



**Esta presentación es exclusivamente para los asistentes del ITM. Su contenido es confidencial y no está permitida su reproducción, distribución, ni difusión, total o parcial, por ningún medio. Agradecemos su comprensión y respeto a estas condiciones.**

**This presentation is intended exclusively for attendees of ITM. Its content is confidential and cannot be reproduced, distributed, or shared, in whole or in part, by any means. We appreciate your understanding and respect for these conditions.**

**Magapor**®

# RITMOS CIRCADIANOS: MUCHO QUE APRENDER

GUILLERMO RAMIS  
UNIVERSIDAD DE MURCIA

# Magapor



MAY 2025 - ZARAGOZA

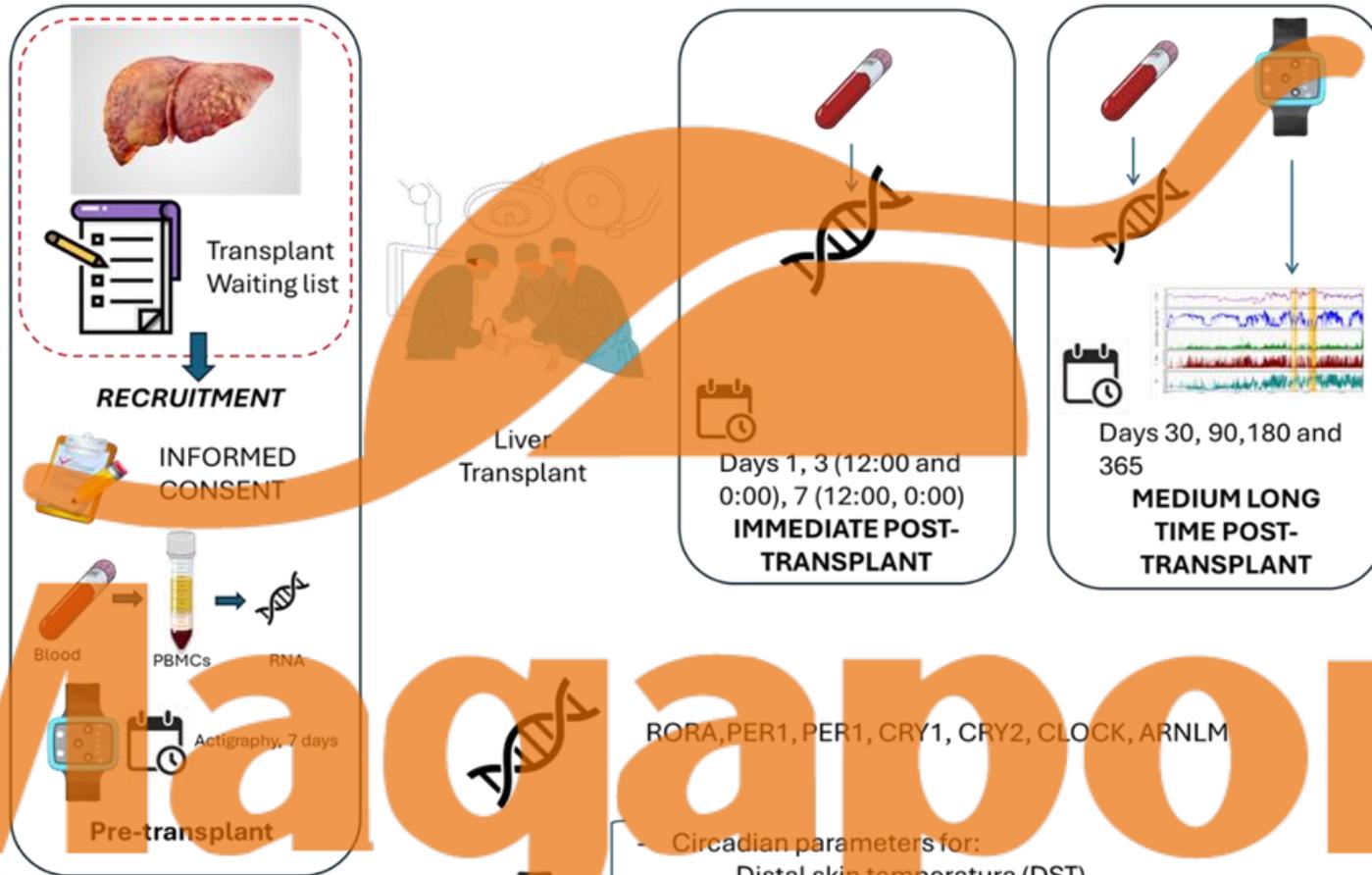
## RITMOS CIRCADIANOS

1. Introducción. Algunas definiciones o aclaraciones. Sincronizadores. Reloj central y osciladores
2. Ritmos reproductivos: ritmos circavigintanos y circumanuales
3. Ritmo circadiano de temperatura
4. Ritmo circadiano de sueño. Melatonina
5. Ritmo circadiano de alimentación
6. Conclusiones

Magapor®

- Estudio de las alteraciones circadianas y del sueño en pacientes cirróticos y posterior sincronización hígado-paciente tras el trasplante hepático.  
PI20/00981





# Magapor<sup>®</sup>

RORA, PER1, PER1, CRY1, CRY2, CLOCK, ARNLM

Circadian parameters for:

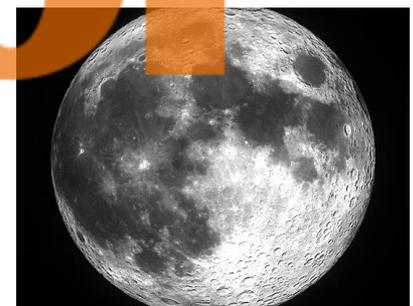
- Distal skin temperatura (DST)
- Movement (Velocity)
- Movement (Time)
- Lighting
- **SLEEP**

Hemogram,  
Biochemistry

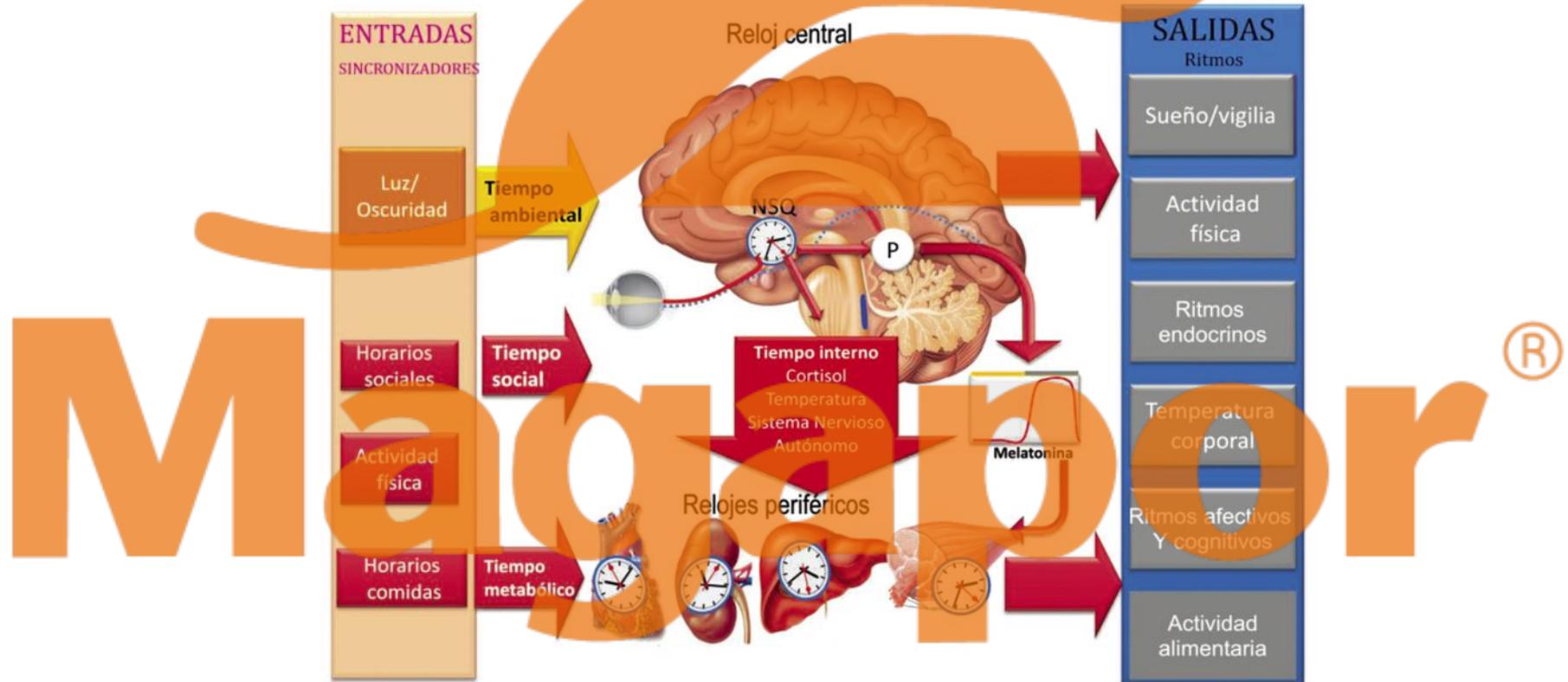


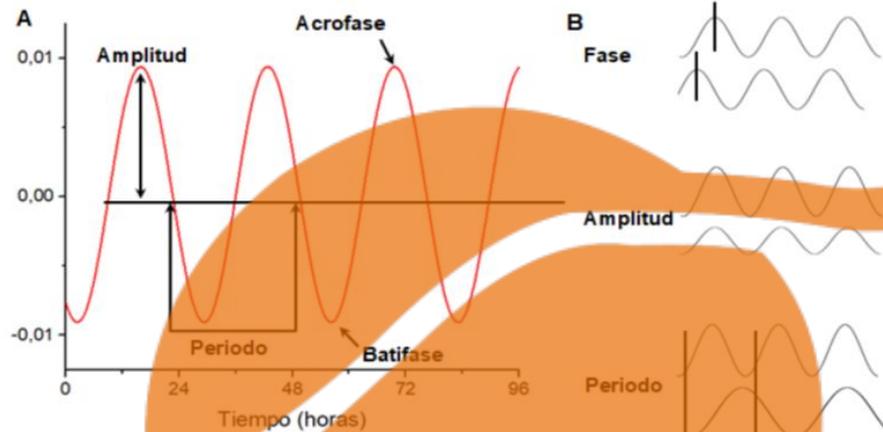
## Ciclos biológicos (¿o circadianos?)

