

## **Comparación del crecimiento, parámetros reproductivos y de hematología y glicemia en hámsters (*Mesocricetus auratus*) alojados a diferentes niveles de intensidad de luz**

Rosa De Jesús<sup>1,2\*</sup> y Zoraima Quintero<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bioterio de la Universidad de Los Andes, Mérida, Mérida, Venezuela. \*Correo electrónico: rosadej@ula.ve

<sup>2</sup> Laboratorio de Fisiología Animal, Departamento de Biología. Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. Mérida, Mérida, Venezuela.

---

### **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo fue comparar el peso y la talla que alcanzan los hámsters, evaluar algunos parámetros reproductivos (número de crías nacidas, destetadas por camada y el período entre parto) y comparar los valores de algunos parámetros hematológicos (hematología, hematocrito, cuenta blanca y conteo diferencial) y glicemia, con la finalidad de observar su respuesta a distintos niveles de intensidad de luz. Este ensayo se realizó en el Bioterio de la Universidad de Los Andes con hámsters (*Mesocricetus auratus*) del núcleo de fundación de la colonia. Se usaron animales recién nacidos, procedentes de parejas alojadas en los diferentes niveles de un estante de producción, con intensidades de luz que variaron desde 180 hasta 50 lux de manera decreciente desde el primer nivel superior hasta el último nivel. Los resultados presentan diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre los valores promedios presentados por los grupos de animales alojados a diferentes niveles de intensidad de luz, en relación: al peso alcanzado a las 14 semanas de edad por hembras y machos, a los parámetros reproductivos: número de crías nacidas y destetadas por camada y al período entre partos. También, en relación al peso de los testículos y glándulas sexuales accesorias de los machos, al peso de los ovarios y los cuernos uterinos de las hembras, e igualmente en relación a la cuenta leucocitaria y diferencial, tanto en hembras como en los machos. No se observaron diferencias en relación a la talla en las hembras y machos, ni con respecto a los valores hematológicos para la hemoglobina, el hematocrito y la glicemia. Es importante hacer notar que los valores reportados por la bibliografía como valores normales difieren de los encontrados en la experiencia realizada, los valores encontrados no está influenciado por la intensidad de luz ya que el mismo no presenta diferencias significativas entre grupos, conllevando a pensar en que éste valor es propio de las condiciones de producción del Bioterio de la Universidad de Los Andes. Este ensayo permite ofrecer a los investigadores del país datos y valores que pueden ser considerados como punto de referencia para sus experimentos.

*Palabras clave:* Hámsters, intensidad de la luz, parámetros reproductivos, valores hematológicos, bioterio.

---

### **Comparison of growth, reproductive parameters, and hematology and glycemiy on hamsters (*Mesocricetus auratus*) housed at different levels of light intensity**

#### **ABSTRACT**

An experiment was carried out in the laboratory animal quarters of the University of Los Andes on hamsters (*Mesocricetus auratus*) with the objective to evaluate the influence of different levels of light intensity on growth (weight and size), some reproductive parameters (the total number of offspring; the number of offspring removed from their mother's care; the period between pregnancies and the weight of the reproductive organs), hematology (hemoglobine, hematocrite, leukocyte count and differential counter), and blood glucose. The tests were applied to newborn offspring, coming from parents who had been exposed to different levels of light, according to their position in multileveled reproductive cages, vertically organized, whose light exposure decreased from top to

Recibido: 09/05/2007 Aceptado: 28/01/2008

bottom. The light intensity ranged from 180 to 50 lux. The results indicated significant differences ( $P < 0,05$ ) in animals of 14 weeks regarding weight of female and male, the total number of offspring, and the number of offspring removed from their mother's care. Also, the period between pregnancies and the weight of the gonads and accessory sexual glands in both female and male hamsters and the leukocyte and differential count reported significant differences. It was not observed a significant effect in the size of male and female, or the hematological parameters: hemoglobin, hematocrite and glucose blood. With respect to the values of glucose and hemoglobin found in the literature, these are different in relation to those in this work. This experiment is useful to improve hamster breeding in laboratory animal quarters conditions and offer guidance to other users.

