

## Cortisol sérico asociado a la gravedad de la patología podal y al score de locomoción en vacas lecheras en sistemas pastoriles

Ramos, J. M.<sup>1</sup>; Pessina, P.<sup>2</sup>; Fernández, A.<sup>2</sup>; Carriquiry, M.<sup>3</sup>

### RESUMEN

Se evaluó la capacidad de producir estrés -mediante la liberación de cortisol-, de patologías podales de diferente gravedad y su asociación con el score de locomoción en casos clínicos agudos (*Exp. 1*, 29 vacas rengas y 44 vacas sanas) y crónicos (*Exp. 2*, 53 vacas rengas y 44 vacas sanas) en vacas Holando en producción. Se clasificaron en patologías dolorosas (AD) y leves (AL) acorde a los tipos de tejidos afectados, grados de hiperconsumo de uña y de inflamación e infección del pie. La evaluación de la incomodidad en el desplazamiento de las vacas crónicas se realizó mediante la utilización de un score de locomoción (1= sano, 5=cojera grave). Se determinó el cortisol por radioinmunoanálisis. En el brote agudo, las vacas con cojeras graves presentaron concentraciones de cortisol más altas que las vacas con cojeras leves y sanas, en las cuales el nivel de cortisol no fue diferente. El hiperconsumo de pezuña fue la patología de mayor gravedad e impacto en la liberación de cortisol. En el brote crónico, no se encontraron diferencias entre vacas rengas y sanas, aunque estas últimas presentaron una relación cortisol:creatinina más baja. En este estudio, el cortisol -niveles plasmáticos y/o su relación con creatinina en orina- demostró ser un buen indicador de estrés para las afecciones podales cuando estas son clasificadas acorde a la gravedad -teniendo en cuenta el tipo de lesión y daño tisular

**Palabras Clave:** rengueras, estrés, ganado lechero

### SUMMARY

This study evaluated the stress response - in terms of cortisol secretion- of podal pathologies of different severity and its association with locomotion score in acute (*Exp. 1*, 29 lame cows and 44 healthy cows) and chronic outbreaks (*Exp. 2*, 53 lame cows and 44 healthy cows) in lactating Holstein cows. Podal pathologies were classified in painful and mild according to the tissues that were affected, grade of foot wear and inflammation and infection. Podal discomfort of chronic cases were evaluated by the locomotion score (1= healthy, 5=severe lameness). Cortisol was determined by radioimmunoassay. In the acute outbreak, cows with severe lameness presented greater plasma cortisol concentrations than cows with mild lameness and healthy cows, which did not differ. Foot wear was the most severe pathology with greatest cortisol levels. In chronic cases, no differences were found among lame and healthy cows, although the latter presented a reduced cortisol:creatinine ratio. In this study, cortisol -plasmatic levels and/or its ratio with creatinine in urine- was a good stress index for podal pathologies when these were classified according to degree of severity considering the type of lesion and tisular affection.

**Key words:** lameness, stress, dairy cattle

### INTRODUCCION

Las cojeras impactan negativamente en el bienestar animal y capacidad productiva de las vacas lecheras. En condiciones pastoriles de producción son consideradas como uno de los drenajes financieros más importantes y que mayor daño causan al bienestar de las vacas (entre 200 a 312 dólares por vaca renga; Australian Dairy Industry, 2009). En Australasia se mencionan incidencias anuales del 10 al 55 % de las vacas en ordeño (Chesterton, 2006; Vermunt, 2006; Campbell, 2007). En condiciones sudamericanas de producción lechera se reportan rangos de incidencias del 2.1 al 60 % (Ramos y col., 2004; Tadich y col., 2005; Ramos, 2006; Flor, 2006).

