



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS

**favet**

EVALUACIÓN DEL USO DE COLLAR EN EL MANEJO DE  
LA AEROFAGIA EN CABALLOS MEDIANTE LA  
MEDICIÓN DE CORTISOL PLASMÁTICO

**MARCIA NICOLE ARRIAGADA SOLIMANO**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Ciencias  
Biológicas Animales

PROFESOR GUÍA: RIGOBERTO SOLÍS MUÑOZ

SANTIAGO, CHILE  
2012

## INTRODUCCIÓN

Desde su domesticación el caballo ha permanecido junto al ser humano, compartiendo gran parte de su historia. Esta coexistencia ha determinado que el caballo haya tenido que enfrentarse a un ambiente nuevo, más restrictivo, distinto al de sus ancestros. Esta condición ha alterado varios aspectos de su repertorio comportamental, tales como: la conducta de forrajeo, reproductiva y estructura social. Además, este nuevo ambiente ha facilitado el desarrollo de conductas nuevas, denominadas anormales, destacándose entre ellas las estereotipias o “vicios”.

Las estereotipias que se presentan en los caballos se clasifican en locomotoras y orales, siendo estas últimas las más estudiadas. En particular, la aerofagia, estereotipia de tipo oral, que puede ser muy nociva para la salud del animal.

La presentación de este tipo de conductas anormales ha incentivado el desarrollo de técnicas cuyo objetivo es evitarlas o suprimirlas. Sin embargo, estas técnicas, que comúnmente están basadas en el uso de dispositivos mecánicos o físicos, que cumplen una función más bien restrictiva de la conducta y no preventiva, podrían ser cuestionadas desde el punto de vista del bienestar del animal. Por tal motivo, resulta importante la evaluación de su efectividad y consecuencias o efectos secundarios, asociados a su empleo.

El objetivo de esta Memoria de Título es comparar las concentraciones plasmáticas de cortisol de un grupo de caballos conductualmente sanos (control) con otro, constituido por individuos que presentaron aerofagia, a los cuales se les colocó como método de manejo de dicha conducta anormal un collar anti-aerofagia de cuero.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La evolución del caballo comenzó hace unos 65 millones de años atrás. Desde entonces, ha sobrevivido y adaptado a diversos ambientes, desarrollando patrones de comportamiento que le han permitido conquistar distintos hábitats. Posteriormente, la domesticación iniciada hace unos 6.000 años atrás (Goodwin, 2003), lo ha enfrentado a un entorno muy distinto al natural, el cual sobrellevó favorablemente por años. Este nuevo ambiente le proporciona comida, alojamiento y protección de depredadores. No obstante, este proceso ha tenido un costo importante para estos animales, desde el punto de vista de la expresión de su conducta.

En el caso de los caballos, el proceso de domesticación los ha afectado de diversas maneras, ya que las actuales condiciones de vida son totalmente distintas a las presentes en el ambiente natural de sus ancestros. Los equinos, en estado salvaje, acostumbran a organizarse y agruparse, mostrando conductas de forrajeo, sexuales y sociales muy distintas a las que presentan en condiciones domésticas (Goodwin, 2003). En general, en la actualidad los caballos se mantienen en pesebreras individuales, con espacio limitado para el movimiento o desplazamiento y con escasa o nula actividad grupal. Se les impide tener conductas sexuales de cortejo y elección de pareja. Asimismo, la alimentación del equino ha variado, desde un consumo constante y en poca cantidad, a uno restringido, con altos volúmenes dos veces al día, con forraje conservado o concentrado, predisponiéndolos a presentar alteraciones digestivas (Casey, 2003; Wickens y Heleski, 2010).

Todos estos cambios derivados del proceso de domesticación han determinado o facilitado el surgimiento de conductas anormales, que atentarían contra su bienestar. En este contexto, se considera anormales a aquellas acciones conductuales que presentan una desviación significativa del promedio o que pueden infringir un daño sobre el mismo animal (Mason, 1991).

Dentro de los diversos tipos de conductas anormales se encuentran las conductas estereotipadas o, en lenguaje común, "vicios". Este último término tiene una connotación antropomórfica e implica una decisión moral y, por lo tanto, debe ser evitado (Haupt *et al.*, 1996).

Una estereotipia consiste en un patrón de comportamiento que es repetitivo, invariante y sin objetivo o función precisa (Mason, 1991). Estas conductas han sido detectadas en animales domésticos o silvestres mantenidos en cautiverio, e incluso en el ser humano (Dantzer, 1986)

Existe una gran controversia respecto a la etiología de las estereotipias y, consecuentemente, su potencial prevención. El origen específico de esta conducta anormal es incierto, siendo muchos los potenciales factores causales: variaciones en el ambiente, cambios en la rutina, modificaciones alimentarias, condición neurológica del individuo, etc. (Mason, 1991).

Se han propuesto dos explicaciones para la posible función de las conductas estereotipadas, pero sin mayor aceptación. La primera teoría propone que tienen una función compensatoria, pues los movimientos hechos en un ambiente tan constante pueden otorgar un estímulo sensorial para compensar la falta de estímulos externos (Dantzer, 1986). La segunda teoría señala que el desarrollo de estereotipias estaría ligado a la frustración, es decir, la existencia de un objetivo que no se cumple (Garner, 2006). En ambas teorías la estereotipia representaría un intento de hacer frente a un medio ambiente adverso. En la primera teoría, esta conducta tendría como función aumentar la estimulación, en tanto que, en la segunda disminuirlo, pues existiría una sobre estimulación derivada por la imposibilidad de consumir un objetivo (Dantzer, 1986). Así, la estereotipia permitiría al animal disipar la tensión, frustración o ansiedad que siente, por la situación a la que se ve enfrentado (Dantzer, 1986). De esta forma, ambientes que plantean problemas sin solución para los animales y que éstos no pueden controlar, tales como: hacinamiento, cambios alimenticios, ambientes poco estimulantes, etc., facilitarían la manifestación de conductas estereotipadas (Mason, 1991).