*Keywords:* hamster, light intensity, reproductive parameters, values of hematological, laboratory animal quarter.

## INTRODUCCIÓN

En los bioterios se producen los animales que van a ser usados en la investigación biomédica y farmacéutica (Sinkora *et al.*, 2007; Balvach *et al.*, 2007; Ferland *et al.*, 2007), de ahí la importancia del manejo adecuado de su producción. Los factores ambientales que existen dentro de los bioterios, en conjunto, hacen el "clima" en el cual los animales de laboratorio se producen y son mantenidos.

Los animales de uso más común en la investigación son los roedores (Grosse *et al.*, 2007; Meyer *et al.*, 2007; Kuure *et al.*, 2007), los cuales son de hábitos nocturnos, por lo que la iluminación es un factor ambiental que tiene gran influencia sobre la fisiología de los animales. La actividad rítmica de muchas especies se encuentra influenciada de dos maneras por la luz; en primer lugar, el cambio cíclico en la intensidad de la luz puede actuar sincronizando el tiempo endógeno del sistema circadiano, de manera que el organismo es apropiadamente ajustado al período ambiental de 24 horas (Brainard *et al.*, 1986; Cherry, 1987; Scheving *et al.*, 1994; Nasello *et al.*, 2002; Roizen *et al.*, 2007). En segundo lugar, la luz puede inhibir directamente o promover cualquier actividad fisiológica en el animal, por lo tanto, se puede decir que las variaciones de la iluminación pueden modificar un número de ritmos fisiológicos y tales modificaciones van a depender de la pigmentación del animal, del tiempo de exposición, de la edad, del sexo y de la línea del animal (Brainard *et al.*, 1989; Smolensky y D'Alonzo, 1993; Canal-Corretger *et al.*, 2001; Mcquade y Stanford, 2001; Liljander *et al.*, 2006).

En los ambientes de los bioterios, a pesar de encontrarse estandarizadas las condiciones de mantenimiento con respecto a la luz, las variaciones correspondientes a ésta no se logran eliminar por completo, pudiéndose observar que existe variación

en la intensidad de la luz a lo largo de un estante de producción (De Jesús y Quintero, 2001). En condiciones de intensidad de la luz recomendada, 350-400 lux para los cuartos de los animales (Home Office, 1989), puede existir una variación de 80 veces entre las cajas ubicadas en los niveles más bajos en relación a las cajas de los niveles superiores y entre cajas ubicadas en el mismo nivel puede variar tanto como 20 veces (Weihe *et al.*, 1969; Mudler, 1971; Clough y Donnelly, 1984). En relación a la iluminación, De Jesús y Quintero (2001) determinaron que la variación de esta a lo largo de un estante se encontraba entre un rango de 230 a 30 lux.

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar diferentes parámetros fisiológicos que pueden ser afectados por la intensidad de la luz, en una colonia de producción de hámsters en el bioterio de la Universidad de Los Andes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el bioterio de la Universidad de Los Andes en Mérida, Venezuela. Se usó un total de 128 crías nacidas de parejas de hámsters ubicadas en un estante de producción a diferentes niveles: 1,80 2,10 2,40 y 2,70 m de distancia del grupo de cuatro lámparas fluorescentes (110 V, 50 Hz) cada uno, proporcionando una intensidad de luz de 180, 100, 80 y 50 lux en los niveles dos a cinco, respectivamente.

Los animales fueron criados bajo barrera y alojados en cajas T3 (22,5 x 39 x 14,5 cm) de policarbonato, en una temperatura ambiental de  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , con una humedad relativa promedio de 75%, con ciclos de 12 h luz: 12 h oscuridad (controlado con temporizador). Los hamsters se alimentaron con ratarina comercial (Protinal), tratada con temperatura de  $120^\circ\text{C}$  por 3 min y suministrada *ad libitum*, al igual que el agua (esterilizada a  $120^\circ\text{C}/20$  min).

