

RITMOS DE ACTIVIDAD LOCOMOTORA Y TEMPERATURA EN *Felis catus*¹

SCIABARRASI, C.²; SCAGLIONE, M. C.²; MAROZZI, M.²;
ELIZALDE, E. F.² & CERUTTI, R. D.¹

RESUMEN

En este trabajo se analizan los ritmos de actividad locomotora y temperatura del gato doméstico (*Felis catus*). Se realizaron dos experimentos con 4 animales alojados en jaulas individuales. Cada animal portaba un actímetro y un termocron. En el primer experimento se caracterizó la ritmicidad diaria de actividad y temperatura periférica bajo condiciones LO 12:12. El segundo experimento fue diseñado para estudiar el marcapaso endógeno mediante actimetría, se invirtió el ciclo LO y posteriormente se observó bajo condiciones de curso libre en OO, LL y pulsos ultradianos. Nuestros resultados muestran que el gato presenta actividad crepuscular con mayor actividad nocturna, los ritmos de actividad diaria se resincronizan rápidamente tras invertir el ciclo LO y persisten bajo condiciones de curso libre LL, lo que sugiere un origen circadiano. El incremento de temperatura periférica va asociado a una mayor propensión al reposo, mientras que los descensos inducen estados de vigilia.

Palabras claves: cronobiología, ritmos biológicos, fotoperiodo, actividad locomotora, temperatura periférica, Felis catus.

SUMMARY

Rhythms of the locomotor activity and temperature in *Felis catus*.

This work analyses the rhythms of the locomotor activity and temperature in domestic cats (*Felis catus*). Two experiments were carried out with four animals kept in individual cages. An actimeter and a temperature data logger were attached to each animal. In the first experiment the daily rhythmicity of activity and temperature under conditions LD 12:12 was characterized. In order to study the endogenous pacemaker by actigraphy, in the second experiment the LD cycle was inverted and then were studied under free course conditions in DD, LL and ultradian rhythms. Our results show that the cats present twilight activity with a higher nocturnal activity, the rhythms of daily activity

1.- C Subsidiado por UNL. Proyecto CAI+D 2013.

2.- Facultad de Ciencias Veterinarias (UNL). Kreder 2805. (3080) Esperanza, provincia de Santa Fe. Email: rcerutti@fev.unl.edu.ar

Manuscrito recibido el 4 de septiembre de 2014 y aceptado para su publicación el 20 de enero de 2015.

are quickly resynchronized after inverting the LD cycle and they persist under free course conditions LL, which suggests a circadian origin. The increase in temperature is associated with a higher propensity to rest, while declines induce states of wakefulness.

Key words: chronobiology, biological rhythms, photoperiod, locomotor activity, peripheral temperature, Felis catus.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la evolución los seres vivos han desarrollado relojes biológicos que se sincronizan con los cambios cíclicos que se dan en el medio ambiente como consecuencia de los ciclos geofísicos que originan la alternancia día-noche, las fases lunares y las estaciones. Los marcapasos internos tienen un papel fundamental en el control de los ritmos biológicos ya que permiten a los organismos medir el paso del tiempo, integrando la información ambiental recibida a través del órgano pineal y transducida por la hormona melatonina, a fin de anticipar eventos predecibles (p.ej. el atardecer o la primavera) y de este modo poder organizar recursos y actividades antes de que sean necesarios (Pittendrigh, 1960).

La ritmicidad de la temperatura corporal y la actividad motora, son dos variables frecuentemente utilizadas en cronobiología para determinar la función del sistema circadiano (Hofstra & Weerd, 2008). La estrecha relación entre el ciclo de sueño vigilia y el ritmo de temperatura corporal es un hecho que se conoce desde hace tiempo, de tal forma que todas las especies, con independencia de su carácter diurno o nocturno, duermen durante el periodo coincidente con el mínimo de temperatura corporal central (TCC) (Zulley *et al.*, 1981). No obstante debido a los inconvenientes metodológicos que

plantea la medida de TCC de forma continua, recientemente se ha propuesto el ritmo de temperatura periférica (TP) como ritmo marcador ya que presenta evidentes ventajas en su medida y es igualmente indicador del estado del sistema circadiano (Sarabia *et al.*, 2008). Este ritmo es el resultado de la actividad del NSQ sobre el balance entre activación simpática (vasoconstricción y reducción de temperatura) y parasimpática (vasodilatación y aumento de temperatura) de los vasos sanguíneos de la piel. El comportamiento de TP en relación con el sueño es opuesto al del ritmo de TCC, de modo que la temperatura de la piel aumenta inmediatamente antes y durante los periodos de sueño y somnolencia y desciende durante los periodos de actividad en proporción al nivel de activación o arousal (Bonmati-Carrion *et al.*, 2013).

Las oscilaciones en el comportamiento de la actividad se utilizan ampliamente como un indicador para evaluar el bienestar de los animales (Gordon, 1995). Se manifiesta en muchas especies (Enrigh, 1980) y han sido extensamente estudiada en humanos, animales de laboratorio, incluyendo ratas de laboratorio, ratones domésticos, hamsters, ardillas, degus, ratas topo, topillos, cobayas y también en conejos, perros, ovejas, cabras y caballos (Refinetti, 2006; Bertolucci *et al.*, 2008; Piccione *et al.*, 2007, 2008). En la literatura científica existen sólo unos pocos

y contradictorios trabajos cronobiológicos de actividad reposo en felinos domésticos (Piccione *et al.*, 2013; Randall *et al.*, 1987).

