



## Sazonalidade reprodutiva no gato doméstico

### *Estacionalidad reproductiva en el gato doméstico*

**María Alejandra Stornelli**

Instituto de Investigaciones en Reproducción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias,  
Universidad Nacional de La Plata; B1900AVW La Plata, Argentina

#### **Resumen**

*Algunas especies de animales como equinos, pequeños rumiantes, algunos roedores y caninos y felinos silvestres presentan un período de reposo sexual estacional de duración e intensidad variable. Esta estacionalidad está directamente relacionada con las horas luz diarias (fotoperíodo) a las que se hallan sometidos los animales y se evidencia en las localizaciones geográficas en las que existen marcadas variaciones en la duración del día durante el año. En el felino doméstico (*Felis silvestris catus*) la estacionalidad ovulatoria y estral de la hembra se halla bien documentada y ocurre durante los días que presentan más de 12 horas de luz (primavera-verano). Sin embargo, la estacionalidad reproductiva del gato ha sido definida más tardíamente. Es así que se ha observado que, si bien los gatos producen espermatozoides todo el año, la producción espermática es mayor en la estación reproductiva acompañando la estacionalidad de la hembra. Estos hallazgos han permitido utilizar estos conocimientos para el control de la reproducción y aplicación de biotecnología en felinos domésticos. Asimismo, los conocimientos obtenidos pueden ser aplicados a felinos silvestres tomando al gato doméstico como modelo.*

**Palavras-Clave:** Estacionalidad reproductiva, fotoperíodo, gato doméstico.

#### **Resumo**

Algumas espécies de animais como equinos, pequenos ruminantes, alguns roedores e os caninos e felinos selvagens apresentam um período de repouso sexual sazonal de duração e intensidade variáveis. Essa sazonalidade está diretamente relacionada às horas diárias de luz (fotoperíodo) a que os animais são submetidos e é evidenciada em localizações geográficas onde ocorrem variações marcantes na duração do dia durante o ano. No felino doméstico (*Felis silvestris catus*) a sazonalidade ovulatória e estral da fêmea é bem documentada e ocorre em dias com mais de 12 horas de luz (primavera-verão). No entanto, a sazonalidade reprodutiva do gato foi definida posteriormente, quando foi observado que, embora os gatos produzam espermatozoides ao longo do ano, a produção de espermatozoides é maior na estação reprodutiva, acompanhando a sazonalidade da fêmea. A utilização desses conhecimentos possibilitaram o controle da reprodução e aplicação da biotecnologia em felinos domésticos. Da mesma forma, tomando o gato doméstico como modelo, os conhecimentos obtidos podem ser aplicados aos gatos selvagens.

**Palavras-chave:** Sazonalidade reprodutiva, fotoperíodo, gato doméstico

#### **Introducción**

Los animales que habitan regiones con diferencias marcadas en la cantidad de horas luz diarias a lo largo del año muestran cambios cíclicos en su fisiología y comportamiento. El principal cambio adaptativo se observa en la función reproductiva.

Se ha documentado que la estacionalidad reproductiva está regida por el fotoperíodo, es decir por la variación en la cantidad de horas luz diarias a través del año. Es así, que los animales presentan periodos de actividad sexual seguidos por períodos de reposo, de duración e intensidad variable regulados por el fotoperíodo. El mecanismo por el cual el fotoperíodo regula la actividad reproductiva se encuentra relacionado con la secreción de melatonina por la glándula pineal, regulando así la secreción pulsátil de hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) desde el hipotálamo. La duración de la noche determina el tiempo de liberación de melatonina, estimulando o frenando el pulso de GnRH, la cual activa o suprime la liberación de LH y hormona folículo estimulante (FSH) hipofisarias, según la especie sea fotoperiódica positiva o negativa (Bronson 1909; Vieyetz 1995; Claustrat 2005; Malpoux 2006).