Se considera que las estereotipias no son producto de la selección natural, ya que no representan un beneficio para el individuo y pueden involucrar un alto costo energético (Mason, 1991). Así, estas alteraciones conductuales parecen ser más bien el resultado de un cambio neurológico en respuesta a un estrés crónico (McBride y Hemmings, 2009). Además, evidencia reciente reporta una conexión entre la presentación de conductas anormales y la expresión genética de proteínas estructurales, sugiriendo un origen epigenético de las conductas estereotipadas (Dodman, 2010)

Las estereotipias presentes en caballos pueden clasificarse en orales (Ejemplo: aerofagia y masticar madera) y locomotoras (Ejemplo: movimientos de vaivén y deambular en círculos) (Houpt *et al.*, 1996). La emergencia de estereotipias orales podría estar relacionada con la importancia defensiva de la mordida, respuesta presente en el repertorio conductual de animales confrontados a un agente o ambiente estresor incontrolable (Dantzer, 1986). Epidemiológicamente, se ha visto que la mayor prevalencia a estereotipias se presenta en individuos más sensibles al estrés, como los caballos fina sangre de carrera (Bachmann *et al.*, 2003b).

Entre las estereotipias de tipo oral, una de las observadas más frecuentemente es la aerofagia, comúnmente asociada a los denominados caballos “tragadores de aire”. En la aerofagia con fijación o apoyo, los animales ponen sus incisivos en una superficie horizontal, presionándolos contra ésta y simultáneamente retraen el cuerpo con fuerza, contrayendo los músculos del cuello, ingresando aire a la porción craneal del esófago, emitiendo un ruido característico (Houpt *et al.*, 1996; Nicol, 2000). Algunos investigadores sugieren que no existiría deglución de aire como tal y ésta se confunde con el ruido que coincide con la irrupción de una gran afluencia de aire a través de la faringe. Con menos frecuencia, un caballo puede extender el cuello y realizar la conducta sin fijación o apoyo en un objeto, especialmente cuando se eliminan las superficies que utiliza para realizar la conducta (Houpt *et al.*, 1996).

Esta conducta estereotipada oral puede con el tiempo volverse más compleja, incorporando el lamido del objeto antes y después de la fijación (Nicol, 2000). El caballo puede realizar la conducta cuando se encuentra solo en la pesebrera o en algunos casos ocurre en sincronía con otros caballos, pudiendo dedicarle en promedio un 27,7% de su tiempo a esta actividad (Ninomiya *et al.*, 2007).

La aerofagia es detrimental para la salud de los equinos. Una consecuencia directa de la aerofagia con fijación o apoyo es el excesivo desgaste dentario, pudiendo incluso perderse el contacto entre los incisivos superiores e inferiores al momento de la oclusión, lo que dificulta el pastoreo. Existen dos estudios que han demostrado una asociación entre una forma específica de cólico (foramen epiploico entrampado) y la aerofagia (Archer *et al.*, 2004, 2008). La dificultad en el pastoreo puede llevar a una disminución significativa de la condición corporal y riesgo de ingestión de astillas. Además, los músculos del cuello pueden sufrir una hipertrofia, con los consecuentes dolores musculares en esta zona (Houpt *et al.*, 1996).

Entre las consecuencias derivadas de la manifestación de una estereotipia, se describe un mayor gasto energético y reducción en el consumo de alimento, que conduce a una disminución en el peso, deterioro de la condición corporal y menor desempeño físico (Wickens y Heleski, 2010). Por lo tanto, se han ideado distintas formas para evitar las estereotipias. Así, se han desarrollado intervenciones quirúrgicas para suprimir esta conducta, consistentes en la neurectomía de la rama ventral del nervio espinal accesorio, la miotomía de los músculos ventrales del cuello, o una combinación de ambos. Otra técnica es la miotomía parcial de los músculos omohyoideo, esternohyoideo y esternotiroides acompañada de la mencionada neurectomía. El éxito con estas cirugías varía de 0 a 70% (Haupt *et al.*, 1996; Wickens y Heleski, 2010).

Por otra parte, también existen terapias conductuales, entre las cuales se puede mencionar la terapia de aversión, basada en teorías de aprendizaje y que considera a esta conducta como resultado de un aprendizaje no adaptativo (Tadich y Araya, 2010). Asimismo, se han ideado métodos que modifican el entorno, como la eliminación de superficies de apoyo, la aplicación de repelentes ó golpes de corriente por los objetos que ocupa de apoyo el animal. Finalmente, se han diseñado diversos dispositivos, tales como bozales, collares o correas que aplican presión en la laringe, sólo cuando el animal intenta deglutir la columna de aire (Haupt *et al.*, 1996; Wickens y Heleski, 2010).

En general, la presencia de una conducta estereotipada ha sido relacionada con el enfrentamiento a un ambiente subóptimo, donde el animal experimenta una situación de estrés (Dantzer, 1986). Una forma de medir el estrés a nivel fisiológico es a través de los mecanismos que éste activa, siendo la manera más utilizada la medición de los glucocorticoides plasmáticos. El sistema nervioso autónomo simpático, responde frente a un agente estresante a través de la activación de dos vías: i) produciendo un aumento en la secreción de catecolaminas, desde la médula adrenal, teniendo como efecto un aumento de la frecuencia cardíaca y presión arterial, y ii) estimulando la secreción hipofisaria de ACTH (hormona adrenocorticotrofina), que a su vez estimula la corteza adrenal, determinando un aumento de la concentración plasmática de glucocorticoides (Keeling y Pence, 2002), predominando en el caso de los equinos el cortisol.

La literatura reporta para los equinos, en estado de reposo, una concentración plasmática de cortisol promedio de  $201 \pm 73$  nmol/L (McGreevy y Nicol, 1998). Sin

embargo, la variación que experimenta esta hormona, en relación con la manifestación de estereotipias, no es clara. McBride y Cuddeford (2001) midieron concentraciones de cortisol plasmático en caballos que manifestaban estereotipias y un grupo control, determinando valores de esta hormona más elevados en el grupo con estereotipia, sugiriendo que este tipo de conducta anormal es una respuesta para abordar un ambiente adverso. No obstante, Pell y McGreevy (1999a) no encontraron diferencias significativas en un estudio similar.

La ambigüedad de los resultados informados respecto a la relación del cortisol plasmático y la presentación de estereotipias, conjuntamente con los escasos antecedentes existentes sobre la efectividad de métodos de supresión de la aerofagia, motivaron el presente estudio.