Por lo antes expuesto, el objetivo principal de nuestro estudio fue analizar las variaciones diarias de temperatura periférica, los patrones de actividad locomotora y los mecanismos endógenos que impulsan los ritmos biológicos de *F. catus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo bajo condiciones ambientales controladas, en la Granja la Esmeralda de la Ciudad de Santa Fe. Se estudiaron cuatro *F. catus* (gatos domésticos) de aproximadamente 4 kg de peso corporal, machos adultos, castrados, clínicamente sanos, los cuales se distribuyeron en jaulas de 1 m de ancho por 2 m de largo y 1 m de alto, permitiendo que se aclimaten antes de empezar el experimento. Cada jaula, estaba provista de agua, y comida *ad libitum* para impedir que cualquier rutina periódica pudiera actuar como sincronizador. Se mantuvo la temperatura del ambiente a 20°C manteniendo estable la temperatura de la habitación con un termostato electrónico, con fluctuaciones de $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ entre el día y la noche. Las jaulas tenían en su parte superior luces que proporcionaban una intensidad lumínica media de 200 lux a nivel de la misma. Se controló el fotoperiodo de forma automática mediante un reloj digital programable (Datamicro, Orbis, España). Se limpió el recinto cada día, eliminando las heces. Las actividades de control se realizaban por medio de cámaras que registraban cada jaula, para no interferir con los registros. En los diferentes experimentos la actividad en los felinos se determinó con actímetros AC-

TIWATCH® (Cambridge Neurotechnology Ltd.) adosados a un collar. Este dispositivo, por medio de un acelerómetro piezoeléctrico, registra la cantidad, intensidad y duración del movimiento. Los datos correspondientes al voltaje producido son convertidos y almacenados como cantidad de actividad en la unidad de memoria del ACTIWATCH y desde el mismo, a través de una lectora de interfase se trasladan directamente a la PC para su posterior análisis estadístico. La frecuencia de muestreo máxima es de 32 Hz, recolectando información con intervalos de 15 minutos, durante la fase experimental.

La temperatura periférica fue almacenada mediante un dispositivo Thermochron iButtons (Dallas Semiconductor) implantado subcutáneamente, programado para monitorear y almacenar registros de temperatura a intervalos de 15 minutos.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Experimento I: Caracterización de la ritmicidad diaria de actividad y de temperatura periférica en *F. catus*.

Con el objetivo de establecer las posibles variaciones cronobiológicas en valores de actividad reposo y temperatura periférica en *F. catus*, se registraron estas variables bajo un ciclo LO 12:12 (luces encendidas a las 8:00 h y apagadas a las 20:00 h) por un período de 21 días.

Experimento II: Caracterización y determinación del origen de la ritmicidad diaria de actividad reposo en *F. catus*.

Para ampliar el conocimiento del ritmo de actividad en gatos domésticos y averiguar la naturaleza circadiana así como su sincronización a la luz, se analizó la resincronización tras invertir el ciclo LO, se cambió a OL durante 11 días, doblando una de las fases de luz (luces encendidas a las 20:00 h

y apagadas a las 8:00 h). Al invertir el ciclo LO, se estudió la influencia del marcapasos interno, ya que los ritmos controlados de forma endógena requieren cierto número de ciclos para resincronizarse. Posteriormente, los ritmos circadianos se estudiaron bajo condiciones de curso libre, exponiendo a los gatos a luz constante (LL), oscuridad constante (OO) y a pulsos ultradianos LO (3h de luz y 3h de oscuridad). Para restablecer la sincronización a la luz y reajustar el marcapasos circadiano, se permitió que los felinos se sincronicen con un ciclo LO 12:12, antes de exponerlos a cada fotoperiodo.

diarios (T) y circadianos (t) se estudiaron utilizando el análisis del periodograma de Sokolove-Bushell, en el programa Temps. Además de los actogramas y periodogramas se obtuvieron también las ondas medias diarias y los gráficos polares. Los porcentajes de actividad nocturna se calcularon mediante hoja de cálculo de Excel, utilizando los datos combinados de todas las jaulas y comparando los recuentos hechos durante la escotofase con los realizados durante la fotofase.

RESULTADOS

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para analizar los datos recogidos con los actímetros y los dispositivos Thermochron iButtons, se utilizó un software de cronobiología (Temps, v.1, 179 por Díez- Noguera, Universidad de Barcelona) y también el programa Microsoft Excel. Los actogramas se realizaron a doble trazo para una mejor visualización. La duración de los periodos

Experimento I: Caracterización de la ritmicidad diaria de actividad y de temperatura periférica en *F. catus*.