La proximidad anatómica de los diferentes tejidos nobles del pie (corion, hueso, tendones, articulación) dentro del estuche córneo de la pezuña, facilita una rápida afectación de estas estructuras, lo que produce diversos grados de dolor y dificulta la recuperación de los animales afectados. Esto es de relevancia en los sistemas pastoriles de producción de leche en donde la pezuña sufre un enorme estrés mecánico de desgaste y puede perder gravemente su capacidad de protección de los tejidos nobles del pie. El hiperconsumo de pezuña es una patología muy grave y típica del sistema pastoril, que aumenta dramáticamente la incidencia de cojeras (Chesterton, 2006). Sin embargo, no ha sido considerado su po-

tencial para producir dolor y estrés. Consideraciones sobre el tipo de sistema productivo (confinamiento vs. pastoreo) deberían ser tenidas en cuenta a la hora de evaluar el potencial traumático de las diferentes patologías podales.

La evaluación de la incomodidad del desplazamiento de las vacas utilizando una escala visual de la locomoción (score de locomoción) es una metodología frecuente a la hora de seleccionar los animales rengos y adjudicar gravedad a la cojera. Sin embargo, Dyer y col. (2007) reportaron que más de un tercio de las vacas con lesiones dolorosas de pezuña no muestran signos obvios de alteración de su locomoción. El score de locomoción ha sido utilizado como marcador de la

<sup>1</sup>Universidad de la Empresa, Facultad de Ciencias Agrarias, Montevideo, Uruguay.

<sup>2</sup>Laboratorio de Técnicas Nucleares, Facultad de Veterinaria.

<sup>3</sup>Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay, Montevideo, Uruguay.

gravedad de las cojeras en estudios que investigan al cortisol como indicador de estrés. Por otro lado, valores sanguíneos de este glucocorticoide son ampliamente reconocidos como parámetros indicadores de estrés (Moberg, 1987; Alvarado, 1999; Palme y col., 2000; Mellor y col., 2002; Saco, 2008). La falta de diagnóstico sobre la patología podal o la simple evaluación visual de la enfermedad sin la clasificación de gravedad o daño tisular pueden resultar ineficientes a la hora de evaluar el potencial de dolor, la producción de estrés y la liberación de cortisol de estas afecciones. Los escasos reportes respecto al cortisol plasmático y dolor podal en vacas lecheras son contradictorios ya que se han encontrado (Hiroshi y col., 2003; Phillips, 2008) o no (Ley y col., 1996; Almeida y col., 2008) asociaciones entre ambos. Estas contradicciones pueden deberse a que el estrés del propio muestreo modifica los niveles de cortisol basal en suero o plasma, por lo que se ha reportado que este indicador tiene un valor diagnóstico limitado (Morrow y col., 2002). En otras especies (animales de compañía), la determinación de la relación cortisol/creatinina en orina es utilizada para diagnosticar patologías endócrinas relacionadas al eje hipotálamo-hipofiso-adrenal pero no hemos encontrado información de su uso en bovinos. Debido a que la concentración de cortisol urinario depende del grado de diuresis, la determinación de la relación cortisol/creatinina refleja mejor los valores de cortisol plasmático (Herrtage, 2007).

Belge y col. (2004) determinaron mayores niveles de cortisol en vacas rengas que presentaban una única patología podal (laminitis crónica). No hemos encontrado estudios que investiguen la gravedad de la cojera (es decir, que impliquen una clasificación de las mismas) con cortisol como indicador de estrés. Más aún, estos trabajos han sido realizados en sistemas estabulados de producción de leche, muy diferentes al sistema pastoril en donde el aparato locomotor está sobre exigido. Una vaca coja en un sistema pastoril está en graves problemas para acceder a su alimento, ordeño diario y mantención de estatus jerárquico dentro del rodeo, situaciones con gran poder estresante que agravan rápidamente la

condición sanitaria y productiva de estos animales.

El objetivo de este trabajo es determinar la concentración de cortisol en plasma y/o su relación con la creatinina en orina como indicadores de estrés en patologías podales de diferente gravedad y su asociación con el score de locomoción en vacas en ordeño en condiciones pastoriles de producción de leche.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los protocolos experimentales fueron aprobados y realizados de acuerdo a las pautas de experimentación animal de la Comisión Honoraria de Experimentación Animal (CHEA) de la Universidad de la Republica.