### Estacionalidad reproductiva de la gata

Como puede observarse al estudiar el ciclo estral felino, la estacionalidad reproductiva de la gata doméstica está íntimamente relacionada con el fotoperíodo y la concentración de melatonina sérica. Esta última, es una hormona derivada de la serotonina y es sintetizada y secretada principalmente por la glándula pineal. La liberación de melatonina sigue un ritmo circadiano; es liberada en periodos de oscuridad, momento en que se sintetiza. Por el contrario, durante periodos de luz, al estar inhibida la síntesis, no hay secreción de melatonina (Leyva, 1989; Stornelli, 2021). En el caso de la gata, al ser una especie fotoperíodo positivo, la secuencia de eventos que sigue a un cambio de estación es la siguiente: en verano las noches son cortas y la duración de la secreción de melatonina es igualmente corta y por lo tanto la concentración de melatonina sérica es baja ( $0,53 \pm 0,1$  ng/ml). Como consecuencia de esto, se producen pulsos de GnRH. La liberación pulsátil de GnRH provoca una liberación pulsátil de la gonadotropinas hipofisarias especialmente de la hormona luteinizante, la que produce en la hembra el comienzo del período reproductivo. Por el contrario, en invierno las noches son largas y la duración de la secreción de melatonina durante la noche es igualmente larga y por lo tanto la concentración de melatonina sérica es alta ( $8,94 \pm 2,6$  ng/ml). Como consecuencia del cambio en la duración de la liberación de melatonina durante la noche desde el verano al invierno, en esta última estación no ocurren pulsos de GnRH y el eje gonadal hipofisario está quiescente. De esta manera la melatonina regula el estado funcional de las gónadas y controla la capacidad reproductiva de un animal según la estación del año (Vieyetz, 1995).

Si las hembras felinas son sometidas a 14 o más horas de luz artificial presentan ciclos estrales comparables a los ocurridos durante la época del año en la que ocurren días largos (primavera-verano) en países con marcadas diferencias lumínicas entre las estaciones del año (Robledo, 2003; Giménez, 2006).

Se ha observado que los ciclos estrales ocurridos en gatas sometidas a 14 h de luz artificial son comparables en duración, manifestaciones conductuales, imagen citológica vaginal y concentración de E2 y P4 a los ciclos observados en gatas sometidas a un fotoperíodo largo ( $\geq$  a 14 horas/luz) de luz natural. Algunas gatas presentaron ovulación espontánea y ocurrencia de pseudopreñez. Las gatas servidas quedaron preñadas lo que muestra que los celos fueron fértiles. Así mismo la administración parenteral de melatonina evita la ocurrencia de ciclos estrales. La administración de un implante subcutáneo de melatonina durante el interestro logra impedir la ocurrencia de ciclos estrales por un período de 113 días. Sin embargo, la administración de un implante de 36 mg no logra prolongar el interestro posimplante (Gimenez, 2006).

### Estacionalidad reproductiva del gato

Si bien la estacionalidad reproductiva se encuentra claramente definida en la hembra felina desde hace décadas, hace relativamente pocos años que algunos investigadores sugirieron la influencia del fotoperíodo sobre la fisiología reproductiva de los machos (Axner 2007; Blottner 2007, da Silva 2006, Stornelli 2007). A fines de la década de los noventa, algunos autores comunicaron la ausencia de estacionalidad reproductiva en el gato (Spindler 1999). Sin embargo, estudios posteriores sugirieron una producción espermática estacional en machos felino (Axner 2007, Blottner 2007; Stornelli 2007).

Así como ocurre en otras especies fotoperiódicas, los felinos domésticos muestran espermatogénesis y desarrollo de la hilera seminal durante todo el año. Sin embargo, el porcentaje de túbulos con desarrollo completo de la hilera seminal varía en relación al fotoperíodo, hecho que se refleja en variaciones de los parámetros seminales (Stornelli 2009; Nuñez Favre 2012; Nuñez Favre 2014; Nuñez Favre 2015). Ya en la década del 80, Johnstone observó un aumento en el volumen seminal en eyaculados realizados durante la temporada reproductiva (Johnstone, 1984). Veinte años más tarde, la estacionalidad reproductiva en el gato doméstico fue sugerida por algunos autores quienes comunicaron que la cantidad y calidad de espermatozoides epididimales fue significativamente mayor en muestras provenientes de epidídimos de gatos castrados en días de más de 11 horas luz (Tittarelli 2004; Stornelli 2004). Dos años más tarde Reyna et al mostraron la ocurrencia de variaciones en la cantidad de espermatozoides testiculares en relación con la época del año y el fotoperíodo (Reyna, 2006). En concordancia con estos resultados, Blottner observó que, si bien en todas las estaciones se mantiene la capacidad de producir semen, existieron variaciones en el peso testicular y en la cantidad de espermatozoides obtenida en cada testículo en animales castrados durante la primavera comparado con animales castrados en otoño-invierno. Conjuntamente se encontraron diferencias en la motilidad y el porcentaje de espermatozoides normales (Blottner, 2007). En concordancia un estudio retrospectivo sobre morfología espermática realizado en Suecia, evidenció que el porcentaje de espermatozoides normales fue mayor en muestras seminales de gatos tomadas en ascenso lumínico (Axner, 2007). Similares resultados fueron hallados en Argentina, en donde también se observaron variaciones estacionales en el desarrollo de la hilera seminal en gatos adultos castrados durante diferentes épocas del