Bajo condiciones de LO 12:12, nuestros resultados indican que los periodos de actividad observados en los gatos se ajustan a una ritmicidad diaria de 24 h (T) con un rango de variación entre 23:30 h y 24:30 h para un nivel de significación $p < 0.05$ graficado en

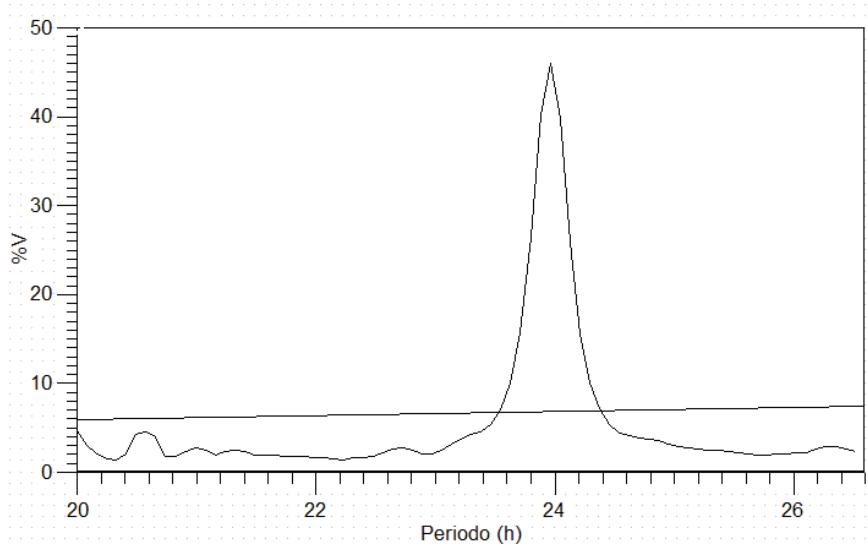


Figura 1: Periodograma de *F. catus* (n=4) bajo condiciones de LO 12:12

el periodograma de la Figura 1. Los actogramas (Fig. 2) de todos los gatos muestran gran similitud en la actividad locomotora. La inspección visual de los registros representativos en la primer etapa del experimento, fotoperíodo LO 12:12, subrayan un patrón bien definido de actividad locomotora crepuscular similar en todos los animales.

Los valores medios de los períodos (T) de los ritmos de la temperatura periférica encontrados en este trabajo, reflejaron una ritmicidad diaria de 23,50 h, con una variación entre 23,20 h y 24,33 h.

En la Tabla 1 se observa que durante los periodos de luz las medias de actividad (movimientos/15 minutos) fueron de 227 y

en el de oscuridad de 2308, indicando que los gatos son una especie de actividad locomotora preferentemente nocturna (91,08 % de actividad durante la escotofase) con marcada actividad crepuscular.

En los gráficos de ondas medias para la actividad promedio (Fig. 3A) y para TP (Fig. 4A), se manifiesta que los valores medios para cada punto y sus desvíos en la fase de oscuridad y en la de luz están separados de la media.

En la Fig. 3A se aprecia que la actividad presenta dos picos durante la fase de oscuridad, uno de mayor intensidad antes del amanecer (7:01 h) y otro menor luego del atardecer (20:11 h). En cambio la TP (Fig.

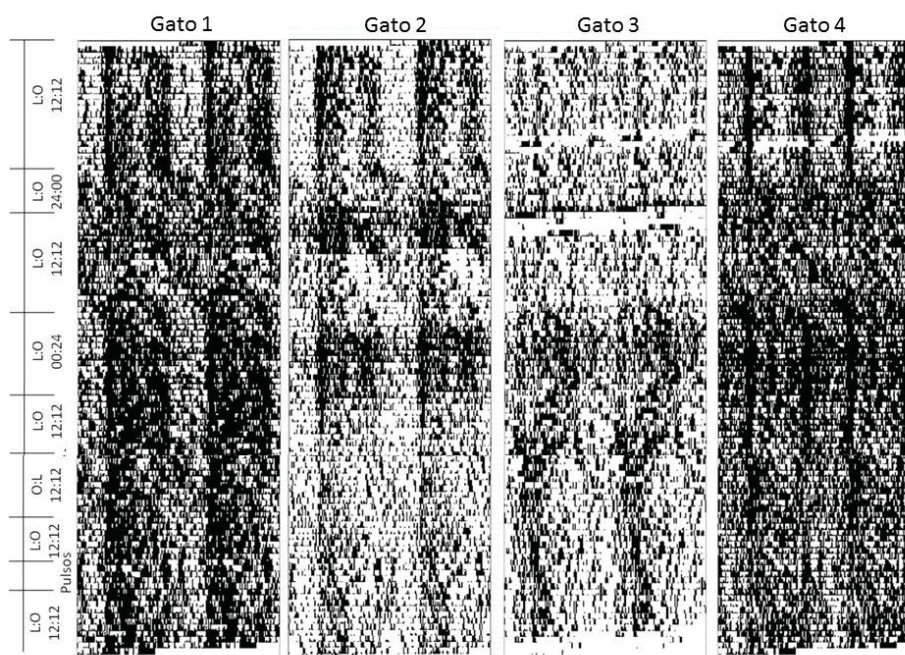


Figura 2: Actogramas de doble trazo de cuatro *F. catus* bajo diferentes fotoperíodos: LO (12:12), LO (24:00), LO (12:12), LO (00:24), LO (12:12), OL (12:12), LO (12:12), pulsos LO (3:3), LO (12:12).

4A) es más elevada durante las horas de luz.