- “Orden acompasado en la sucesión o acaecimiento de las cosas”. En el caso de ritmos biológicos, podríamos definirlo como “una onda de un parámetro biológico dependiente de un reloj endógeno y de sincronizadores ambientales”



## Reloj central + osciladores periféricos





| Ritmos de frecuencia alta<br>(con periodos cortos menores a 30 minutos)  | Ritmos de frecuencia media<br>(con periodos intermedios desde media hora hasta 6 días de duración)   | Ritmos de frecuencia baja (con periodos largos de más de 6 días de duración)   |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ritmos con periodos de un milisegundo a 10 segundos de duración, como el de la actividad eléctrica cortical.</li> <li>- Ritmos con periodos de segundos de duración, como el cardíaco y respiratorio.</li> <li>- Ritmos con periodos de 30 segundos a 20 minutos de duración, como las oscilaciones bioquímicas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ritmos ultradianos, ciclos de media hora a 20 horas de duración, como los ritmos hormonales, las fases del sueño, o la depresión pospandrial.</li> <li>- Ritmos <b>circadianos</b> o <b>nictamerales</b>, con periodos <b>alrededor de 24 horas de duración (24 ± 4 horas)</b>, producidos por la rotación terrestre y que determinan los ciclos del día y la noche (<b>luz-oscuridad</b>), <b>fundamentales para regular la temperatura corporal, la secreción de cortisol y melatonina, el ciclo de vigilia-sueño, etc.</b></li> <li>- Ritmos <b>dianos</b>, con periodos de 24 ± 2 horas de duración.</li> <li>- Ritmos <b>infradianos</b>, con periodos de 28 horas a 6 días de duración, como los procesos metabólicos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ritmos <b>circaseptanos</b>, con periodos de 7 ± 3 días de duración, como el del bienestar subjetivo.</li> <li>- Ritmos <b>circadiseptanos</b>, con periodos de 14 ± 3 días de duración.</li> <li>- Ritmos <b>circavigintanos</b>, con periodos de 21 ± 3 días de duración.</li> <li>- Ritmos <b>circatrigintanos</b> o <b>circamensuales</b>, con periodos de unos 30 días de duración (30 ± 5 días), definidos por el ciclo lunar de traslación lunar y que determinan la alternancia de las mareas y la luminosidad del cielo nocturno.</li> <li>- Ritmos <b>circanuales</b> o <b>estacionales</b>, con periodos de <b>aproximadamente 1 año de duración (1 año ± 2 meses)</b>, definidos por el ciclo solar de traslación terrestre y que determinan las estaciones del año, con sus diferencias en intensidad de luz y temperatura y regulan la reproducción e hibernación animal.</li> <li>- Ritmos de años de duración, como en ecología y epidemiología.</li> </ul> |

Magapor®

## Distintas vertientes



Article

### The time of Calcium Feeding Affects the Productive Performance of Sows

Lumin Gao<sup>1,2</sup>, Xue Lin<sup>1,2</sup>, Chunyan Xie<sup>2</sup>, Tianyong Zhang<sup>3</sup>, Xin Wu<sup>1,2,\*</sup> and Yulong Yin<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Key Laboratory of Agro-ecological Processes in Subtropical Region, Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences; National Engineering Laboratory for Pollution Control and Waste Utilization in Livestock and Poultry Production; Hunan Provincial Engineering Research Center for Healthy Livestock and Poultry Production, Changsha 410125, China; gao-lumin@foxmail.com (L.G.); risca@tanke.com.cn (X.L.); yinyulong@isa.ac.cn (Y.Y.)

<sup>2</sup> Hunan Co-Innovation Center of Safety Animal Production, College of Animal Science and Technology; College of Bioscience and Biotechnology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; xiechunyan@hunau.edu.cn

<sup>3</sup> Henan Guang'an Biology Technology Co. Ltd., Zhengzhou 450001, China; ztyd2009@163.com

\* Correspondence: wuxin@isa.ac.cn; Tel.: +86-731-84619767; Fax: +86-731-84612685

Received: 4 May 2019; Accepted: 6 June 2019; Published: 10 June 2019



**Simple Summary:** Calcium (Ca) is an important factor that affects the reproductive and lactation performance of sows. Circadian clocks and nutrient metabolism interact. We found that maternal feeding of Ca, varying with feeding time, improved the profile of some mineral elements in umbilical serum and milk, which contribute toward improving the productive performance of sows. This study confirmed that the absorption and metabolism of Ca in mammals also have circadian rhythms.



### Research Article

Received: 11 August 2020; Revised: 15 October 2020; Accepted article published: 30 October 2020; Published online in Wiley Online Library: 11 November 2020

(wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/jsfa.10897

## Effects of circadian iron administration on iron bioavailability and biological rhythm in pigs

Zhenglin Dong,<sup>a,b\*</sup> Lan Li,<sup>a,b\*</sup> Yiming Zhang,<sup>a,b</sup> Liu Guo,<sup>a</sup> Xin Wu,<sup>a\*</sup> Yulong Yin<sup>a,b</sup> and Dan Wan<sup>a\*</sup>

### Abstract

**BACKGROUND:** Iron supplements are limited by their poor absorption and low efficacy. A circadian feeding schedule would affect the circadian rhythm and improve nutrient metabolism. In this study, 18 iron-deficient piglets were randomly assigned to three groups: a control group receiving a constant diet with mid-iron (MI), a HI group receiving a high-iron (HI) diet at 8:00 h and a low-iron (LI) diet at 18:00, and an LH group receiving a LI diet at 8:00 and a HI diet at 18:00. The effects of circadian iron administration on iron absorption, iron status, and biological rhythm in iron-deficient piglets were investigated.

**RESULTS:** Serum iron and hemoglobin improved significantly ( $P < 0.05$ ) but did not significantly differ in the circadian iron-feeding groups ( $P > 0.05$ ); iron concentration in the liver and spleen was significantly higher in the LH group than in the HI group ( $P < 0.05$ ), and mRNA expression of divalent metal transport 1 (DMT1), cytochrome B (CYBRD1) and ferroportin (FPN) genes in the duodenum was significantly elevated in the LH group ( $P < 0.05$ ). The clock-related genes showed differential expression in the duodenum, with greater mRNA expression for period (Per2) and cryptochrome (Cry1 and Cry2) in the LH group ( $P < 0.05$ ).

**CONCLUSION:** Circadian iron administration affected iron absorption and iron storage in pigs. Iron supplementation in the evening might be a more effective pattern for iron utilization. The rhythmic system in the intestine, driven by the time, played an important role in this process.

© 2020 Society of Chemical Industry

Supporting information may be found in the online version of this article.

**Keywords:** iron deficiency; circadian iron administration; iron bioavailability; biological rhythms



Cronobiología

Cronoterapia

Cronodisrupción



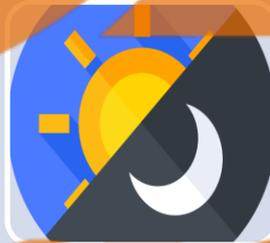
## Ritmos biológicos en cerdos



Alimentación

CIRCADIANO

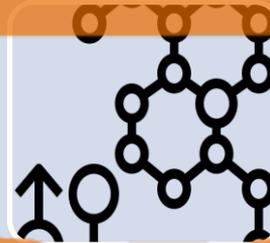
Relacionado con hormonas, temperatura y disponibilidad de pienso



Sueño

CIRCADIANO

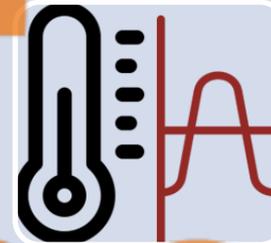
Relacionad con temperatura, luz y melatonina



Hormonas

CIRCADIANOS

melatonina, hexoquinasa, ACTH, Cortisol, TSH, FSH, LH, Estradiol o renina



Temperatura

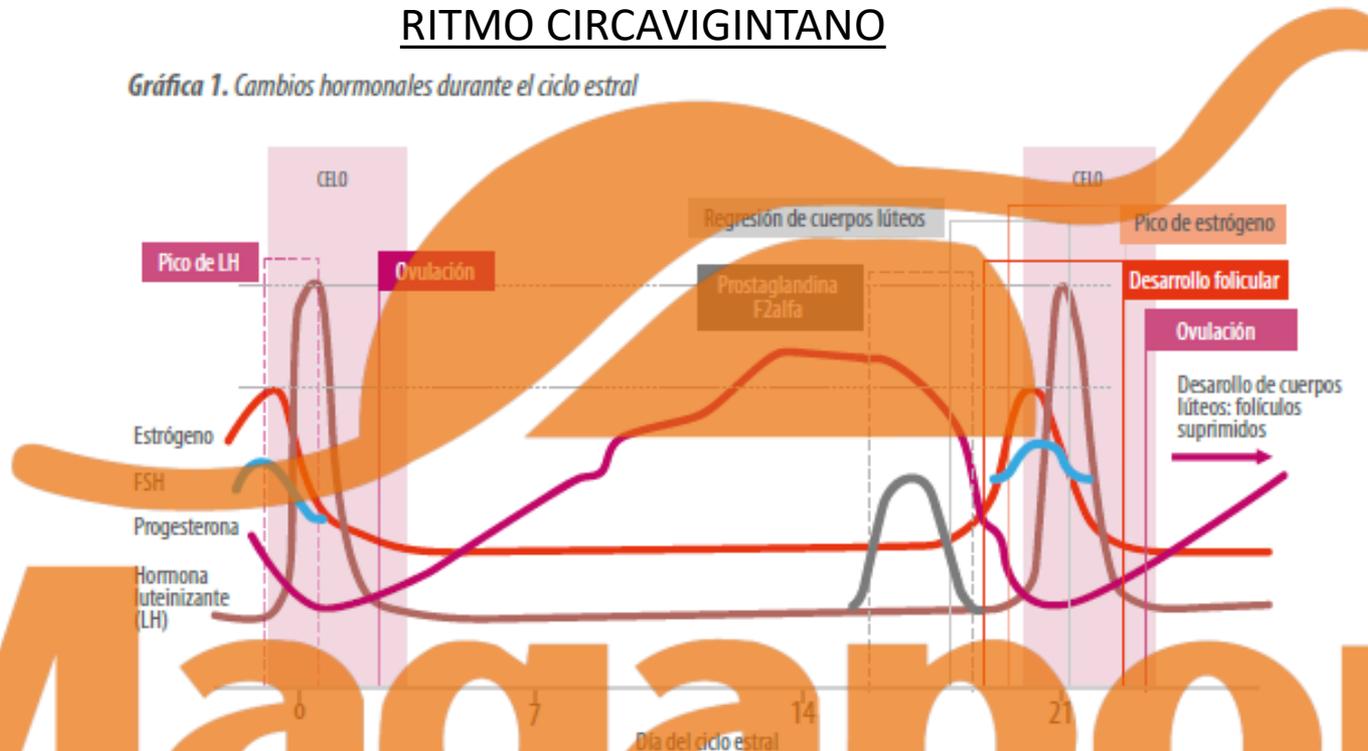
CIRCADIANO

Varía a lo largo del día. Relacionado con el sueño. Señalizador para otros ritmos

