



UNIVERSIDAD  
**SAN SEBASTIAN**  
VOCACIÓN POR LA EXCELENCIA

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA  
CARRERA MEDICINA VETERINARIA  
SEDE CONCEPCIÓN**

**EFFECTO DEL FOTOPERÍODO EN LOS ANIMALES DOMÉSTICOS DE  
REPRODUCCIÓN ESTACIONAL, UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Memoria para optar al título de Médico Veterinario

Profesor Tutor: Mg.Cs. Marcos Pedreros Díaz. Mv.

**Estudiante: Darlyn Paz Hurtado Martínez**

Concepción, Chile

2023

© Darlyn Paz Hurtado Martínez

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica de este documento

Concepción, Chile

2023

## CALIFICACIÓN DE LA MEMORIA

En Concepción, el día 17 de julio de 2023, los abajo firmantes dejan constancia que la alumna Darlyn Paz Hurtado Martínez de la carrera de MEDICINA VETERINARIA ha aprobado la memoria para optar al título de MÉDICO VETERINARIO con una nota de 5.4.



---


Luis Rojas MV. Mg.Cs.  
Profesor evaluador



Dr. EDSON MONTERO M.C.  
Médico Veterinario  
RUT: 9.822.591-9

---

Edson Montero MV. Mg.Cs.  
Profesor Evaluador



Dr. MARCOS PEDREROS DÍAZ  
MÉDICO-VETERINARIO  
RUT: 5.731.529-6

---

Marcos Pedreros Díaz. MV. Mg.Cs.  
Profesor tutor

## TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS .....	IV
ÍNDICE DE ILUSTACIONES .....	V
RESUMEN.....	VI
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. ¿Qué es la reproducción?.....	1
1.2. ¿Qué es el fotoperiodo?.....	1
1.3. ¿Cómo funciona el fotoperiodo?.....	2
1.4. Melatonina y glándula pineal .....	3
1.5. Reproductores estacionales para investigar .....	4
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>6</b>
2.1. Objetivo general .....	6
2.2. Objetivos específicos.....	6
<b>3. MATERIAL Y MÉTODO .....</b>	<b>7</b>
3.1. Diseño.....	7
3.2. Términos de búsqueda .....	7
3.3 Criterios de inclusión.....	8
3.4 Criterios de exclusión.....	8
3.5 Ventana temporal .....	8
3.6 Variables .....	9
3.7 Análisis de los datos.....	9
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>10</b>
<b>5. DISCUSIÓN.....</b>	<b>18</b>
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>21</b>
<b>7. REFERENCIAS .....</b>	<b>23</b>

**ANEXOS ..... 33**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1:</b> TÉRMINOS DE BÚSQUEDA.....	7
<b>TABLA 2:</b> PUBLICACIONES UTILIZADAS PARA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA MÁS SU FACTOR DE IMPACTO .....	10
<b>TABLA 3:</b> ARTÍCULOS UTILIZADOS ORDENADOS POR FUENTE DE ORIGEN E INDEXA.....	11
<b>TABLA 4:</b> CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL SEGÚN FACTORES EXTERNOS QUE INFLUYEN EN LA REPRODUCCIÓN ESTACIONAL DE LA YEGUA CORRESPONDIENTE AL OBJETIVO ESPECÍFICO 1. ....	12
<b>TABLA 5:</b> CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL SEGÚN FACTORES EXTERNOS QUE INFLUYEN EN LA REPRODUCCIÓN ESTACIONAL DE LA GATA CORRESPONDIENTE AL OBJETIVO ESPECÍFICO 1. ....	12
<b>TABLA 6:</b> CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL SEGÚN FACTORES EXTERNOS QUE INFLUYEN EN LA REPRODUCCIÓN ESTACIONAL DE LA OVEJA CORRESPONDIENTE AL OBJETIVO ESPECÍFICO 1. ....	13
<b>TABLA 7:</b> CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL SEGÚN FACTORES EXTERNOS QUE INFLUYEN EN LA REPRODUCCIÓN ESTACIONAL DE LA CABRA CORRESPONDIENTE AL OBJETIVO ESPECÍFICO 1. ....	13
<b>TABLA 8:</b> CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL SEGÚN FACTORES INTERNOS QUE INFLUYEN EN LA REPRODUCCIÓN DE LOS ANIMALES DOMÉSTICOS (YEGUA, GATA, OVEJA Y CABRA) CORRESPONDIENTE AL OBJETIVO ESPECÍFICO 1. ....	14
<b>TABLA 9:</b> CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL SEGÚN EFECTOS DE LA DURACIÓN DEL ESTÍMULO LUMÍNICO (FOTOPERIODO LARGO) RESPECTO A LA REPRODUCCION DE LA YEGUA Y GATA CORRESPONDIENTE AL OBJETIVO ESPECÍFICO 2. ....	15
<b>TABLA 10:</b> CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL SEGÚN EFECTOS DE LA DURACIÓN DEL ESTÍMULO LUMÍNICO (FOTOPERIODO CORTO) RESPECTO A LA REPRODUCCION DE LA OVEJA Y CABRA CORRESPONDIENTE AL OBJETIVO ESPECÍFICO 2. ....	16
<b>TABLA 11:</b> FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA DE LOS ANIMALES DOMÉSTICOS .....	21

## ÍNDICE DE ILUSTACIONES

<b>ILUSTRACIÓN 1: MECANISMOS RESPONSABLES DE LA ACTIVACIÓN Y MODULACIÓN DE LA REPRODUCCION (CORY ET AL., 2017).....</b>	<b>33</b>
---	-----------

## RESUMEN

El fotoperiodo es el principal factor de la estacionalidad reproductiva de los animales la cual está dada por una señal lumínica la cual llega al eje hipotálamo-hipófisis-gónadas, el cual secreta la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) estimulando la liberación de las gonadotropinas (LH y FSH) y además por la variación en la secreción de la melatonina la cual es una hormona que rige los ciclos circadianos permitiendo a los animales coordinar sus funciones fisiológicas durante todo el año. El cual a su vez tiene diversas variables para así poder clasificarse en especies de fotoperiodo largo y fotoperiodo corto. Por lo que el impacto del fotoperiodo nos da como resultado la posible reproducción y generación de prole con características similares en un ambiente óptimo.

El objetivo del presente estudio a través de la recopilación de información fue identificar diversas variables sobre el impacto del fotoperiodo en la ciclicidad reproductiva de las especies domésticas. Debido a lo anterior se realizó esta investigación de forma cualitativa y descriptiva haciendo referencia a una revisión bibliográfica narrativa descriptiva relacionando la búsqueda con los objetivos de esta investigación.

Se utilizaron fuentes de información como Google scholar y PubMed; la valorización de las referencias será para el mismo; siendo las referencias elegidas en base al cumplimiento de las palabras claves, ventana temporal desde el año 2011 al 2023, criterios de inclusión y exclusión más las variables y especies de estudio. Además, identificando el factor de impacto de la revista de publicación del artículo además de su fuente de origen e indexa. Por lo tanto, se analizó información de tal forma que nos permitió categorizar los factores externos e internos que influyen en la estacionalidad reproductiva además de distinguir los efectos de la duración del estímulo lumínico.

**Palabras claves:** Fotoperiodo, estacionalidad, melatonina, reproducción, adenohipófisis, eje hipotálamo-hipófisis-gonadal



## ABSTRACT

The photoperiod is the main factor of the reproductive seasonality of animals, which is given by a light signal which reaches the hypothalamic-pituitary-gonad axis, which secretes gonadotropin-releasing hormone (GnRH) stimulating the release of gonadotropins (LH and FSH) and also by the variation in the secretion of melatonin, which is a hormone that governs circadian cycles, allowing animals to coordinate their physiological functions during the course of their lives. all year round. Which, in turn, has several variables in order to be classified into long photoperiod and short photoperiod species. Therefore, the impact of the photoperiod results in the possible reproduction and generation of progeny with similar characteristics in an optimal environment.

The objective of the present study was to identify several variables on the impact of photoperiod on the reproductive cyclicity of domestic species. Due to the above, this research was carried out in a qualitative and descriptive way, referring to a descriptive narrative literature review, relating the search to the objectives of this research.

Information sources such as Google scholar and PubMed were used; the valuation of the references will be for the same; The references were chosen based on the fulfillment of the keywords, time window from 2011 to 2023, inclusion and exclusion criteria plus the variables and species of study. In addition, identifying the impact factor of the journal in which the article is published in addition to its source of origin and index. Therefore, information was analyzed in such a way that allowed us to categorize the external and internal factors that influence reproductive seasonality as well as distinguish the effects of the duration of the light stimulus.

**Key words:** Photoperiod, seasonality, melatonin, reproduction, adenohipophysis, hypothalamic-pituitary-gonadal axis

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. ¿Qué es la reproducción?

