



**Universitat de les
Illes Balears**

Facultat de Ciències

Memòria del Treball de Fi de Grau

Ritmos de actividad-inactividad de la oveja mallorquina

Adrián Insua Gerpe

Grau de Biologia

Any acadèmic 2014-15

DNI de l'alumne: 43184607Z

Treball tutelat per Antoni Gamundí Gamundí
Departament de Fisiologia Animal



S'autoritza la Universitat a incloure el meu treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línea, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació

Paraules clau del treball:

Cronobiología, ritmo biológico, actividad motora, temperatura periférica.

Índice

1. Introducción.....	pág. 1
2. Objetivos.....	pág. 3
3. Metodología.....	pág. 4
4. Resultados.....	pág. 5
5. Discusión.....	pág. 5
6. Conclusiones.....	pág. 6
7. Limitaciones del estudio.....	pág. 7
8. Agradecimientos.....	pág. 7
9. Bibliografía.....	pág. 7
10. Anexo.....	pág. 10

1. Introducción

La Cronobiología es la ciencia que estudia los cambios rítmicos que se producen en los seres vivos. Esta disciplina integra el tiempo en la biología de los seres vivos, ya que este afecta a la bioquímica, fisiología y comportamiento, siendo diferentes según la hora del día y la época del año en que se estudien. Este hecho es importante tanto en investigación como en farmacología o en nutrición entre otras disciplinas. En resumen, la Cronobiología estudia los ritmos biológicos, siendo estos los cambios periódicos y previsibles en una variable biológica.

Tradicionalmente los parámetros que se han utilizado para caracterizar los ritmos biológicos son el período y la frecuencia. El Período es el tiempo que tarda en repetirse una oscilación completa, mientras que la frecuencia es el número de ciclos por unidad de tiempo. La unidad de frecuencia en Cronobiología suele ser el día, clasificándose los ciclos en circadianos, frecuencia próxima al día, ultradianos, frecuencia superior a un ciclo por día, e infradianos, frecuencia inferior a un ciclo por día.

Todos los organismos, desde procariontes hasta humanos, poseen relojes circadianos, que generan oscilaciones con períodos de aproximadamente 24 horas. Esto es debido a que la presencia de estos relojes es de vital importancia para la supervivencia de las especies. En vertebrados las bases moleculares parecen basarse en mecanismos comunes, pero la organización anatómica y funcional es diferente en cada grupo animal. En mamíferos el reloj principal se encuentra en los núcleos supraquiasmáticos del hipotálamo. Son dos núcleos pequeños que constan de unos pocos miles de neuronas. Se encuentran a cada lado del tercer ventrículo y en posición dorsal con respecto al quiasma óptico. Debido a su actividad rítmica son los responsables de la gran parte de ritmos circadianos de mamíferos. Esto ha sido demostrado en estudios de lesión de dichos núcleos y posterior registro de actividades fácilmente observables, como la actividad motora o la temperatura corporal. En todos los casos la lesión inducía arritmicidad en animales que anteriormente mostraban ritmos circadianos.

La función que tienen los relojes biológicos en los animales es la de permitirles adelantarse a los cambios periódicos y previsibles del ambiente. La anticipación a estos cambios les puede salvar la vida, por ejemplo, refugiándose en su madriguera antes de que su depredador salga de caza. Otras veces sirve para adaptar su fisiología a una determinada hora de alimentación, permitiendo así elaborar estrategias energéticas más eficaces. Finalmente, la anticipación es de vital importancia cuando se trata de cambios estacionales, donde no solo está en juego la supervivencia del individuo, en este caso también lo está la supervivencia de la especie. Los animales capaces de anticiparse a la llegada de la estación fría podrán realizar la migración o la hibernación en el momento más adecuado para elevar su supervivencia.

Además, la presencia de ritmos biológicos también puede presentar ventajas ecológicas, compartimentando un mismo nicho ecológico en varios nichos ecológicos temporales. Esto sucede cuando, varios organismos que comparten un mismo nicho, realizan sus actividades en diferentes horarios sin solaparse.

Los relojes circadianos presentan tres propiedades. La primera es que son de carácter endógeno, los organismos son capaces de generarlos por ellos mismos. La segunda es que tienen la capacidad de sincronizarse con las condiciones ambientales. Por último, presentan la capacidad de compensar los cambios de temperatura.

Debido a que los relojes biológicos son poco o nada accesibles, llegando incluso a desconocerse donde se encuentran según la especie estudiada, se recurren a medidas indirectas a la hora de estudiarlos. Como no se puede estudiar el propio reloj, se estudian sus vías de salida. Entre estas medidas se encuentran la actividad motora en general, los ritmos de alimentación y bebida, la temperatura, tanto central como periférica, la frecuencia cardíaca entre otras. En estos casos lo ideal es estudiar más de uno de estos ritmos a la vez en un mismo sujeto.

Uno de los métodos utilizados para estudiar la actividad motora es la actimetría. Ésta consiste en la obtención de un registro prolongado de la actividad motora mediante unos aparatos, denominados actímetros, que registran y almacenan información sobre el movimiento corporal. Son dispositivos piezo-eléctricos que detectan el movimiento en dos o tres direcciones y lo traducen a cuentas digitales que van almacenando en la memoria. Normalmente se puede seleccionar los intervalos de tiempo de registro y la sensibilidad. Estos datos posteriormente se vuelcan a un ordenador mediante una interfaz de usuario. Además algunos presentan otras funciones como un sensor de luz, para registrar la intensidad lumínica a la que está sometido el animal estudiado. Estos aparatos suponen un método sencillo, práctico y no invasivo para obtener una gran cantidad de datos.