Los gráficos polares construidos con parámetros del cosinor realizados por medio del análisis de Fourier para los dos armónicos significativos de actividad (Fig. 3B y 3C) nos muestran que su vector apunta a las 7:01 h y

20:11 h, respectivamente y para TP (Fig. 4B) 16:21 h, correspondiendo al horario donde se manifiesta la acrofase promedio de ambas variables de los felinos domésticos. Las tangentes a la elipse, trazadas a partir del centro del círculo, delimitan un intervalo de tiempo

Tabla 1: Medias de actividad (X, movimientos/15 minutos) y porcentajes (%) en felinos bajo un ciclo LO 12:12.

Gato		1	2	3	4	Prom.
X	Noche	1407	1933	1124	4766	2308
	Día	381	279	36	209	227
%	Noche	78,67	87,36	96,88	95,79	91,08
	Día	21,32	12,63	3,11	4,20	8,96

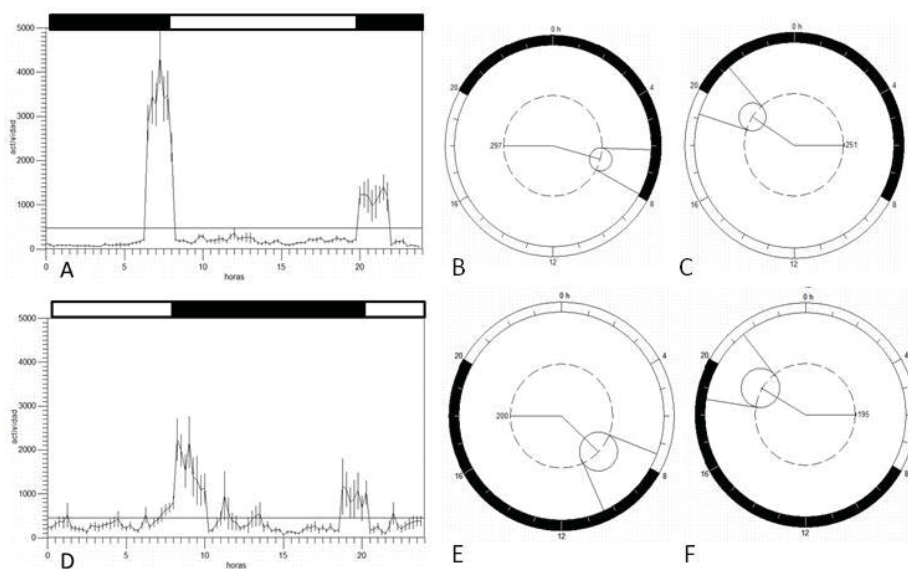


Fig. 3: Actividad promedio en *F. catus* (n = 4). Ondas medias (A, y D) y Gráfico polar (B, C, E y F) bajo fases de LO 12:12 (A, B y C) y con inversión de fases (D, E y F). La duración de la fase de oscuridad está indicada por la barra negra en la gráfica. Los valores representan la media \pm SEM.

correspondiente al rango de la acrofase (6:09 h - 7:54 h y 19:10 h -21:16 h para actividad) y (14:48 h - 17:53 h, para TP). La longitud del vector nos indica la amplitud del ritmo, como se observan en los gráficos correspondientes de actividad y TP. En todas las gráficas se aprecia que ninguna de las elipses incluye el origen de coordenadas, denotando con una certeza del 95% la existencia de ritmos diarios, con una amplitud para el primer y segundo armónico de actividad de 297 y 251 (movimientos/15 minutos) respectivamente y $0,78^{\circ}\text{C}$ para TP.

Experimento II: Caracterización y determinación del origen de la ritmicidad diaria de actividad reposo en *F. catus*.

Con el fin de estudiar la sincronización se invirtió el fotoperiodo de LO 12:12 a OL 12:12 doblando la duración de una fase

de luz. La Figura 3 D, muestra el ritmo de la actividad media de los gatos, donde los valores medios y sus desvíos en la fase de noche subjetiva (8 a 20 horas) y en la de luz (20 a 8 horas) están separados de la media de actividad diaria (456 movimiento/15 minutos). Además se observa que se siguen presentando dos picos de actividad durante la fase de oscuridad.

La resincronización al nuevo ciclo LO fue rápida. Los gatos ajustaron su actividad al ciclo OL desplazando sus picos de actividad al nuevo horario crepuscular (Fig. 2). Durante el nuevo ciclo LO, estos felinos en la fase de luz exhibieron mayor actividad que en la etapa previa a la inversión de fases (Fig. 3D). En la representación polar del análisis de Fourier se observa la acrofase y la amplitud correspondiente al primer (Fig. 3E) y segundo armónico (Fig. 3F) para la actividad de los gatos durante el experimento de cambio