La reproducción es un mecanismo inventado por la naturaleza permitiendo la generación de nueva prole con características variables entre razas, pero aceptables en el tiempo. Permite la evolución de todas las especies en la naturaleza generando un progreso genético. Asimismo, el proceso genético ha hecho posible el control de la reproducción, este ha servido a su vez para la domesticación de las diversas especies (Ungerfeld, 2020).

En consecuencia, la reproducción requiere importantes recursos que pueden comprometer la supervivencia tanto como la selección natural y el fotoperiodo. Por lo tanto, la aptitud refleja compensaciones exitosas entre las inversiones en los mecanismos subyacentes a la supervivencia y la reproducción que reflejan las estrategias de la historia de vida (Stearns, 2000).

La selección natural ha permitido la adaptación de los mamíferos a los diferentes hábitats, favoreciendo que su reproducción ocurra en ciertos periodos del año que garantizan a su prole nacer en un ambiente con óptimas condiciones de temperatura y suficiente disponibilidad de alimentos, logrando así optimizar la supervivencia de la prole. La necesidad de tener partos estacionales provocó que evolucionaran a un patrón reproductivo anual, caracterizado por la existencia de un periodo reproductivo y otro de anestro o inactividad ovárica. El intervalo entre la concepción y el parto propio de cada especie determina el momento del año en que tiene lugar la época reproductiva (Lincoln et al., 1982).

## 1.2. ¿Qué es el fotoperiodo?

El fotoperiodo es la capacidad de las plantas y los animales de medir la duración del día ambiental, un proceso que subyace al llamado calendario biológico. Los individuos

que pueden determinar la duración del día pueden determinar con precisión la época del año con la duración del fotoperiodo diario y si la duración del día aumenta o disminuye (Nelson et al., 2010).

### **1.3. ¿Cómo funciona el fotoperiodo?**

El mantenimiento y apoyo de la función reproductora en los mamíferos depende de la activación del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas (HPG). La secreción pulsátil de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) desde el hipotálamo hacia el sistema portal hipofisario estimula la liberación de gonadotropinas (hormona luteinizante - LH, hormona estimulante del folículo - FSH) de la adenohipófisis, que a su vez favorece el desarrollo y el mantenimiento de las gónadas maduras. El eje hipotálamo-hipófisis-gónadas puede modificarse a múltiples niveles para regular la función reproductiva, algunos de los cuales están influenciados por el fotoperiodo y esta influencia puede variar dependiendo de la exposición previa a este (Bliss et al., 2010; Levine, 2003).

Las señales fotoperiódicas proporcionan una entrada importante al pars tuberalis hipofisario (PT). Mientras que la percepción de estas señales involucra fotorreceptores extraoculares en especies no mamíferas (aves, peces), los mamíferos perciben señales fotoperiódicas exclusivamente en la retina. Una vía multisináptica conecta la retina con la glándula pineal donde las señales fotoperiódicas se traducen en la neurohormona melatonina que sigue ritmo circadiano y codifica la duración de la noche (Korf, 2018).

La actividad endocrina de la adenohipófisis se regula mediante hormonas secretadas por neuronas del núcleo paraventricular del hipotálamo al sistema portal hipofisario. Cada uno de estos factores promueve selectivamente o inhibe la secreción de una hormona hipofisaria específica y por ello son llamadas hormonas liberadoras (GnRH, CRH, TRH) o inhibidoras (somatostatina, dopamina), respectivamente.

Melatonina y glándula pineal

La melatonina (N-acetil-5-metoxitriptamina) es una pequeña indolamina lipofílica sintetizada principalmente en la glándula pineal a partir del aminoácido esencial triptófano. Se acepta generalmente que la melatonina es el mediador activo de las respuestas al fotoperiodo, incluyendo la reproducción en los mamíferos (Reiter, 1980,

1991). Aunque las vaquillas y vacas no preñadas muestran una actividad sexual continua y no son reproductoras estacionales, las respuestas al fotoperiodo en su reproducción también dependen de la glándula pineal. Se ha sugerido que la foto periodicidad puede influir en la aparición de la pubertad en las vaquillas (Hansen et al., 1983) y en el inicio del parto (Evans y Hacker, 1989).

Los bajos contenidos de melatonina en plasma durante el día y los altos niveles durante la noche, inicialmente vinculados a la regulación de la reproducción estacional en especies fotoperiódicas (Reiter y Fraschini, 1969), fue uno de los primeros ritmos biológicos en ser caracterizado como un verdadero ritmo circadiano (Pevet et al., 2017; Korf, 2018). De hecho, se ha considerado incluso una de las primeras señales biológicas que aparecieron en la Tierra (Claustrat et al., 2005).

Las respuestas fisiológicas dictadas por la melatonina incluyen la reproducción, la homeostasis circadiana, el sueño y las acciones de mejora inmunológica (Claustrat et al., 2005). La melatonina también es un potente agente antioxidante y anti apoptótico (Hardeland et al., 2011; Nakamura et al., 2013), que mejora la viabilidad de los gametos y embriones de mamíferos, especialmente cuando se utiliza en programas de reproducción artificial (Anwar et al., 2015).

En los mamíferos, la melatonina es la señal hormonal de la duración del día. Aunque la administración aguda de melatonina puede afectar directamente aspectos de la fisiología y la función inmunológica, la alteración de la duración de la secreción de melatonina pineal genera cambios duraderos en muchos sistemas fisiológicos, incluido el eje hipotálamo- pituitario-adrenal (HPA), el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas (HPG), el

eje cerebro-intestino, el sistema nervioso autónomo, y el sistema inmunológico. Esta interacción plástica y compleja entre estos sistemas está íntimamente regulada en todos los niveles por la melatonina. Por lo tanto, la melatonina es el punto de apoyo que media la redistribución de la inversión energética entre los procesos fisiológicos para maximizar el estado físico y la supervivencia (Walton et al., 2011).

La relación luz/oscuridad juega un papel importante en los patrones endocrinos de la gestación (García-Ispuerto et al., 2013) que a su vez un periodo de luz más corto se correlaciona negativamente con la incidencia de gestaciones gemelares (Andreu-Vázquez et al., 2012). En cambio, lo que respecta con la fertilidad en las zonas templadas, el estrés térmico sigue siendo un factor principal que perjudica el rendimiento reproductivo (De Rensis et al., 2015, 2017; Hansen, 2019; Wolfenson y Roth, 2019).

#### **1.4. Reproductores estacionales para investigar**

Los reproductores estacionales presentan ciclos anuales de quiescencia y renacimiento reproductivo, y su reproducción estacional está controlada por el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas. La secreción de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) del hipotálamo induce la secreción de gonadotropina [hormona luteinizante (LH) y hormona estimulante del folículo (FSH)] de la adenohipófisis que estimula la actividad gonadal. Por lo tanto, el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas se activa durante la estación reproductiva, lo que provoca un cambio drástico en el tamaño de las gónadas (Dawson et al., 2001). La estacionalidad de la reproducción en la mayoría de los animales puede verse afectada por la temperatura, la nutrición y el fotoperiodo (Mohawk et al., 2012; Dardente et al., 2016).

Se puede señalar que la gata es una hembra poliéstricas estacional que cicla continuamente cada 4 a 30 días (ciclo estral dura de 14-21 días) si es expuesta a un período constante de 14 horas de luz por día (Verstegen, 1998). Si bien se ha demostrado que la ovulación es inducida por la cópula (Lein y Concannon, 1983), también se ha descrito ovulación en gatas sin estimulación cervical. Independiente del mecanismo que estimule la ovulación, la formación de cuerpos lúteos y la consiguiente producción de

progesterona, implicará un cese de la ciclicidad (Lawler et al., 1993; Gudermuth et al., 1997).

Las yeguas se reproducen en forma estacional con fotoperiodo alto/largo (muchas horas luz/día o primavera-verano) donde tienen un ciclo estral de 21 días. Existen además dos periodos de transición: primavera y otoño (Ginther et al., 2003).

La estación reproductiva en la oveja ocurre durante la época de días cortos y se caracteriza por la presencia de ciclos estrales regulares de una duración aproximada de 16-17 días, conducta de estro y ovulación (Legan y Karsch, 1979), en el hemisferio norte, se presenta entre los meses de agosto a enero, pero varía de acuerdo con la raza y ubicación geográfica (Hafez et al, 1952; Legan y Karsch, 1979; Karsch et al, 1984; Malpoux et al, 1997).

La cabra es poliéstricas estaciones con una duración de 20-21 días de ciclo estral, estas presentan ciclos estrales sucesivos durante los días con menor cantidad de horas luz (días cortos), como ocurre del principio del otoño al final del invierno (Shelton, 1978; Ortavant et al., 1985; Chemineau et al., 1992a; Zarazaga et al., 2005; Zarazaga et al., 2011a, b).