### **OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar el efecto del collar anti-aerofagia para el manejo de la aerofagia en caballos

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Cuantificar la concentración plasmática de cortisol en animales que manifiestan estereotipia oral, sometidos y no sometidos a manejo con collar anti-aerofagia.
- Comparar las concentraciones plasmáticas de cortisol entre los grupos experimentales

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Regimiento de Artillería N°1 "Tacna" del Ejército de Chile, ubicado en San Bernardo, que cuenta con más de 150 ejemplares equinos, destinados a varias actividades. Los caballos se ubican en pesebreras individuales dispuestas en pabellones. La alimentación se proporciona en cuatro raciones diarias a partir de las 7:00, luego a las 12:00, 16:00 y 20:00. Las raciones consisten en 5 kilogramos de pasto y 5 de avena. Los manejos de limpieza y actividades en el exterior eran similares para todos los ejemplares. Sin embargo, la actividad física era restringida, limitándose a lapsos que podían variar de 30 a 90 minutos y que según el tipo de actividad, podía consistir en sólo movimientos a la cuerda o montados por su jinete habitual.

Inicialmente, a través de la revisión de fichas clínicas y consultas a los cuidadores, se detectaron seis animales con estereotipias orales del tipo aerofagia con apoyo. Pese a la poca información que se tenía de algunos caballos, al momento de la toma de muestras todos los ejemplares se encontraban clínicamente sanos. Para este estudio se trabajó con 12 individuos de la unidad, de distintas edades y sexo. Debido a la baja frecuencia de la aerofagia en caballos fue difícil homogenizar el grupo, existiendo ejemplares de los cuales se desconoce la historia previa a su ingreso al escuadrón.

Se conformaron dos grupos con seis individuos cada uno:

- Un grupo de individuos que presentaban aerofagia con apoyo (Grupo A), conformado por individuos con edades promedio de 12 años.
  
- Un segundo grupo de animales que no manifiestan estereotipias, denominado control (Grupo C), con edades promedio de 12,5 años.

En la Tabla 1, se presenta el detalle de sexo, edad y actividad que desempeñan los caballos utilizados en este estudio.



Grupos	Individuos	Sexo	Edad (años)	Actividad
A (aerofagia)	Talibán	M	11	Presentación Protocolar
	Pregón	M	10	Presentación Protocolar
	Bella Esperanza	H	S/I	Salto
	Pepa	H	S/I	Polo
	Misionero	M	S/I	Salto
	Jubilado	M	15	Tiro liviano
C (control)	Madre Porico	M	13	Polo
	Quinque	H	9	Polo
	Procaz	H	10	Polo
	Rambo	M	20	Polo
	Quiyet	H	9	Polo
	Izamel	M	14	Polo

Tabla 1: Características de los individuos utilizados en el estudio. M: Macho; H: Hembra; S/I: sin información.

## MUESTREO DE SANGRE

Una vez definidos los grupos, se realizó la toma de muestra de sangre, de acuerdo al siguiente protocolo (ver Figura 1):

1.- Tiempo 0 (día 1), entre las 11:30 y 13:00 hrs. se procedió a la extracción de una muestra de sangre a los integrantes de ambos grupos, con el fin de tener una medición basal de cortisol. Se desinfectó la zona con alcohol yodado y algodón e inmediatamente se comenzó a extraer sangre de la vena yugular externa, con una jeringa (25G) de 1 mL, heparinizada. Posteriormente, la muestra obtenida se trasladó a un tubo Eppendorf de 1,5 mL, el cual se etiquetó con la fecha y nombre de cada individuo. En terreno, las muestras fueron mantenidas y transportadas refrigeradas hasta llegar al

laboratorio, donde fueron centrifugadas (1300 g) obteniendo 400  $\mu$ L de plasma, que fue almacenado a  $-20^{\circ}\text{C}$ .

La toma de muestra se efectuó el mismo día para todos los ejemplares, durante la mañana, en un lapso de una hora y treinta minutos, con el fin de minimizar la variación circadiana de la secreción de la hormona cortisol.

2.- Posteriormente, al Tiempo 1 (día 18) a las 9:30 de la mañana se procedió a instalar los collares de cuero a los seis caballos del grupo A. Luego de esperar dos horas desde el término de la postura de los collares, se extrajo una muestra de sangre a los individuos de ambos grupos, bajo las mismas condiciones a lo descrito en 1). La toma de muestra comenzó a las 12:00 hrs. y demoró 50 minutos.

3.- Tiempo 2 (día 25) y en forma similar a lo expuesto anteriormente, se realizó una tercera extracción de sangre a todos los individuos, comenzando a las 12:15 proceso que tuvo una duración de una hora.