Las parejas reproductoras se ubicaron en cada uno de los niveles propuestos para el desarrollo del estudio y a la semana de nacidas las crías (8 crías por pareja; 32 animales por nivel), se les comenzó a pesar y a medir. A los 21 días fueron destetadas, sexadas y colocadas en un número de 4 animales por caja y ubicadas en el mismo nivel donde se encontraban los reproductores. El pesaje fue realizado en una balanza electrónica (Acculab), con sensibilidad de 0,01 g y la talla medida con regla milimetrada, desde la punta de la nariz hasta la punta de la cola.

Las variables medidas la producción fueron: período entre partos, crías nacidas por parto y crías destetadas por parto, cuyos valores se extrajeron de los registros de la colonia. A los tres meses y medio (14 semanas) de nacidos, los animales del ensayo se seleccionaron 15 hembras y 15 machos por nivel, a los cuales se les tomó muestras de sangre mediante vía cardiaca previo sacrificio en cámara con exceso de éter dietílico para realizar las pruebas sanguíneas: hematología, hematocrito, cuenta leucocitaria, cuenta diferencial y glicemia. Además, se realizó la necropsia para extraer los órganos sexuales y las glándulas sexuales accesorias y realizar el pesaje, para lo cual se usó una balanza (Modelo AND-HR 200), con precisión 0,0001 g.

Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente mediante un ANAVA y la prueba t de Student, utilizando el software estadístico Statistics Analysis System (SAS) versión 8.2 bajo ambiente UNIX (SAS, 1998).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos semanalmente para observar el comportamiento del peso y la talla de los hámsters (n=32) por nivel fueron promediados semanalmente observándose una continua ganancia de peso. El promedio del peso logrado a las 14 semanas por los machos y las hembras es presentado en el Cuadro 1. El análisis estadístico realizado indicó diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) para los pesos alcanzados a las 14 semanas, tanto para los machos como para las hembras, a las diferentes intensidades de luz. Estas diferencias estadísticamente significativas se observaron entre los grupos de los diferentes niveles, pero no dentro de los grupos por nivel, indicando que posiblemente la intensidad de luz puede afectar la ganancia de peso en los hámsters.

Existen muchos trabajos que hacen referencia a la influencia de los periodos de luz (fotoperiodos) en el desarrollo de los animales de laboratorio; sin embargo, es muy escasa la información que hace referencia a la posible influencia que pueden ejercer diferentes intensidades de luz a las que los animales se ven sometidas diariamente sobre el crecimiento. Existen, sin embargo, autores que reportan que este parámetro tiene influencia sobre todos los procesos fisiológicos y de conducta de los animales (Scheving *et al.*, 1994; Smolensky y D'Alonzo, 1993; Nasello *et al.*, 2002).

De acuerdo a los resultados observados se hace evidente que existe una influencia de este factor ambiental (intensidad de la luz) sobre el peso de los

Cuadro 1. Peso promedio (Ee) de los hámsters hembras y machos a las 14 semanas después del nacimiento.

| Nivel | Peso          |             | Talla          |        |
|-------|---------------|-------------|----------------|--------|
|       | Macho         | Hembra      | Macho          | Hembra |
| lux   | ----- g ----- |             | ----- cm ----- |        |
| 180   | 130 (0,20)a   | 130 (0,22)a | 15,1           | 14,8   |
| 100   | 128 (0,21)b   | 125 (0,24)b | 15,2           | 15,4   |
| 80    | 123 (0,20)c   | 120 (0,30)c | 15,4           | 15,3   |
| 50    | 120 (0,23)d   | 110 (0,20)d | 15,5           | 15,7   |

<sup>abcd</sup>En la misma columna, medias con letras diferentes indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ). Sin letras indica ausencia de diferencias significativas

hámsters, tanto machos como hembras, lo que pudiese estar directamente influenciado por la condición hormonal, que según varios autores esta condicionada por la intensidad de la luz (Walter y Jiménez, 1984; Canal-Corretger *et al.*, 2001; Nasello *et al.*, 2002). Se descarta que el mayor peso obtenido en los animales alojados a altos niveles de iluminación se deba a un mayor consumo de alimento, ya que no se observaron diferencias con respecto al consumo de los animales alojados a bajas intensidades. El promedio de consumo de alimento para todos los animales fue de aproximadamente 12 g/anim/d.