### **Tras reunir información, surge la siguiente pregunta ¿Cuáles son los impactos del fotoperiodo en los animales domésticos de reproducción estacional?**

En muchos mamíferos, la luz estimula a los fotorreceptores de la retina para que transmitan a través de los núcleos supraquiasmáticos hipotalámicos una señal inhibitoria a la glándula pineal (Mohawk et al., 2012). El efecto de este patrón rítmico diario sobre la reproducción ha sido bien definido en muchas especies, con excepción del ganado (Reiter 1991). Por ende, los datos entregados nos servirán para lograr categorizar tanto los factores que influyen y afectan en la reproducción estacional respecto a poder garantizar las condiciones adecuadas para el nacimiento de la progenie como la temperatura y alimento.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Analizar los factores que influyen en la reproducción estacional de los animales domésticos

### **2.2. Objetivos específicos**

1. Categorizar los factores que influyen en la estacionalidad reproductiva en los animales domésticos
2. Distinguir los efectos de la duración del estímulo luminoso en la ciclicidad estacional

### 3. MATERIAL Y MÉTODO

#### 3.1. Diseño

Este trabajo corresponde a una revisión bibliográfica narrativa descriptiva utilizando estudios, artículos publicados y aceptados por la comunidad científica.

Para llevar a cabo esta revisión bibliográfica se reunió información utilizando diferentes motores de búsqueda de las bases de datos como *Pubmed* (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) y *Google scholar* (<https://scholar.google.com/>)

#### 3.2. Términos de búsqueda

Los términos de búsqueda que se utilizaron son conceptos claves relacionados con el objetivo de estudio las cuales serán (Tabla 1: términos de búsqueda): Animales domésticos de reproducción estacional, yegua, gata, oveja, cabra, fotoperiodo, reproducción, luminosidad, melatonina, glándula pineal, adenohipófisis, gónadas. Estos términos también se emplearon en inglés como: Seasonal breeding domestic animals, horse, cat, sheep, goat, photoperiod, reproduction, luminosity, melatonin, pineal gland, adenohipophysis, gonads.

**Tabla 1:** Términos de búsqueda

Animales domésticos de reproducción estacional	Yegua	Fotoperiodo
	Gata	Reproducción
	Oveja	Luminosidad
	Cabra	Melatonina
		Glandula pineal
	Adenohipófisis	
	Gónadas	
		Photoperiod
		Reproduction
	Horse	Luminosity
	Cat	Melatonin



Seasonal breeding  
domestic animals

Sheep  
Goat

Pineal gland  
Adenohypophysis  
Gonads

---

Estos términos se utilizaron tanto para búsqueda simple como en sus respectivos operadores booleanos AND y OR para hacer más precisa la búsqueda de información con la siguiente fórmula: (Animal OR animales OR animals) AND (doméstico OR domestic) AND (yegua OR horse) AND (gata OR cat) AND (oveja OR sheep) AND (cabra OR goat) AND (fotoperíodo OR photoperiod) AND (estacional OR seasonal) AND (luminosidad OR luminosity) AND (melatonina OR melatonin OR hormona OR hormone) AND (glándula OR gland) AND (gónadas OR gonads OR testículos OR testicles OR ovarios OR ovaries) para así evitar la exclusión de aquellos artículos relevantes y evitar la inclusión de artículos que no guardan relación con el tema.

### **3.3 Criterios de inclusión**

Se incluyeron publicaciones en español e inglés que se encontraron en los diferentes motores de búsqueda mencionados y que incluyan dos términos de búsqueda como mínimo entre el título, palabras claves o resumen.

Las referencias escogidas fueron de trabajos originales, revisiones, artículos, tesis, revistas y estudios publicados.

### **3.4 Criterios de exclusión**

Se excluyeron aquellas publicaciones que no contenían al menos dos términos de búsqueda, que se encontraban duplicadas, que no tenían relación con el tema de estudio ni los objetivos planteados.

### **3.5 Ventana temporal**

Este estudio se ordenó de acuerdo con las referencias obtenidas en una ventana temporal desde 2011- 2023.

### **3.6 Variables**

Las variables de este estudio:

- En las especies domesticas de estacionalidad reproductiva tales como la yegua, gata, oveja y cabra de manera correcta respecto a los factores que influyen en el fotoperiodo tales como:
  - o Estrés
  - o Nutrición
  - o Temperatura
  - o Estimulo lumínico (duración)

### **3.7 Análisis de los datos**

Los artículos encontrados y seleccionados se verá el factor de impacto de cada uno de ellos siempre que cumplan con los criterios de inclusion y exclusion ya mencionados.

Asimismo, se realizó una clasificación de las variables que permiten evaluar el impacto del fotoperiodo en la reproducción estacional de los animales domésticos divididos en factores externos y factores internos. Además, la clasificación según duración del estímulo lumínico dando como resultado fotoperiodo largo y fotoperiodo corto.

Por otro lado, el análisis de datos es cualitativo y descriptivo identificando aquellas variables cualitativas que produce el impacto del fotoperiodo las cuales serán expresadas en tablas relativas donde la información no será manipulada, sino que se realizó una compilación de los datos obtenidos en los motores de búsqueda.

## 4. RESULTADOS

La presente revisión se inició mediante el uso de términos de búsqueda en los distintos motores de búsqueda mencionados en la metodología, lo cual arrojó un total 603 artículos disponibles desde el año 2011 hasta la actualidad. La selección de los títulos y resúmenes excluyó (252), dejando (351) publicaciones en función de su contenido completo de los cuales se seleccionaron (17) de los artículos para los objetivos específicos.

**Tabla 2:** Publicaciones utilizadas para revisión bibliográfica más su factor de impacto

	Autor	Año	Objetivo al que corresponde	Factor de impacto
1	Alhidary I et al.	2012	1	3.338
2	Altamirano O.	2019	1	No contiene
3	Arroyo J.	2011	1 y 2	0.198
4	Córdova-Izquierdo A. et al.	2017	1 y 2	No contiene
5	Dahl GE, Tao S, Thompson IM.	2011	2	3.338
6	De Bond J-AP y Smith JT	2014	1	3.923
7	Eaton D. et al.	2023	2	2.22
8	Freitas ML., et al.	2023	2	2.22
9	Macías-Cruz U et al.	2016	1	3.738
10	Mao C. et al.	2019	2	3.231
11	Nuñez Favre R. et al.	2022	1	2.923
12	Rodríguez Venegas, R.	2020	2	No contiene
13	Salazar-Ortiz J., et al.	2011	2	4.982
14	Urviola García, A. P., y Fernández, J. L	2017	1	0.381
15	Zarazaga LA. et al.	2011	1	4,161
16	Zarazaga LA.	2021	1	No contiene
17	Zhang CZ. et al.	2019	2	2.694

**Tabla 3:** Artículos utilizados ordenados por fuente de origen e indexa

	Autor	Año	Indexa	Fuente de origen (Revista/libros, etc.)
1	Alhidary I et al.	2012	WOS	Journal of ANIMAL SCIENCE
2	Altamirano O.	2019	No indexada	Memoria para optar al título de médico veterinario zootecnista
3	Arroyo J.	2011	WOS	Tropical and subtropical agroecosystems
4	Córdova-Izquierdo A. et al.	2017	No indexada	Revista complutense de ciencias veterinarias
5	Dahl GE, Tao S, Thompson IM.	2011	WOS	Journal of ANIMAL SCIENCE
6	De Bond J-AP y Smith JT	2014	Directory of open Access Journals (DOAJ)	Reproduction Society for Reproduction and fertility
7	Eaton D. et al.	2023	WOS	Animal Reproduction Science
8	Freitas ML., et al.	2023	WOS	Animal Reproduction Science
9	Macías-Cruz U et al.	2016	WOS	International Journal of Biometerology
10	Mao C. et al.	2019	WOS	
11	Nuñez Favre R. et al.	2022	WOS	Theriogenology An International Journal of Animal Reproduction
12	Rodríguez Venegas, R.	2020	No indexada	Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias en producción agropecuaria.
13	Salazar-Ortiz J.	2011	WOS	Reproductive biology and endocrinology
14	Urviola García, A. P., y Fernández, J. L	2017	Scielo	Revista de investigaciones Altoandinas
15	Zarazaga LA. et al.	2011	WOS	Journal of Endocrinology
16	Zarazaga LA.	2021	No indexada	Congreso brasileiro de Reproduccion Animal e International Symposium on animal Biology of Reproduction
17	Zhang CZ. et al.	2019	WOS	Animal Bioscience

**Tabla 4:** Clasificación del material según factores externos que influyen en la reproducción estacional de la yegua correspondiente al objetivo específico 1.