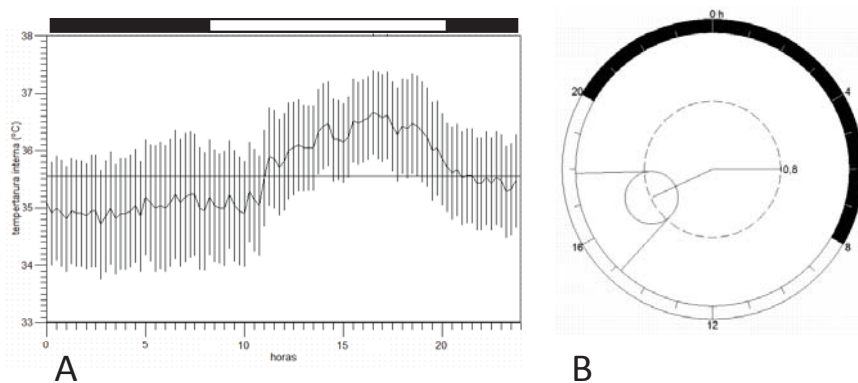


Fig. 4: Temperatura periférica en *F. catus* (n = 4). Ondas medias (A) y Gráficos polar (B) bajo fase de LO 12:12. La duración de la fase de oscuridad está indicada por la barra negra en la gráfica. Los valores representan la media \pm SEM.

de fase. Las acrofases ocurren durante la fase nocturna, $8:23 \text{ h} \pm 1:47 \text{ h}$ y $20:01 \text{ h} \pm 1:45 \text{ h}$ y la amplitud es de 200 movimientos/15 minutos y 195 movimientos/15 minutos. En dichas gráficas se observa que esta variable presenta ritmo estadísticamente significativo ya que la elipse no incluye el cero.

Para comprobar el carácter endógeno del ritmo bajo condiciones de curso libre, se sometió a los gatos a condiciones de luz constante LO 24:00, condiciones de oscuridad constante LO 00:24 y pulsos ultradianos LO 3:3, intercalando periodos de resincronización LO 12:12 entre cada fase experimental.

Como se observa en la figura 2 los gatos sometidos a luz continua LO 24:00 entraron en libre curso rápidamente, no observándose cambios cuando se encontraron bajo oscuridad continua LO 00:24 y pulsos LO 3:3.

En la Figura 5 A, C y E se observan los periodogramas para los tres fotoperiodos ($n=4$). A, luz constante LO 24:00 ($t = 25,08 \text{ h}$); C, condiciones de oscuridad constante LO 00:24 ($T = 24,00 \text{ h}$) y D, pulsos ultradianos LO 03:03 ($T = 23,45 \text{ h}$).

En la Figura 5 B, D y F mediante el gráfico de ondas medias se observa la desaparición del patrón de los picos crepusculares manifestados en los fotoperiodos 12:12. En la Fig. 5 B y D la actividad manifiesta el desorden típico del libre curso en el primer caso (luz continua) y de la ausencia del sincronizador en el segundo (oscuridad continua). Mientras que en la Figura 5 F, (pulsos lumínicos) expresa una tendencia a ajustarse la actividad al sincronizador fótico.

DISCUSIÓN

Patrones diarios de actividad locomotora totales que incluyen diferentes com-

portamientos, como alimentarse, beber, caminar, asearse, jugar, así como todos los movimientos conscientes e inconscientes, se han descrito en diversas especies (Gill, 1991; Refinetti, 2006; Piccione *et al.*, 2008; Piccione *et al.*, 2010; Piccione *et al.*, 2011a; Scheibe *et al.*, 1999). En nuestro estudio bajo condiciones experimentales, los *F. catus* expuestos a fotoperiodo LO 12:12 se comportaron como una especie crepuscular coincidiendo con lo reportado por Kavanau (1971). Mostraron dos picos de actividad, uno antes del amanecer y el otro al inicio de la noche, presentando mayor actividad acumulada en la escotofase (80,56%) y mostrando durante la fotofase actividad con periodos de descanso breve.

Aschoff (1962) en una revisión de actividad encontró que la mayoría de las especies presentan dos picos, este patrón se observa en insectos, crustáceos, peces, reptiles, aves y 45 especies diferentes de mamíferos. Los actogramas de este estudio muestran un comportamiento en *F. catus* coincidente con las observaciones expresadas por Randall *et al.* (1987), manifestando la existencia de un período de inactividad antes de la actividad previa a la aparición de la luz; otro período de inactividad posterior a la actividad inmediata después de la aparición de la oscuridad; ausencia de un claro patrón (diurno o nocturno), aunque con una tendencia nocturna y la presencia de dos bandas de actividad agrupadas sobre la transición de luz a oscuridad (crepuscular).

El ciclo de luz/oscuridad es reconocido como la señal más potente para sincronizar el patrón rítmico diario de la actividad locomotora en la mayoría de los organismos. La luz suprime la actividad locomotora en algunos mamíferos, mientras que promueve la actividad en otros. Algunos autores describen a el gato como diurno (Szymanski, 1919), nocturno (Macdonald y Apps, 1978), crepus-

cular (Kavanau, 1971) y policíclico (Lucas y Serman, 1974). Este comportamiento indiosincrónico podría deberse a que los patrones de actividad de los carnívoros son influenciados por diferentes factores, como las variaciones de temperatura ambiental (Schmidt-Nielsen, 1983), la interacción con los competidores (Carothers y Jaksic, 1984), el comportamiento social (Ewer, 1973), la disponibilidad de alimentos (Boulos y