Este método empieza a ser de uso común en la industria agropecuaria para determinar el bienestar de las vacas lecheras (Mattachini et al., 2013). Para esto se basan en las horas que el animal pasa tumbado, que es un indicador de buena salud y comodidad para las vacas (Fregonesi et al., 2001; Haley et al., 2000).

En cuanto a la temperatura corporal, uno de los métodos de estudio es el uso de los iButton[®], que consisten en un chip encapsulado en acero inoxidable de unos 16 mm de diámetro y 4 mm de altura. Su tamaño permite su implante intraperitoneal o subcutáneo para registrar la temperatura central, o su colocación sobre la piel para registrar la temperatura periférica. Son capaces de almacenar 2500 datos y se programan y vacían en un ordenador mediante un lector acoplado a un puerto USB.

Los organismos pueden presentar ritmos regulares cuyos patrones dependan exclusivamente del medio externo. Estos ritmos se denominan ritmos exógenos y estos desaparecen cuando las condiciones ambientales que los producen cesan. Por otro lado, también pueden presentar ritmos cuyos patrones dependan exclusivamente del medio interno, aunque se puedan ver afectados por el ambiente exterior. Estos ritmos se denominan ritmos endógenos.

Los ritmos biológicos son endógenos, por lo que para su funcionamiento requieren de un reloj interno y no de las variaciones ambientales. Esto no quiere decir que no se pueden ver influidos por estas variaciones ambientales, sino que surgen de manera independiente del medio externo. Únicamente hay un modo de saber si se trata de un ritmo endógeno, aislando al organismo de las variaciones del entorno manteniéndolo en un ambiente constante. Cuando un organismo se mantiene en condiciones ambientales constantes se dice que está en condiciones de curso libre, y es cuando pueden mostrar sus ritmos endógenos. En estas condiciones los ritmos exógenos dejarían de mostrarse, mientras que los de carácter endógeno persistirían.

La función del reloj circadiano en la naturaleza es favorecer la adaptación de los organismos al medio ambiente cíclico. Los seres vivos están marcados por una hora fisiológica, marcada

por el reloj interno, y una hora externa, marcada por el ambiente. Para que el reloj circadiano funcione correctamente se debe mantener una relación estable entre la hora interna y la externa. Esto se lleva a cabo por un proceso denominado encarrilamiento. El encarrilamiento, al contrario que la sincronización, implica que un ritmo cambie su propio período para adquirir el período del otro ritmo.

El sistema circadiano de los mamíferos presenta cuatro elementos básicos:

- Un marcapasos central o reloj localizado en los núcleos supraquiasmáticos del hipotálamo. Es en ellos donde se producen las señales internas oscilatorias con un período de 24 horas.
- Osciladores secundarios y vías de salida desde los núcleos supraquiasmáticos a los sistemas efectores, precisados para la expresión de los ritmos.
- Vías de entrada de información lumínica, que proporcionan directamente esta información al reloj y permiten la sincronización con el ciclo luz-oscuridad del medio externo.
- Vías de entrada que llevan información sobre estado de alerta, aumento de actividad, etc, que también permiten sincronizar el reloj.

Las ovejas son animales rumiantes y gregarios (Kieltyka-kurc et al., 2013), cuyos ritmos circadianos se pueden ver afectados por los factores ambientales, por ejemplo, según la disponibilidad de alimentos y el ciclo luz/oscuridad (Piccione et al., 2010, 2011) o por la estación del año en la que se encuentren (Arnold, 1962).

Por otro lado, sus ritmos circadianos se pueden ver alterados por causas artificiales, como las prácticas de gestión realizadas por los humanos, la disminución de tamaño de su hábitaculo y el aumento de la densidad de población (Kieltyka-kurc et al, 2013). Se ha visto que, en condiciones artificiales con ciclos de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad y sin ningún tipo de contacto con el exterior, las ovejas son animales principalmente diurnos (Piccione et al., 2008). A pesar de ello, se ha visto que, mediante técnicas de restricción alimentaria, se puede alterar el ritmo de actividad diurno de las ovejas a un ritmo nocturno (Piccione et al., 2007).

Se ha observado que, en ovejas que tienen acceso a comida durante todo el día, los ritmos de alimentación son diurnos, presentando un pico de alimentación al amanecer y otro al atardecer (Piccione et al., 2007). También se ha observado que son capaces de anticipar la hora de la comida, aumentando su actividad motora unas horas antes (Piccione et al., 2011).

2. Objetivos

El objetivo principal del presente trabajo es la descripción de los ritmos de actividad y temperatura de la oveja mallorquina en condiciones de granja.

El objetivo secundario es comprobar la viabilidad de la utilización de actímetros y iButton[®] para determinar ritmos de actividad y temperatura en ovejas.

3. Metodología

3.1. Población de estudio

De un grupo de 10 ovejas fueron seleccionadas 5 para la realización del estudio. Las ovejas seleccionadas eran todas hembras de entre 2 y 3 años de edad, en celo y con el macho siempre presente.