Artículo	Autor/es	Factores externos
Factores que pueden ocasionar estrés en los caballos, <i>Revista Complutense de Ciencias Veterinarias</i> . (2017).	Córdova-Izquierdo A., et al.	Cuando el consumo de energía es de 10-15% por arriba del mantenimiento hay una ganancia de peso que resulta en aumento de la condición corporal siendo efecto benéfico en la reproducción.
Factores moduladores de la estacionalidad reproductiva en ungulados, <i>Revista de investigaciones Altoandinas</i> . (2017).	Urviola García A. P., y Fernández J. L	Los alimentos ingeridos por los mamíferos son metabolizados y asimilados como energía, la cual es utilizada con diferentes fines en el organismo. Primero deben cubrirse requerimientos energéticos para el funcionamiento celular, termorregulación y los gastos de energía para la obtención de alimentos; el resto de energía se utiliza en el crecimiento y en la reproducción.
Factores moduladores de la estacionalidad reproductiva en ungulados, <i>Revista de investigaciones Altoandinas</i> . (2017).	Urviola García A. P., y Fernández J. L	Inicio de la actividad reproductiva, estaría estrechamente relacionada con la amplitud térmica diaria y que la transición de anestro a estación reproductiva se veía retrasada por bajas temperaturas.
Factores moduladores de la estacionalidad reproductiva en ungulados, <i>Revista de investigaciones Altoandinas</i> . (2017).	Urviola García A. P., y Fernández J. L	La temperatura ambiente determina la demanda de termorregulación de un mamífero, por lo tanto, influye indirectamente en la cantidad de energía disponible para la reproducción.

Nota: 1 Factores externos mencionados: Condición corporal, metabolización energética, temperatura.

**Tabla 5:** Clasificación del material según factores externos que influyen en la reproducción estacional de la gata correspondiente al objetivo específico 1.

Artículo	Autor/es	Factores externos
Heat stress and sperm production in the domestic cat, <i>Theriogenology</i> . (2022)	Núñez Favre R., et al.	Los animales están expuestos a altas temperaturas y superan los mecanismos compensatorios, la termorregulación corporal se ve comprometida, lo que lleva al estrés térmico.

Nota: 2 Factores externos mencionados: Estrés térmico.

**Tabla 6:** Clasificación del material según factores externos que influyen en la reproducción estacional de la oveja correspondiente al objetivo específico 1.

Artículo	Autor/es	Factores externos
Effects of seasonal ambient heat stress (spring vs. summer) on physiological and metabolic variables in hair sheep located in an arid region, <i>Int J Biometeorol.</i> (2016)	Macías-Cruz U., et al.	El estrés por calor del verano (Temperatura 34,8 +/- 4,6 °C) afectó el estado fisiológico y metabólico de las ovejas, al igual que en primavera (Temperatura 24,2 +/- 5,4 °C).

Nota: 3 Factores externos mencionados: Estrés térmico.

**Tabla 7:** Clasificación del material según factores externos que influyen en la reproducción estacional de la cabra correspondiente al objetivo específico 1.

Artículo	Autor/es	Factores externos
The effect of nutrition on the neural mechanisms potentially involved in melatonin-stimulated LH secretion in female Mediterranean goats, <i>Journal of endocrinology.</i> (2011).	Zarazaga LA., et al.	La nutrición puede modular el efecto del fotoperíodo sobre la duración y profundidad del anestro y la desnutrición induce concentraciones más bajas de LH durante días cortos y largos (Zarazaga et al., 2011 a, b).
Interaction between photoperiod and nutrition on goat reproduction, <i>Rev. Bras. Anim.</i> (2021).	Zarazaga L.	El principal efecto de la nutrición se observa en las transiciones estacionales de la actividad ovárica. Esta interacción entre la nutrición y el fotoperíodo tiene lugar principalmente en las vías centrales que determinan los patrones estacionales de la neurosecreción de GnRH (Menassol et al., 2012. Citado por: Zarazaga L., 2021).
Physiological responses of australian merino wethers exposed to high heat load, <i>Journal of Animal Science.</i> (2012).	Alhidary I., et al.	El consumo de alimento disminuyó un 22% y el peso corporal disminuyó un 5,2% en ambientes de temperaturas oscilantes de 16-24°C y 28-38°C en cabras.

Nota: 4 Factores externos mencionados: Nutrición, disminución del consumo de alimento y peso relacionado a las temperaturas.

**Tabla 8:** Clasificación del material según factores internos que influyen en la reproducción de los animales domésticos (yegua, gata, oveja y cabra) correspondiente al objetivo específico 1.

ARTÍCULO	AUTOR/ES	FACTORES INTERNOS
Estacionalidad reproductiva de la oveja en México, <i>Tropical and subtropical agroecosystems</i> . (2011).	Arroyo, J.	kisspeptina participa de manera determinante en la activación del eje reproductivo y es fundamental para el inicio de la pubertad (Meza-Herrera et al., 2010; Hameed et al., 2011; Citado por: Arroyo, J., 2011). Estimula la secreción de gonadotropinas con efecto directo en las neuronas del GnRH.
Estacionalidad reproductiva de la oveja en México, <i>Tropical and subtropical agroecosystems</i> . (2011).	Arroyo J.	La secreción de GnRH se reduce en animales desnutridos.
Estacionalidad reproductiva de la oveja en México, <i>Tropical and subtropical agroecosystems</i> . (2011).	Arroyo J.	La exposición repentina de hembras anéstricas estacionales a un macho sexualmente activo, incrementa rápidamente la frecuencia de pulsos de LH (Álvarez y Zarco, 2001; Delgadillo <i>et al.</i> , 2008 citado por: Arrojo J. 2011) y la ovulación ocurre entre 40 y 50 hrs. después de la primera exposición; ambos eventos, en la mayoría de los casos, se acompañan por conducta estral (Delgadillo <i>et al.</i> , 2008). (Okamura y Mori, 2005; citado por Arroyo J. 2011).
Endocrinología de la pubertad en la oveja. (2019)	Altamirano O.	En corderos con mejores ganancias de peso manifiestan estro a una menor edad (Peron et al, 1991. Citado por Altamirano O. 2019)
Kisspeptin and energy balance in reproduction, <i>Reproduction</i> . (2014).	De Bond J- AP y Smith JT	El estado nutricional influye en la reproducción a través de alteraciones en la secreción de GnRH/LH.

Nota: 5 Factores internos mencionados: Hormona kisspeptina, secreción GnRH, exposición a un macho y condición corporal.

**Tabla 9:** Clasificación del material según efectos de la duración del estímulo lumínico (fotoperiodo largo) respecto a la reproducción de la yegua y gata correspondiente al objetivo específico 2.

ARTÍCULO	AUTOR/ES	FOTOPERIODO LARGO
Factores externos que pueden ocasionar estrés en caballos, <i>Revista Complutense de Ciencias Veterinarias</i> . (2017).	Córdova-Izquierdo A., et al.	Más de 14.5 horas luz por día estimulan la actividad ovárica y menos de 12 horas la inhiben. La actividad cíclica sube durante pleno verano y es mínima durante finales de invierno.
Factores externos que pueden ocasionar estrés en caballos, <i>Revista Complutense de Ciencias Veterinarias</i> . (2017).	Córdova-Izquierdo A., et al.	La gata es una de las más sensibles a los cambios en el fotoperiodo, y un aumento de tan solo 15 minutos en el período diario de luz es suficiente para estimular la actividad gonadal (Ureña, 2012 citado por: Córdova-Izquierdo, A. et al.).
Effect of artificial light in the female domestic cat reproduction: ¿What we know so far? <i>Anim Reprod Sci</i> . (2023)	Eaton D., et al.	Gatas domésticas el inicio del período de anestro está estrechamente relacionado con la disminución de la duración del día a partir del día más largo del año. Por el contrario, el inicio del período reproductivo ocurre después del día más corto del año, es decir, bajo el consiguiente incremento diario de luz (Dawson, 1941; citado por: Eaton D.).
Seasonality does not influence cortisol or testosterone production, or seminal quality of stallions located at low latitudes. <i>Anim. Reprod. Sci</i> . (2023)	Freitas ML., et al.	Hemisferio sur, la época reproductiva fisiológica de los caballos es de septiembre a marzo.
Effects of nutritional cues on the duration of the winter anovulatory phase and on associated hormone levels in adult female Welsh pony horses ( <i>Equus caballus</i> ). <i>Reprod Biol Endocrinol</i> . (2011).	Salazar-Ortiz J., et al.	La temporada de reproducción comienza en primavera cuando aumenta la duración de la luz del día, la temperatura ambiente y la disponibilidad de alimento.
Effects of nutritional cues on the duration of the winter anovulatory phase and on associated hormone levels in adult female Welsh pony	Salazar-Ortiz J., et al.	EL peso corporal, las reservas de grasa y la disponibilidad de alimentos son factores importantes que afectan el patrón de inactividad ovulatoria estacional y sugieren que la nutrición



horses (*Equus caballus*). *Reprod Biol Endocrinol.* (2011).

puede ser un factor que interactúa con el fotoperíodo para determinar el inicio y la duración precisos de la inactividad ovárica en la yegua.

---

Resumen: 1 La actividad ovárica se estimula con más de 14.5 horas de luz por día, es decir, que la actividad cíclica sube en época de verano. Dentro de las especies estudiadas la gata es más sensible a los estímulos luminosos por lo que un aumento de 15 minutos es suficiente para estimular la actividad ovárica.