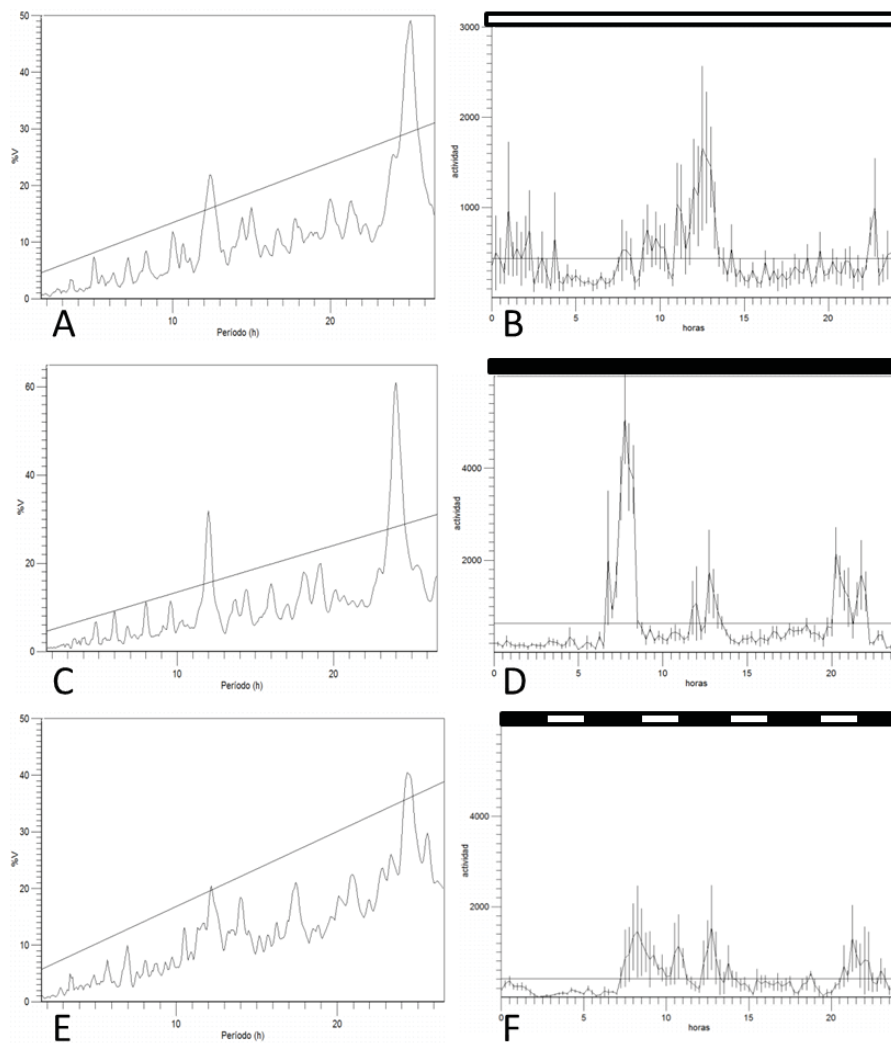


Fig. 5: Periodograma y Ondas medias diarias de *F. catus* ($n = 4$) bajo luz continua LO 24:00 (A y B), condiciones de oscuridad constante LO 00:24 (C y D) y pulsos ultradianos LO 03:03 (E y F). En las ondas media la duración de la fase de oscuridad está indicada por la barra negra sobre la gráfica, la actividad expresada en cantidad de movimiento cada 15 minutos y los valores representan la media \pm SEM.

Terman, 1980; Zielinski, 1988), y el ciclo de la actividad propia de la presa (Zielinski, 1988). Piccione *et al.* (2013) atribuye las discrepancias encontradas por diferentes autores en los patrones de actividad a que los estudios realizados en gatos se han limitado principalmente a períodos cortos de observación (24 a 48 h) y de adaptación al laboratorio. Actualmente se utilizan métodos de monitoreo que permiten registros constantes y prolongados.

La ritmicidad de la temperatura corporal ha sido extensamente estudiada en humanos y animales de laboratorio (Aschoff, 1981b; Refinetti y Menaker, 1992, siendo un marcador fiable de la operatividad del reloj biológico (Zulley *et al.*, 1981; Klerman *et al.*, 2002) y un indicador de la salud general y del metabolismo energético del animal (Cossins y Bowler, 1987; Blumberg, 2002).

La variación de TP en *F. catus* se ajustó a ritmos diarios (23,50 h), con períodos que oscilan entre 23,20 h y 24,33 h. Del análisis de las Figuras 3 y 4 se pone en evidencia que las máximas temperaturas se manifestaron en las horas de la tarde (16,41 h) y las mínimas por la noche, en contraposición a los patrones de actividad. Coincidiendo con lo reportado por Sarabia *et al.* (2008) donde las elevaciones de TP van asociadas a una mayor propensión a dormir, mientras que los descensos inducen estados de vigilia. El comportamiento de la TP no sólo subraya su carácter endógeno, sino que además constituye una señal que actúa sobre los centros reguladores del sueño, modificando la propensión al mismo.