Magapor<sup>®</sup>

## RITMO CIRCAVIGINTANO

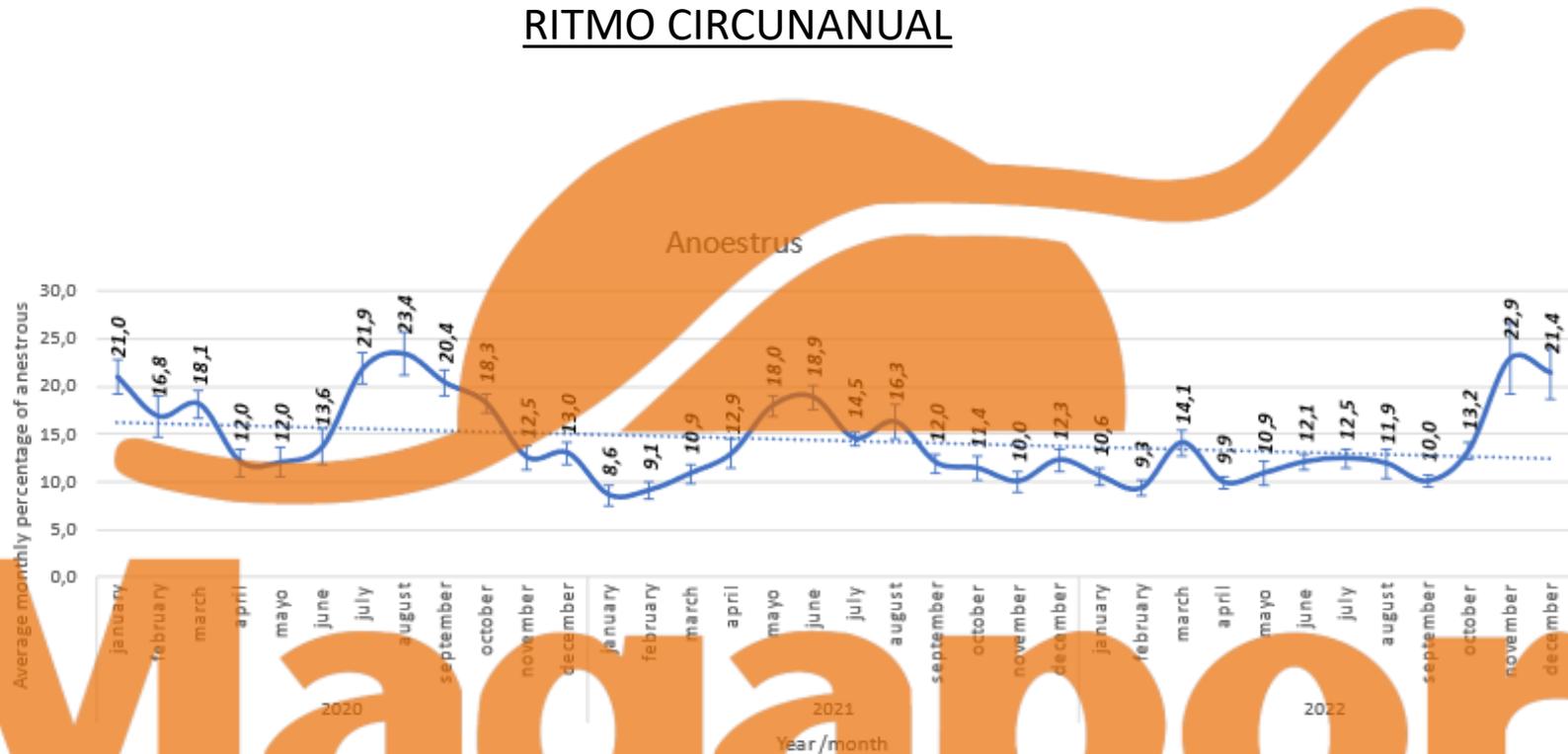
Gráfica 1. Cambios hormonales durante el ciclo estral



- Ritmo hormonal reproductivo: 21 días (18-24 días)
- Controlado por el eje hipotalámico-hipofisario-ovárico (H-H-O) y las hormonas reproductivas
- FSH, LH, Estradiol o renina tienen ritmo circadiano

# Magapor®

## RITMO CIRCUNANUAL



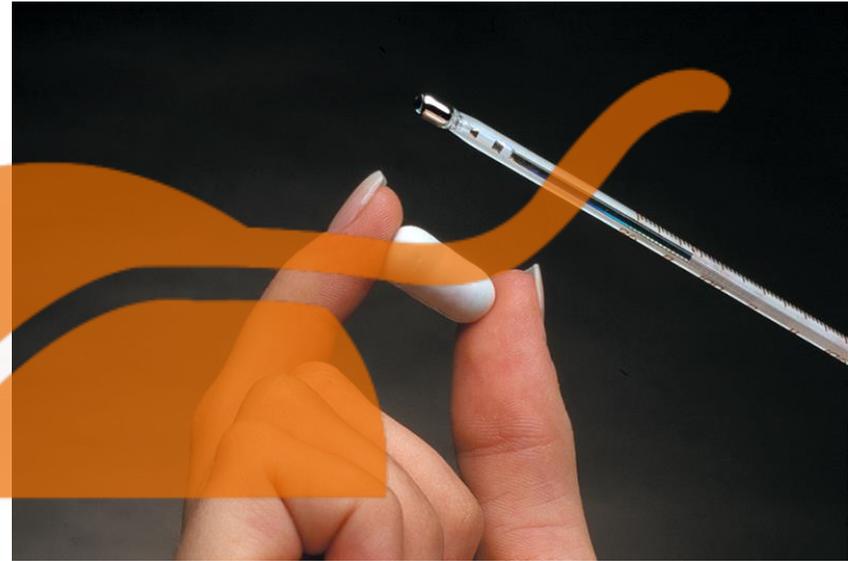
# Magapor®

- Ritmo reproductivo anual: aproximadamente un año
- Controlado por el eje hipotalámico-hipofisario-ovárico (H-H-O) y las hormonas reproductivas
- Influyen diversos factores: hormonas controladas por fotoperiodo, **temperatura**

# Ritmo circadiano de temperatura



# ¿Cómo medirlo?



Magapor®

A digital thermometer showing 36.8°C and a metal cap with a barcode and text.

RESEARCH

Open Access



# Circadian temperature rhythm in breeding sows: differences between days in oestrus and anoestrus after weaning

P. Sánchez-Giménez<sup>1</sup>, A. Martínez-Nicolas<sup>2,3</sup>, J. A. Madrid<sup>2,3</sup>, R. Fernández<sup>1</sup>, L. Martínez-Alarcón<sup>3,4\*</sup>, F. Murciano<sup>5</sup>, A. Muñoz<sup>3,5</sup> and G. Ramis<sup>3,5</sup>

## Abstract

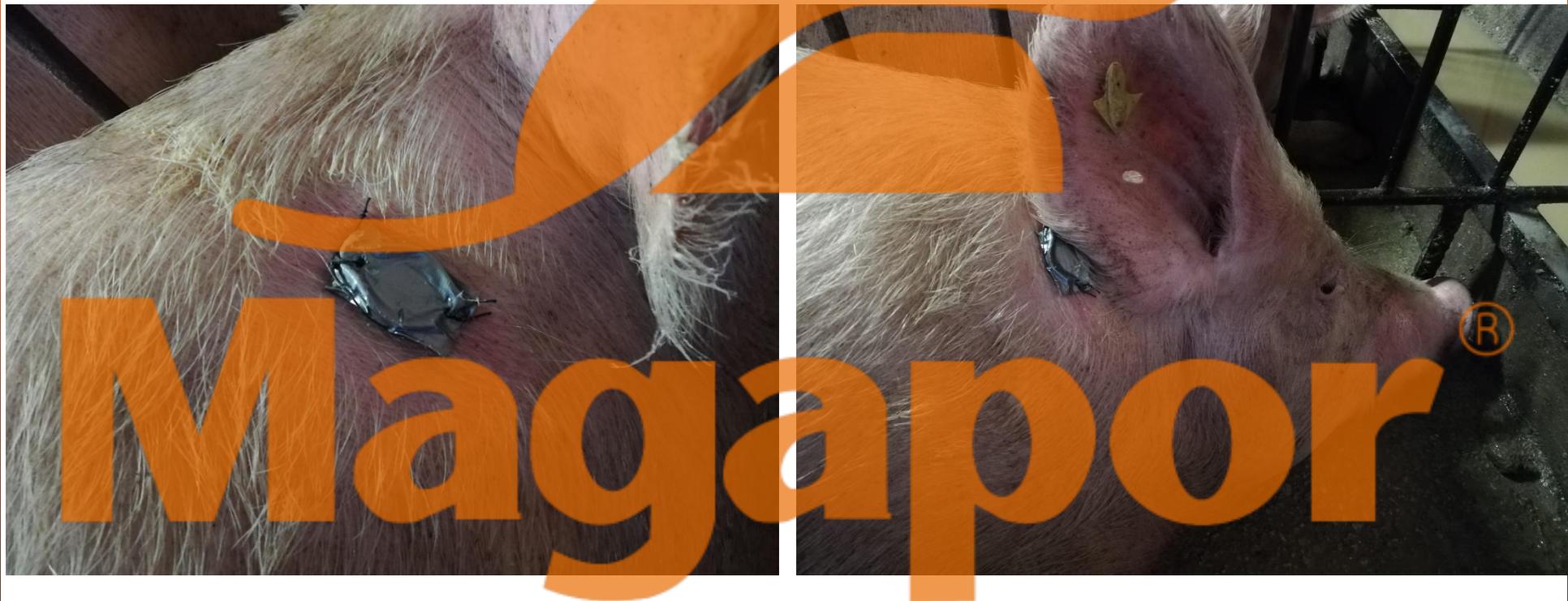
**Background** Mammals are subject to circadian rhythms for the control of various physiological events. One of the parameters known to be subject to variations throughout the day is body temperature, which is also subject to influences such as environmental temperature. However, there are not many studies on these rhythms in breeding sows. The aim of this study was to determine the circadian parameters for body temperature in post-weaning sows during oestrus period, throughout the seasons in a warm climate.

**Results** Differences were observed in inter-daily stability, intra-daily fragmentation and cycle length comparing the summer sows with the other seasons. Differences were also observed in the period that the sows were in oestrus compared to the non-oestrus period for intra-daily fragmentation, with these differences being more important in the warm seasons compared to the cold seasons. The parameters normalised by COSINOR also showed significant differences when comparing seasons, especially in the acrophase of the temperature maximum. Another significant finding was an increase in vaginal temperature during oestrus in sows monitored in summer compared to the other seasons. Correlations between body, vaginal and environmental temperature were observed.

**Conclusion** There is a seasonal influence on the circadian rhythm of temperature and summer is clearly the season with the greatest differences in circadian parameters when compared to the other seasons. The extreme summer conditions seem to definitely influence this rhythm and make the body and vaginal temperature of the sows different from the rest of the year. The increase in period robustness in both body and vaginal temperature during the days when sows are in oestrus could be related to the hormonal events of oestrus and ovulation and seems to be independent of weather since it occurs in all controlled seasons. However, this robustness is significantly higher in summer than in the other seasons both in the oestrus period and on days when sows are not in oestrus.

**Keywords** Circadian rhythm, Body temperature, Anoestrus, Cosinor

# Monitorización temperatura



- Objetivo: constatar variaciones de temperatura relacionadas con el periodo de celo, a lo largo de las distintas estaciones climáticas

- Recela grupo de verracos.
- Mañana y tarde.
- Primer momento “reflejo inmovilidad”= inicio celo.
- Temperatura 7 días postdestete.

### 5 Grupos diferentes:

- Early Spring (marzo)
- Late Spring (junio)
- Summer
- Autumn
- Winter

85 cerdas – 10 descartadas por no entrar en celo <7 días postdestete.

### Cutánea

Thermochron® i-buttons datalogger.

Rango 14-46°C.

Sutura en región cervical, previa depilación de la zona (crema depilatoria/irritación).

### Vaginal

- Termómetro clínico veterinario.
- Tres veces/día (07h-12h-17h).
- Diferenciación momento celo: antes (Tvagbfr), durante (Tvagoes) y después (Tvagaft).