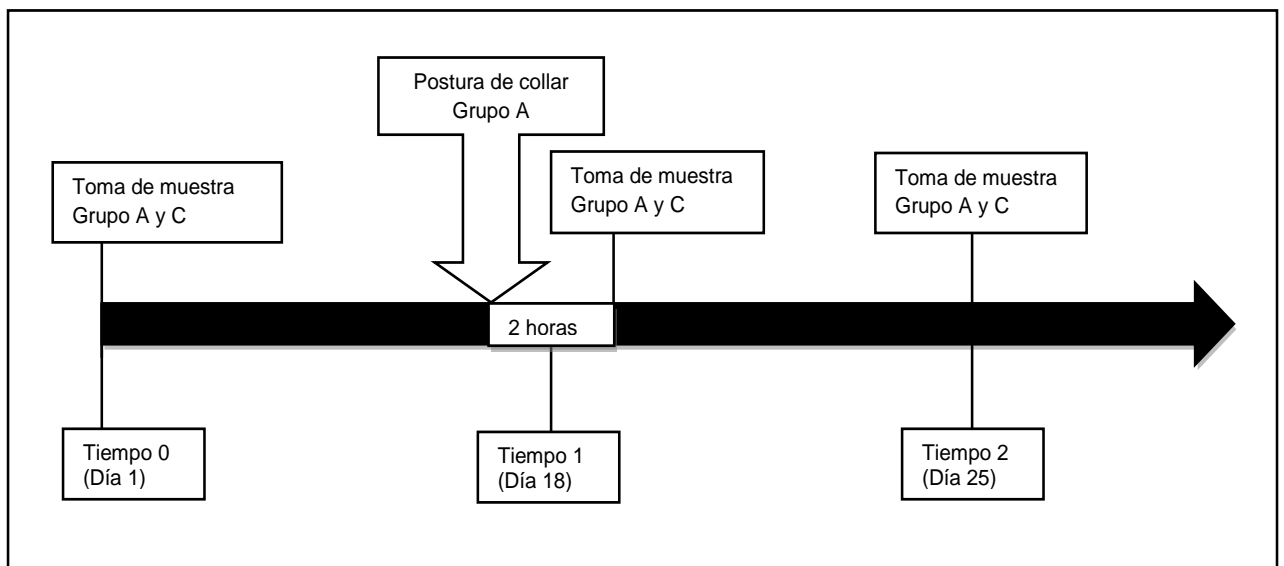


Figura 1: Cronograma del protocolo de toma de muestra de sangre.

## **DETERMINACIÓN DE CORTISOL**

La concentración plasmática de cortisol se midió usando un kit para radioinmunoensayo de fase sólida (Coat-a-Count, Siemens), de acuerdo al protocolo establecido por el fabricante. Este radioinmunoensayo está diseñado para la medición cuantitativa de cortisol en plasma, siendo altamente específico, reportando una sensibilidad analítica de 5,5 nmol/L (0,2 µg/dL). A su vez, el procedimiento presenta un paralelismo exacto para diferentes diluciones de las muestras. Los mismo kits comerciales para determinaciones plasmáticas de corticosteroides han sido usados previamente en otros vertebrados (Solís y Penna, 1997; Urquieta *et al.*, 2008).

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Cada muestra se trabajó en duplicado y para el análisis de los valores de cortisol se estimó el promedio de la muestra y su réplica. Debido al restringido número de animales en ambos grupos, se utilizó un análisis estadístico no-paramétrico. La comparación dentro y entre grupos se realizó con la Prueba de Friedman, con el programa Statistica 6.0. y un nivel de significancia  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

La prevalencia de la estereotipia oral, aerofagia, observada fue de un 4% de un total de 150 ejemplares equinos pertenecientes al Regimiento de Artillería N°1 “Tacna”. Este porcentaje es ligeramente mayor al encontrado en otros estudios efectuados en Chile, en caballos fina sangre de carrera (2,1%) (Weber, 2010) y caballos chilenos (2%) (Muñoz *et al.*, 2009) y coincide con el 4% de prevalencia reportado en la literatura extranjera (Pell y McGreevy, 1999b).

Los animales del Grupo A presentaron los siguientes valores promedio durante el experimento: en la primera medición (sin collar), Tiempo 0,  $145,6 \pm 39,6$  nmol/L; posterior a la postura del collar en un corto plazo, Tiempo 1, dió un promedio de cortisol plasmático de  $127,8 \pm 36,8$  nmol/L; mientras que la medición realizada luego de transcurrir una semana de uso del collar anti-aerofagia, Tiempo 2, fue  $110,5 \pm 30$  nmol/L. Los valores promedio de cortisol plasmático, desviación estándar, valores mínimo y máximo se muestran en la Tabla 2.

La prueba de Friedman realizada para contrastar las concentraciones de cortisol plasmático entre los individuos del Grupo A en los distintos tiempos de medición ( $T_0$ ,  $T_1$  y  $T_2$ ) no estableció diferencias estadísticamente significativas ( $T^2=2,50$ ;  $p= 0,13$ ) (Siegel,1979). De igual forma, no se encontraron diferencias significativas, en el Grupo C entre las tres mediciones ( $T^2=1,67$ ;  $p= 0,23$ ). Tampoco se observaron diferencias significativas en la concentración de la hormona entre los Grupos A y C en los distintos tiempos de registro  $T_0$  ( $T^2=0,63$ ;  $p= 0,46$ ),  $T_1$  ( $T^2=0$ ;  $p=0,99$ ) y  $T_2$  ( $T^2=0,63$ ;  $p= 0,46$ ) (Ver Fig. 2).

Una comparación entre los valores medidos para cada tiempo ( $T_0$ ,  $T_1$  y  $T_2$ ), realizada en forma separada para cada sexo, no determinó diferencias ( $p > 0,05$ ; Fig. 4 y 5).

Grupos	n	Promedios (nmol/L)	Desviación Estándar	Valor Mínimo (nmol/L)	Valor Máximo (nmol/L)
Grupo A <sub>0</sub>	6	145,6	39,6	90,5	189,0
Grupo A <sub>1</sub>	6	127,8	36,8	73,1	163,9
Grupo A <sub>2</sub>	6	110,5	30,0	77,3	164,7
Grupo C <sub>0</sub>	6	128,3	45,7	60,4	179,4
Grupo C <sub>1</sub>	6	133,5	40,6	70,1	177,7
Grupo C <sub>2</sub>	6	104,8	9,2	90,2	114,5

Tabla 2: Resumen de los resultados obtenidos para el Grupo A y C. Los subíndices indican tiempo 0,1 y 2, respectivamente.