año, encontrándose un mayor porcentaje de túbulos con desarrollo completo de la hilera seminal durante los meses con mayor cantidad de horas luz diaria (Stornelli, 2009).

La estacionalidad reproductiva conjuntamente con el alto porcentaje de morfo anomalías espermáticas presentes en gatos sanos y fértiles ha complicado la definición de los parámetros seminales del espermograma normal (Wildt 1983, Howard 1990; Axner 2007). Algunos autores han encontrado alrededor de 40% de espermatozoides morfológicamente normales en gatos mestizos (Howard 1990; Axner 2007). Además, existe gran variabilidad entre diferentes gatos y entre muestras del mismo animal cuando se utiliza electroeyaculación (Pineda 1984; Zambelli 2006). Este hecho adquiere gran importancia al estimar los parámetros seminales normales para cada animal en particular, habiendo sido sugeridas al menos cinco evaluaciones repetidas en el tiempo para evaluar la fertilidad de un gato (Johnstone, 1984).

Un estudio reciente realizado con 43 gatos castrados en las últimas dos semanas de cada estación del año ha mostrado que los animales castrados en épocas con días en ascenso lumínico (invierno-primavera) presentaron un porcentaje de espermatozoides morfológicamente normales y de membrana plasmática íntegra significativamente mayor a los gatos castrados en descenso lumínico (verano-otoño; Nuñez Favre, 2012). En concordancia, los animales castrados en ascenso lumínico mostraron una tendencia a tener un mayor porcentaje de espermatozoides con motilidad progresiva y una mayor cantidad de espermatozoides totales comparados con aquellos castrados en descenso lumínico (Nuñez Favre, 2012)

En estudios realizados en la última década, las variaciones observadas en la calidad de los espermatozoides recuperados a través del año mostraron acompañar cambios histológicos testiculares (Stornelli 2009; Nuñez Favre, 2012). Si bien en todas las estaciones se evidenciaron túbulos seminíferos con diferentes grados de maduración, los animales castrados durante ascenso lumínico mostraron una mayor proporción de túbulos con espermátides maduras en comparación con los animales castrados en días con descenso lumínico (Stornelli, 2009). De manera inversa, en épocas con descenso lumínico se encontró una mayor proporción de túbulos con espermátides inmaduras (Stornelli, 2009). Así mismo, los animales castrados durante ascenso lumínico presentaron una mayor cantidad de células intersticiales de Leydig por campo, en comparación con los animales castrados en descenso lumínico. Sin embargo, la concentración de testosterona sérica no mostró variaciones en los periodos evaluados (Stornelli, 2009).