**Tabla 10:** Clasificación del material según efectos de la duración del estímulo lumínico (fotoperíodo corto) respecto a la reproducción de la oveja y cabra correspondiente al objetivo específico 2.

---

ARTÍCULO	AUTOR/ES	FOTOPERIODO CORTO
Estacionalidad reproductiva de la oveja en México, <i>Tropical and subtropical agroecosystems.</i> (2011)	Arroyo J.	El fotoperíodo es la señal ambiental primaria que sincroniza el ciclo reproductivo anual de la oveja, las señales sociales en épocas específicas del año (transición fisiológica), pueden regular la actividad sexual de la oveja.
Efecto de la GnRH O hCG sobre la calidad seminal de carneros dorper durante la época de inactividad sexual. (2020)	Rodríguez Venegas R.	Estacionalidad en los ovinos, establece que la información de los días largos de primavera sincronizaría el ritmo endógeno de la reproducción iniciando la estación reproductiva en otoño (Malpaux et al. 1996); mientras que los días cortos de invierno serían la señal reguladora de la duración normal del periodo reproductivo (Malpaux y Karsh 1990. Citado por Rodríguez R., 2020)
Effects of Photoperiod Change on Melatonin Secretion, Immune Function and Antioxidant Status of Cashmere Goats. <i>Animals (Basel).</i> (2019)	Mao C., et al.	El fotoperíodo era de 8 h de luz y 16 h de oscuridad, por lo que las cabras tenían una mayor secreción de melatonina.
Effects of photoperiod on nutrient digestibility, hair follicle activity and cashmere quality in Inner Mongolia white cashmere goats. <i>Asian-Australas, J Anim Sci.</i> (2019)	Zhang CZ., et al.	El fotoperíodo está asociado con el desarrollo mamario consistente con la mejora de la producción de leche en la lactancia subsiguiente (Dahl GE., 2012; Bentley PA., 2015; citado por Zhang CZ. et al., 2019).

---

---

Lactation Biology Symposium: Dahl GE., et al.  
effects of photoperiod on  
mammary gland development and  
lactation, *J. anim Sci.* (2011).

A diferencia de los días cortos (8 horas luz: 16  
horas de oscuridad) la exposición a días largos de  
16 horas a 18 horas de luz y de 6-8 horas de  
oscuridad aumenta la producción de leche de 2 a  
3 kg/d independiente de la etapa de lactancia

---

Resumen: 2: El fotoperiodo corto esta estrechamente relacionado con los días cortos respectivos a la época de invierno generando la señal reguladora de la duración normal del periodo reproductivo. Las cabras al tener un fotoperiodo corto correspondiente a 16 horas de oscuridad y 8 horas luz generan una mayor secreción de melatonina. Este fotoperiodo esta estrechamente relacionado con el desarrollo mamario respecto a la mejora de produccion láctea en la lactancia subsiguiente.

## 5. DISCUSIÓN

El objetivo de nuestro estudio es realizar una revisión bibliográfica sobre el efecto del fotoperiodo en la ciclicidad reproductiva de los animales domésticos identificando factores externos como internos independientes de la raza, sexo.

El fotoperiodo es el estímulo lumínico que es captado por la retina como luz llegando como señal endocrina estimulando la producción de melatonina, esta dependerá de la duración y amplitud para clasificar a las especies en fotoperiodo largo o corto. A su vez permite tener una reproducción para que se pueda garantizar las condiciones adecuadas para la progenie.

Si una especie alcanza su madurez reproductiva completamente en día corto o en día largo, depende esencialmente de la duración de su gestación.

De acuerdo con Fatet et al., 2020, el hecho de que su actividad sexual sea estacional afecta la distribución de su producción a lo largo del año y esto es un problema tanto en los sistemas de producción de carne como de leche que intentan tener una producción constante durante todo el año.

Además, según lo expuesto por Nowak, Porter, Levy, Orgeur, y Schaal, 2000, las especies silvestres implementan la estacionalidad reproductiva como estrategia de defensa contra los depredadores, logrando el resguardo.

De acuerdo con las conclusiones de otros estudios entre ovinos silvestres y domésticos, han mostrado una marcada estacionalidad reproductiva por parte de los machos de la especie silvestre durante el otoño, reflejada en el incremento en las

concentraciones de testosterona plasmática, diámetro testicular y tamaño de la glándula vesicular, en comparación con la especie doméstica, donde no se observa diferencias durante el año (Santiago-Moreno et al., 2005).

En la búsqueda de los artículos existió limitaciones en cuanto los factores externos e internos, debido a que la gran parte de estos estudios se realizaron solo con definiciones a estos factores y no con valores definitivos a las variables estudiadas. Por lo que no se logró encontrar información que fuera suficiente para lograr una base fuerte a cada variable y a esta revisión. Sin embargo, podemos mencionar que el fotoperiodo permite los cambios conductuales, fisiológicos y la adaptación a las diversas estaciones del año.

Según el objetivo específico 1 podemos mencionar:

Consiste en identificar aquellos factores externos e internos que podrían tener un efecto negativo sobre el fotoperiodo en especies domesticas con reproducción estacional como la yegua, gata, oveja y cabra.

#### Condicionantes al fotoperiodo

Como sostiene Leyva, 2014 el sueño y la salud del animal también influyen en el fotoperiodo. Esto debido a que la melatonina se segrega durante el sueño y por la noche. Así, aunque el animal duerma durante el día no conseguirá producirla y no descansara correctamente. Por este motivo es por el que las horas de sueño del animal por la noche son tan importantes

En palabras de Fernandez et al., 2020 el estrés en el ganado se define como una amenaza percibida por varios estímulos para la homeostasis del cuerpo, como el ruido, transporte, la privación de alimentos, el destete, el aislamiento social, la restricción física y el calor.

Si bien el estrés es un factor importante ya que contempla varios factores dentro de él la evaluación de los efectos del estrés en el sistema reproductivo es difícil porque los efectos pueden variar con el tipo de factor estresante empleado y el estado reproductivo de los animales (Tilbrook et al., 1999)

Si bien en factores internos se menciona que la kisspeptina estimula la secreción de gonadotropinas con efecto directo en las neuronas del GnRH la cual se ve alterada por el estado nutricional del animal, pero el papel de la kisspeptina en la transmisión de la influencia del estado nutricional en el sistema reproductivo no está claro (Scott et al., 2018).

Según Pasquali et al., 2007, existe una clara asociación de los efectos del balance energético en la reproducción, por lo que las perturbaciones en el balance energético, incluida la obesidad, y con frecuencia resultan en un deterioro de la fertilidad.

En algunos animales de reproducción estacional, la gónada del macho puede disminuir su tamaño entre un 10 y un 95% en respuesta a los factores ambientales asociados a su estación no reproductiva (Young y Nelson, 2001), es decir, no se encuentran en su estación reproductiva dependiendo si son reproductores de día largo o de día corto. Por lo que la actividad testicular y la espermatogénesis alcanzan su máximo cuando se encuentran con los factores ambientales reproductivos. (Coloma et al., 2011)

La exposición de las cabras a un macho induce un incremento en la secreción de LH en los primeros 15 minutos de contacto, provocando la ovulación de 3 a 5 días después del primero contacto entre los dos sexos (Delgadillo et al., 2009; Vielma et al., 2009)

Según el objetivo específico 2 podemos mencionar:

Consiste en distinguir los efectos de la duración del estímulo lumínico dando como resultado la categorización de fotoperiodo largo y fotoperiodo corto en especies domesticas como la yegua, gata, oveja y cabra y como podrían afectar los factores anteriormente mencionados en su fotoperiodo.

## 6. CONCLUSIONES

1. De acuerdo con la información disponible y recopilada en esta revisión se establece que los factores que influyen en la estacionalidad reproductiva de los animales domésticos son factores externos e internos tales como:

**Tabla 11:** Factores que influyen en la estacionalidad reproductiva de los animales domésticos

<b>Factores externos</b>	<b>Factores internos</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Estrés</li><li>• Temperaturas altas</li><li>• Consumo de alimento</li><li>• Nutrición/desnutrificación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kisspeptina</li><li>• Secreción de GnRH</li><li>• Exposición a un macho</li><li>• Condición corporal</li></ul>

2. La duración del estímulo luminoso está directamente vinculada a la ciclicidad estacional reproductiva de muchas especies de animales domésticos, condicionando la influencia de la melatonina en la regulación del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas. El papel crucial en la liberación o inhibición del factor liberador de gonadotropina (GnRH) está desempeñado por la presencia o ausencia de melatonina, y su interacción con la hormona kisspeptina facilita la integración de una variedad de factores tanto internos como externos.