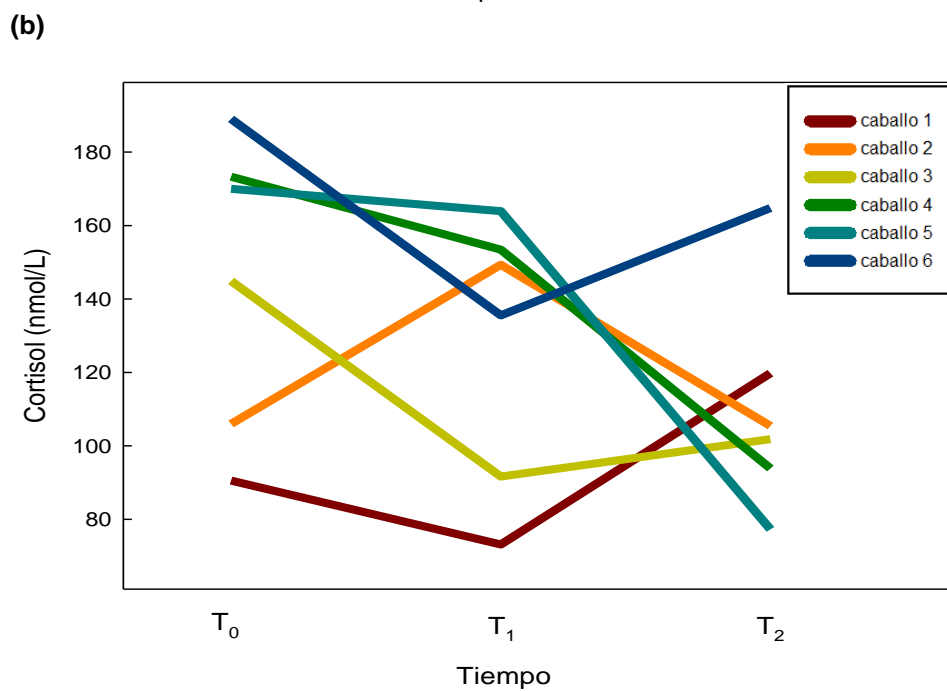
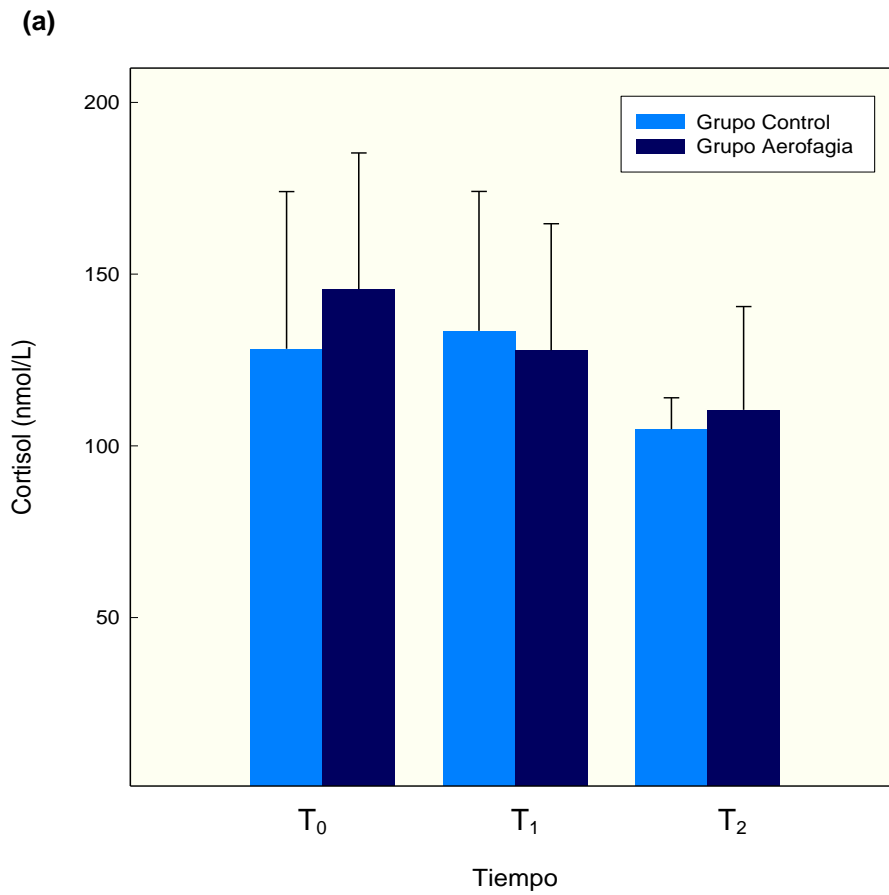


Figura 2.a): Concentración plasmática de cortisol promedio y desviaciones estándar de los Grupos A (Aerofagia) y Grupo C (Control) medidas al inicio del experimento (T<sub>0</sub>), al momento de instalar el collar (T<sub>1</sub>) y transcurridos 7 días (T<sub>2</sub>).

2.b) Variación individual de la concentración plasmática de cortisol plasmático de los individuos del Grupo A, durante los tres tiempos estudiados (T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>).

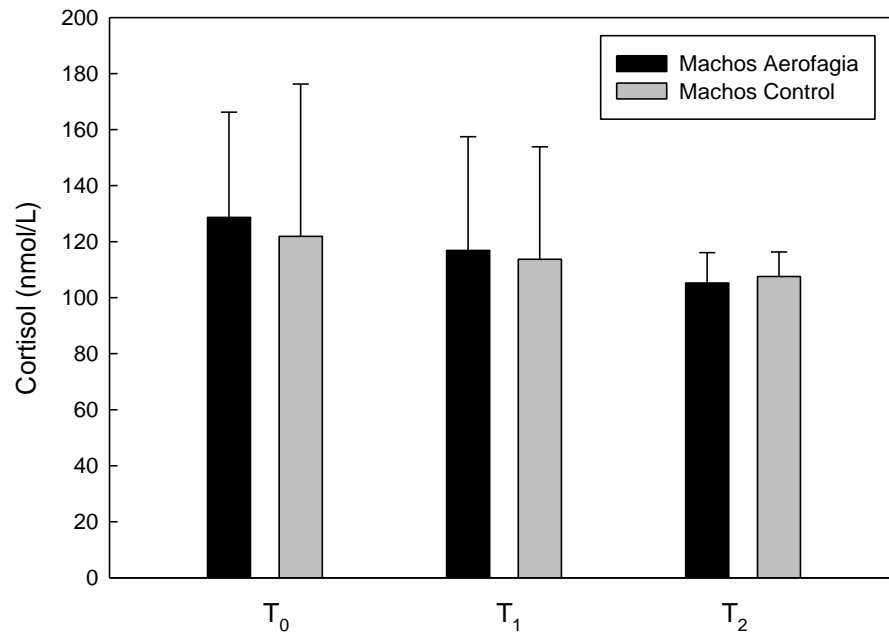


Figura 3: Concentraciones de cortisol plasmático de los individuos machos de los Grupos A y C en T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> más las respectivas desviaciones estándar.