Los cambios en el ciclo LO han sido utilizados con asiduidad para investigar el sistema circadiano, tomando el número de ciclos de transición necesarios para la sincronización como un indicador de la potencia del mecanismo endógeno de sincronización. La actividad de los gatos se resincronizó de

forma rápida al invertir el ciclo LO, manifestando gran plasticidad del sistema circadiano al sincronizador fótico, exhibiendo el corrimiento de los dos picos como adaptación al nuevo fotoperiodo (Fig. 3).

Algunos reportan la presencia de ritmos circadianos, y otros proporcionan evidencia y afirmación de que esta especie no presenta una organización circadiana (Kuwabara *et al.*, 1986). En nuestro estudio los ritmos endógenos se manifestaron en la totalidad de los gatos con diferente claridad (Fig. 2), con valores de tau de 25,08 h cuando se sometieron a luz continua. El hecho de que los ritmos de actividad persistieran bajo condiciones de curso libre apunta a la existencia de un mecanismo interno de sincronización.

La participación del componente endógeno en los ritmos de actividad diaria de los gatos se expresó en forma robusta, porque mostró valores de tau significativos con un bajo grado de variabilidad (ritmos de curso libre presentes en todos los individuos), similar a lo observado en otros mamíferos.

La influencia de la luz aparece bajo diferentes situaciones fotoperiódicas, pues la duración de la fase de oscuridad determinó de forma directa la duración de la actividad cuando fueron expuestos a pulsos lumínicos de 3 horas. Cuando se sometieron a oscuridad continua si bien no entraron en libre curso ni manifestaron los dos picos característicos, presentaron un primer pico a las 7,30 h, pudiendo ser reminiscencia de la anticipación del día subjetivo y otros dos residuales a las 12 h y 21,30 h.

Como se expresó anteriormente la distinción entre animales diurnos o nocturnos, no siempre es clara y requiere de un monitoreo prolongado. Existen evidencias de individuos que cambian espontáneamente el patrón de actividad, como se observa en *Octodon degus*, donde la actividad diurna se desplazó a la actividad nocturna cuando tuvo acceso

sin restricciones a una rueda de ejercicio (Kas y Edgar, 1999).

En cautiverio, muchos comportamientos cambian respecto a las especies silvestres y están parcialmente controlados por el hombre. La consecuencia de la domesticación incluye modificaciones de muchos rasgos que determinan la capacidad de adaptación de los animales, incluyendo el comportamiento, la fisiología y la morfología (Piccione *et al.*, 2011b). Existen pruebas de que el patrón que muestran los animales está fuertemente influenciado por diferentes factores tales como la interacción con los competidores, el comportamiento social y la disponibilidad de alimentos. Piccione *et al.* (2013) en un experimento con *F. catus*, estudio la actividad en dos grupos de gatos con diferente influencia antrópica, observando que la actividad de los animales estaba relacionada a los hábitos de las personas con quién interactuaban. Esto puede ser causa de cambios en la fase activa diurna/nocturna, generar falsos ritmos (Hilmer *et al.*, 2010), o la ausencia del ritmo (Piccione *et al.*, 2013).

CONCLUSIÓN

Los gatos son una especie crepuscular, con marcada actividad nocturna, con un marcapaso circadiano endógeno con plasticidad que le permite su rápida resincronización tras la inversión del ciclo LO y entrar en libre curso bajo luz continua. La TP es un fiel reflejo del sistema circadiano y podría ser utilizada como indicador del estado del sistema circadiano. Este estudio además de profundizar los conocimientos del sistema circadiano en *F. catus*, permitirá comparar a este felino domestico con otros felinos silvestres.

BIBLIOGRAFÍA

- ASCHOFF, J.** 1962. Spontane lokomotorische Aktivitat. Handbuch der Zoologic, 8. Band, 30. Lieferung, 111 Tell, 1-84.
- ASCHOFF, J.** 1981. Thermal conductance in mammals and birds: its dependence on body size and circadian phase. *Comp. Biochem. Physiol.* 69A: 611-619.
- BERTOLUCCI, C.; GIANNETTO, C.; FAZIO, F. & PICCIONE, G.** 2008. Seasonal variations in daily rhythms of activity in athletic horses.
- BLUMBERG, M.S.** 2002. *Body Heat*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- BONMATI-CARRION, M.A.; MIDDLETON, B.; REVELL, V.; SKENE, D. J.; ROL, M. A. & MADRID, J. A.** 2013. Circadian phase assessment by ambulatory monitoring in humans: Correlation with dim light melatonin onset. *Chronobiology International*, Early Online: 1-15.
- BOULOS, Z. & TERMAN, M.** 1980. Food availability and daily biological rhythms. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 4, 119-131.
- CAROTHERS, J.H. & JAKSIC, F.M.** 1984. Time as a niche difference: the role of interference competition. *Oikos* 42, 403-406.
- COSSINS, A.R. & BOWLER, K.** 1987. *Temperature Biology of Animals*. London, Chapman & Hall., pp 339.
- ENRIGTH, J.T.** 1980. The timing of sleep and wakefulness. En: *studies in brain function*. Vol. 3, Berlin, Springer, Verlag.
- EWER, R.F.** 1973. *The Carnivores*. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- GILL, J.** 1991. A new method for continuous recording of motor activity in horses. *Comp. Biochem. Physiol. A Comp. Physiol.* 99, 333-341.
- GORDON, I. J.** 1995. Animal-based techniques for grazing ecology research. *Small ruminant Res.* 16, 203-214.