Desde el estado metabólico del animal hasta las hormonas sexuales y el estrés, estos factores son considerados. Por tanto, la combinación de los niveles de melatonina, la liberación de GnRH y la integración de varios factores conducen a la liberación de hormonas gonadotrópicas (FSH y LH), estimulando así la actividad hormonal en las gónadas. La interacción compleja y precisa posibilita la adaptación del ciclo reproductivo a las fluctuaciones estacionales del medio ambiente. Algunas especies presentan ciclos reproductivos durante el otoño al considerar la duración de la señal luminosa, caracterizada por un fotoperiodo

corto, donde los días son más cortos en comparación con las horas de luz. En cambio, algunas especies ciclan en primavera, cuando experimentan un fotoperiodo largo, es decir, un incremento en la duración de las horas de luz a medida que los días se alargan.

## 7. REFERENCIAS

- Alhidary I., Shini S., Jassim R., Gaughan J. (2012) Physiological responses of australian merino wethers exposed to high heat load, *Journal of Animal Science*, volume 90, Issue 1, pages 212–220. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-3972>
- Altamirano, O. (2019). Endocrinología de la pubertad en la oveja.
- Álvarez, R.L., Zarco, L. (2001). Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Veterinaria México*. 32: 117-129.
- Andreu-Vázquez C., Garcia-Ispuerto I., López-Gatius F. (2012a). Photoperiod length and the estrus synchronization protocol used before AI affect the twin pregnancy rate in dairy cattle. *Theriogenology*, 78: 1209-1216
- Anwar M.J., Muhammad B.Y., Bader A.A., Abdulghani M., Mahmood D., Haider Mohammed. (2015). An insight into the scientific background and future perspectives for the potential uses of melatonin. *Egypt. J. Basic Appl. Sci.*, 2: 139-152. <https://doi.org/10.1016/j.ejbas.2015.05.003>
- Arroyo, J. (2011). Estacionalidad reproductiva de la oveja en México. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(3), 829-845.
- Bentley PA, Wall EH, Dahl GE, et al. (2015). Responses of the mammary transcriptome of dairy cows to altered photoperiod during late gestation. *Physiol Genomics*; 47:488–99.
- Bliss SP, Navratil AM, Xie J, Roberson MS (2010). GnRH signaling, the gonadotrope and endocrine control of fertility. *Front Neuroendocrinol.* 31 :322–340. [10.1016/j.yfrne.2010.04.002](https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2010.04.002)



- Coloma, M. A., Toledano-Díaz, A., Castaño, C., Velázquez, R., Gómez-Brunet, A., López-Sebastián, A., & Santiago-Moreno, J. (2011). Seasonal variation in reproductive physiological status in the Iberian ibex (*Capra pyrenaica*) and its relationship with sperm freezability. *Theriogenology*, 76(9), 1695–1705. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.07.001>
- Córdoba-Izquierdo A., Villa Mancera E., Huerta Crispín R. y Rodríguez Denis B. (2017). Factores externos que pueden ocasionar estrés en caballos. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 11(1), 43-68. <http://dx.doi.org/10.5209/RCCV.56116>
- Cory T. Williams, Marcel Klaassen, Brian M. Barnes, C. Loren Buck, Walter Arnold, Sylvain Giroud, Sebastian G. Vetter and Thomas Ruf. (2017). Tácticas reproductivas estacionales: calendario anual y la continuidad del reproductor entre capital e ingresos. *Transacciones filosóficas de la Royal Society de Londres. Serie B, Ciencias Biológicas*, 372 (1734), 20160250. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0250>
- Chemineau, P., Malpoux, B., Delgadillo, J. A., Guérin, Y., Ravault, J. P., Thimonier, J., & Pelletier, J. (1992). Control of sheep and goat reproduction: Use of light and melatonin. *Animal Reproduction Science*, 30(1–3), 157–184. [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(92\)90010-b](https://doi.org/10.1016/0378-4320(92)90010-b)
- Claustrat B., Brun J., Chazot G. (2005). The basic physiology and pathophysiology of melatonin. *Sleep Med. Rev.*, 9: 11-24. [10.1016/j.smrv.2004.08.001](https://doi.org/10.1016/j.smrv.2004.08.001)
- Dahl GE, Tao S, Thompson IM. (2012). Lactation Biology Symposium: effects of photoperiod on mammary gland development and lactation. *J Anim Sci.* Mar;90(3):755-60. doi: 10.2527/jas.2011-4630. Epub 2011 Oct 7. PMID: 21984715.

- Dardente H., Lomet D., Robert V., Pellicer-Rubio M. (2016). Seasonal breeding in mammals: From basic science to applications in back. *Theriogenology*, 86: 324-332. [10.1016/j.theriogenologia.2016.04.045](https://doi.org/10.1016/j.theriogenologia.2016.04.045)
- Dawson, A.B., (1941). Early estrus in the cat following increased illumination. *Endocrinology* 28, 907–910. <https://doi.org/10.1210/ENDO-28-6-907>.
- Dawson A, King VM, Bentley GE, Ball GF. (2001). Photoperiodic control of seasonality in birds. *J. Biol.Rhythms* 16:365–80 [10.1177/074873001129002079](https://doi.org/10.1177/074873001129002079)
- De Rensis F., López-Gatius F., García-Ispuerto I., Morini G., Scaramuzzi R.J. (2017). Causes of declining fertility in dairy cows during the warm season. *Theriogenology*, 91: 145-153.
- De Bond J-AP y Smith JT. (2014). Kisspeptin and energy balance in reproduction. *Reproduction* 147 R53–R63. <https://doi.org/10.1530/REP-13-0509>
- Delgadillo, J.A., Vielma, J., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Hernández, H. (2008). La calidad del estímulo emitido por el macho determina la respuesta de las cabras sometidas al efecto. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 9: 39-45
- Delgadillo, J.A., Gelez, H., Ungerfeld, R., Hawken, P.A.R., Martin, G.B. 2009. The “male effect” in sheep and goats: revisiting the dogmas. *Behavioural Brain Research*. 200: 304-314.
- Escobar MFJ. (1997). Comportamiento reproductivo de la yegua y la burra. *Veterinaria Zacatecas* 1:22-26. ISSN: 1870-5774
- Evans N.M., Hacker R.R. (1989). The chronobiological manipulation of time of calving behaviour of dairy cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 69: 857-863. <https://cdnsiencepub.com/doi/pdf/10.4141/cjas89-098>
- Eaton D, Lantermino A, Lapuente C, Blanco PG, Gobello C. (2023). Effect of artificial light in the female domestic cat reproduction: ¿What we know so far? *Anim Reprod Sci*. Jan; 248:107173. doi: [10.1016/j.anireprosci.2022.107173](https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2022.107173) Epub 2022 Dec 14. PMID: 36592522.

- Fatet A, Pellicer-Rubio MT, Leboeuf B. (2011) Reproductive cycle of goats. *Anim Reprod Sci.* 2011 Apr;124(3-4):211-9. doi: 10.1016/j.anireprosci.2010.08.029. Epub 2010 Sep 3. PMID: 20888155.
- Fernandez-Novo A, Pérez-Garnelo SS, Villagr a A, Pérez-Villalobos N, Astiz S. (2020) The Effect of Stress on Reproduction and Reproductive Technologies in Beef Cattle-A Review. *Animals (Basel).* 2020 nov 11;10(11):2096. 10.3390/ani10112096.
- Freitas ML, Viana JHM, Dode MAN, Maggiotto SR, Pivato I, Braga TRC, Lim AIPG, de Oliveira RA. (2023). Seasonality does not influence cortisol or testosterone production, or seminal quality of stallions located at low latitudes. *Anim Reprod Sci.* Mar; 250:107202. doi: [10.1016/j.anireprosci.2023.107202](https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2023.107202) Epub 2023 Feb 23. PMID: 36913897.
- García-Ispierto I., Abdelfatah A., López-Gatius F. (2013). Melatonin treatment at dry-off improves reproductive performance postpartum in high-producing dairy cows under heat stress conditions. *Reprod. Domest. Anim.*, 48: 577-583.
- Ginther OJ, Beg MA, Donadeu FX, Bergfelt DR. (2003). Mechanism of follicle deviation in monovular farm species. *Animal Reproduction Science.* 78:239-257. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(03\)00093-9](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(03)00093-9)
- Gudermuth, D., L. Newton, P. Daels, P. Concannon. (1997). Incidence of spontaneous ovulation in young, group-housed cats based on serum and faecal concentrations of progesterone. *J. Reprod. Fertil., Suppl.* 51: 177-184.
- Hafez, E.S.E. (1952). Studies on the breeding season and reproduction of the ewe. *J. Agric. Sci.* 42, 189-265.
- Hameed, S., Jayasena, C.N., Dhillo, W.S. (2011). Kisspeptin and fertility. *Journal of Endocrinology.* 208: 97-105.