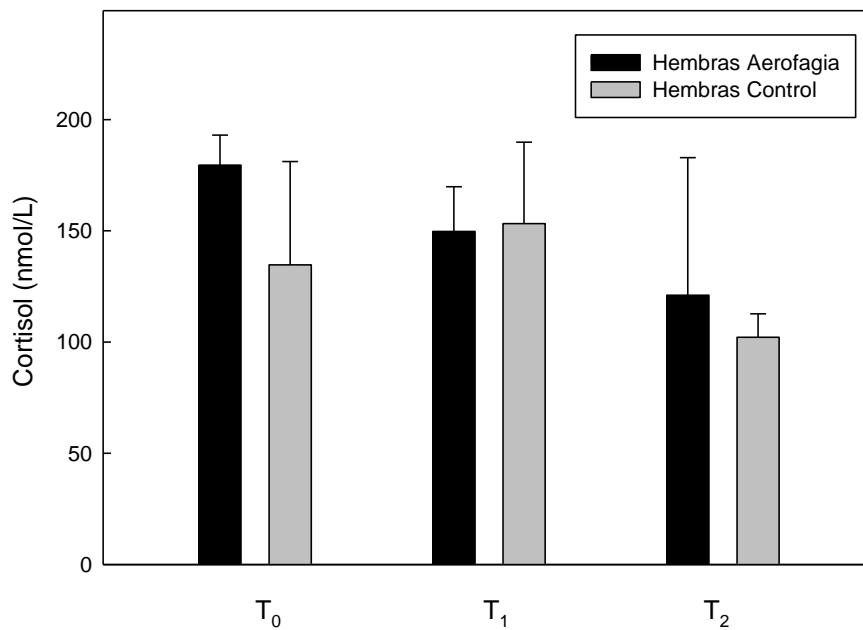


Figura 4: Concentraciones de cortisol plasmático de las hembras de los Grupos A y C en T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> más las respectivas desviaciones estándar.

## DISCUSIÓN

Los animales del Grupo A, que fueron sometidos al uso del collar, presentaron concentraciones plasmáticas de cortisol similares a los animales del Grupo C, lo cual permite concluir que, para este diseño experimental y utilizando esta hormona como indicador, el uso del collar después de dos horas de instalado y posterior a siete días, no produce estrés. Esto concuerda con lo reportado previamente por McGreevy y Nicol (1998), en el sentido de que en caballos sometidos a distintos tratamientos para la estereotipia oral y locomotora, las concentraciones plasmáticas de cortisol no experimentaron cambios significativos. Además, la inexistencia de diferencias significativas en las concentraciones basales de esta hormona en el grupo de individuos con aerofagia y el grupo control, es similar a lo encontrado por Clegg *et al* (2008), realizando un muestreo semejante al utilizado en el presente estudio. Por otro lado, Pell y McGreevy (1999a) correlacionaron cortisol plasmático y salival en grupos de caballos con estereotipia y control, no encontrándose diferencias en los valores de esta hormona entre ambos grupos, al utilizar ambos métodos de medición.

Las concentraciones plasmáticas de cortisol medidas en el Tiempo 2, tanto para Grupo A como para el Grupo C, presentaron valores cuantitativamente menores que los registrados en el Tiempo 0 (Ver Fig 2.a). No obstante, al parecer esto sólo constituye una tendencia, producto de la alta variabilidad en los valores de cortisol, que no fue ratificada estadísticamente (Prueba de Friedman; Grupo A,  $T^2 = 4$ ;  $p=0,101$ ; Grupo C,  $T^2 = 0.63$ ,  $p=0,46$ ).

El particular ambiente en el cual están inmersos los animales que participaron en este estudio, la rutina, un entorno poco estimulante, la experiencia previa en el uso del collar en algunos individuos, la edad y tiempo transcurrido desde la aparición de la estereotipia, son factores que podrían desarrollar en estos caballos una elevación del umbral de respuesta del eje Hipotálamo - Hipófisis - Adrenal. De ser así, los resultados podrían ser producto de una estimulación insuficiente (uso del collar y mantención de éste por una semana) para gatillar un aumento del cortisol en plasma (McGreevy y Nicol, 1998).

La ausencia de diferencias significativas en los valores de cortisol plasmático, no se puede relacionar con ausencia de estrés en los caballos con aerofagia, que fueron sometidos al uso del collar. El cortisol como medida de estrés fisiológico es



bastante aceptado, sin embargo, se ha establecido que esta hormona es sólo uno de los mediadores químicos del estrés (Korte *et al.*, 2006), siendo por si sólo no concluyente (McGreevy y Nicol, 1998). Tampoco es posible determinar que la estereotipia permite sobrellevar el estrés (McBride y Cuddeford, 2001) o tiene efecto de reducción a largo plazo, ya que los caballos que participaron en el estudio, fueron individuos de edad adulta y todos llevaban más de un año realizando la conducta. Se requeriría un seguimiento de la concentración de cortisol, desde las primeras etapas de la ontogenia hasta el surgimiento de la estereotipia, para determinar los efectos de esta conducta anormal en la respuesta de estrés fisiológico (Clegg *et al.*, 2008).

El tiempo que un caballo lleva realizando la estereotipia podría ser relevante en la comprensión de los resultados de este estudio. Debido a que trabajar con individuos que recientemente han comenzado a presentar la conducta estereotipada, no es lo mismo que con caballos que llevan meses e incluso años manifestándola. En aquéllos que llevan más tiempo es posible ver que los cambios de un lugar físico a otro, la aplicación de medidas de mitigación de la conducta o enriquecimiento ambiental no muestran resultados positivos (Mason y Latham, 2004). Esto se debe a que con el tiempo la conducta puede ser realizada a menudo en más de un contexto e incluso en contextos inapropiados (Mason y Turner, 1993). Incluso, algunas estereotipias pueden ser realizadas en circunstancias bastante separadas de la situación causal original, lo que se conoce como “cicatriz conductual” (Mason, 2006) y su ocurrencia parece depender del tipo de estereotipia de que se trate (Mason y Turner, 1993).