3.2. Sensores de actividad

Los registros de actividad se llevaron a cabo utilizando el sensor HOBO[®] Pendant G (Massachusetts, Onset), almacenando datos cada 60 segundos. El sensor se colocó en un collar en el cuello del animal. El animal llevó el sensor en todo momento durante un periodo de siete días. La información recogida fue analizada posteriormente mediante el software correspondiente.

3.3. Sensores de temperatura

La temperatura periférica se registró mediante el sensor iButton (Termochron[®] iButton[®]; Maxim Integrated TM, San José, CA, U.S) almacenando datos cada 10 minutos. El sensor se colocó en una sección del cuello previamente rasurada, ya que el sensor debe estar en contacto directo con la piel, fijado al animal con esparadrapo. El animal llevó el sensor en todo momento durante un periodo de siete días. La información recogida fue analizada posteriormente mediante el software correspondiente.

3.4. Sensores de luz

La intensidad lumínica se registró mediante el sensor HOBO[®] Pendant G (Massachusetts, Onset), almacenando datos cada 10 minutos. El sensor se colocó colgando del collar en el cuello al cual se fijó el sensor de actividad. El animal llevó el sensor en todo momento durante un periodo de siete días. La información recogida fue analizada posteriormente mediante el software correspondiente.

3.5. Tratamiento de datos

Los datos obtenidos de actividad y temperatura fueron filtrados para eliminar posibles artefactos. Todos los datos que se desviaron más de 3 veces de la desviación estándar de la media fueron eliminados. Este proceso fue descrito por Ortiz-Tudela et al., 2010.

Para caracterizar los ritmos de temperatura y actividad se realizaron pruebas paramétricas, análisis del cosinor y el test de Rayleigh, y pruebas no paramétricas, estudio del índice de función circadiana (CFI).

El análisis del cosinor es un método que consiste en determinar la función cosinoidal que mejor describa el ritmo. Posibilita la determinación de los principales parámetros rítmicos: el

mesor, el valor medio de la variable estudiada, calculado a lo largo de un periodo completo; la acrofase, la hora del día en la que se registra el máximo valor al que llega la variable medida y la amplitud, la diferencia entre el mesor y el valor máximo alcanzado por la variable durante el periodo (Chiesa, 2006).

El test de Rayleigh proporciona un vector r que tiene su origen en el centro de una circunferencia de radio 1. La longitud del vector r (entre 0 y 1) es proporcional al grado de homogeneidad de fase durante el periodo analizado, así, se puede considerar como una medida de la estabilidad del ritmo durante días sucesivos.

Debido a que muchos de los ritmos circadianos no son estrictamente sinusoidales, se llevaron a cabo también técnicas de análisis no paramétricas (Carvalho-Bos et al., 2007).

El índice de función circadiana (CFI), descrito por Ortiz-Tudela et al. (2010), se puede utilizar para clasificar a los individuos según el estatus de su función circadiana. El CFI presenta valores entre 0 y 1, donde 0 significa ausencia total de ritmicidad circadiana y 1 significa ritmicidad circadiana robusta.

Los análisis paramétricos y no paramétricos se realizaron utilizando el software "Circadianware" v7.1.1. Los resultados se expresaron como una media \pm error estándar de la media.

4. Resultados

En las gráficas realizadas con la media de los datos obtenidos durante el periodo de registro (figs. 1, 2, 3, 4 y 5), se puede observar que, en los cinco animales estudiados, la temperatura empieza a aumentar al amanecer hasta alcanzar un pico máximo aproximadamente al atardecer, donde comienza a disminuir nuevamente. En el gráfico 6 se puede observar el ciclo de luz-oscuridad, teniendo la salida del sol entre las 6 a.m. y las 7 a.m. y la puesta de sol aproximadamente a las 9 p.m.

En cuanto a la actividad, se puede observar en dichos gráficos que comienza en horas cercanas al amanecer y desciende al anochecer. En este caso presentan dos momentos del día donde su actividad es mayor. El primero, durante las horas de la mañana (de 6 a.m. a 11 a.m. aproximadamente). El segundo pico de actividad lo presentan durante la tarde (de 6 p.m. a 10 p.m. aproximadamente).

En cuanto a los datos mostrados en la tabla 1 el mesor nos indica que la temperatura en los 5 animales ronda los 36 °C de media y su actividad media está entre 15 y 25. La acrofase de la temperatura en todos los sujetos es a las 4 p.m. mientras que en la actividad cada individuo difiere de los otros en bastantes horas. El test de Rayleigh para la temperatura da 1 en prácticamente todas las ovejas, mientras que para la actividad es más variable pero siempre por encima de 0.6. Por último el CFI en temperatura ronda el 0.6 y en actividad el 0.3

5. Discusión

En cuanto a la temperatura periférica de los animales estudiados se puede decir que presentan un ritmo circadiano, ya que el test de Rayleigh indica que tiene una ritmicidad muy estable y

presentan un valor de CFI bastante elevado. Este ritmo presentaría una fase ascendente al comienzo del día y una fase descendente al final de este, coincidiendo con lo encontrado en la bibliografía (Ayo et al., 1998; Piccione et al., 2003).