# Valores ritmos circadianos

## Comparación entre:

- Estaciones distintas
- Estro/No estro

- **Periodo:** intervalo de tiempo entre dos puntos de referencia de la fase.
- **Robustez:** repetibilidad de la ciclicidad a lo largo del periodo estudiado.
- **Mesor:** media ajustada al ritmo.
- **Amplitud:** distancia media entre el valor más bajo y el más alto dentro del periodo.
- **Acrofase:** momento máximo del coseno.

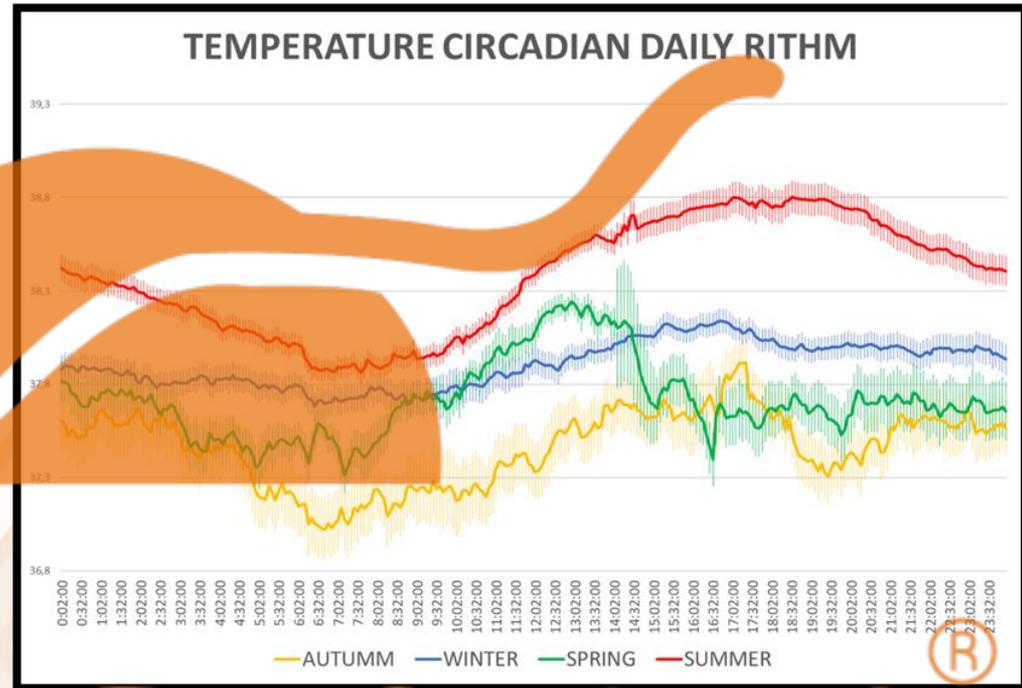
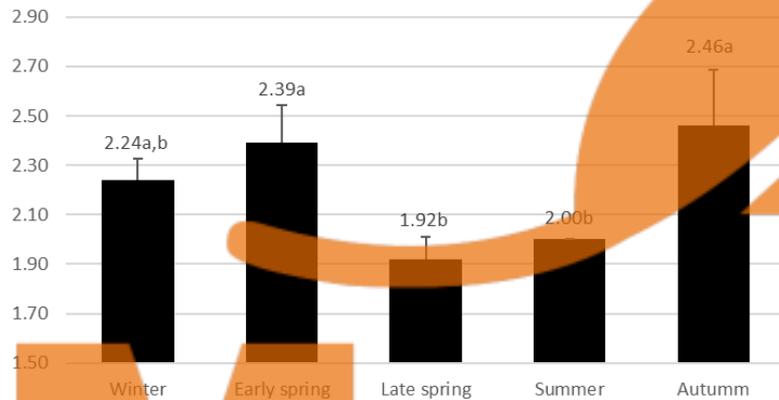
- **Estabilidad interdiaria (IS):** cuantifica la similitud entre los ciclos de 24 horas registrados.
- **Fragmentación intradiaria (IV):** cuantifica la fragmentación del ritmo.
- **L8:** Temperatura media de las 8 horas consecutivas con temperatura más baja (°C).
- **M8:** Temperatura media de las 8 horas consecutivas con temperatura más alta (°C).
- **Amplitud del ritmo (AR):** diferencia del valor de temperatura obtenido en el periodo L8 y el M8.
- **TL8 y TM8:** Momento medio de la L8 y de la M8 (horas).
- **Temperaturas absolutas Tmax y Tmin (Tmaxabs y Tminabs)**



# Resultados

85%a las 7:00h  
7.8% a las 12:00h  
6.3% a las 17:00h

Oestrus lenght (days)



| Season       | IS                     | IV                       | RA                         | TL8       | TM8        | L8                      | M8                      | MEAN                     |
|--------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------|------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Winter       | 0.39±0.24 <sup>a</sup> | 0.07±0.007 <sup>a</sup>  | 0.006±0.001 <sup>a,c</sup> | 8:07±1:32 | 13:48±1:3  | 37.63±0.1 <sup>a</sup>  | 38.08±0.06 <sup>a</sup> | 37.86±0.07 <sup>a</sup>  |
| Early spring | 0.37±0.05 <sup>a</sup> | 0.06±0.02 <sup>a</sup>   | 0.003±0.00 <sup>b</sup>    | 7:52±1:26 | 10:09±1:16 | 37.86±0.09 <sup>b</sup> | 38.05±0.1 <sup>a</sup>  | 37.95±0.1 <sup>a,b</sup> |
| Late spring  | 0.50±0.06 <sup>b</sup> | 0.08±0.02 <sup>a,b</sup> | 0.006±0.001 <sup>a</sup>   | 6:19±1:17 | 10:31±2:20 | 38.01±0.12 <sup>b</sup> | 38.49±0.13 <sup>b</sup> | 38.26±0.11               |
| Summer       | 0.75±0.04 <sup>c</sup> | 0.04±0.01 <sup>b</sup>   | 0.016±0.001 <sup>c</sup>   | 6:02±0:40 | 13:09±1:31 | 38.07±0.1 <sup>b</sup>  | 39.28±0.14 <sup>b</sup> | 38.70±0.11 <sup>b</sup>  |
| Autum        | 0.17±0.02 <sup>a</sup> | 0.12±0.02 <sup>a,b</sup> | 0.01±0.001 <sup>a</sup>    | 8:02±0:06 | 16:41:15   | 37.77±0.1 <sup>b</sup>  | 38.44±0.12 <sup>c</sup> | 38.12±0.12 <sup>c</sup>  |
| p-value      | <0.0001                | 0.004                    | <0.0001                    | NS        | NS         | <0.0001                 | <0.0001                 | <0.0001                  |

# Resultados

Ritmos más estables en VERANO

| Batch        | Period     | Robustness              | Mesor                     | Amplitude | Acrophase               |
|--------------|------------|-------------------------|---------------------------|-----------|-------------------------|
| Winter       | 26.02±0.86 | 17.58±2.23 <sup>a</sup> | 37.76±0.07 <sup>a</sup>   | 0.27±0.04 | 14:07±1:28 <sup>b</sup> |
| Early spring | 26.46±0.76 | 6.21±1.22 <sup>a</sup>  | 37.90±0.12 <sup>a</sup>   | 0.09±0.01 | 8:32±1:21 <sup>c</sup>  |
| Late spring  | 24.37±2.16 | 21.6±6.18 <sup>a</sup>  | 38.19±0.15 <sup>a,b</sup> | 1.15±0.92 | 16:39±1:51 <sup>b</sup> |
| Summer       | 24.67±0.28 | 50.77±4.64 <sup>b</sup> | 38.55±0.11 <sup>b</sup>   | 0.63±0.05 | 17:45±0:22 <sup>b</sup> |
| Autumm       | 22.92±1.33 | 8.15±1.05 <sup>a</sup>  | 37.85±0.22 <sup>a</sup>   | 0.21±0.06 | 5:41±1:29 <sup>a</sup>  |
| p-value      | NS         | <0.0001                 | <0.0001                   | NS        | <0.0001                 |



Celo vs No Celo

Primavera tardía, Verano y Otoño:

- Diferencias en IS, IV, AR, TL8 (prim) y TM8 (ver)

Diferencia solo:

- IS (p=0,044)
- AR (p=0,049)

El IS indica estabilidad en el ritmo circadiano, con el que se mide la capacidad de termorregulación de las cerdas.

Temperatura Vaginal

Correlación negativa: Tvagoes/día inicio/duración celo:

- Cerdas que iniciaron el celo antes tuvieron una duración del celo más corta y una temperatura vaginal más alta durante el celo, y una temperatura post-estro más alta se correlacionó con una duración del celo más corta.

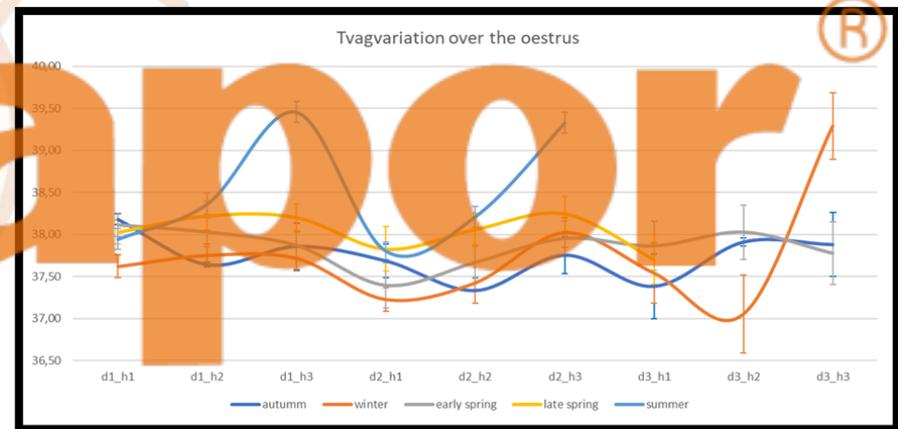
# Resultados

Temperatura Vaginal

| Season       | Tvagbfr    | Tvagoes                       | Tvagaft    | $\Delta$ Tvagbfr-Tvagoes |
|--------------|------------|-------------------------------|------------|--------------------------|
| winter       | 38.07±0.12 | 37.72±0.10 <sup>a</sup>       | 37.83±0.13 | -0.35                    |
| Early spring | 38.16±0.10 | 37.99±0.10 <sup>a</sup>       | 38.00±0.19 | -0.17                    |
| Late spring  | 38.21±0.17 | 38.02±0.13 <sup>a</sup>       | 37.96±0.15 | -0.19                    |
| summer       | 38.42±0.09 | <b>38.53±0.07<sup>b</sup></b> | 38.30±0.18 | <b>0.11</b>              |
| autumm       | 38.05±0.11 | 37.74±0.06 <sup>a</sup>       | 37.53±0.18 | -0.31                    |
| p-value      | NS         | <0.0001                       | NS         |                          |

En verano no son capaces de disminuir la Tvag

Los dos lotes con Tmax y Tmed significativamente más altas y Tmin y Tmed más bajas (temperatura ambiental): **>AR en Tvagoes**. Esto sugiere que la amplitud del ritmo circadiano de temperatura a nivel vaginal durante el celo está influenciada tanto por temperaturas altas como bajas.