Los resultados obtenidos en las medidas de las tallas de los hámsters, tanto hembras como machos, alojados a las diferentes intensidades de luz no presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ).

En relación a los parámetros reproductivos, en el Cuadro 2 se presentan los datos obtenidos respecto al número de crías nacidas y destetadas por camada, donde se observa que ambos parámetros se vieron afectados directamente por la intensidad de la luz, al registrarse que las hembras produjeron un mayor

número de animales por camada en intensidades de 180 y 100 lux, en comparación a las hembras alojadas a las intensidades de 80 y 50 lux. Estos resultados pudiesen estar relacionados con el mayor desarrollo corporal que presentan las hembras alojadas en estas intensidades de luz, de acuerdo a los resultados obtenidos en la ganancia del peso de las hembras. De igual manera, la cantidad de animales que se destetan es superior en las camadas cuyas madres se encuentran alojadas en el nivel superior de luz.

Se puede observar también en el Cuadro 2, que el menor periodo entre partos lo presentan las hembras alojadas en las mayores intensidades de luz. Diferentes autores reportan el efecto que tiene el fotoperíodo en los eventos reproductivos de los animales de laboratorio (Darrow *et al.*, 1980; Bellhorn, 1980; Cherry, 1987). Sin embargo, pocos reportan la influencia en los parámetros zootécnicos estudiados (De Jesús y Quintero, 2001).

Es de pensarse que existe influencia de las intensidades de la luz sobre los parámetros zootécnicos ya que la luz tiene influencia sobre los niveles de hormonas reproductivas en las hembras y en los ciclos estrales de

Cuadro 2. Parámetros reproductivos de las parejas reproductoras alojadas a diferentes intensidades de luz. Error estándar entre paréntesis.

| Nivel | Crías nacidas por camada | Crías destetadas por camada | Período entre parto |
|-------|--------------------------|-----------------------------|---------------------|
| lux   | ----- N°                 | -----                       | ----- semana        |
| 180   | 7,6 (0,31)a†             | 7,6 (0,29)a                 | 7,3 (0,31)b         |
| 100   | 7,3 (0,34)a              | 6,3 (0,26)b                 | 7,3 (0,28)b         |
| 80    | 6,3 (0,26)b              | 6,3 (0,30)b                 | 9,9 (0,26)a         |
| 50    | 6,0 (0,29)b              | 5,4 (0,26)c                 | 9,5 (0,27)a         |

†Medias en la misma columna, con letras distintas son diferentes ( $P < 0,05$ ).

Cuadro 3. Peso de órganos sexuales y glándulas sexuales accesorias de hembras y machos de hámsters dorados alojados a diferentes intensidades de luz a las 14 semanas de edad.

| Nivel | Ovarios        | Cuernos uterinos | Testículos    | Próstata + vesícula seminal |
|-------|----------------|------------------|---------------|-----------------------------|
| lux   | ----- g        | -----            | -----         | -----                       |
| 180   | 1,814 (0,15)a† | 2,379 (0,18)a    | 2,168 (0,20)a | 2,156 (0,30)a               |
| 100   | 1,722 (0,20)b  | 2,357 (0,15)a    | 2,283 (0,17)b | 2,123 (0,34)b               |
| 80    | 1,520 (0,18)c  | 1,433 (0,20)b    | 1,867 (0,21)c | 0,138 (0,27)c               |
| 50    | 1,562 (0,21)c  | 1,032 (0,20)c    | 1,698 (0,18)d | 0,119 (0,35)d               |

† Medias en la misma columna, con letras distintas son diferentes ( $P < 0,05$ ).

diferentes cepas de ratones y de hámsters (Donnelly y Saibaba, 1993; van Haaster *et al.*, 1993; Moffatt-Blue *et al.*, 2006).