En cuanto a la actividad motora, no presentan una ritmicidad tan clara, ya que el test de Rayleigh es de 0.6 y su CFI es bastante bajo, aunque coincide con los patrones de ritmo circadiano descritos en la bibliografía (Piccione et al., 2008, 2010; Kieltyka-Kurc et al., 2013). Este ritmo es claramente diurno y presenta dos picos, uno por la mañana y otro por la tarde. Estos picos coinciden con los descritos en ovejas que pastan libremente (Piccione et al., 2007). No obstante, en el caso de los animales estudiados, estos picos pueden deberse a factores externos.

Durante la mañana en la granja escuela hay un gran número de niños que en sus actividades y juegos generan una gran cantidad de ruido. Se ha visto que las ovejas sometidas a niveles de ruido elevados, incluso de voces humanas, les provoca nerviosismo y, por tanto, aumento de la actividad motora general (Quaranta et al., 2002). Este hecho podría ser el causante de la presencia del pico de actividad motora registrado durante la mañana.

Durante la tarde las ovejas salen del redil para pasturar libremente en el campo. Se ha observado que, cuando las ovejas son llevadas a un sitio nuevo, dedican gran parte del tiempo a explorar la nueva área (Casamassima et al., 2001). Además, también se ha visto que las ovejas se mueven más en el campo en busca del alimento que más les guste (Pokorná et al., 2013). Estos hechos son los que podrían provocar la presencia del aumento de la actividad motora registrado durante la tarde.

Aunque el ritmo de actividad es claramente diurno, se puede observar una ligera actividad nocturna en los animales estudiados. Esto puede deberse nuevamente a los ruidos, ya que la granja está situada en un polígono con cierta actividad nocturna y, además, está próxima a una autopista. Por otro lado, se ha descrito en otros estudios que las ovejas rumian varias veces a lo largo del día, pero mayoritariamente lo hacen durante la noche, con unos horarios que pueden ir desde las 9 p.m. a las 5 a.m. (Kieltyka-Kurc et al., 2013). Por lo tanto, la actividad nocturna registrada en los animales estudiados podría deberse al proceso de rumiar.

6. Conclusiones

Con el presente estudio se puede concluir que las ovejas presentan un ritmo circadiano robusto para la temperatura periférica, mientras que para la actividad motora presentan un ritmo circadiano más débil y más susceptible a las condiciones ambientales y a la acción humana.

Por otro lado, se puede concluir que el uso de actímetros y iButton[®] es un método viable, práctico y que proporciona resultados fiables a la hora de estudiar los ritmos circadianos de temperatura y actividad motora en ovejas. Este hecho puede resultar de gran importancia de cara a la industria agropecuaria, pudiendo realizarse estudios sobre el bienestar de los animales de granja de una forma sencilla, rápida, no invasiva y que no altera excesivamente al animal estudiado.

7. Limitaciones del estudio

Una de las principales limitaciones del estudio ha sido disponer de los animales únicamente durante el mes de julio.

Otra limitación sería la falta de experiencia en el manejo de los animales y los aparatos de investigación. La oveja no es un animal fácil para estudiar ya que se muestra nerviosa y con miedo ante la presencia humana. Además los sensores de temperatura deben estar en contacto directo con la piel, por lo que el animal debe ser rasurado en la zona de colocación del aparato. Esta tarea no es fácil si no se tiene ninguna experiencia. Además, si no se tiene acceso o experiencia en el manejo de grapadoras quirúrgicas, la fijación de estos sensores es complicada, ya que en la piel y la lana de estos animales otros métodos, como los apósitos adhesivos o un esparadrapo fuerte, no se fijan bien.

Por último está el hecho de que estos aparatos pueden tener fallos, ya sea por una mala programación previa o, simplemente, porque se les agota la batería. Estos problemas no pueden ser detectados hasta el momento de volcar los datos en el ordenador, por lo que se pierde un tiempo de registro valioso.

8. Agradecimientos

Agradecer al Dr. Antoni Gamundí Gamundí la ayuda prestada para la realización del presente trabajo, a la Dra. Cristina Nicolau Llobera por proporcionar y programar los aparatos y, por último, a la granja escuela Jovent por permitir realizar el estudio con sus animales.

9. Bibliografía

Libros consultados:

MADRID PÉREZ, J.A., ROL DE LAMA, M.A. (2006). *Cronobiología básica y clínica*. Editec@Red, S.L.

Artículos científicos consultados:

ARNOLD, G.W. (1962). The influence of several factors in determining the grazing behavior of Border Leicester x Merino sheep. *Grass Forage Sci.* (17), 41-51.

AYO, J.O., OLADELE, S.B., NGAM, S., FAYOMI, A., AFOLAYAN, S.B. (1998). Diurnal fluctuations in rectal temperatura of the Red Sokoto goat during the harmattan season. *Research in Veterinary Science.* (66), 7-9.

BLIGH, J., HARTHOORN, A.M. (1965). Continuous radiotelemetric records of the deep body temperature of some unrestrained African mammals under near-natural conditions. *J. Physiol.* (176), 145-162.

CAROPRESE, M. (2008). Sheep housing and welfare. *Small Ruminant Research.* (76), 21-25.