- Hansen P.J., Kamwanja L.A., Hauser E.R. (1983). Photoperiod influences age at puberty of heifers. *J. Anim. Sci.*, 57: 985-992.
- Hardeland R., Cardinali D.P., Srinivasan V., Spence D.W., Brown G.M., Pandi-Perumal SR. (2011). Melatonin-A pleiotropic, orchestrating regulator molecule. *Prog. Neurobiol.*, 93: 350-384. [10.1016/j.neurobio.2010.12.004](https://doi.org/10.1016/j.neurobio.2010.12.004)
- Karsch, F.J., Bittman, L.E., Foster, L.D., Goodman, L.R., Legan, J.S., Robinson, E.J. (1984). Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent Progress in Hormone Research*. 40: 185- 231. [10.1016/b978-0-12-571140-1.50010-4](https://doi.org/10.1016/b978-0-12-571140-1.50010-4)
- Korf H.W. (2018). Signaling pathways to and from the hypophysial pars tuberalis, an important center for the control of seasonal rhythms. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 258: 236-243. [10.1016/j.ygcen.2017.05.011](https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2017.05.011).
- Lawler D., S. Johnston, R. Hegstad, D. Keltner, S. Owens. (1993). Ovulation without cervical stimulation in domestic cats. *J. Reprod. Fertil., Suppl.* 47: 57-61.
- Legan, S. J., & Karsch, F. J. (1979). Neuroendocrine regulation of the estrous cycle and seasonal breeding in the ewe. *Biology of Reproduction*, 20(1), 74–85. <https://doi.org/10.1093/biolreprod/20.1.74>
- Lein, D., P. Concannon. (1983). Infertility and fertility treatments and management in the queen and tomcat. In: *Current Therapy VIII*. Kirk, R. (ed). W. B. Saunders Co. Philadelphia: 936-987
- Lincoln GA, Alameda OFX, Landorf HK, Cunningham Ra (1982). Hourly fluctuations in the blood levels of melatonin, prolactin, luteinizing hormone, follicle-stimulating hormone, testosterone, triiodothyronine, thyroxine and cortisol in rams under artificial photoperiods, and the effects of cranial sympathectomy. *Journal of endocrinology* 92, 232-250.

- Levine, JE. Gonadotropin-Releasing Hormone (GnRH) (2003). In: Helen, LH.; Anthony, WN., editors. Encyclopedia of Hormones. *Academic Press*; New York. p. 157-165. <https://doi.org/10.1210/en.2002-220767>
- Leyva, H. (2014). La glandula pineal, La melatonina, El fotoperiodo y la sexualidad animal.
- Macías-Cruz U, López-Baca MA, Vicente R, Mejía A, Álvarez FD, Correa-Calderón A, Meza-Herrera CA, Mellado M, Guerra-Liera JE, Avendaño-Reyes. (2016). Effects of seasonal ambient heat stress (spring vs. summer) on physiological and metabolic variables in hair sheep located in an arid region. *Int J Biometeorol.* <https://doi.org/10.1007/s00484-015-1123-6>
- Malpoux, B., Viguié, C., Skinner, D.C., Thiéry, J.C., Pelletier, J., Chemineau, P. (1996). Seasonal breeding in sheep: Mechanism of action of melatonin. *Animal Reproduction Science*, 42: 109-117.
- Malpoux, B., Viguié, C, Skinner, DC, Thiéry, JC, Chemineau, P. (1997). Control del ritmo circanual de reproducción por melatonina en la oveja. *Boletín de investigación del cerebro*. 44: 431-438. [10.1016/s0361-9230\(97\)00223-2](https://doi.org/10.1016/s0361-9230(97)00223-2)
- Mao C, Xu Y, Shi L, Guo S, Jin X, Yan S, Shi B. (2019). Effects of Photoperiod Change on Melatonin Secretion, Immune Function and Antioxidant Status of Cashmere Goats. *Animals (Basel)*. Oct 6;9(10):766. [10.3390/ani9100766](https://doi.org/10.3390/ani9100766). PMID: 31590427; PMCID: PMC6827158.
- Menassol JB, Armelle Collet A, Chesneau D, Malpoux B, Scaramuzzi RJ. (2012). The interaction between photoperiod and nutrition and its effects on seasonal rhythms of reproduction in the ewe. *Biol Reprod*, v.86, p.1-12.
- Meza-Herrera, C.A., Veliz-Deras, F.G., Wurzinger, M., López-Ariza, B., Arellano-Rodríguez G., Rodríguez-Martínez, R. (2010). The kiss-1- kisspeptin-gpr54 complex: a critical modulator of GnRH neurons during pubertal activation. *Journal Applied Biomedicine*. 8: 1-9.

- Mohawk J.A., Green C.B., Takahashi J.S. (2012). Central and peripheral circadian clocks in mammals. *Annu. Rev. Neurosci.*, 35: 445-462. [10.1146/annurev-neuro-060909-153128](https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-060909-153128)
- Nakamura Y., Tamura H., Takayama H., Kato H. (2013). Increased endogenous level of melatonin in preovulatory human follicles does not directly influence progesterone production. *Fertil. Steril.*, 80: 1012–1016. [10.1016/s0015-0282\(03\)01008-2](https://doi.org/10.1016/s0015-0282(03)01008-2)
- Nelson, R.J.; Denlinger, D.L.; Somers, D.E. (2010). Photoperiodism: The Biological Calendar. *Oxford University Press; Oxford; New York.*
- Nowak, R., Porter, R. H., Levy, F., Orgeur, P., & Schaal, B. (2000). Role of mother-young interactions in the survival of offspring in domestic mammals. *Reviews of reproduction*, 5(3), 153-163.
- Nuñez Favre R, García MF, Rearte R, Stornelli MC, Corrada YA, de la Sota RL, Stornelli MA. (2022). Heat stress and sperm production in the domestic cat. *Theriogenology*. 2022 jul 15; 187:182-187. [10.1016/j.theriogenology.2022.05.004](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.05.004). Epub May 13. PMID: 35598559.
- Okamura, H., Mori, Y. (2005). Characterization of the primer pheromone molecules responsible for the “male effect” in ruminant species. *Chemical Senses*. 30 (Suppl. 1): i140-i141.
- Ortavant, R., Pelletier, J., Ravault, J.P., Thimonier, J., Volland-Nail, P., (1985). Photoperiod: main proximal and distal factor of the circannual cycle of reproduction in farm animals. In: Clarke, J.R. (Ed.), *Oxford Reviews of Reproductive Biology*. *Oxford University Press, Oxford*, pp. 305–345

- Pasquali R, Patton L y Gambineri A 2007 Obesity and infertility. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes, and Obesity* 14 482–487. [doi:10.1097/MED.0b013e3282f1d6cb](https://doi.org/10.1097/MED.0b013e3282f1d6cb)
- Perón, N., Limas, T y Fuentes, J. L. (1991). El ovino Pelibuey de Cuba. Revisión bibliográfica de algunas características productivas. *Rev. Mundial Zootecnia*. 66: 32-39.
- Pevet P., Klosen P., Felder-Schmittbuhl M.P. (2017). The hormone melatonin: Animal Studies. *Best Pract. Res. Clin. Endocrinol. Metab.*, 31: 547-559. [10.1016/j.beem.2017.10.010](https://doi.org/10.1016/j.beem.2017.10.010)
- Reiter R.J., Fraschini F. (1969). Endocrine aspects of the mammalian pineal gland: a review. *Neuroendocrinology*, 5:219-255. [10.1159/000121862](https://doi.org/10.1159/000121862)
- Reiter R.J. (1980). The pineal and its hormones in the control of reproduction in mammals. *Endocrine Rev.*, 1: 109–131. [10.1210/edrv-1-2-109](https://doi.org/10.1210/edrv-1-2-109)
- Reiter R.J. (1991). Pineal melatonin: cell biology of its synthesis and of its physiological interactions. *Endocrine Rev.*, 12: 151-180.
- Rodríguez Venegas, R. (2020). Efecto de la GnRH O hCG sobre la calidad seminal de carneros dorper durante la época de inactividad sexual.
- Salazar-Ortiz J, Camous S, Briant C, Lardic L, Chesneau D, Guillaume D. (2011). Effects of nutritional cues on the duration of the winter anovulatory phase and on associated hormone levels in adult female Welsh pony horses (*Equus caballus*). *Reprod Biol Endocrinol*. Sep 29; 9:130. doi: [10.1186/1477-7827-9-130](https://doi.org/10.1186/1477-7827-9-130)
- Santiago-Moreno, J., Gómez-Brunet, A., González-Bulnes, A., Toledano-Díaz, A., Malpoux, B., & López-Sebastián, A. (2005). Differences in reproductive pattern