En el gato doméstico se ha demostrado que la producción diaria de espermatozoides por gramo de testículo es de 16 millones y el peso promedio de cada testículo es de 1,2 gramos (Franca, 2003). En el epidídimo se produce la maduración espermática, y el almacenado en la cola del epidídimo de los espermatozoides maduros para ser eyaculados (Axner, 2006). Durante el pasaje por el epidídimo, la mayor parte del fluido testicular, rico en Na-Cl es reabsorbido e intercambiado por K con el fin de deshidratar y estabilizar la membrana del espermatozoide, ya que las altas concentraciones de Na promueven la capacitación y la reacción acrosómica (Axner, 2006). Las células epididimales también producen y secretan fosfatasa alcalina, la cual puede utilizarse para identificar un eyaculado incompleto, conteniendo solo fluido proveniente de las glándulas accesorias, diferente de un eyaculado completo, que contiene fluido epididimal (Axner 2006; Valiente 2014). El epidídimo presenta un epitelio pseudoestratificado en el cual pueden observarse tres tipos celulares (células principales, apicales y basales). En el gato doméstico, las células principales se dividen en células claras y oscuras (Reyna, 2008). En invierno, se ha evidenciado una menor proporción de células oscuras y mayor de células claras, mientras que la situación inversa se observó durante los días de verano-otoño (Reyn, 2008). Este hecho sugiere una mayor actividad celular epididimal, relacionada con la producción de factores implicados en la maduración espermática, en la etapa de mayor producción de espermatozoide. En concordancia con este hecho, se ha observado que epidídimos de animales castrados durante los meses de primavera y verano presentaron un mayor porcentaje de células PAS positivas (Savignone, 2007). Estos hallazgos muestran una mayor producción de mucopolisacáridos en la estación del año con días más largos sugiriendo una mayor actividad secretora del epidídimo en concordancia con la época de mayor producción espermática (Savignone, 2007).

### Referências

- Axner E.** Sperm maturation in the domestic cat. *Theriogenology* 2006; 66 (1): 14-24.
- Axner E, Linde Forsberg C.** Sperm morphology in the domestic cat, and its relation with fertility: a retrospective study. *Reprod Domest Anim* 2007; 42 (3): 282-91.
- Blottner S, Jewgenow K.** Moderate seasonality in testis function of domestic cat. *Reprod Domest Anim* 2007; 42 (5): 536-40.
- Bronson F.** *Mammalian Reproductive Biology*, The University of Chicago Press. Chicago, 1989
- Claustrat B, Brun J, Chazot G.** The basic physiology and pathophysiology of melatonin. *Sleep Med Rev* 2005; 9 (1): 11-24.