- CARVALHO-BOS, S.S., RIEMERSMA-VAN DER LEK, R.F., WATERHOUSE, J., VAN SOMEREN, J.W. (2007). Strong association of the rest-activity rhythm with well-being in demented elderly woman. *Am. J. Geriatr. Psychiatry*. (15), 92-100.
- CASAMASSIMA, D., SEVI, A., PALAZZO, M., RAMACCIATO, R., COLELLA, G.E., BELLITTI, A. (2001). Effects of two different housing systems on behavior, physiology and milk yield of Comisana ewes. *Small Ruminant Research*. (41), 151-161.
- CHIESA, J.J., FONTENELE ARAUJO, J., DÍEZ-NOGUERA, A. (2006). Method for studying behavioural activity patterns during long-term recordings using a force-plate actometer. *Journal of Neuroscience Methods*. (158), 157-168.
- D'ALTERIO, G., CASELLA, S., GATTO, M., GIANESELLA, M., PICCIONE, G., MORGANTE, M. (2011). Circadian rhythm of foot temperature assessed using infrared thermography in sheep. *Czech J. Anim. Sci.* (7), 293-300.
- FREGONESI, J.A., LEAVER, J.D. (2001). Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard or cubicle systems. *Livest. Prod. Sci.* (68), 205-216.
- GOMES DASILVA, R., RYUITI MINOMO, F. (1995). Circadian and seasonal variation of the body temperature of sheep in a tropical environment. *Int. J. Biometeorol.* (39), 69-73.
- HALEY, D.B., RUSHEN, J., DE PASSILLÉ, A.M. (2000). Behavioural indicators of cow comfort: activity and resting behavior of dairy cows in two types of housing. *Can. J. Anim. Sci.* (80), 257-263.
- KIELTYKA-KURC, A., RYDEL-GIGAURI, J., GÓRECKI, M.T. (2013). Circadian activity of dairy ewes kept indoors. *Ann. Anim. Sci.* (13), 55-62.
- MATTACHINI, G., ANTLER, A., RIVA, A., ARBEL, A., PROVOLO, G. (2013). Automated measurement of lying behavior for monitoring the comfort and welfare of lactating dairy cows. *Livestock Science*. (158), 145-150.
- ORTIZ-TUDELA, E. MARTINEZ-NICOLAS, A., CAMPOS, M., ROL, M.A., MADRID, J.A. (2010). A new integrated variable based on thermometry, actimetry and body position (TAP) to evaluate circadian system status in humans. *PLoS Comput. Biol.* (6), 1-11.
- PICCIONE, G., CAOLA, G., REFINETTI, R. (2002) Circadian modulation of starvation induced hypothermia in sheep and goats. *Chronobiology international*. (19), 531-541.
- 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), 233-238.
- PICCIONE, G., GIANNETTO, C., CASELLA, S., CAOLA, G. (2008). Circadian activity rhythm in sheep and goats housed in stable conditions. *Folia boil.* (56), 133-137.
- PICCIONE, G., GIANNETTO, C., CASELLA, S., CAOLA, G. (2010). Daily locomotor activity in five domestic animals. *Animal Biology*. (60), 15-24.

PICCIONE, G., GIANNETO, C., MARAFIOTI, S., CASELLA, S., ASSENZA, A., FAZIO, F. (2011). Effect of different farming management on daily total locomotor activity in sheep. *Journal of Veterinary Behavior*. (6), 243-247.

POKORNÁ, P., HEJCMANOVÁ, P., HEJCMAN, M., PAVLŮ, V. (2013). Activity time Budget patterns of sheep and goats co-grazing on semi-natural species-rich dry grassland. *Czech J. Anim. Sci.* (5), 208-216.

QUARANTA, A., SEVI, A., NARDOMARINO, A., COLELLA, G.E., CASAMASSIMA, D. (2002). Effects of graded noise levels on behavior, physiology and production performance of intensively managed lambs. *Ital. J. Anim. Sci.* (1), 217-227.