### Experimento 1

Se estudiaron 73 vacas de la raza Holando, - 29 vacas rengas y 44 vacas sanas- con parición de otoño/primavera en un tambo comercial de 600 vacas en ordeño, en el departamento de Soriano, Uruguay. Los animales afectados pertenecían a un brote agudo de rengueras sin ningún tipo de tratamiento previo a la extracción de sangre para la determinación de cortisol.

Los animales se ordeñaban dos veces por día y caminaban en promedio 3 km diarios. La alimentación era a base de verdes de raigrás (*Lolium multiflorum*) con suplementación a base de silo de grano húmedo de sorgo y/o maíz a la salida del ordeño.

Se evaluó el número de dedos afectados, ubicación de la lesión (manos o patas) y se realizó el diagnóstico clínico del tipo de patología podal por un mismo operador mediante la técnica del recorte funcional de pezuñas (Toooussant Raven, 1985) en un cepo de contención bovina estilo holandés. Las patologías podales fueron clasificadas en dolorosas (AD) y leves (AL) de acuerdo al los tipos de tejidos afectados, grados de hiperconsumo de uña y de inflamación e infección del pie. Se consideraron AD: hiperconsumo de pezuña, osteítis de la tercera falange, artritis séptica, absceso retroarticular y enfermedad de línea blanca profunda. Para realizar el diagnóstico de hiperconsumo de pezuña se considero espesores de suela de entre 1 a 2 mm, la

osteítis de tercer falange fue diagnóstica por la necrosis del tejido óseo que en el caso mas severo permitió su remoción manual. La artritis séptica fue diagnosticada clínicamente teniendo en cuenta la inflamación unilateral del dedo con fistulización purulenta en rodete coronario. La inflamación y colección purulenta a nivel de bulbo de talón fueron las claves diagnósticas para el absceso retroarticular. La enfermedad de línea blanca se clasificó en «superficial», cuando la lesión solo abarcaba estructura córnea de la uña y «profunda» cuando la apertura de línea blanca se asociaba a una infección profunda del pie. Se consideraron AL: línea blanca superficial, hematoma de suela y tenosinovitis. La hemorragia difusa en tejido solar con espesores de uña de 5 mm o más fueron los aspectos considerados para el diagnóstico del hematoma de suela. Para la tenosinovitis se evaluó el grado inflamación y colección de líquido en las vainas tendinosas de los tendones flexores profundos y superficiales del pie.

Al momento del muestreo se determinó la condición corporal (CC) de las vacas usando una escala de apreciación visual de 1 (emaciada) a 5 (gorda) de acuerdo a Edmonson y col., (1989).

### Experimento 2

Se estudiaron 97 vacas de la raza Holando, -53 vacas rengas y 44 vacas sanas- de un establecimiento lechero comercial con un promedio anual de 900 vacas en ordeño, en el departamento de Paysandú, Uruguay. Los animales se ordeñaban dos veces al día y caminaban en promedio 5 km diarios. La alimentación era en base a pastura de alfalfa (*Medicago sativa*) y silo de sorgo repartido en comederos a la salida del ordeño.

Las vacas sanas y cojas fueron bloqueadas teniendo en cuenta la edad y fecha de parto. Los animales rengos (crónicos, con tratamiento previo) se clasificaron según tuvieran más de tres semanas o menos de tres semanas de tratamiento al momento de la extracción de sangre para la determinación de cortisol. La medidas terapéuticas incluían recortes funcionales de pezuña, utilización de vendajes con antibiótico (oxitetraciclina) y sulfato de cobre, así como disminución de las

desplazamientos diarios (un solo ordeño, potreros cercanos). No se utilizaron fármacos antiinflamatorios en ninguno de los tratamientos.