Otro factor que está influenciado por la luz es el peso de los órganos y específicamente de las gónadas y las glándulas sexuales accesorias y su posible regresión por la influencia de prolongados periodos de oscuridad (Darrow *et al.*, 1980; Brainard *et al.*, 1986; Cherry, 1987; van Haaster *et al.*, 1993; Maitra y Ray, 2000).

En relación al peso de los órganos sexuales se puede observar en el Cuadro 3, que el promedio del peso encontrado tanto para las gónadas (ovarios y testículos), al igual que para las glándulas accesorias sexuales, tanto de las hembras (cuernos uterinos) como en los machos (próstata y vesícula seminal), presentan diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ), en los animales alojados a diferentes intensidades de luz, por lo que se puede pensar que esta característica fisiológica esta afectada por este factor ambiental, como es reportado por Virend y Lamber (1971).

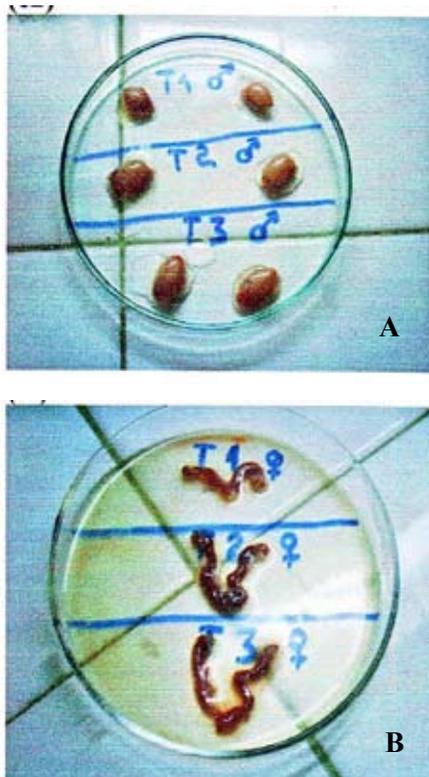


Figura 1. Órganos reproductores: testículos (A) y cuernos uterinos más ovarios (B), de hámster alojados a diferentes intensidades de luz.

En la Figura 1 se puede observar como varía el tamaño de los testículos a diferentes intensidades de luz; también se puede observar como varía el tamaño de los cuernos uterinos y los ovarios en las hembras. Claramente se observa que el tamaño disminuye cuando los animales se encuentran alojados a las intensidades de luz de 80 y 50 lux.

Estos resultados presentan relación con la cantidad de crías nacidas por hembra, que fue mayor en número en las hembras alojadas a intensidades de luz de 180 a 100 lux en comparación con las alojadas a 80 a 50 lux, ya que los órganos reproductivos se observan menos desarrollados en los animales alojados en las intensidades de luz menores.

En relación a los parámetros sanguíneos para los machos (Cuadro 4), como glucosa, hematocrito y hemoglobina no se observaron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), ni entre o inter-grupo, por lo que se deduce que en este género, los valores sanguíneos estudiados, no son afectados por la intensidad de la luz.

La intensidad de la luz afectó ( $P < 0,05$ ) en las hembras los valores de hematocrito, hemoglobina, cuenta leucocitaria y conteo diferencial (Cuadro 5). En el caso del hematocrito, la diferencia se observa entre tratamientos, pero se hace difícil proponer que esto ocurra como consecuencia de la intensidad de luz, al observar similitud en los resultados para las intensidades de luz de 180 y 50 lux; aunque haya diferencia en los valores intermedios. Se presenta, entonces, la probabilidad de replantear el diseño experimental para poder determinar claramente lo que ocurre con este parámetro.