10. Anexo

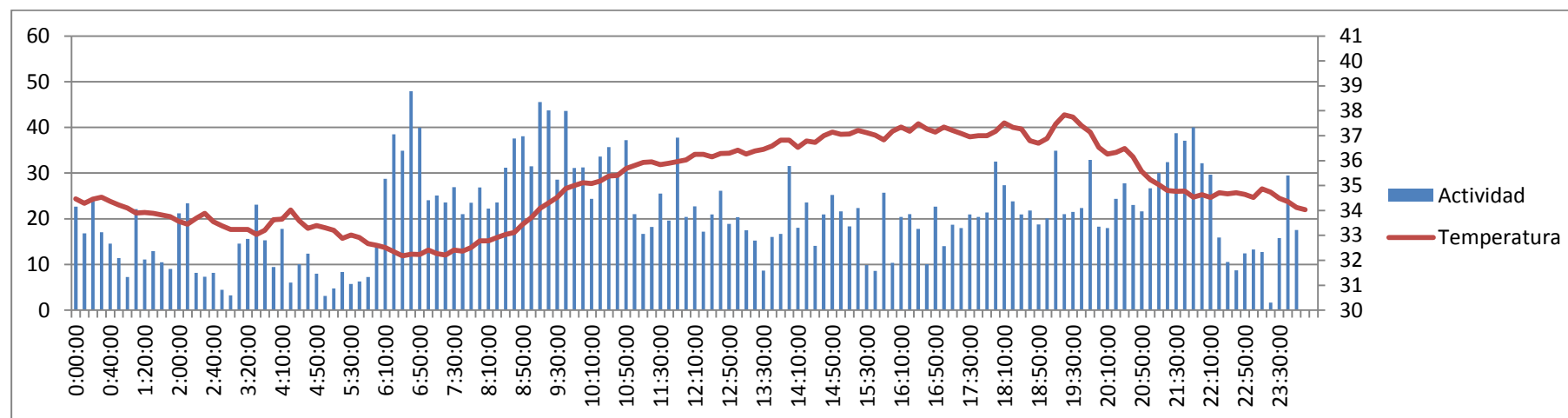


Gráfico 1. Representación gráfica de la media de los valores de actividad y temperatura durante el periodo de registro de la oveja 17.

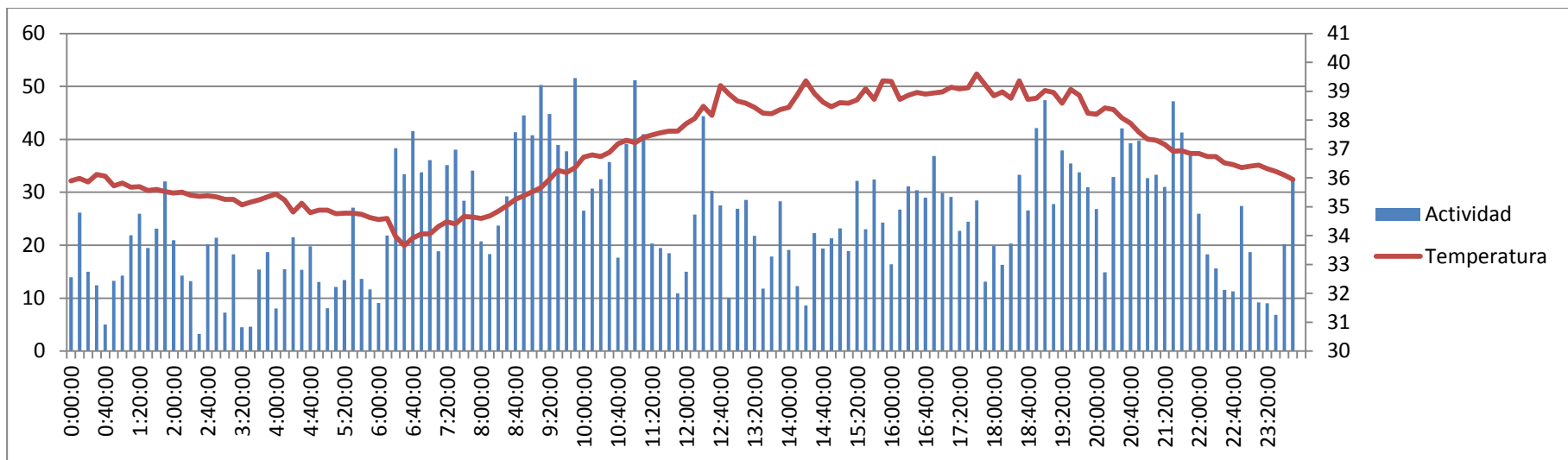


Gráfico 2. Representación gráfica de la media de los valores de actividad y temperatura durante el periodo de registro de la oveja 18.

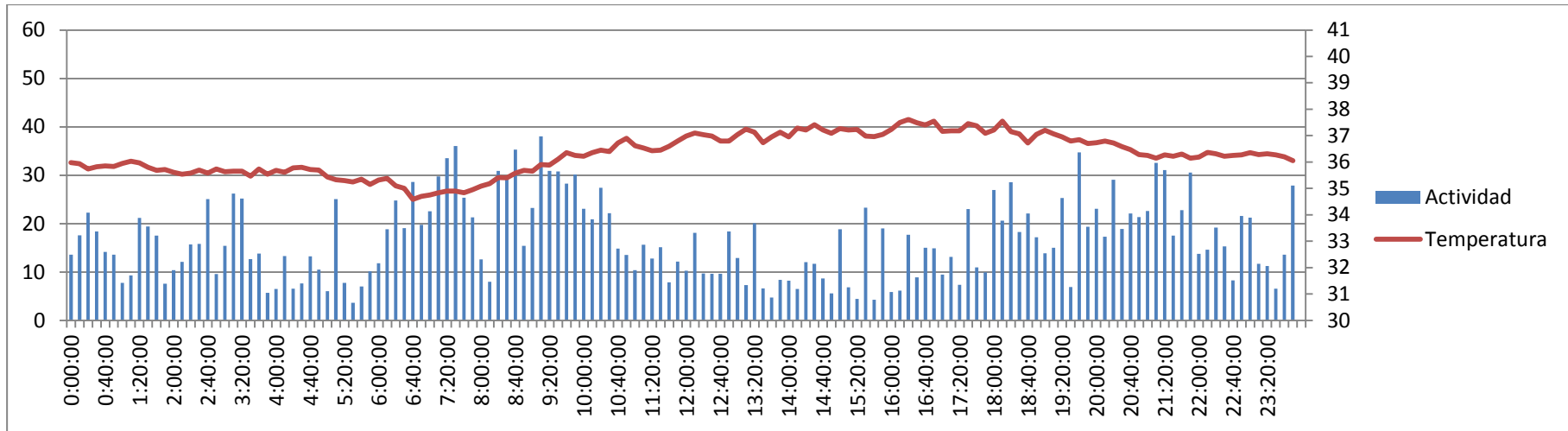


Gráfico 3. Representación gráfica de la media de los valores de actividad y temperatura durante el periodo de registro de la oveja 19.