La Figura 2.b, muestra las concentraciones de cortisol de cada uno de los caballos del Grupo A. Aquí se constata la inexistencia de un patrón de respuesta en las concentraciones de cortisol, no encontrándose diferencias significativas entre los individuos en ninguno de los tres muestreos (Prueba de Friedman,  $T^2=2,50$ ;  $p= 0,13$ ). Esto podría deberse a las grandes variaciones entre los caballos del mismo Grupo A. En los tres tiempos en que se tomaron muestras sanguíneas se repite la amplia variabilidad. Por ejemplo, la mayoría de los individuos (caballos 1, 3, 4, 5 y 6) que tienen las concentraciones de cortisol al Tiempo 0 distintas entre sí, disminuyen en la segunda muestra de sangre, correspondiente a la instalación del collar. No obstante, solo los caballos 4 y 5 mantienen la tendencia a la disminución al tiempo  $T_2$ . El resto de los individuos aumentan sus concentraciones de la hormona. Pese a lo anterior, la mayoría de los individuos (caballos 2, 3, 4, 5 y 6) al usar el collar por una semana presentan concentraciones de cortisol plasmático menores a las iniciales. Sin embargo, cuando se analizan los individuos como grupo la tendencia a la disminución

de los valores desaparece y no se encuentran diferencias significativas, en ninguno de los tres tiempos. McBride y Cuddeford (2001) también han reportado una gran variabilidad individual en los valores de cortisol plasmático en caballos que presentan aerofagia, siendo éstos muy similares a los encontrados en este estudio.

Existen investigadores que proponen una explicación distinta al tema, ya que ciertos estudios avalan la teoría de una relación entre dopamina y estereotipias. Así, se ha probado experimentalmente que la administración de agonistas de dopamina inducen estas conductas, mientras que la administración de antagonistas disminuye significativamente su presentación (Dodman *et al.*, 1987). Dada la conexión que tienen las betas endorfinas con el sistema dopaminérgico, precisamente en la liberación de dopamina, se han realizado estudios para medir, comparar y relacionar las concentraciones de beta endorfinas con la manifestaciones de estereotipias, en conjunto con cortisol plasmático (McGreevy y Nicol, 1998; Pell y McGreevy, 1999a; McBride y Cuddeford, 2001). Sin embargo, ninguno de los estudios señalados encontró diferencias significativas en las concentraciones de beta endorfinas de caballos, tanto para el grupo control como aquél compuesto por individuos con estereotipia.

La literatura describe como uno de los principales factores de riesgo asociados al desarrollo de las estereotipias como la aerofagia, a las condiciones de estabulación a las que son sometidos los caballos en la actualidad (Bachmann *et al.*, 2003a). Sin embargo, la prevalencia de la aerofagia, en particular, no es un porcentaje alto (5,7%), según lo reportado por Pell y McGreevy (1999b). En la unidad de caballería, donde se realizó este estudio, se trabajó con seis caballos con aerofagia correspondiendo al 4% del total de la población. Al parecer características propias de la personalidad (Sih *et al.*, 2004) de estos seis caballos los haría más susceptibles a presentar la estereotipia, puesto que el resto de los caballos, que está sometido a las mismas condiciones, no la presentan.

El bajo tamaño muestral con el cual se trabajó limita la generalización de los resultados aquí obtenidos y, por lo tanto, su interpretación debe ser tomada con precaución. Un estudio con un mayor tamaño muestral e incorporando otras variables fisiológicas y conductuales, desarrollado durante mayor tiempo, permitiría obtener información respecto a la génesis y evolución de la estereotipia y podría establecer una relación más definitiva entre el uso del collar y el estrés.

## **CONCLUSIÓN**

De los resultados aquí obtenidos es posible concluir que:

- Aparentemente, el collar anti-aerofagia no constituye un estímulo estresante para los caballos.
- La alta variabilidad observada en los valores de cortisol plasmático hacen cuestionar la utilidad de esta variable fisiológica para evaluar situaciones experimentales con tamaños muestrales pequeños.
- Se requiere realizar estudios a largo plazo y evaluar la repuesta a dispositivos anti-aerofagia, en distintos ambientes.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera agradecer en primer lugar al Regimiento de Artillería N°1 “Tacna” del Ejército de Chile, a la Mayor (OSV) Dra. Lucar, el Suboficial Pantoja y al enfermero Cabo Rosales, quienes me permitieron trabajar con los caballos de la unidad. Con excelente disposición a colaborar en el estudio, agradezco el tiempo que dedicaron para ayudarme. Al Dr. Mario Acuña, por presentarme y contactarme con esa unidad militar, además por su apoyo en implementación para este estudio y su paciencia. Para la Profesora Bessie Urquieta por su colaboración en los radioinmunoensayos, por aclarar varias dudas sobre el proceso y por su apoyo durante el desarrollo de la memoria de título. A mi Profesor Guía Rigoberto Solís, por la paciencia, el apoyo y creer que esta memoria era posible. Le agradezco y valoro el haberme permitido realizarla. En particular, a las siguientes personas por haber sido partícipes en el desarrollo de la memoria de distintas maneras: Eileen Cofre, Andrea Caiozzi, Tamara Tadich y Phillip Dettleff. Finalmente, quiero agradecer a mi familia, en especial a mi madre, por su incondicional confianza en mí, lo cual me ha permitido luchar por lo que me propongo.

## BIBLIOGRAFÍA

- **ARCHER, D; FREEMAN, D; DOYLE, A; PROUDMAN, C; EDWARDS, B.** (2004) Association between cribbing and entrapment of the small intestine in the epiploic foramen in horses: 68 cases. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 40: 224-230.
- **ARCHER, D; PINCHBECK, G; FRENCH, N; PROUDMAN C.** (2008) Risk factors for epiploic foramen entrapment colic: An international study. *Equine Veterinary Journal* 40: 224-230.
- **BACHMANN, I; AUDIGÉ, L; STAUFFACHER, M.** (2003a) Risk factors associated with behavioural disorders of crib-biting, weaving and box-walking in Swiss horses. *Equine Veterinary Journal* 35: 158-163.
- **BACHMANN, I; BERNASCONI, P; HERRMANN, R; WEISHAUPT, MA; STAUFFACHER M** (2003b) Behavioural and physiological responses to an acute stressor in crib-biting and control horses. *Applied Animal Behaviour Science* 82: 297-311.
- **CASEY, R.** (2003) Clinical problems associated with the intensive management of performance horses. **In:** N. Waran (ed). *The Welfare of Horses*: 19-44. Kluwer Academic Publishers, New York, United State of America.
- **CLEGG, H; BUCKLEY, P; MICHAEL, F; MCGREEVY, P.** (2008) The ethological and physiological characteristics of cribbing and weaving horses. *Applied Animal Behaviour Science* 109: 68-76.
- **DANTZER, R.** (1986) Behavioral, physiological and functional aspects of stereotyped behavior: a review and a re-interpretation. *Journal Animals Science* 62: 1776-1786.
- **DODMAN, N.** (2010) Can dogs behaving badly suggest A new way to treat OCD?. *Science* 329: 386-387.

