chemical composition of the native partridge (*Rhynchotus rufescens* - Tinamiformes) meat. *Ciência Rural* 2006 jan-fev; 36(1):258-262.
24. García TR, Berrocal J, Moreno L, Ferrón G. Factores que afectan a la producción de huevos en Andalucía. Consorcio "Centro de Investigación y Formación en

Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural” (CIFAED). Dirección General de la Producción Ecológica, Consejería de Agricultura y Pesca. Santa Fe, Granada: 2008.

25. German, G. Hormonas y reproducción en aves: La influencia de factores ambientales y sociales. Bogota, Colombia. Revista Latinoamericana de Psicología 1999; 31 (001): 151-174.
26. Gómez de Silva H, Oliveras de Ita A, Medellín RA (a). *Phasianus colchicus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México, D.F: 2005.
27. Gómez de Silva H, Oliveras de Ita A y Medellín RA (b). *Alectoris chukar*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB -CONABIO. Proyecto U020. México. D.F: 2005.
28. Gorrachategui GM. Alimentación de aves alternativas: codornices, faisanes y perdices. XII Curso de especialización FEDNA; 1996 Noviembre 7-8; Madrid: Ibérica de nutrición animal. Disponible en: [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Alimentaci%C3%B3n\\_de\\_Aves\\_Alternativas.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Alimentaci%C3%B3n_de_Aves_Alternativas.pdf)
29. Gutiérrez G. Hormonas y reproducción en aves: La influencia de factores ambientales y sociales. Revista Latinoamericana de Psicología [Online] 1999 [citado 2013 Enero 28]; 1(1): 151-174. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80531109>
30. Hevia ML, Quiles A. Influencia de la Luz sobre el comportamiento de las aves. Depto. de Producción Animal, Fac. de Veterinaria, Univ. de Murcia: Murcia, 2005.

31. Hulet MR, Kime LF, Harper JK. Agricultural Alternatives. Pheasant Production. Department of Agriculture. The Commonwealth of Pennsylvania, and the U.S: The Pennsylvania State University, 2004.
32. Ipek A, Karabulut A, Yilmaz-Dikmen B. The Effect of Egg Laying Period on Artificial Incubation of Pheasants (*P. colchicus*). [Online] 2006 [citado 2013 Enero 29] Poultry Conference:10-14. Disponible en: <http://www.cabi.org/animalscience/Uploads/File/AnimalScience/additionalFiles/WPSAVerona/10174.pdf>
33. Johnson PA, Johnson AL, Van Tienhoven A. Evidence for a positive feedback interaction between progesterone and luteinizing hormone in the induction of ovulation in the hen, *Gallus domesticus*. *General and Comparative Endocrinology* 1985; 58:478-485.
34. Johnson AL. The avian ovarian hierarchy: a balance between follicle differentiation and atresia. *Poultry and Avian Biology Reviews* 1996; 7:99-110.
35. Kekeocha CC. Poultry production handbook. London: Macmillan Publishers Ltd, 1985.
36. Kirby JD, Froman DP. Reproduction in the Male birds. 5<sup>th</sup> ed. Sturkie's Avian Physiology, Cap. 23, pág. 597: Academic Press, 2000.
37. Krawczyk Józefa. Quality of eggs from Polish native Greenleg Partridge chickens maintained in organic vs. backyard production systems. *Animal Science Papers and Reports* 2009; 27(3):277-235.

38. Kirikçi K, Cetin O, Günlü A, Tepeli C, Yilmaz A. Investigating of the possibility of second production in a year from rock partridges (*Alectoris graeca*) under intensive breeding. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 2003; 1(2):267-269.
39. Krystianiak S, Kontecka H, Nowaczewski S, Rosiński A. Laying Characteristics of One- and Two-year Old Pheasants (*Phasianus colchicus*, L.). *Folia biologica (Kraków)* 2007; 55:1-2.
40. Lambrechts H, Swart D, Cloete SWP, Greyling JPC, Van Schalkwyk SJ. The influence of stocking rate and male:female ratio on the production of breeding ostriches (*Struthio camelus* spp.) under commercial farming conditions. *South African Journal of Animal Science* 2004; 34(2):87-96.
41. Lera R. Programas de iluminación para la optimización económica de la puesta. *Jornadas Profesionales de Avicultura de Puesta*; 2005 Abril 27-29; Valladolid: Real Escuela de Avicultura.
42. Lewis PD, Gous RM, Ghebremariam W, Sharp PJ. Broiler breeders do not respond positively to photoperiodic increments given during the laying period. *British Poultry Science* 2007; 48:245–252.
43. Lewis PD, Ciacciariello M, Gous RM. Photorefractoriness in broiler breeders: Sexual maturity and egg production evidence. *British Poultry Science* 2003; 4:634–642.
44. Lewis PD, Backhouse D, Gous RM. Effect of photoperiods on the laying performance of broiler breeders allowed conventional or accelerated growth. *The Journal of Agricultural Science* 2005; 143(01):97-108.