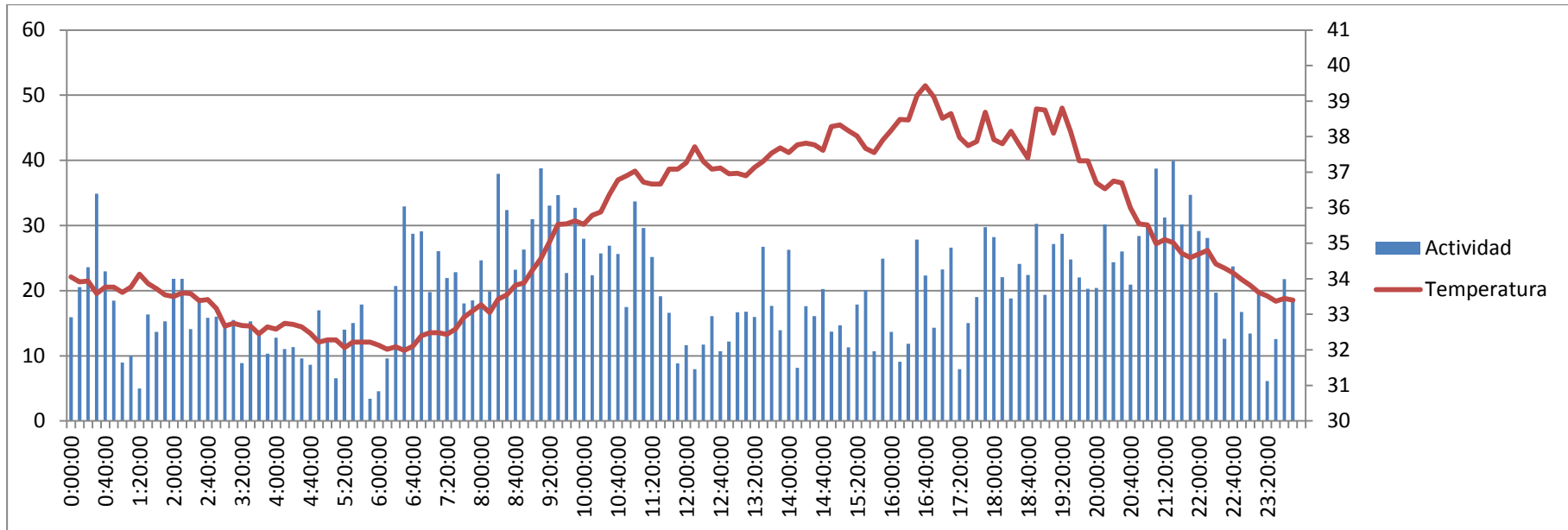


Gráfico 4. Representación gráfica de la media de los valores de actividad y temperatura durante el periodo de registro de la oveja 20.

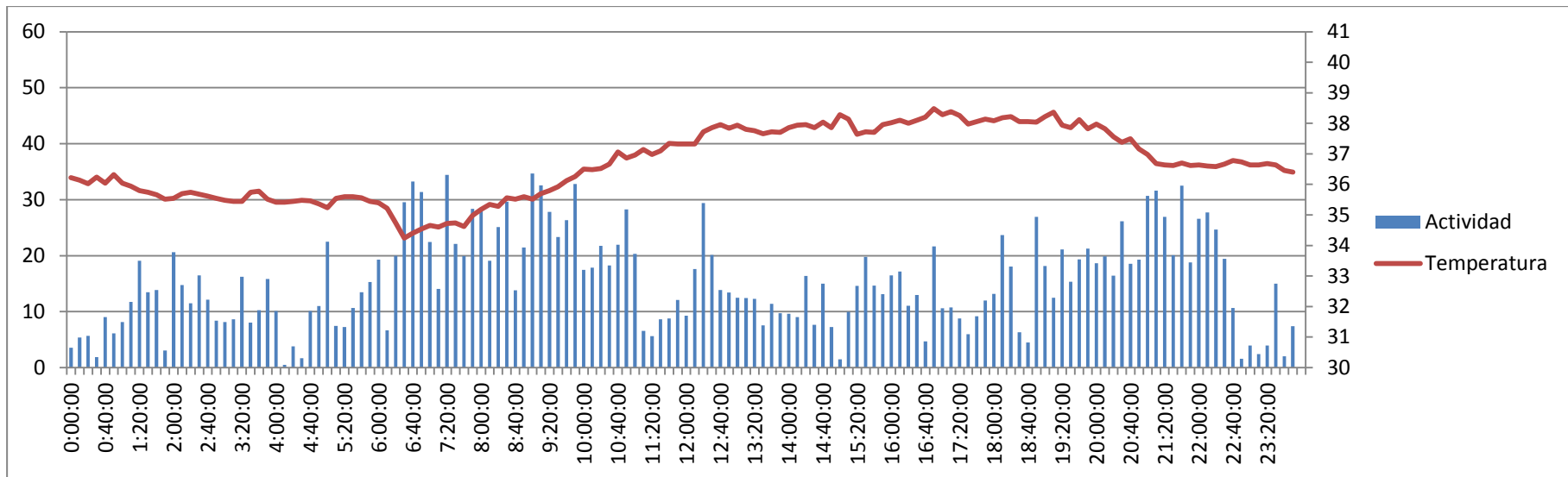


Gráfico 5. Representación gráfica de la media de los valores de actividad y temperatura durante el periodo de registro de la oveja 21.