# Sueño-melatonina



Magapor<sup>®</sup>

# Luminosidad



Principal sincronizador = luz (ritmo día/noche)

- Legislación muy laxa: 40 lux/8h día mín. (RD 1135/2002)
- Distintos ensayos en todas las fases con resultados variables (horas luz/oscuridad):
  - Ningún efecto sobre el crecimiento de los lechones con fotoperiodos de 16 h al día (Lachance et al., 2010) o incluso efectos negativos sobre el desarrollo del sistema inmunitario del lechón (Lessard et al.; 2012). Incluso se describen efectos negativos debidos a la influencia de las lámparas de infrarrojos utilizadas como calefacción en las salas de partos (Liu et al., 2022).
- Relación con la secreción de melatonina, hormona dependiente del fotoperiodo.



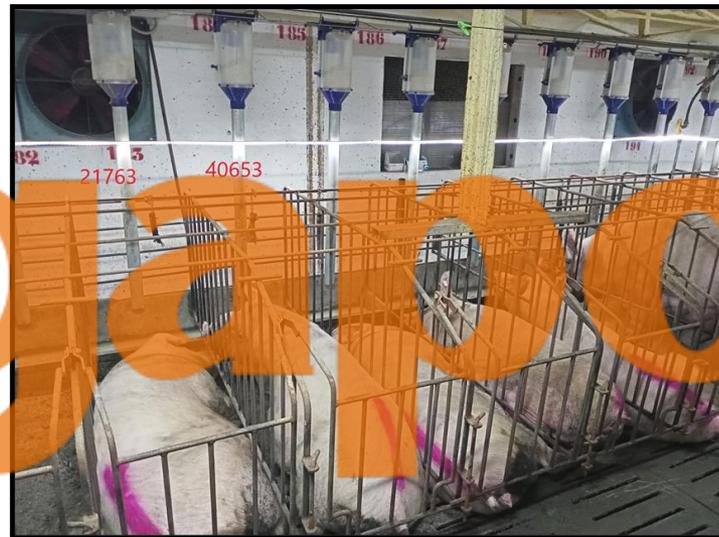
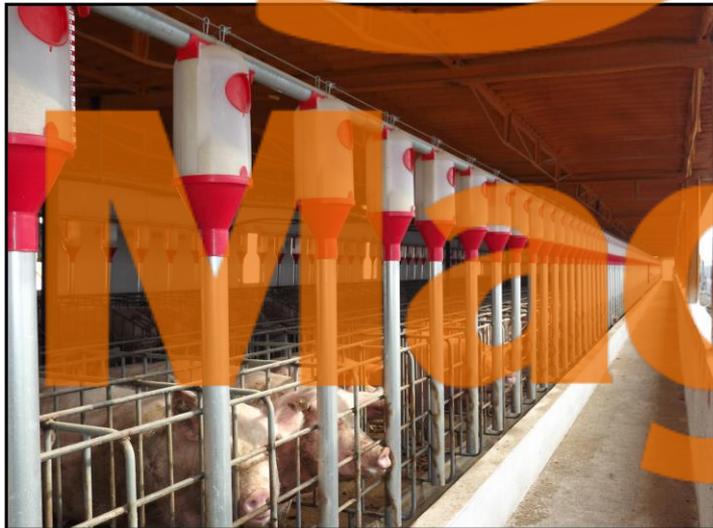
# Ritmos circadianos de melatonina

- **Objetivo:** determinar la tasa de secreción de la melatonina en cerdas tras su destete:
  - En la época de más anoestro estacional (julio).
  - Bajo dos escenarios ambientales distintos (iluminación/ventilación).
  - Compararla con la época de menor tasa de anoestro (febr-mar).





Magapor®



Magapor®

## Melatonina en sangre durante 24 horas:

- Cada 3 horas- 1:00, 4:00, 7:00, 10:00, 13:00, 16:00, 19:00 and 22:00h.
- Melatonin ELISA Kit (Enzo Life Sciences, Inc., NY, USA).

### 3 Grupos diferentes:

- Verano luz/ventilación natural (SNL)
- Invierno luz/artificial controlada (WAL)
- Verano luz/artificial controlada (SAL)

30 cerdas



# Datos medidos

Detección celo

## Parámetros circadianos:

- **Periodo:** intervalo de tiempo entre dos puntos de referencia de la fase.
- **Robustez:** repetibilidad de la ciclicidad a lo largo del periodo estudiado.
- **Mesor:** media ajustada al ritmo.
- **Amplitud:** distancia media entre el valor más bajo y el más alto dentro del periodo.
- **Acrofase:** momento máximo del coseno.



## Intensidad lumínica:

➤ Cada 3 horas- 1:00, 4:00, 7:00, 10:00, 13:00, 16:00, 19:00 and 22:00h.

➤ Luxómetro portátil Urceri®  
218154701-01.

## Parámetros productivos:

- Lechones nacidos totales (TBP)
- Lechones nacidos vivos (ABP)
- Lechones nacidos Muertos (SBP)
- Momificados (MBP)
- Destetados por Cerda (PWS)
- Mortalidad lechones predestete
- Paridad
- Duración gestación
- Duración lactación.

Todo en el ciclo anterior y en el posterior a la toma de muestras.



### 3 Grupos diferentes:

#### ➤ Verano luz/ventilación natural (SNL)

- Ventanas translúcidas en un lateral y abierta en el otro.
- No control ventilación ni luz.

#### ➤ Invierno luz/artificial controlada (WAL)

- Luz: tubo fluorescente cenital 8:00-18:00h y tira LED cabeza cerda 4:00-8:00h y 18:00-20:00 (16h en total).
- Ventilación: constante y en función de la Tª deseada (min. 20%- máx. 100%).

#### ➤ Verano luz/artificial controlada (SAL)

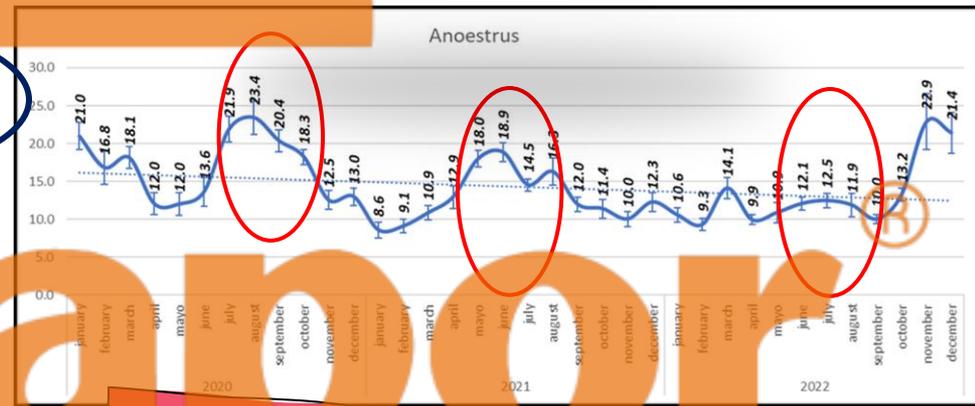
- Luz: tubo fluorescente cenital 8:00-20:00h y tira LED cabeza cerda 4:00-8:00h (16h en total).
- Ventilación: constante y en función de la Tª deseada (min. 20%- máx. 100%).

# Resultados



Luminosidad

| Stall |       | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188  | 189 | 190 | 191 | 192  |
|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|
| SNL   | Group |     |     |     |     |     |      |     |     |     |      |
|       | Hour  |     |     |     |     |     |      |     |     |     |      |
|       | 1:00  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   | 0    |
|       | 4:00  | 0   | 0   | 0   | 0   | 8   | 0    | 0   | 0   | 0   | 0    |
|       | 7:00  | 45  | 70  | 60  | 10  | 450 | 500  | 300 | 47  | 31  | 320  |
|       | 10:00 | 75  | 50  | 30  | 22  | 300 | 700  | 900 | 70  | 75  | 380  |
|       | 13:00 | 42  | 12  | 13  | 29  | 670 | 1609 | 690 | 51  | 80  | 1600 |
|       | 16:00 | 22  | 24  | 24  | 25  | 643 | 345  | 63  | 60  | 97  | 515  |
| SAL   | 19:00 | 5   | 5   | 4   | 3   | 106 | 183  | 13  | 11  | 14  | 107  |
|       | 22:00 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   | 0    |
|       | 1:00  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   | 0    |
|       | 4:00  | 9   | 16  | 18  | 20  | 34  | 33   | 17  | 15  | 12  | 22   |
|       | 7:00  | 9   | 16  | 18  | 20  | 34  | 33   | 17  | 15  | 12  | 22   |
|       | 10:00 | 35  | 33  | 73  | 225 | 380 | 270  | 360 | 130 | 19  | 14   |
|       | 13:00 | 32  | 50  | 45  | 190 | 470 | 530  | 390 | 150 | 20  | 17   |
|       | 16:00 | 21  | 48  | 120 | 380 | 420 | 300  | 150 | 120 | 31  | 10   |
| WAL   | 19:00 | 30  | 33  | 44  | 50  | 80  | 33   | 30  | 38  | 12  | 22   |
|       | 22:00 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   | 0    |
|       | 1:00  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0   | 15  | 0   | 0    |
|       | 4:00  | 9   | 16  | 18  | 20  | 34  | 33   | 17  | 15  | 12  | 22   |
|       | 7:00  | 9   | 16  | 18  | 20  | 34  | 33   | 17  | 0   | 12  | 22   |
|       | 10:00 | 9   | 16  | 18  | 20  | 34  | 33   | 17  | 15  | 12  | 22   |
|       | 13:00 | 9   | 16  | 18  | 20  | 34  | 33   | 17  | 15  | 12  | 22   |
|       | 16:00 | 9   | 16  | 18  | 20  | 34  | 33   | 17  | 15  | 12  | 22   |
| 19:00 | 9     | 16  | 18  | 20  | 34  | 33  | 17   | 15  | 12  | 22  |      |
| 22:00 | 9     | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   |      |