Se clasificó una submuestra de 36 animales rengos mediante la utilización del score de locomoción (Sprecher y col., 1997), en el cual un score de locomoción 1- son vacas sanas, un score de locomoción; 2- son cojeras leves (animal incómodo) asociado a una postura con espalda plana en la estación y leve arqueamiento de la espalda al caminar y un score de locomoción; 3- está asociado a una cojera moderada, con leve arqueamiento de espalda tanto en estación como al caminar y pasos cortos de uno a más miembros, siendo los scores 4 y 5- vacas con extrema dificultad para desplazarse.

Se obtuvieron muestras de orina para determinar la relación cortisol/creatinina a 13 vacas sanas (de 44) y 10 vacas cojas (de 53, score de locomoción 2).

Al momento del muestreo se determinó CC de manera similar al experimento 1.

#### Extracción de sangre, determinación de cortisol y creatinina

Todos los sangrados fueron realizados en el horario de la mañana, a la salida de la sala de ordeño (8:00 a 11:00 AM), minimizando la manipulación a fin de evitar el estrés de manejo. Se obtuvieron muestras de sangre por venopunción de la vena coccígea con tubos BD Vacutainer® (Becton Dickinson, NJ, USA) con heparina. Las muestras de sangre se centrifugaron por 15 minutos a 3000 rpm y el plasma se almacenó en freezer a -20° C hasta su procesamiento.

Las muestras de orina se obtuvieron en el horario de la mañana (9:00 a 11:00 AM), a través de canulación vesical utilizando una vaina e inyector de inseminación artificial. Todas las muestras se conservaron refrigeradas en el momento inmediato a la extracción y hasta su procesamiento.

La concentración de cortisol fue determinada en el Laboratorio de Técnicas Nucleares, Facultad de Veterinaria en dos ensayos por medio de un RIA en fase sólida usando un kit comercial (Diagnostic Product Co. Los Angeles, CA, USA.). La sensibilidad del ensayo fue de 0,50 µg/dL. Los CV intra-ensayos para

**Cuadro1.** Efecto de las patologías podales sobre las concentraciones de cortisol en plasma .

Tipo de afecciones Cortisol (ug/dL)	Media	ESM	Rango
<i>Afecciones Dolorosas (AD)</i>	-----	-----	-----
Hiperconsumo de pezuña (n=7)	5,59	0,29	4,45 – 6,79
Osteítis Tercer Falange (n=2)	6,29	2,20	4,09 – 8,49
Artritis Séptica (P3-P2, n=2)	6,47	0,83	5,64 – 7,30
Absceso Retroarticular (n=1)	5,91	----	5,91
Enf. Línea Blanca (Profunda n= 4)	4,81	0,63	4,07 – 6,70
<i>Afecciones Leves (AL)</i>	-----	-----	-----
Hematoma de Suela (n=10)	2,10	0,34	0,49 – 3,37
Tenosinovitis (n=1)	2,92	-----	2,92
Enf. Línea Blanca (Superficial n= 2)	1,57	1,30	0,27 – 2,88

controles bajos (1,5 µg/dL), medios (7,5 µg/dL) y altos (18 µg/dL) fueron 10, 9,3 y 8,6 %, respectivamente. Los CV inter-ensayos fueron para los mismos controles 14,4, 9,9 y 11,9 % respectivamente. La determinación de cortisol en orina ha sido validada en caninos y es una metodología de rutina en el diagnóstico en animales de compañía.

La determinación de creatinina en orina fue realizada en el Laboratorio de Análisis Clínico, Facultad de Veterinaria. Las muestras se corrieron en un único ensayo utilizando un kit comercial: Creatinina directa (Wiener Lab, Rosario, Argentina). El coeficiente de variación intraensayo fue inferior al 10%.