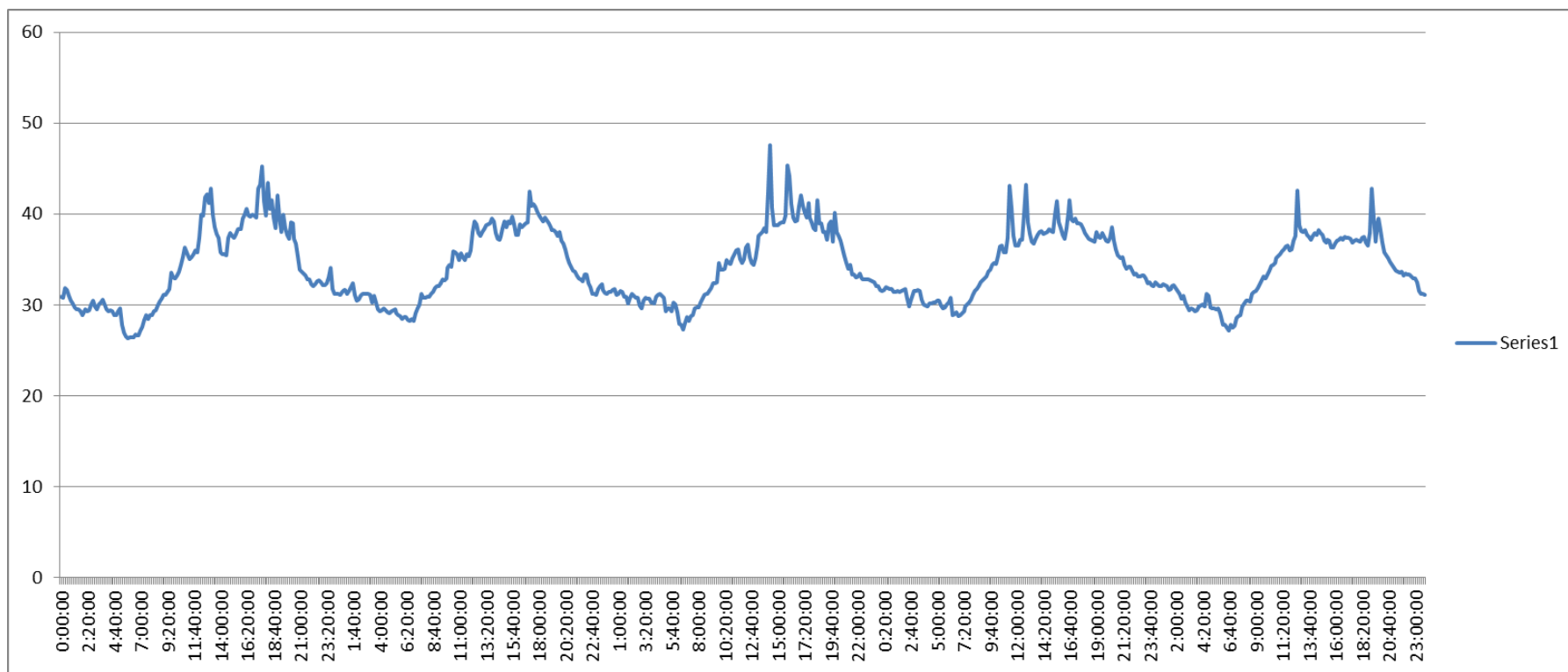


Gráfico 6. Representación gráfica de la intensidad lumínica captada por el sensor durante 5 días de registro.

	Oveja 17		Oveja 18		Oveja 19		Oveja 20		Oveja 21	
	Temperatura	Actividad	Temperatura	Actividad	Temperatura	Actividad	Temperatura	Actividad	Temperatura	Actividad
Mesor	35,04	21,27	36,85	25,01	36,28	16,83	35,31	20,04	36,66	15,45
Acrofase	16:34	12:17	16:42	13:46	16:39	4:05	16:04	16:28	16:54	10:00
Rayleigh	1,00	0,85	1,00	0,98	0,98	0,70	1,00	0,65	1,00	0,74
CFI	0,60	0,35	0,64	0,33	0,49	0,29	0,61	0,28	0,61	0,33
Amplitud	2,23	4,09	2,28	4,58	0,99	1,39	3,05	1,67	1,55	2,49
Estabilitat	0,79	0,23	0,92	0,32	0,52	0,23	0,78	0,22	0,83	0,29
Variabilitat	0,08	1,21	0,09	1,25	0,12	1,29	0,07	1,32	0,08	1,29

Tabla 1. Resultados obtenidos tras el análisis mediante el software informático de los datos registrados en cada animal.