En relación a los valores hallados para la hemoglobina, la cuenta leucocitaria y el conteo diferencial se observa una diferencia significativa en todos los niveles. Los valores para la cuenta leucocitaria, al igual que el conteo diferencial, tanto para las hembras como para los machos, parecieran encontrarse influenciados por las diferentes intensidades de luz ya que presentan diferencias estadísticamente significativas en el ANAVA realizado ( $P < 0,05$ ), con rango de desviación estándar (1,8 - 2,5), para los animales alojados a diferentes intensidades de la luz.

Los valores promedios hallados tanto para hembras como para los machos fueron cotejados con los reportados como normales por Van Zutphen *et al.*

Cuadro 4. Valores de las medias aritméticas de los parámetros hematológicos y la glicemia de los machos hámsters, alojados a diferentes intensidades de luz.

| Nivel | Glucosa   | Hto  | Hb       | Cuenta leucocitaria  | Contaje diferencial Neut / Linf / Eosi |
|-------|-----------|------|----------|----------------------|--|
|       | mg/100 mL | %    | g/100 mL | x100/mm <sup>3</sup> |  |
| lux   |           |      |          |                      |  |
| 180   | 10,30     | 46,0 | 15,45    | 5.898a†              | 11,5 / 88,5 / 0a                       |
| 100   | 10,65     | 45,5 | 14,95    | 7.410b               | 9,0 / 91 / 0b                          |
| 80    | 10,20     | 45,5 | 14,75    | 8.445c               | 9,0 / 91 / 0b                          |
| 50    | 10,60     | 46,5 | 15,50    | 6.800d               | 9,5 / 92 / 0b                          |

†Medias con letras distintas en la columna son diferentes (P<0,05).

Cuadro 5. Valores promedios de parámetros hematológicos y de la glicemia de las hembras hámsters, alojados a diferentes intensidades de luz.

| Nivel | Glucosa   | Hto | Hb       | Cuenta leucocitaria  | Contaje diferencial (Neut / Linf / Eosi) |
|-------|-----------|-----|----------|----------------------|--|
|       | mg/100 mL | %   | g/100 mL | x100/mm <sup>3</sup> |  |
| lux   |           |     |          |                      |  |
| 180   | 10,15     | 44a | 14,65a†  | 6.263a               | 10,5 / 89,5 / 0 a                        |
| 100   | 10,80     | 43b | 14,25a   | 6.305b               | 12,5 / 91,0 / 0 b                        |
| 80    | 10,70     | 42c | 14,35a   | 6.220c               | 9,0 / 91,0 / 0 c                         |
| 50    | 10,45     | 44a | 13,70b   | 7.960d               | 6,5 / 93,5 / 0 d                         |

†Medias con letras distintas en la columna son diferentes (P<0,05).

(1999). Con respecto a los valores del hematocrito, los reportados como normales se encuentran en un rango de 36%-40% y para las muestras de este ensayo se encontraron en un rango de 42 a 46%, siendo estos valores mayores a lo reportado. En relación a los valores para la glicemia, los promedios reportados como normales se encuentran en un rango de 15 a 60 mg/100 mL y los promedios de las muestras se encontraron en un rango de 10,1 a 10,8 mg/100 mL. Estos valores no presentaron diferencias significativas entre la población estudiada, ni entre tratamientos, por lo que no pareciera verse afectados por la intensidad de la luz; por tanto se proponen como promedios estándar para las condiciones de producción del bioterio de la ULA.

Los resultados obtenidos en la experiencia realizada en el bioterio de la ULA, permiten plantear que existen diferencias en la ganancia de peso y en talla de los animales dadas por las diferentes intensidades de luz. Igualmente, se pudo observar un comportamiento reportado por otros autores de la influencia de la luz sobre el desarrollo de los órganos

reproductores lo cual se puede relacionar con los valores de los parámetros zootécnicos medidos. Los resultados permitieron obtener valores estándar para la glicemia y la hematología propios de la producción que pueden servir como patrón a los investigadores que utilicen estos parámetros como parte de sus resultados experimentales. La experiencia nos permite, igualmente, mejorar las condiciones de las parejas reproductoras que se mantienen en el bioterio para cubrir la demanda de la investigación en la región.