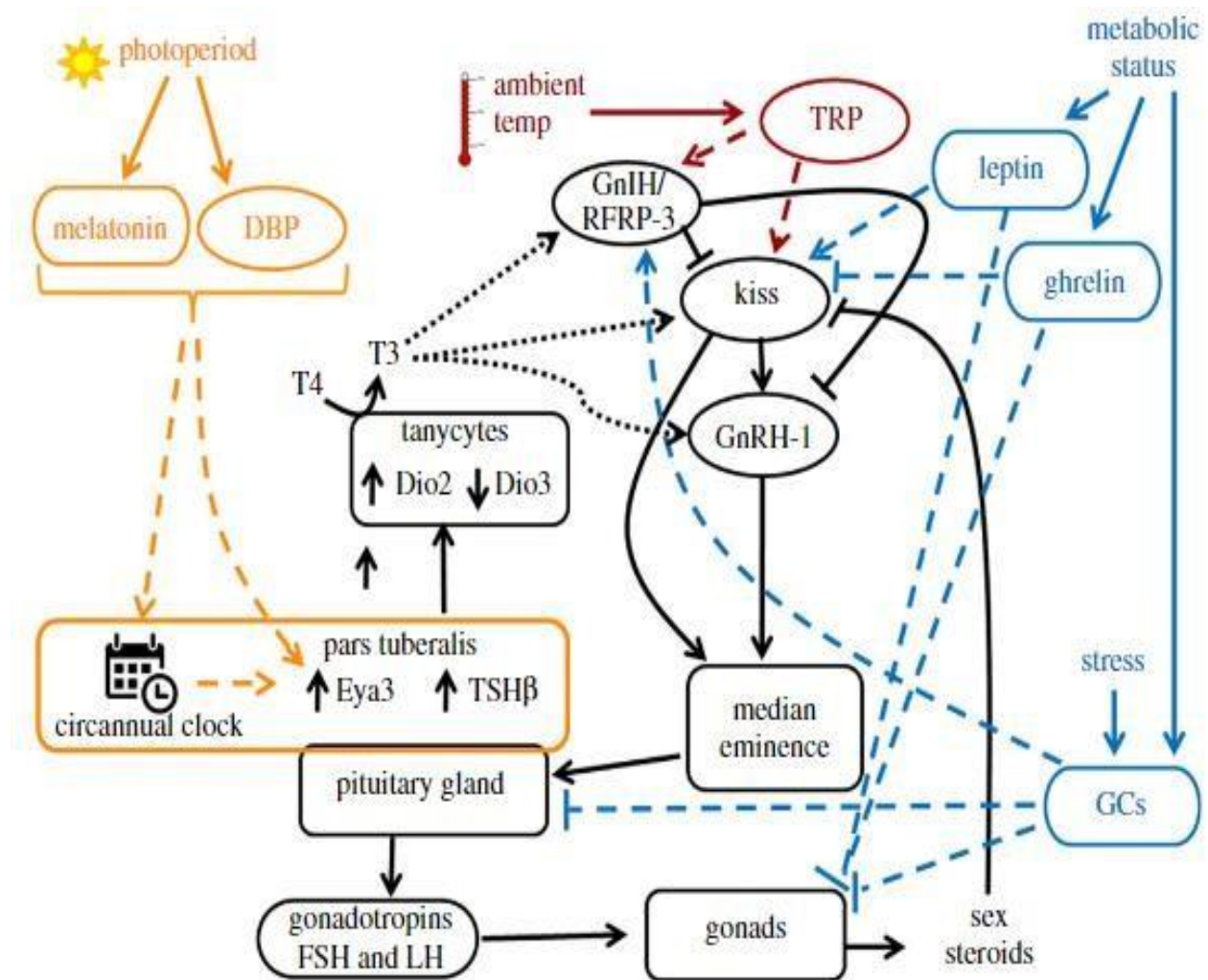
- between wild and domestic rams are not associated with inter-specific annual variations in plasma prolactin and melatonin concentrations. *Domestic animal endocrinology*, 28(4), 416-429.
- Scott, C. J., Rose, J. L., Gunn, A. J., & McGrath, B. M. (2019). Kisspeptin and the regulation of the reproductive axis in domestic animals. *Journal of Endocrinology*, 240(1), R1-R16.
- Shelton, M. (1978). Reproduction and breeding of goats. *Journal of Dairy Science*, 61(7), 994–1010. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(78\)83680-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(78)83680-7)
- Stearns, S. (2000). Evolución de la historia de vida: éxitos, limitaciones y perspectivas. *Naturwissenschaften* 87, 476–486 <https://doi.org/10.1007/s001140050763>
- Tilbrook, a., Canny, B., Serapiglia, M., Ambrose, T., y Clarke, I. (1999) Supresion of the secretion of luteinizing hormone due to isolation/restrain stress in gonadectomised rams and ewea ia influenced by sex steroids, *Journal of Endocrinology*, 160(3), 469-481. <https://doi.org/10.1677/joe.0.1600469>
- Ungerfeld, R. (2020). Reproducción de los animales domésticos (1era ed) Edra.
- Ureña F.G. (2012). Comportamiento reproductivo. Ontogenia de la conducta sexual del macho y de la hembra, y su desarrollo en las diferentes especies domésticas. Procedimientos de control bajo diferentes sistemas de cría. Artículo de consulta: 3,4, 5, 24, 25,26.
- Urviola García, A. P., y Fernández, J. L. (2017). Factores modulares de la estacionalidad reproductiva en ungulados. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 19(3), 319-336. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2017.297>
- Verstegen, J. (1998). Physiology and Endocrinology of Reproduction in Female Cats. In: Manual of Small Animal Reproduction and Neonatology. *British Small Animal Veterinary Association*. United Kingdom: 11-16.



- Vielma, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2009. Male sexual behavior contributes to the maintenance of high LH pulsatility in anestrus female goats. *Hormones and Behavior*. 56:444-449.
- Walton, J. C., Weil, Z. M., & Nelson, R. J. (2011). Influence of photoperiod on hormones, behavior, and immune function. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 32(3), 303–319. <https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2010.12.003>
- Wolfenson D, Roth Z. (2018). Impact of heat stress on cow reproduction and fertility. *Anim Front*. Nov 10;9(1):32-38. [10.1093/af/vfy027](https://doi.org/10.1093/af/vfy027)
- Young K. A. & Nelson, R. J. (2001). Mediation of seasonal testicular regression by apoptosis. *Reproduction*. 122:677–85.
- Zarazaga, L.A., Celi, I., Guzmán, J.L., Malpoux, B., (2011<sup>a</sup>). The role of nutrition in the regulation of LH secretion by the opioidergic, dopaminergic and serotonergic systems in female Mediterranean goats. *Biology of Reproduction*, 84: 447-454 [10.1095/biolreprod.110.086520](https://doi.org/10.1095/biolreprod.110.086520)
- Zarazaga, L.A., Celi, I., Guzmán, J.L., Malpoux, B., (2011<sup>b</sup>). The effect of nutrition on the neural mechanisms potentially involved in melatonin-stimulated LH secretion in female Mediterranean goats. *Journal of Endocrinology*, 211:263-272 [10.1530/JOE-11-0225](https://doi.org/10.1530/JOE-11-0225)
- Zarazaga, L.A. (2021). Interaction between photoperiod and nutrition on goat reproduction. *Rev Bras Reprod Anim*, 45(4), 349-354.
- Zhang CZ, Sun HZ, Li SL, Sang D, Zhang CH, Jin L, Antonini M, Zhao CF. (2019). Effects of photoperiod on nutrient digestibility, hair follicle activity and cashmere quality in Inner Mongolia white cashmere goats. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2019 Apr;32(4):541-547. doi: 10.5713/ajas.18.0154.

## Anexos

**Ilustración 1:** Mecanismos responsables de la activación y modulación de la reproducción (Cory et al., 2017).



Visión actual de los mecanismos responsables de la activación y modulación del eje reproductivo en aves y mamíferos. Los cambios en el fotoperíodo o en el reloj circadiano activan el eje hipotálamo-hipófisis-gonadal a través de la vía EYA3-TSH-Dio-T3. En los mamíferos, esto ocurre a través de la señal de melatonina, mientras que los fotorreceptores cerebrales profundos (DBP) también juegan un papel en las aves. El estado metabólico influye en el tiempo a través de los efectos de los glucocorticoides (GC), la leptina y la grelina sobre la RF-amidaskisspeptina (KISS) y la GnRH; La inhibición reproductiva en respuesta a estas señales también está ocurriendo probablemente a nivel de las gónadas. Las flechas negras discontinuas de T3 indican múltiples vías que pueden variar entre taxones. La vía de señalización KISS, por ejemplo, parece no ser funcional en las aves. También se plantea la hipótesis de que la temperatura ambiente influye en el tiempo a través de los termorreceptores de potencial receptor transitorio (TRP). Las flechas de colores sólidos indican los efectos de las señales físicas (fotoperíodo: naranja; temperatura: rojo) o metabólicas (azul) sobre las hormonas/neuronas que, a su vez, influyen en el eje reproductivo (a través de conexiones que se muestran en

líneas discontinuas). La GnRH-II (no mostrada) también parece tener un papel neuromodulador en la afectación de la alimentación y la reproducción.