- **DODMAN, N; SHUSTER, L; COURT, M; DIXON, R.** (1987) Investigation into the use of narcotic antagonists in the treatment of a stereotypic behavior pattern (crib biting) in the horse. *American Journal of Veterinary Research* 48: 311-319.
- **GARNER, J.** (2006) Quick systems sketch of brain and behaviour, and the key systems implicated in stereotypies. **In:** G. Mason (ed). *Stereotypic animal behaviour Fundamentals and Applications to Welfare*. Second Edition: 13-14 Department of Animal and Poultry Science. University of Guelph. Canada.
- **GOODWIN, D.** (2003) Horse behaviour: evolution, domestication and feralisation. **In:** N. Waran (ed). *The Welfare of Horses: 1-18*. Kluwer Academic Publishers, New York, United State of America.
- **HOUP, K; RASLTON, S; MCDONNELL, S.** (1996) Equine Stereotypies. **In:** P Borchelt y V Voith (eds). *Readings in companion animal behavior: 159-166*. Veterinary Learning Systems. New Jersey, United States of America.
- **KEELING, L Y PENCE, J.** (2002) Behavioural disturbances, stress and welfare. **In:** P Jense (ed) *The Ethology of Domestic Animals - An Introductory Text*. : 86-90. CAB International, London, United Kingdom.
- **KORTE, S; OLIVIER, B; KOOLHAAS, J.** (2006) A new animal welfare concept based on allostasis. *Physiology and Behavior* 92 (3): 422-428.
- **MASON, G.** (1991) Stereotypies: a critical review. *Animal Behaviour* 41: 1015-1037.
- **MASON, G.** (2006) Stereotypic behaviour: fundamentals and applications to animal welfare and beyond. **In:** *Stereotypies in Captive Animals: 325-357*. G. Mason y Rushen (eds) CAB International, Wallingford.
- **MASON, G Y TURNER, M.** (1993) Mechanisms involved in the development and control of stereotypies. **In:** Bateson P, Klopfer P., Thompson N (eds), *Perspectives in Ethology: 53-85*. New York.

- **MASON, G Y LATHAM, N.** (2004) Can't stop, won't stop: is stereotypy a reliable animal welfare indicator?. *Animal Welfare* 13: 57-69.
  
- **MCBRIDE, S Y CUDDEFORD, D.** (2001) The putative welfare-reducing effects of Preventing equine stereotypic behavior. *Animal Welfare* 10: 173-189.
  
- **MCBRIDE, S Y HEMMINGS, A.** (2009) A neurologic perspective of equine stereotypy. *Journal of Equine Veterinary Science* 29: 10-16.
  
- **MCGREEVY, P Y NICOL, C.** (1998) Physiological and behavioural consequences associated with short-term prevention of crib-biting in horses. *Physiology and Behavior* 65: 15-23.
  
- **MUÑOZ, L; TORRES, J; SEPÚLVEDA, O; REHHOF, C; ORTIZ, R.** (2009) Frecuencia de comportamientos anormales estereotipados en caballos Chilenos estabulados. *Archivos de Medicina Veterinaria* 41: 73-76.
  
- **NICOL, C.** (2000) Equine Stereotypies. In: K Houpt (ed). Recent advances in companion animal behavior problems. [en línea]. *International Veterinary Information Service*: 1-5.  
<<http://ftp://ftp.aave.inv.org.ar/IVIS/IVIS%202003/Equine%20Stereotypies.pdf>>[consulta: 12 -06- 2011].
  
- **NINOMIYA, S; SATO, S; SUGAWARA, K.** (2007) Weaving in stabled horses and its relationship to other behavioural traits. *Applied Animal Behaviour Science* 106: 134-143.
  
- **PELL, S Y MCGREEVY, P.** (1999a) A study of cortisol and beta-endorphin levels in stereotypic and normal Thoroughbreds. *Applied Animal Behaviour Science* 64: 81-90.
  
- **PELL, S Y MCGREEVY, P.** (1999b) Prevalence of stereotypic and other problem behaviours in Thoroughbred horses. *Australian Veterinary Journal* 77: 678-679.

- **SIEGEL, S** (1979) Estadística no paramétrica. Editorial Trillas. México DF, México. 346 p.
- **SIH, A; BELL, A; JOHNSON, C; ZIEMBA, R.** (2004) Behavioral Syndromes: An integrative overview. *The Quarterly Review of Biology* 79 (3): 241-277.
- **SOLIS, R Y PENNA, M.** (1997). Testosterone levels and evoked vocal responses in a natural population of the frog *Batrachyla taeniata*. *Hormones and Behavior* 31(2): 101-109.
- **TADICH, T Y ARAYA, O.** (2010) Conductas no deseadas en equinos. *Archivos de Medicina Veterinaria* 42: 29-41.
- **URQUIETA, B; ARAYA, R; RIVEROS, J; BONACIC, C.** (2008) Parturition in guanacos (*Lama guanicoe*) maintained in captivity: A behavioral and endocrine approach. *Reproduction in Domestic Animals* 43: 96-97.
- **WEBER, C.** (2010) Prevalencia y descripción de conductas estereotipadas en equinos purasangre inglés destinados a carrera en Chile. Memoria de título Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 30 p.
- **WICKENS, C Y HELESKI, C.** (2010) Crib-biting behavior in horses: A review. *Applied Animal Behaviour Science: Applied Animal Behaviour Science* 128: 1-9.