- HILMER, S., ALGAR, D., NECK, D. & SCHLEUCHER, E.** 2010. Remote sensing of physiological data: impact of long term captivity on body temperature variation of the feral cat (*Felis catus*) in Australia, recorded via Ther- mochron iButtons. *J. Therm. Biol.* 35, 205-210.
- HOFSTRA, W.A. & DE WEERD, A.W.** 2008. How to assess circadian rhythm in humans: a review of literature. *Epilepsy Behav. Oct*;13(3):438-44.
- KAS, M.J.H. & EDGAR, D.M.** 1999. A nonphotic stimulus inverts the diurnal-nocturnal phase reference in *Octodon degus*. *J. Neurosci.* 19, 328-333.
- KAVANAU, J.** 1971. Locomotor activity phasing of some medium-sized mammals. *J. Mammal.* 52, 386-403.
- KLERMAN, E.B.; GERSHENGORN, H. B.; DUFFY, J.F. & KRONAUER, R. E.** 2002. Comparisons of the variability of three markers of the human circadian pacemaker. *J. Biol. Rhythms* 17: 181-193.
- KUWABARA, N., SEKI, K. & AOKI, K.** 1986. Circadian, sleep and brain temperature rhythms in cats under sustained daily light-dark cycles and constant darkness. *Physiol. Behav.* 38, 283-289.
- LUCAS, E. & STERMAN, M.** 1974. The poly-cyclic sleep-wake cycle in the cat: Effects produced by sensorimotor rhythm conditioning. *Exp. Neurol.* 42, 347-368.
- MACDONALD, E. & APPS, R.** 1978. The social behaviour of a group of semi-dependent farm cats, *Felis catus*: A progress report. *Carnivore Genetics Newsl.* 3, 256-268.
- PICCIONE, G., BERTOLUCCI, C., CAOLA, G., & FOÀ, A.** 2007. Effects of restricted feeding on circadian activity rhythms of sheep-A brief report. *Applied Animal Behaviour Science*, 107(3), 233-238.
- PICCIONE, G., GIANNETTO, C., CASELLA, S. & CAOLA, G.** 2008. Seasonal change of daily motor activity rhythms in *Capra hircus*. *Canadian J. Anim. Sci.* 88, 351-355.
- PICCIONE, G., GIANNETTO, C., CASELLA, S. & CAOLA, G.** 2010. Daily locomotor activity in five domestic animals. *Anim. Biol.* 60, 15-24.
- PICCIONE, G., GIANNETTO, C., MARAFIOTI, S., CASELLA, S. & CAOLA, G.** 2011a. Comparison between circadian motor activity in pony and horse. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 84, 263-268.
- PICCIONE, G., GIANNETTO, C., MARAFIOTI, S., CASELLA, S., ASSENZA, A. & FAZIO, F.** 2011b. Effect of different farming management on daily total locomotor activity in sheep. *J. Vet. Behav.* 6, 243-247.
- PICCIONE, G.; MARAFIOTI, S.; GIANNETTO, C.; PANZERA, M. & FAZIO, F.** 2013. Daily rhythm of total activity pattern in domestic cats (*Felis silvestris catus*) maintained in two different housing conditions. *J Vet Behav Clin Appl* 8:189-194.
- PITTERNDRIGH, C.S.** 1960. Circadian rhythms and the circadian organization of living systems. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.*, 25:159-184.
- RANDALL, W.; CUNNINGHAM, J.T.; RANDALL, S.; LIITPCHWAGER, J. & JOHNSON, R.F.** 1987. A two-peak circadian system in body temperature and activity in the domestic cat, *Felis catus*. *Journal of Thermal Biology* 12:27-37.
- REFINETTI, R.** 2006. *Circadian physiology*. 2nd Ed. Taylor & Francis Group, Boca Raton, pp. 153-213.
- REFINETTI, R. & MENAKER, M.** 1992. The circadian rhythm of body temperature. *Physiol Behav.* 51: 613-637.

- SARABIA, J.A.; ROL, M.A.; MENDIOLA, P. & MADRID, J.A.** 2008. Circadian rhythm of wrist temperature in normal living subjects A candidate of new index of the circadian system. *Physiol Behav.* 28;95(4):570-80.
- SCHEIBE, K.M., BERHER, A., LANGBEIN, J., STREICH, W.J. & EICHHORN, K.** 1999. Comparative analysis of ultradian and circadian behavioural rhythms for diagnosis of biorhythmic state of animals. *Biol. Rhythm Res.* 30, 216-233.
- SCHMIDT-NIELSEN, K.** 1983. *Animal Physiology: Adaptation and Environment*, third ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- SZYMANSKI J.** 1919. Aktivitat und Ruhe bei Tieren und Menschen. *Z. Allg. Physiol.* 18, 105-162.
- ZIELINSKI, W. J.** 1988. The influence of daily variation in foraging cost on the activity of small carnivores. *Anim. Behav.* 36, 239-249.
- ZULLEY, J.; WEVER, R. & ASCHOFF, J.** 1981. The dependence of onset and duration of sleep on the circadian rhythm of rectal temperature. *Pflügers Arch.* 391: 314-318.