## CONCLUSIONES

1. El factor ambiental iluminación afectó el peso de los machos y las hembras hámsters, a diferentes intensidades.
2. El número de crías nacidas y destetadas por camada, así como el periodo entre partos son parámetros reproductivos que están influenciados por la intensidad de la luz.

3. En el ensayo se comprobó que la intensidad de la luz tiene influencia sobre el peso de las glándulas sexuales accesorias tanto de hembras como de machos.
4. El ensayo permite suponer que los parámetros hematológicos como cuenta leucocitaria y porcentaje de neutrófilos, en el conteo diferencial son afectados por la intensidad de la luz.
5. Se proponen como promedios estándar para las condiciones de producción del bioterio de la ULA, valores del hematocrito en el rango 42 a 46% y para los valores promedios para la glicemia en el rango de 10,1 a 10,8 mg/100 mL.

#### LITERATURA CITADA

- Bellhorn R.N. 1980. Lighting in the animal environment. *Lab. Anim. Sci.*, 30: 440-450.
- Balvach S., A. Jauch, B. Böhm-Steuer, F. Cavaleri, Y. Han y M. Boiani. 2007. Chromosome stability differs in cloned moused embryos and derivative ES cells. *Dev Biolo.*, 308: 309-21
- Brainard G.C., M.K. Vaughan y R.J. Reiter. 1986. Effect of light irradiance and wavelength on the Syrian hamsters *Reproductive Sys.*, 119: 648-654.
- Brainard G.C. 1989. Illumination of laboratory animal quarters: participation of light irradiance and wavelength in the regulation of the neuroendocrine system. *En Science and Animals: Addressing Contemporary Issues*. Scientists Center for Animal Welfare, Geenbelt, MD. pp. 69-74.
- Canal-Corretger M.M., J. Vilaplana, T. Cambras y J. Diez-Noguera. 2001. Functioning of the rat circadian system is modified by light applied in critical postnatal days. *Am. J. Physiol. Reg. Integr. Comp. Physiol.*, 280:023-1030.
- Clough O. y H. Donnelly. 1984. Light intensity influences the oestrous cycle of LACA mice. *Proc. Laboratory Animal Management*. Universities Federation for Animal Welfare. New York, N.Y. pp. 60-64.
- Cherry J.A. 1987. The effect of photoperiod on development of sexual behavior and fertility in Golden hamster. *Physiol. Behav.*, 39: 521-526.
- Darrow J.M., F.C. Davis, J.A. Elliot, M.H. Stetson, F.W. Turek y M. Menaker 1980. Influence of photoperiod on reproductive development in the golden hamster. *Biol. Reprod.*, 22: 443-450.
- De Jesús R. y Z. Quintero. 2001. Influencia de diferentes niveles de intensidad de la luz sobre algunos parámetros reproductivos en ratones NMRI. *Rev. Cient. Fac. Cien. Vet. LUZ*, 9: 403-407.
- Donnelly H. y P. Saibaba. 1993. Light intensity and the oestrous cycle in albino and normally pigmented mice. *Lab. Anim.*, 27: 385-390.
- Ferland C., D. Veilleux-Lemieux y P. Vachon. 2007. Effects of buprenorphine on intracerebral collagenase-induced hematoma in Sprague-Dawley rats. *J Am Assoc Lab. Anim Sci.*, 46: 13-16
- Greenman D.L., P. Bryant, R.K. Kodell y W. Sheldon. 1982. Influence of cage shelf level on retinal atrophy in mice. *Lab. Anim Sci.*, 32: 353-356.
- Grosse J., A. Braun, D. Varga-Szabo, N. Beversdorf, B. Scheneider, L. Zeitlmann, P. Hanke, P. Scropp, S. Muhlstedt, C. Zorn, M. Huber, C. Schmittwolf, W. Jagla, P. Yu, T. Kerkau, H. Schulze, M. Nehls y B. Nieswandt. 2007. An EF hand mutation in Stim1 causes premature platelet activation and bleeding in mice. *J. Clin. Invest.*, 117: 3540-3550.
- Home Office. 1989. Code of practice for the housing and care of animals used in scientific procedure. 2<sup>da</sup> ed. HM&O, Londres.
- Kuure S., A. Popsueva, M. Jakobson, K. Sainio y H. Sariola. 2007. Glycogen synthase únase-3 inactivation and stabilization of beta-catenin induce nephron differentiation in isolated Mouse and rat kidney mesenchymes. *J. Am. Soc. Nephrol.*, 18: 1130-1139.
- Liljander M., M. Sälltröm, S. Andersson, P. Wernhoff, A. Andersson, R. Holmdahl y R. Mattsson. 2006. Identification of genetic regions of importance for reproductive performance in female mice. *Genetics*, 173: 901-909