45. Lewis P, Morris T. Poultry Lighting: the Theory and Practice. [Online] 2006 [citada 2013 Enero 28] ISBN 0-9552104-0-2. Disponible en: [http://llrc.mcast.edu.mt/digitalversion/Table\\_of\\_Contents\\_132389.pdf](http://llrc.mcast.edu.mt/digitalversion/Table_of_Contents_132389.pdf)
46. Machado C. Actualización de investigación reciente sobre los métodos para combatir los efectos del calor sobre el rendimiento y productividad del pollo de engorde, y su impacto económico sobre la producción. IV Congreso Nacional de Avicultura; 1992 Mayo 4-8; Caraballeda: (FENAVI), 1995: p 7.
47. Madero E. Cría de Faisanes. INTA Delta del Paraná, Buenos Aires: IDIA XXI, 2003.
48. Manetti O. Cría del Faisán. 2ª ed. España: Mandí-Prensa, 1996.
49. Marsico G, Vicenti A, Centoducati P, Zezza L. Capacidad productiva de los faisanes. Influencia del nivel proteico de los piensos para cebo y del sistema de cría. [Online] 1992-12 [citado 2013 Enero 29]; Mundo Ganadero (MG) Avicultura 64-69. Disponible en: [http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_MG%2FMG\\_1992\\_12\\_92\\_64\\_69.pdf](http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_MG%2FMG_1992_12_92_64_69.pdf)
50. Martínez FA, Rigonatto T, Ledesma S, Antonchuk LA, Frescina NH. Cátedra de Zoología y Recursos Faunísticos. Argentina: Facultad de Cs. Veterinarias, UNNE, 2005.
51. Martínez E. “Manejo y conservación de aves en el Parque Estatal Lázaro Cárdenas del Río Flor del Bosque”. Memorias del IX Congreso y XV Simposio Nacional de Ornitología; 2008; Puebla (Buap) Puebla. P. 18-24.

52. Mashaly MM, Kratzer KR, Keene OD. The effect of photoperiod on body weight and reproductive performance of Ringnecked pheasants. *Poultry Science* 1983; 62:2109-2113.
53. Mentzel RE, Sirera C, Moreno P, Argibay T, Orofino A, Fain Binda JC. Aspectos etológicos de gallinas ponedoras bajo diferentes sistemas productivos durante el período invernal. *Revista Argentina de Producción Animal*; 31/ Congreso Argentino de Producción Animal; 2008: 28(1): 237-302.
54. Morales BE, Alvarado LJ, Soto CD, Ávila GE, Wagner N. Efecto de la adición de diferentes niveles de DL-Metionina en dietas con sorgo con contenido alto y bajo en taninos, sobre el comportamiento productivo de gallinas de postura. *Revista Veterinaria México* 1998; 29(1):29-33.
55. Morris TR. Iluminación para ponedoras: lo que sabemos y lo que necesitamos saber. *World's Poultry Science Journal* 1964; 50:283-287.
56. Nakao N, Ono H, Yoshimura T. Thyroid hormones and seasonal reproductive neuroendocrine interactions. *Reproduction* 2008; 136:1-8.
57. Nath RK, Mark WN. Fractionated Egg Yolk Product. *Appl* 1976; 347:626.
58. Nicholls TJ, Goldsmith AR, Dawson A. Photorefractoriness in birds and comparison with mammals. *Physiological Reviews* 1988; 68:133-176.
59. Office National De La Chasse. Perdiz: la cría y explotación. 2ª ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1994.
60. Oluyemi JA, Roberts FA. Poultry production in warm wet climates. London: Macmillan Publishers, Ltd, 1979.