Frecuencia de anoestros

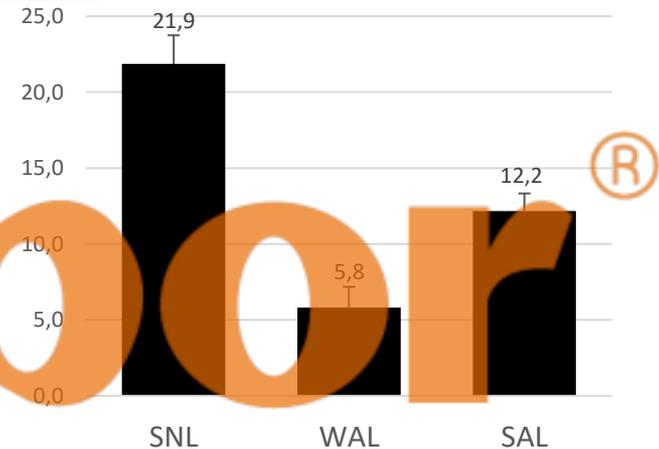
21,09% SNL  
 7,60% WAL  
 12,40% SAL

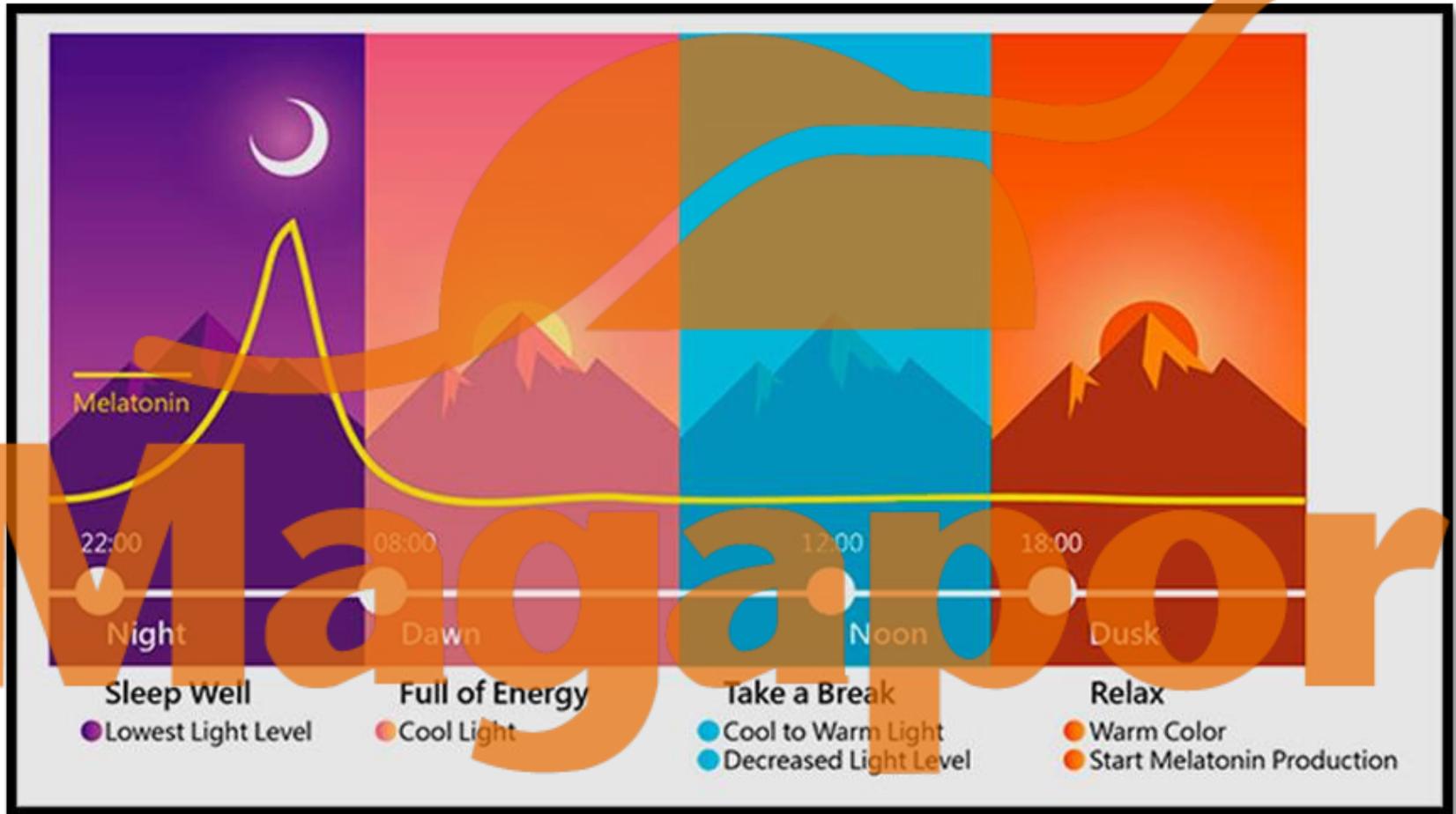
# Resultados

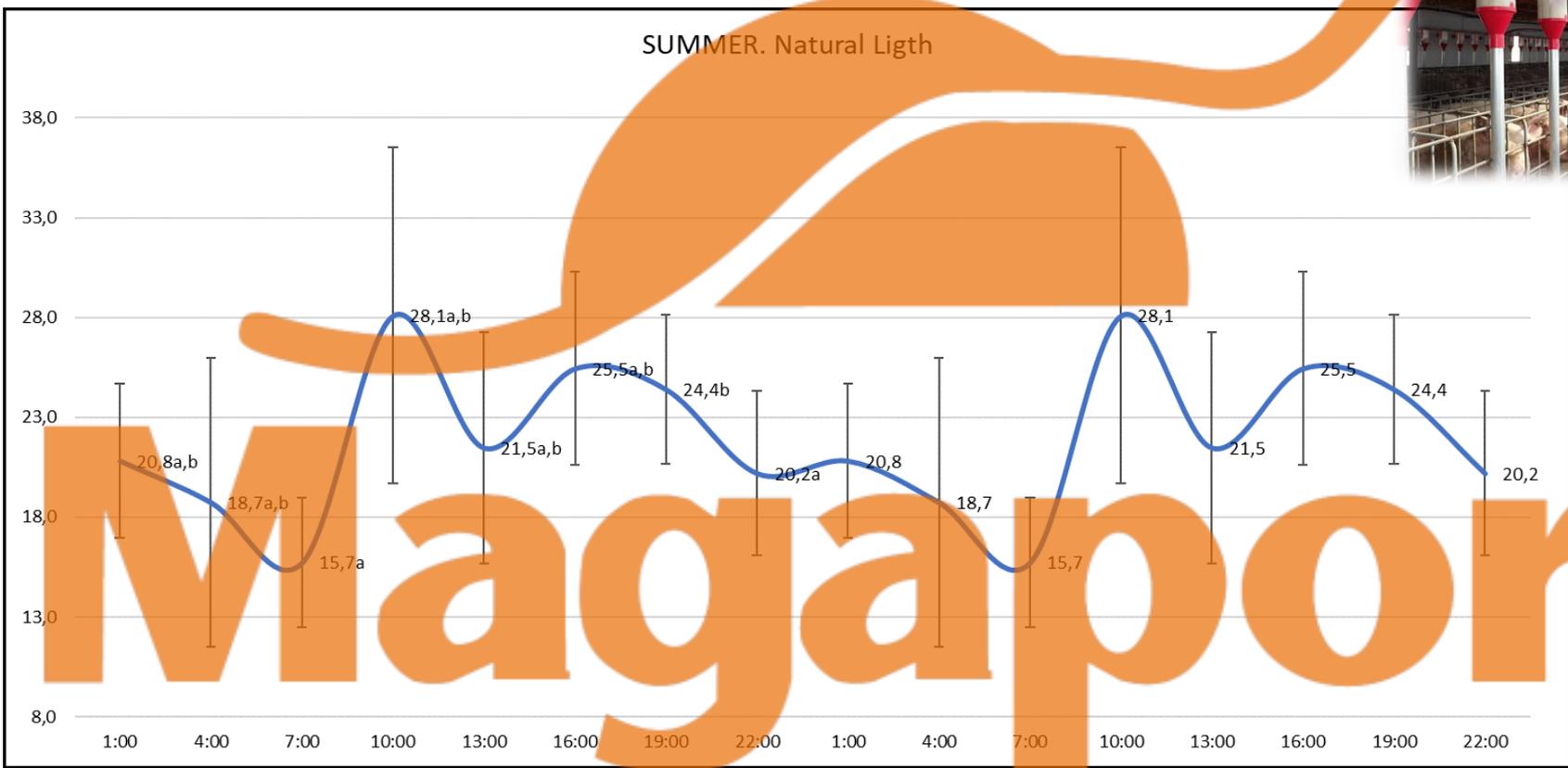
|                        |                       | SNL            | SAL             | WAL           | P-value       |
|------------------------|-----------------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|
| Farrow before sampling | ABP                   | 12,8±0,37585   | 15,7±0,53734    | 14,2±0,18691  | <0.0001       |
|                        | SBP                   | 0,8±0,08419    | 0,7±0,1336      | 0,6±0,10312   | NS            |
|                        | MBP                   | 0±0            | 0,1±0,03375     | 0,03375±0     | 0.002         |
|                        | TBP                   | 13,6±0,38385   | 16,5±0,58731    | 14,8±0,2      | <0.0001       |
|                        | GL                    | 118±0,79077    | 115,8±0,17284   | 115,4±0,09001 | <0.0001       |
|                        | LL                    | 24±0,21347     | 23,7±0,18176    | 24,9±0,33546  | <0.0001       |
|                        | Mort                  | 1,4±0,14408    | 1,5±0,10373     | 1,3±0,1336    | <0.0001       |
|                        | WPS                   | 11,975±0,14229 | 12,1±0,11746    | ±             | <0.0001       |
|                        | WSI                   | 4,375±0,06099  | 4,9±0,03375     | 4±0           | <0.0001       |
|                        | Farrow after sampling | ABP            | 12,5±0,5739     | 15,5±0,40016  | 14,25±0,12199 |
| SBP                    |                       | 1,375±0,16592  | 0,16592±0,11307 | 0,875±0,1718  | NS            |
| MBP                    |                       | 0,25±0,08333   | 0,08333±0,03375 | 1,375±0,41278 | <0.0001       |
| TBP                    |                       | 14,125±0,5924  | 16,3±0,43298    | 16,5±0,42258  | <0.0001       |
| GL                     |                       | 115,25±0,10446 | 115,1±0,03375   | 115±0,10911   | <0.0001       |
| LL                     |                       | 22,5±0,22713   | 25,1±0,14626    | ±             | <0.0001       |
| Mort                   |                       | 2,25±0,21593   | 0,21593±0,19617 | 1,3±0,1336    | <0.0001       |
| WPS                    |                       | 11,125±0,11679 | 13±0,1743       | ±             | <0.0001       |

Diferencias entre todos los grupos, excepto entre 4:00 y 7:00h.

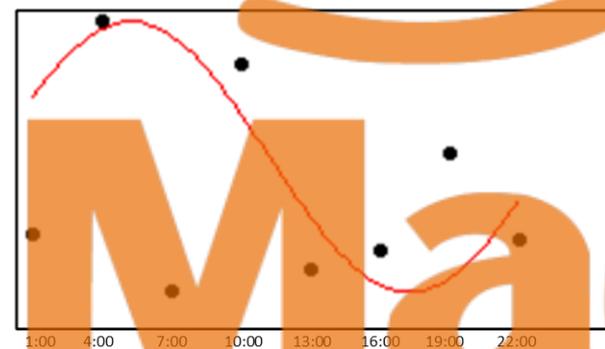
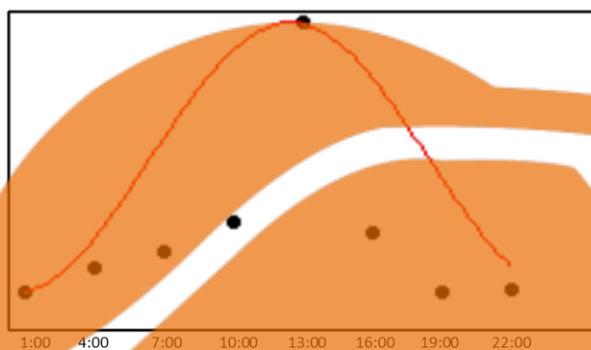
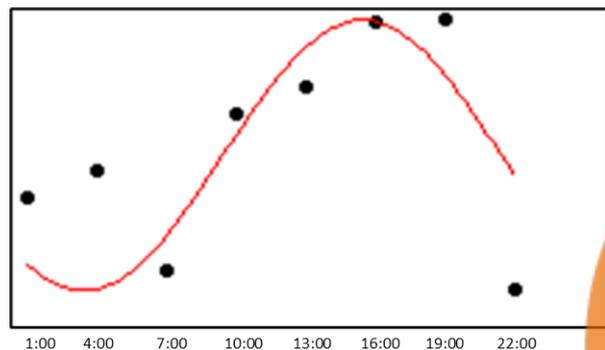
Melatonin