#### Análisis Estadístico

Las variables analizadas (concentración de cortisol, relación cortisol:creatinina en orina, y condición corporal) se analizaron utilizando el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2001). Para el *experimento 1*, el modelo estadístico consideró como efectos fijos categoría animal (primíparas o múltiparas), época de parto (primavera a otoño), presencia y gravedad de la cojera (sanas, cojera leves y cojeras graves), y localización de la cojera (anterior vs. posterior) y número de dedos afectados (único o múltiples) anidados en el efecto presencia y gravedad de cojeras. Para el *experimento 2*, se consideró en el modelo la categoría animal, la presencia de cojera o el grado de score de locomoción, el tiempo de tratamiento

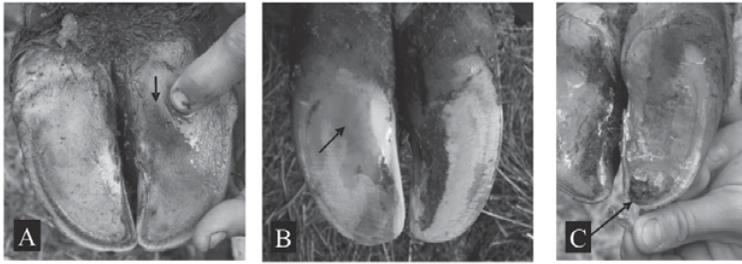
como efectos fijos, la fecha de sangrado como efecto aleatorio y la fecha de parto fueron utilizadas como covariable. Las asociaciones entre variables se estudiaron mediante correlaciones Pearson usando el procedimiento CORR de SAS. Las medias se consideraron diferentes cuando  $P < 0.05$  y con una tendencia a ser diferentes cuando  $P > 0.05$  y  $P < 0.10$ .

## RESULTADOS

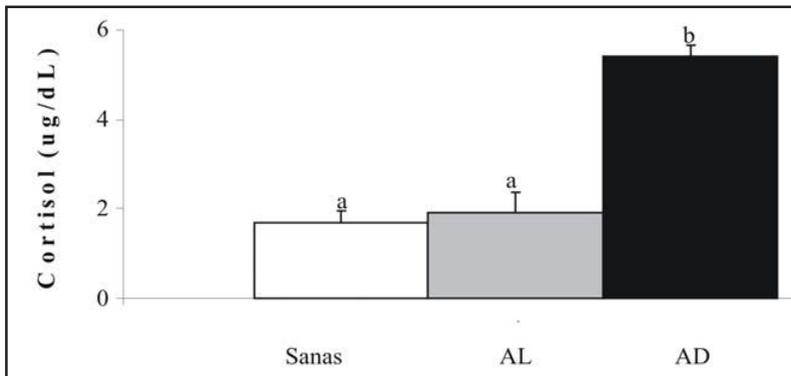
### Experimento 1

El hiperconsumo de pezuña fue la cojera grave más frecuente (43.8%). Los animales presentaban entre 1 a 2 mm de pezuña con un hematoma generalizado en la palma, y la suela cedía a una mínima presión manual (Figura 1A). El hematoma de suela fue la cojera leve más frecuente (77%). A diferencia de la lesión anterior el espesor de la pezuña era de 5 - 6 mm y la suela no cedía a la presión manual (Figura 1B). El grado de infección del tejido óseo permitió la remoción manual de parte del hueso de la tercer falange en uno de los casos clínicos de osteítis. (Figura 1C). La concentración plasmática de cortisol fue más alta en las vacas con cojeras graves ( $P < 0,001$ ), respecto a las vacas con cojeras leves y sanas, en las cuales el nivel de cortisol no fue diferente (Figura 2).