- Maitra S.K. y A.K. Ray. 2000. Role of light in the mediation of acute effects of a single afternoon melatonin injection on steroidogenic activity of testis in the rat. *J. Biosci.*, 25: 253-256.
- Mcquade R. y C.S. Stanford. 2001. Differences in control noradrenergic and behavioural response inbred rats on exposure to an aversive novel environment. *J. Neurochem.*, 76: 21-28.
- Meyer H., A. Garofalakis, G. Zacharakis, S. Psycharakis, C. Mamalaki, D. Kioussis, E. Economou, V. Ntziachristos y J. Ripoll. 2007. Noncontact optical imaging in mice with full angular coverage and automatic surface extraction. *Appl. Opt.*, 46: 3617-3627.
- Moffatt-Blue C.C., J.J. Sury y K.A. Young. 2006. Short photoperiod-induced ovarian regression is mediated by apoptosis in Siberian hamster (*Phodopus sungorus*). *Reproduction*, 131: 771-782.
- Mudler J.B. 1971. Animal behavior and electromagnetic energy waves. *Lab. Anim. Sci.*, 21: 389-393.
- Nasello A.G., A.S. Sassatani, F.S. Ferreira, L.F. Felicio y C.A. Tieppo. 2002. Modulation by sudden darkness of apomorphine-induced behavioral response. *Physiol. Behav.*, 78: 521-528.
- Roizen J., Ch. Luedke, E. Herzog y L. Muglia. 2007. Oxytocin in the circadian timing of birth. *PLoS ONE*, 2: 922-930.
- SAS. 1998. SAS/STAT User's guide. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Scheving L.E., R. Feur, F.O. Cope, L.A. Scheving y E.L. Kanabrocki. 1994. General principles of chronobiology. *Lab. Med.*, 25: 306-312.
- Sinkora J., P. Samankoy, V. Kummer, L. Leva, J. Maskova, Z. Rehakova y M. Faldyna. 2007. Commercially available rabbit anti-human polyclonal antisera as a useful tool immune system studies in veterinary species. *Vet Immunol. Immunopathol.*, 119: 156-162.
- Smolensky M.H. y G.E. D'Alonzo. 1993. Medical chronobiology: concepts and applications. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 147: 2-19.
- Van Haaster F.J., Fj Van Eerdenburg y D.G. De Rooij. 1993. Effect of prenatal and postnatal photoperiod on spermatogenic development in the Djungarian hamster (*Phodopus sungorus*). *J. Repro. Fert.*, 97: 223-232.
- Van Zutphen L.F.M., V. Baumans y A.C. Beynen. 1999. Principios de la Ciencia del Animal de Laboratorio. Elsevier, Madrid.
- Virend J. y J.K. Lauber. 1971. Effects of light intensity, wavelength and quanta on gonad and spleen of the deer mouse. *Nature*, 244: 37-38.
- Walker R.F. y A. Jimenez. 1984. Quantitative relationship between light intensity and luteinizing hormone surges in ovariectomized rats treated with estrogen. *Biol. Repro.*, 30: 87-92.
- Weihe W.H., J. Schildlow y J. Stritmatter. 1969. The effects of light intensity on the breeding and development of rats and golden hamster. *Inter. J. Biomethe.*, 13: 69-79.