- da Silva TF, da Silva LD, Uchoa DC, Monteiro CL, de Aguiar Thomaz L.** Sexual characteristics of domestic queens kept in a natural equatorial photoperiod. *Theriogenology* 2006; 66 (6-7): 1476-81.
- França LR, Godinho CL.** Testis morphometry, seminiferous epithelium cycle length, and daily sperm production in domestic cats (*Felis catus*). *Biol Reprod* 2003; 68 (5): 1554-61.
- Giménez F, Stornelli MC, Tittarelli CM, Savignone CA, Videla Dorna I, de la Sota RL, Stornelli MA.** Effect of melatonin implants on control of reproduction in the domestic cat (*Felis catus*). *Theriogenology*, 2006; 66: 681-682, 2006
- Howard JG, Brown JL, Bush M, Wildt DE.** Teratospermic and normospermic domestic cats: ejaculate traits, pituitary-gonadal hormones, and improvement of spermatozoal motility and morphology after swim-up processing. *J Androl* 1990; 11 (3): 204-15.
- Johnstone I.** Electroejaculation in the domestic cat. *Aust Vet J* 1984; 61 (5): 155-8.
- Leyva H, Madley T, Stabenfeldt GH.** Effect of light manipulation on ovarian activity and melatonin and prolactin secretion in the domestic cat. *J Reprod Fertil Suppl* 1989; 39: 125-33.
- Malpaux B.** Knobil and Neill's Physiology of Reproduction, Third. Elsevier Inc. USA, 2006; 2231-2282.
- Núñez Favre R, Bonaura M, Tittarelli C, Mansilla-Hermann D, de la Sota R, Stornelli M.** Effect of Natural Photoperiod on Epididymal Sperm Quality and Testosterone Serum Concentration in Domestic Cat (*Felis silvestris catus*). *Reprod Domest Anim* 2012; 47 (6): 232-4.
- Núñez Favre R, Bonaura MC, Praderio R, Stornelli MC, de la Sota RL, Stornelli MA.** Effect of melatonin implants on spermatogenesis in the domestic cat (*Felis silvestris catus*). *Theriogenology*; 2014, 82: 851-856.
- Núñez Favre R, Bonaura MC, García MF, Stornelli MC, de la Sota, RL, Stornelli MA.** Influencia del fotoperíodo natural sobre la morfología espermática en el gato doméstico (*Felis silvestris catus*). *Revista de la Sociedad de Ciencias Morfológicas de La Plata*. 2015, 17(2): 10-15.
- Pineda, M. H., M. P. Dooley, et al.** "Long-term study on the effects of electroejaculation on seminal characteristics of the domestic cat." *Am J Vet Res*; 1984, 45(5): 1038-1041
- Reyna JC, Savignone CA, Stornelli MC, Tittarelli CM, Núñez Favre R, de la Sota RL, Stornelli MA.** Estudio de la concentración espermática testicular en diferentes estaciones del año en el gato doméstico. *X Congreso Argentino de la Sociedad Argentina de Ciencias Morfológicas*. 2006.
- Reyna JC, Núñez Favre R, Savignone CA, Tittarelli CM, Stornelli MC, Guzzetti J, García Mitacek MC, Stornelli MA.** Influencia del fotoperíodo sobre la cantidad de células claras y oscuras en el gato doméstico. in *IX Jornadas de divulgación técnico-científicas*. 2008.
- Robledo MAM, Carneiro MP, Raratella-Evêncio L, Evêncio-Neto J.** Avaliação do fotoperíodo na indução do estro em gatas domésticas. *Rev Bras Reprod Anim*, 2003; 27: 274-275.
- Savignone CA, Reyna JC, Stornelli MC, Tittarelli CM, Núñez Favre R, García Mitacek MC, de la Sota RL, Stornelli MA.** Presencia de mucopolisacáridos en el epitelio epididimal del gato doméstico en diferentes épocas del año. in *XXIV Jornadas Científicas de la Asociación de Biología de Tucumán*. 2007.
- Spindler RE, Wildt DE.** Circannual variations in intraovarian oocyte but not epididymal sperm quality in the domestic Cat. *Biol Reprod* 1999; 61 (1): 188-94.
- Stornelli MA, Stornelli MC, Savignone CA, Tittarelli CM, Reyna JC, de la Sota RL.** Influencia del fotoperíodo en la cantidad de espermatozoides epididimales en gatos. in *I Congreso y IV Jornada Nacional de Felinos*. 2004 Corrientes.
- Stornelli MA.** Basic and advanced evaluation of cat's semen. *Brazilian J. Anim. Reprod.* 2007; (31): 135-140.
- Stornelli MA, Reyna JC, Stornelli MC, Nunez Favre R, Savignone CA, Tittarelli CM, de la Sota RL.** Seasonal changes in testicular cell morphology in domestic male cats (*Felis catus*). *Reprod Domest Anim* 2009; 44 Suppl 2: 287-90.
- Stornelli MA.** Efeitos da sazonalidade sobre espermatozoides epididimários e ejaculados. *Revista del Colegio Brasileiro de Reproducción Animal*. 355-360. <http://cbra.org.br/portal/publicacoes/rbra/2021/rbra2021n4-capa.html>.
- Tittarelli CM, Savignone CA, Stornelli MA, Stornelli MC, Desmarás E, de la Sota RL.** Concentración y viabilidad de espermatozoides epididimales felinos en diferentes épocas del año. in *VII Reunión Interamericana de Cátedras de Fisiología Animal*. 2004.
- T, Murao I, Kawakami E, Ogasa A, Stabenfeldt GH.** Androgen concentration in the blood and spermatogenic function of tom cats during the breeding season. *Nippon Juigaku Zasshi* 1990; 52 (4): 801-6.
- Tsutsui T, Onodera F, Oba H, Mizutani T, Hori T.** Plasma hormone levels and semen quality in male cats during non-breeding and breeding seasons. *Reprod Domest Anim* 2009; 44 (2): 291-3.
- Valiente C, de la Sota P, Arauz S, Gobello MC.** Ejaculation training, seminal alkaline phosphatase and



semen preservation through cooling in a milk-based extender in domestic cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2014; 16 (4): 312-316

**Vieytes M.** *Fisiología veterinaria*, 1. Interamericana McGraw-Hill. Nueva York, 1995; 696-706.

**Wildt DE, Bush M, Howard JG, O'Brien SJ, Meltzer D, Van Dyk A, Ebedes H, Brand DJ.** Unique seminal quality in the South African cheetah and a comparative evaluation in the domestic cat. *Biol Reprod* 1983; 29 (4): 1019-25.

**Zambelli D, Cunto M.** Semen collection in cats: techniques and analysis. *Theriogenology* 2006; 66 (2): 159-65.

---