Magapor®



**VERANO-LUZ NATURAL**  
 3 patrones distintos:  
 a) Pico 13-19pm  
 b) Pico 13pm  
 c) Pico 4am

| GROUP | Pattern | Mesor          | amplitude  | acrophase  | robustness  | Anoestrous |
|-------|---------|----------------|------------|------------|-------------|------------|
| SNL   | 1 (n=4) | 5.84±1.51      | 4.65±0.78  | 17.7±0.5   | 39.27±5.58  | 1          |
|       | 2 (n=3) | -9.27±11.44    | 19.85±6.59 | 12.70±1.18 | 29.07±6.61  | 1          |
|       | 3 (n=3) | 49.12±21.45    | 24.28±6.59 | 3.50±1.36  | 35.4±15.45  | 0          |
|       | p-value | 0.037          | 0.047      | <0.0001    | ns          |            |
| SAL   | 1 (n=2) | 10.22±2.15     | 11.80±3.32 | 18.7±0.9   | 49.95±20.65 | 0          |
|       | 2 (n=8) | 1333.86±524.83 | 13.65±3.33 | 1.11±3.48  | 40.03±9.41  | 1          |
|       | p-value | NS             | NS         | NS         | NS          |            |



**INVIERNO-LUZ ARTIFICIAL**

1 solo patrón:

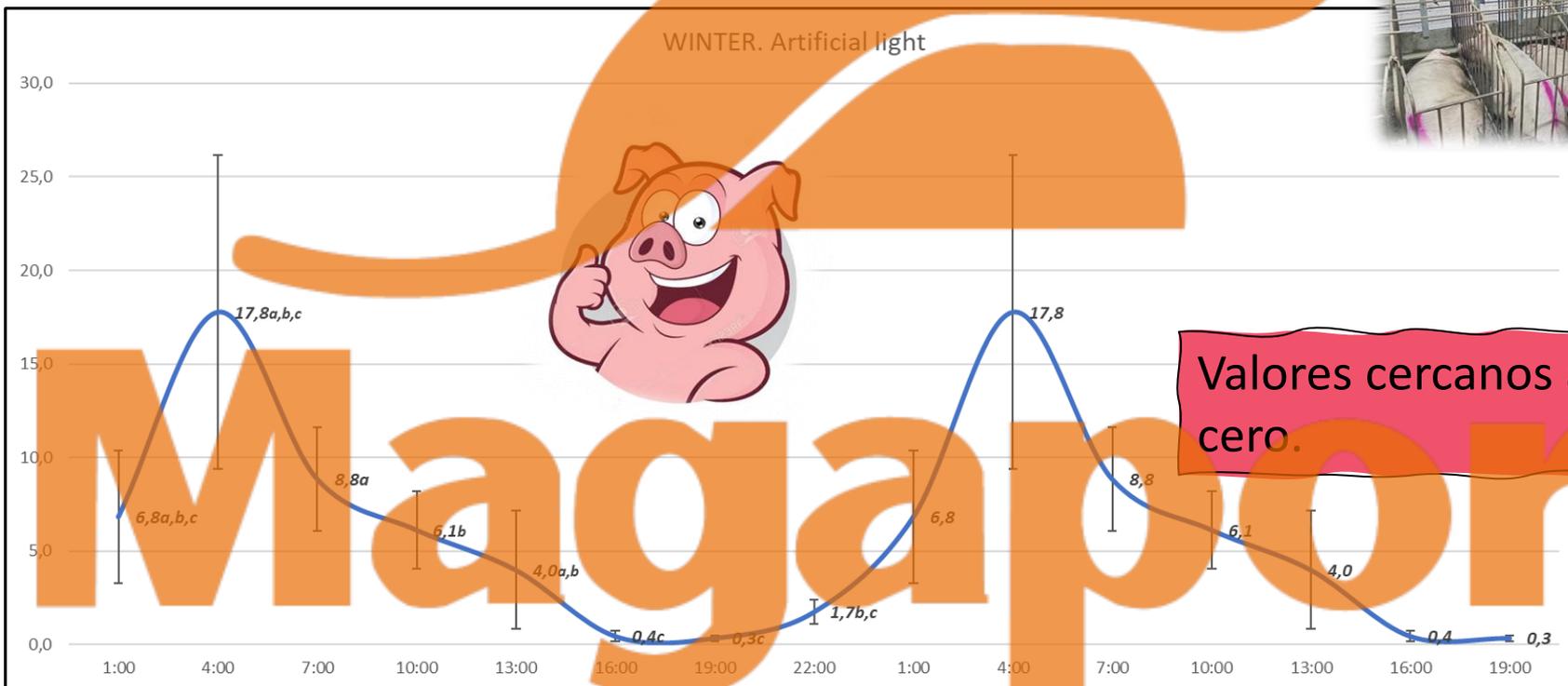
a) Pico 4am

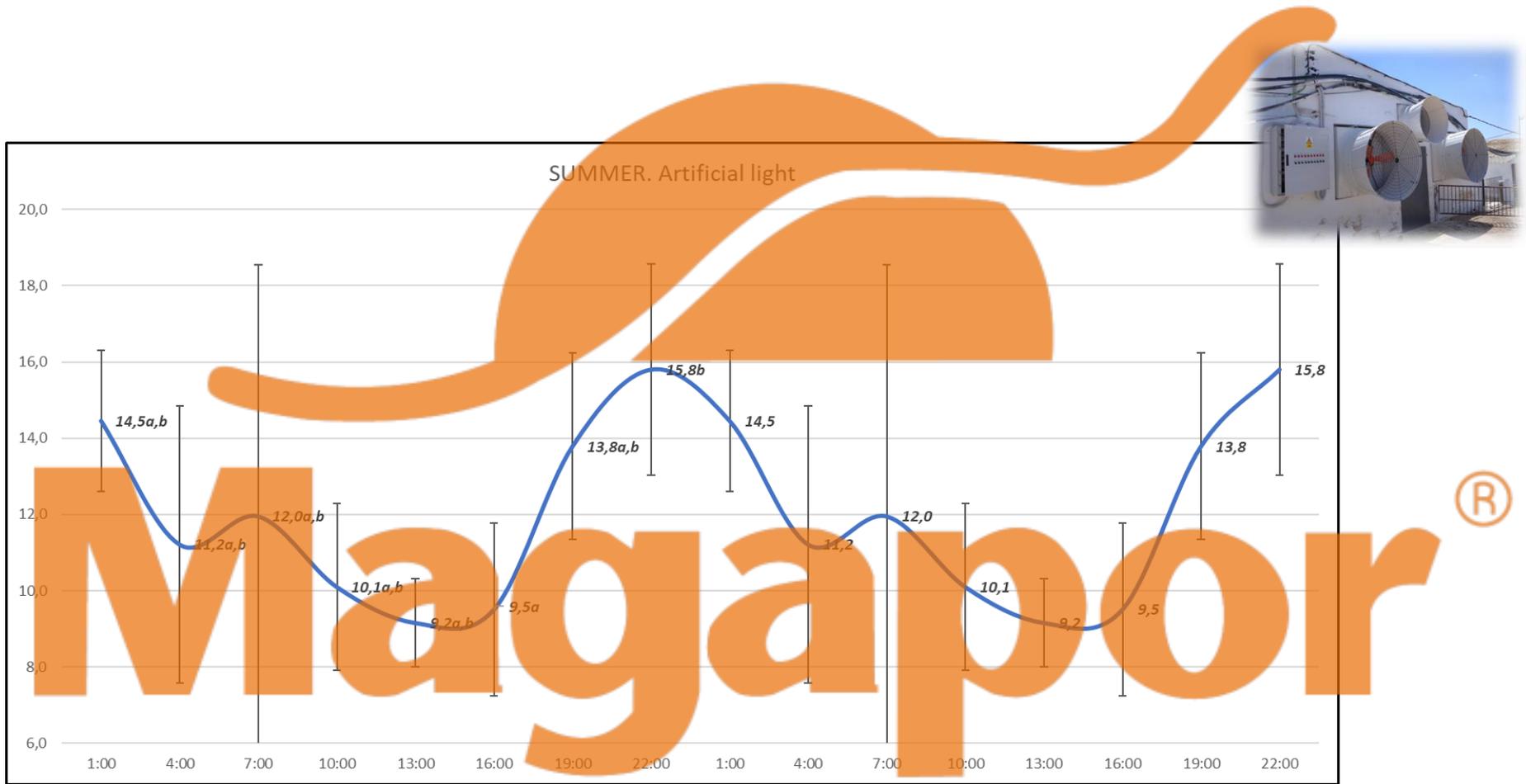


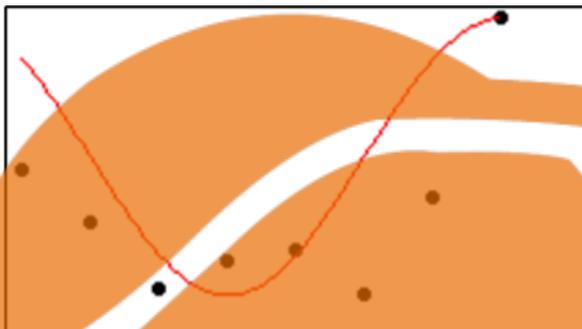
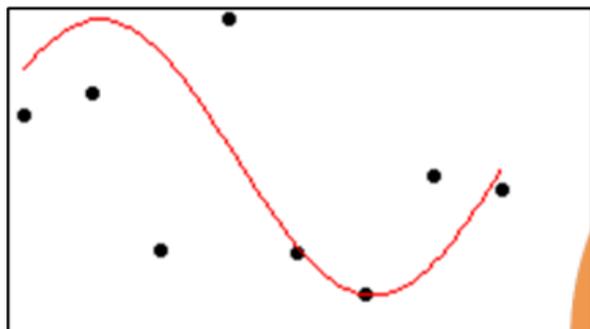
WINTER. Artificial light



Valores cercanos a cero. ®







**VERANO-LUZ ARTIFICIAL**  
 2 patrones distintos:  
 a) Doble Pico 1am y 22pm  
 b) Pico 4am

| GROUP | Pattern | Mesor          | amplitude  | acrophase  | robustness  | Anoestrous |
|-------|---------|----------------|------------|------------|-------------|------------|
| SNL   | 1 (n=4) | 5.84±1.51      | 4.65±0.78  | 17.7±0.5   | 39.27±5.58  | 1          |
|       | 2 (n=3) | -9.27±11.44    | 19.85±6.59 | 12.70±1.18 | 29.07±6.61  | 1          |
|       | 3 (n=3) | 49.12±21.45    | 24.28±6.59 | 3.50±1.36  | 35.4±15.45  | 0          |
|       | p-value | 0.037          | 0.047      | <0.0001    | ns          |            |
| SAL   | 1 (n=2) | 10.22±2.15     | 11.80±3.32 | 18.7±0.9   | 49.95±20.65 | 0          |
|       | 2 (n=8) | 1333.86±524.83 | 13.65±3.33 | 1.11±3.48  | 40.03±9.41  | 1          |
|       | p-value | NS             | NS         | NS         | NS          |            |

- Menos diferencia entre valores.
- No se acercan a cero.