61. Palmer SS, Bahr JM. Follicle stimulating hormone increase serum oestradiol-17, number of growing follicles and yolk deposition in aging hens (*Gallus domesticus*) with decreased egg production. *British Poultry Science* 1992; 33:403-414.
62. Patiño ME, Santa Cruz MA, Stamatti MG. Producción de aves no tradicionales: Faisanes. Corrientes, Argentina: Fac. de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Nordeste, 2005.
63. Pereira N, González DA, De Portal C, Pérez BJ, Cardozo R, Gabaldon L. Estudio Fisioclimatológico de la producción de huevos comerciales en Venezuela. [Online] 1983 [citado 2013 Enero 29]; *Zootecnia Trop.* 1(1 y 2):65-81. Disponible en:[http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_ci/ZootecniaTropical/zt0112/texto/fisioclimatico.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt0112/texto/fisioclimatico.htm)
64. Pérez y Pérez F. La Perdiz Roja Española. 3ª ed. Barcelona: Científico-Médica, 1981.
65. Pletsch CR, Terraes JC, Revidatti FA, Fernandez RJ, Asiain MV. Consecuencias de la restricción alimenticia sobre la producción de huevos en hembras tipo Campero INTA. *Revista veterinaria* 2009; 20(2):86-91.
66. Quintana LJA. Avitecnia. Manejo de las aves domésticas más comunes. 4ª ed. México: Editorial Trillas, 2011.
67. Renema RA, Robinson FE, Feddes JJ, Fasenko GM, Zuidhoft MJ. Effects of light intensity from photoestimulation in four strains of commercial egg layers: 2. Egg production parameters. *Poultry Science* 2001; 80(8):1121-1131.
68. Roberts RJ. Factors Affecting Egg Internal Quality and Egg Shell Quality in Laying Hens. *Journal of Poultry Science REVIEW* 2004; 44:161-177.

69. Robinson FE, Renema RA. Principios de Manejo de los Fotoperiodos en Reproductoras de Engorda. Boletín Técnico 1999; 7(1).
70. Robinson FE, Renema RA. Managing What You Can't See: The Role of Feed in Breeder Ovary Management. PIC Health Conference; 2003; University of Alberta, Edmonton, Canada.
71. Roland, DA, Bryant M. Nutrition and Feeding for Optimum egg shell quality. Poultry Science department: Auburn University, 2001.
72. Romboli I, Zanobini S, Marzoni Fecia di Cossato M. Effect of photoperiod on reproductive performance on pheasants. Annali della Facolta'di Medicina Veterinaria di Prisa (Italy) 1996; 49:183-188.
73. Sauveur B. Efectos de la luz intermitente en las ponedoras. L'Aviculteur 1982; 420:75-78.
74. Sell Randy. Ringneck Pheasant. North Dakota State University. U.S.A: Departament of Agricultural Economics, 1997.
75. Shanawany MM. The effect of ahemeral light and dark cycles on the performance of laying hens. A review. World's Poultry Science Journal 1982; 38:120-126.
76. Sharma D, Johari DC, Kataria MC, Hazary RC, Choudhari D, Mohapatra SC. Factors affecting direct and correlated responses in a White Leghorn population under long term selection for egg number. British Poultry Science 1998; 39(1):31-38.

77. Sharp PJ, Dunn IC, Cerolini S. Neuroendocrine control of reduced persistence of egg laying in domestic hens: evidence for the development of photorefractoriness. *Journal of Reproduction and Fertility* 1992; 94:221–235.
78. Sharp PJ, Talbot RT, Main GM, Dunn IC, Fraiser HM, Huskisson NS. Physiological roles of chicken LHRH-I and -II in the control of gonadotrophin release in the domestic chicken. *Journal of Endocrinology* 1990; 124:291-299.
79. Sharp PJ. Photoperiodic control of reproduction in the domestic hen. *Poultry Science* May 1993; 72(5):897-905.
80. Simopoulos AP. Symposium: Role of poultry products in enriching the human diet with N-3 PUFA. *Poultry Science* 2000; 79:961-970.
81. Siopes TD. Lighting for Summer Egg Production by Turkeys: Day Length and Light Intensity. *Poultry Science* 2007 November 1; 186(11): 2413-2419.
82. Slauch BT, Johnston NP, Patten JD, White GW. Effect of photoperiod and intermittent lighting on reproduction in pheasant hens. *Theriogenology* 1988; 30(2):291-301.
83. Slauch BT, Johnston NP, Flinders JT, Roberson JA. Synchronizing mating of male and female chukars. *Animal Technology* 1992; 43(1):39-41
84. Smith AJ, Leclecq P. *Poultry*. London: Macmillan Publishers Ltd, 1990.
85. Sterling RJ, Sharp PJ. The localisation of LH-RH neurones in the diencephalons of the domestic hen. *Cell Tissue Research* 1982; 222:283-298.

86. Tepeli C, KirikÇI K, Çetin O, Günlü A. The effects of different light periods on some production characteristics of pheasants (*Phasianus colchicus*). Indian Journal of Animal Sciences 2002; 72(11): 960-962.
87. Tesky JL. *Phasianus colchicus*. In: Fisher, WC, compiler. The fire Effects Information System [Online]. 1995 [2011, October 23] [citado 2013 Enero 29]; U.S. Disponible en: <http://www.fs.fed.us/database/feis/animals/bird/phco/all.html>
88. Tyler NC, Lewis PD, Gous RM. Reproductive status in broiler breeder males is minimally affected by a mid-cycle increase in photoperiod. British Poultry Science 2011; 52 (1):140-145.
89. Tserweni-Gousi AS, Yannakopoulos, AL. Quality characteristics of pheasant eggs and effect of egg weight and shell quality on chick weight. Archiv Geflügelkunde 1990; 2:54-56.
90. Wambier SLF. Criacao de Faisoes. 1ª ed. Brasil: Nobel, 1991.
91. Wilson SC, Chairil RA, Cunningham FJ, Gladwell RT. Changes in the hypothalamic contents of LHRH-I and -II and in pituitary responsiveness to synthetic chicken LHRH-I and -II during the progesterone-induced surge of LH in the laying hen. Journal of Endocrinology 1990; 127:487-496.
92. Wilson SC, Cunningham FJ. Endocrine control of the ovulation cycle. In: Reproductive biology of poultry. Eds. Cunningham FJ, Lake PE and Hewitt D. British Poultry Science Harlow, UK: Longman Group 1984; 29-49.
93. Woodard AE, Hermes JC, Fuqua CL. Effects of Light Conditioning on Reproduction in Partridge. Poultry Science 1986; 65:2015-2022.

94. Woodard AE, Snyder RL. Cycling for egg production in the pheasant. *Poultry Science* 1978; 57:349-352.
95. Woodard AE, Abplanalp H, Snyder RL. Inbreeding depression in the red-legged partridge. *Poultry Science* 1982; 61:1579-1584. Et al
96. Woodard AE, Abplanalp H, Snyder RL. Photorefractoriness and sexual response in aging partridge kept under constant long-and short-day photoperiods. *Poultry Science* 1980 Sep; 59(9):2145-50.
97. Yang YH, Kim KI. Artificial light and improved feed formulation for pheasant production. I. Effect of artificial light control on sexual maturity and egg production. *Korean Journal of Animal Science* 1993; 35(4):271-277.
98. Yasuo S, Watanabe M, Okabayashi N, Ebihara S, Yoshimura T. Circadian Clock Genes and Photoperiodism: Comprehensive Analysis of Clock Gene Expression in the Mediobasal Hypothalamus, the Suprachiasmatic Nucleus, and the Pineal Gland of Japanese Quail under Various Light Schedules. *Endocrinology* 2003; 144(9):3742–3748.
99. Yilmas A, Tepeli C. Breeding Performance of a Captive Chukar Partridges (*Alectoris chukar*) Flock. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 2009; 8(8): 1584-1588.
100. Zhang C, Shimada K, Saito N, Kansaku N. Expression of messenger ribonucleic acids of luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone receptors in granulosa and theca layers of chicken preovulatory follicles. *General and Comparative Endocrinology* 1997; 105:402-409.