# Magapor



# Conclusiones

- Fuertemente ligado a las condiciones ambientales.
- Relación con fotoperiodo y estrés por calor.
- El control de la luz y la temperatura podrían ser útiles para regular su secreción.
- **¿Relación melatonina-otras hormonas involucradas en la reproducción?**

Magapor®

## ATENCIÓN A LA TEMPERATURA

- Cuando los animales tienen calor pierden capacidad de termorregulación (verano)
- Cuando los animales tienen calor dejan de dormir. Desaparecen las fases REM porque no pueden eliminar calor por jadeo
- Cuando los animales tienen calor sufren disrupciones hormonales que alteran la reproducción

Magapor®

# Alimentación



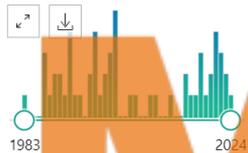
Magapor®

MY NCBI FILTERS

56 results

Page 1 of 6

RESULTS BY YEAR



[No title available]

1 [No authors listed]

Cite PMID: 38353638 **Free article.**

Share

**Melatonin** has various physiological effects, such as the maintenance of **circadian** rhythms, anti-inflammatory functions, and regulation of intestinal barriers. ...To address this, we studied the contribution of gut microbiota to host **melatonin** production using ...

[No title available]

2 [No authors listed]

Cite PMID: 37969335 **Free article.**

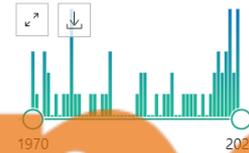
Share

**Melatonin**, which is produced from tryptophan, exerts various biological functions, including the regulation of **circadian** rhythm, sedative agents, and antioxidant ability. ...Dietary **melatonin** supplementation significantly improved growth in both rats and pigs ...

TEXT AVAILABILITY

- Abstract
- Free full text
- Full text

RESULTS BY YEAR



[No title available]

1 [No authors listed]

Cite PMID: 37969335 **Free article.**

Share

Moreover, dietary melatonin ingestion increased resting and feeding and fighting behaviors during Days 8-21 compared to the control diet. ... animals given dietary melatonin supplementation showed improved ...

[No title available]

2 [No authors listed]

Cite PMID: 37803714

Share

Gut signals, including hormones and metabolites are crucial zeitgeber for the circadian rhythm of host metabolism, but the potential links have been explored. ... performed an hour-scale metabolomics analysis of serum and ...

TEXT AVAILABILITY

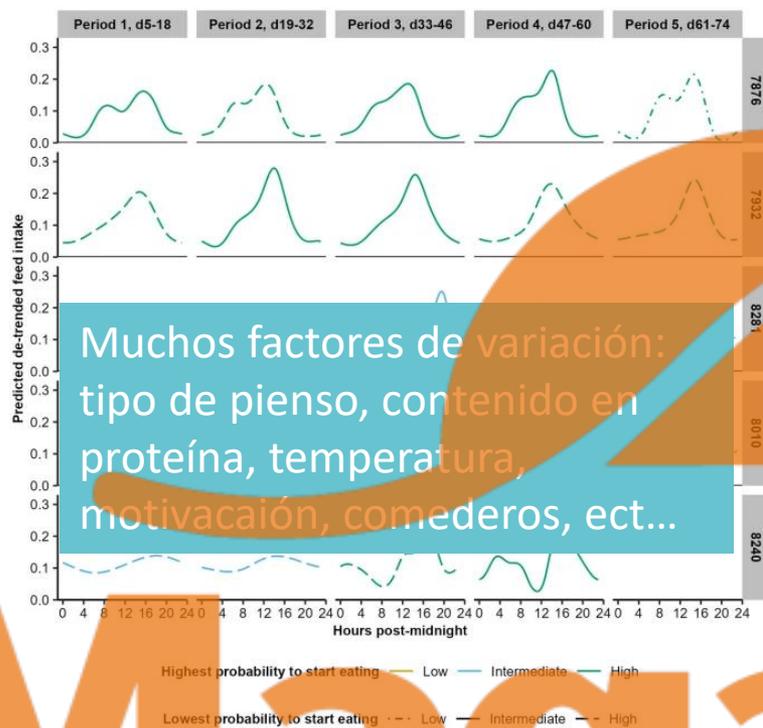
- Abstract
- Free full text
- Full text



- Ritmo circadiano bimodal
- No afectado por contenido en Thr
- No afecta a rendimientos productivos<sup>®</sup>

Remus A, Hauschild L, Létourneau-Montminy MP, Andretta I, Pomar C. Feeding behavior of growing and finishing pigs fed different dietary threonine levels in a group-phase feeding and individual precision feeding system. *Transl Anim Sci.* 2020 Sep 24;4(4):txaa177. doi: 10.1093/tas/txaa177. PMID: 33196014; PMCID: PMC7648131.

**Figure 1.** Circadian variation of average feed intake (FI) rate (grams of FI per minute during a meal), number of meals, and size of the meal (grams per meal) for growing (25–45 kg BW) and finishing pigs (110–130 kg BW) in a GPF or IPF program. Gray areas indicate dark period in the room.



- Los cerdos en crecimiento-cebo ad libitum tienen periodo circadiano de alimentación
- Robustez=57%, variaciones individuales de 0-100%
- Esto contradice la creencia de que los cerdos son circadianos estrictos para comportamiento alimentario
- Relacionado con la edad: mayor edad mayor robustez
- Si hacemos la media de grupo, si es ritmo circadiano (Ingram et al., 1980)

Bus, J.D., Boumans, I.J.M.M., Engel, J. *et al.* Circadian rhythms and diurnal patterns in the feed intake behaviour of growing-finishing pigs. *Sci Rep* **13**, 16021 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42612-1>

Ingram, D. L., Walters, D. E. & Legge, K. F. Variations in motor activity and in food and water intake over 24 h periods in pigs. *J. Agric. Sci.* **95**, 371–380 (1980).

Magapor®

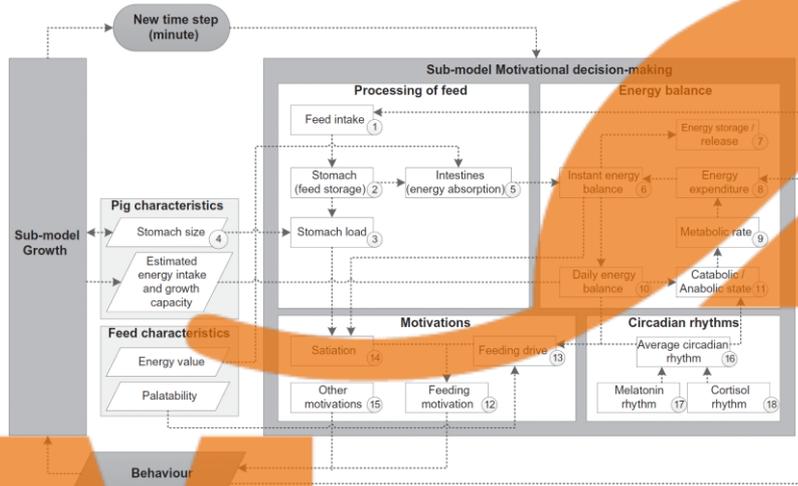
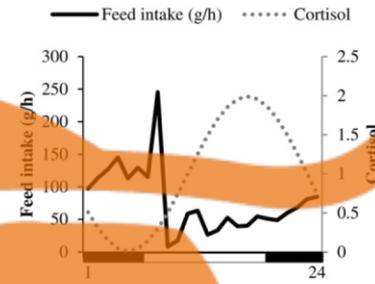


Fig. 1. Schematic overview of model processes involved in the regulation of feeding behaviour in a pig, with emphasis on the sub-model *Motivational decision-making* (adapted from Boumans et al. 2015). Arrows indicate causal relationships in the model and numbers refer to equations in Table 1.

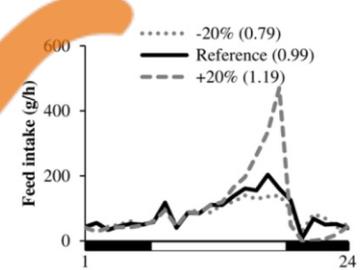
Melatonina, cortisol, leptina, grelina, LPG1, etc...

Boumans IJMM, de Boer IJM, Hofstede GJ, la Fleur SE, Bokkers EAM. The importance of hormonal circadian rhythms in daily feeding patterns: An illustration with simulated pigs. *Horm Behav.* 2017 Jul;93:82-93. doi: 10.1016/j.yhbeh.2017.05.003. Epub 2017 May 19. PMID: 28514644.

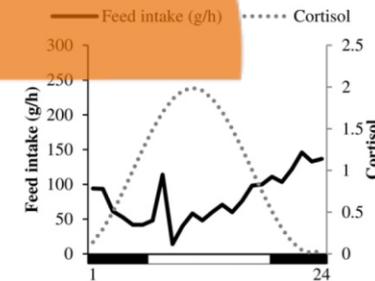
a. Cortisol (peak 17:00 h)



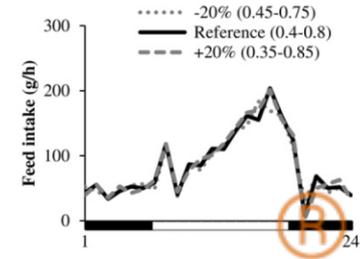
d. Change in cortisol amplitude (peak 05:00 h)



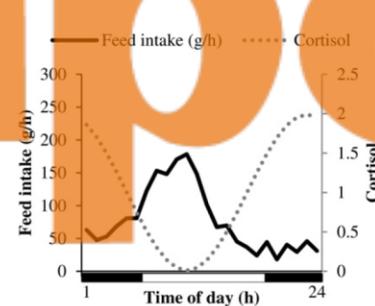
b. Cortisol (peak 11:00 h)



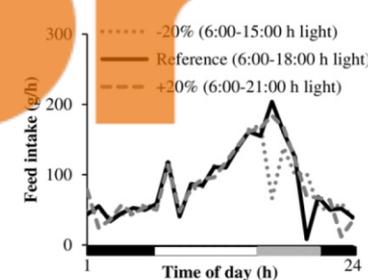
e. Difference in melatonin values during day and night



c. Cortisol (peak 23:00 h)



f. Duration of increased/decreased melatonin values





# Magapoor®

- Cantidad
- Contenido en Macro/micronutrientes
- Número de administraciones
- Tipo de comedero

# Cerdas

- - Comida única
- - Ofrecida a las 7:30, 11:30 o 15:30 del día
- - Las cerdas alimentadas por la tarde aumentaron más la grasa dorsal, perdieron más grasa dorsal durante la lactación, parieron un lechón vivo más y destetaron medio lechón más (camadas igualadas a las 24 horas) con un mismo peso vivo medio del lechón al destete.

- Estos resultados sugieren que ofrecer el pienso por la tarde a las cerdas gestantes puede mejorar el rendimiento productivos

# Magapor®

Manu H, Lee SH, Ren P, Pangeni D, Yang X, Baidoo SK. Effects of time of feeding during gestation on sow's performance1. J Anim Sci. 2019 Mar 1;97(3):1234-1241. doi: 10.1093/jas/skz006. PMID: 30649344; PMCID: PMC6396240.

# Retos con los ritmos biológicos en cerdos

- ¿Cómo adquirir la información?
- ¿Cómo clasificar a los animales?
- Detectar sincronizadores ambientales
- Aprender a manejar dichos sincronizadores

Magapor®



THANKS

GRACIAS

[guiramis@um.es](mailto:guiramis@um.es)

Magapor

MAGAPOR 17ITM - MAY 14 & 15 2025 - ZARAGOZA - SPAIN