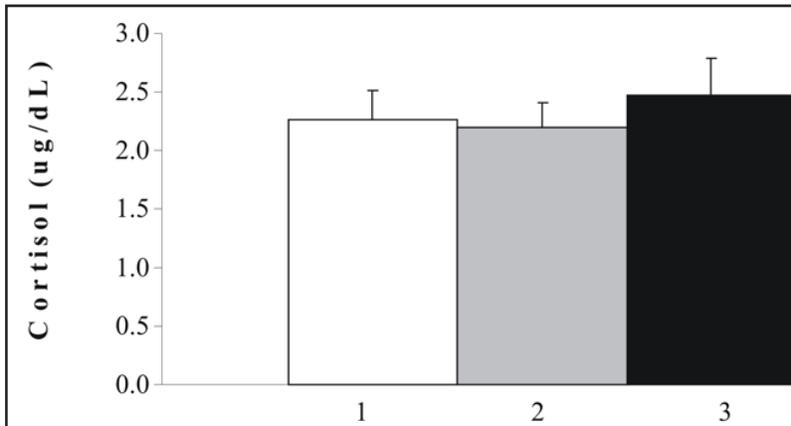
No se encontraron diferencias ( $P=0,36$ ) en la concentración de cortisol plasmático en función de la localización de la cojera ( $2,06 \pm 0,86$  (n= 3) vs.  $1,80 \pm 0,59$  (n=10) y  $4,90 \pm 0,62$  (n=3) vs.  $5,90 \pm 0,32$  µg/dL (n=13) en vacas mancas y rengas con AL y AD, respectivamente).



**Figura 1.** Lesiones podales observadas con mayor frecuencia: Hiperconsumo Pezuña (A), Hematoma de Suela (B), Osteítis falange (C). Las flechas negras señalan las zonas de lesión más evidentes.



**Figura 2.** Concentraciones plasmáticas de cortisol (media ± ESM, ug/dL) en vacas sanas, vacas con cojeras leves (AL) y cojeras graves (AD). <sup>a,b</sup> Literales diferentes indican  $P < 0,05$ .



**Figura 3.** Concentraciones plasmáticas de cortisol (media ± ESM, ug/dL) en vacas con gradode score locomoción 1 (sanas), 2 (cojeras leves) y 3 (moderadas).

No se encontraron diferencias ( $P=0,33$ ) en los niveles de cortisol plasmático asociado al número de dedos afectados ( $2,10 \pm 0,63$  (n=4) vs.  $1,71 \pm 0,79$  ug/dL (n=9) y  $5,80 \pm 0,42$  (n=9) vs.  $4,98 \pm 0,49$  ug/dL (n= 7), para vacas con

AL y AD, con uno o múltiples dedos afectados, respectivamente).

La vacas cojas tendieron ( $P=0,08$ ) a tener menor CC que las vacas sanas ( $2,74 \pm 0,04$  vs.  $2,59 \pm 0,06$  unidades, respectivamente).

## Experimento 2

Los niveles de cortisol plasmático no difirieron ( $P=0,42$ ) entre las vacas sanas ( $2,76 \pm 0,07$  ug/dL, n=44) y las vacas rengas ( $2,46 \pm 0,07$  ug/dL, n=53). En los 36 registros de score de locomoción realizados a animales rengos, se determinaron: 10 vacas con score 1 (sanas), 13 vacas con score 2 (cojeras leves) y 13 vacas con score 3 (cojeras moderadas).

No se encontraron diferencias ( $P= 0,66$ ) en los niveles de cortisol entre vacas con score de locomoción 1, 2 ó 3 (Figura 3). Sin embargo, se observó una correlación positiva ( $r = 0,32$ ,  $P = 0,05$ , n=36) entre el grado del score de locomoción y los niveles de cortisol plasmático.

No hubo efecto ( $P=0,41$ ) del tiempo de tratamiento de la renguera sobre los niveles plasmáticos de cortisol ( $2,35 \pm 0,23$  vs.  $2,07 \pm 0,26$  ug/dL para tratamientos mayores (n=36) y menores (n=17) a tres semanas previas al sangrado, respectivamente).

Las vacas multíparas (n= 17) tendieron ( $P=0,06$ ) a presentar mayores niveles de cortisol en plasma que las primíparas (n= 34) ( $2,78 \pm 0,36$  vs.  $2,02 \pm 0,26$  ug/dL, respectivamente).

La relación cortisol/creatinina en el grupo de animales sanos (n=13) fue menor ( $P=0,05$ ) que en animales cojos (n=10) ( $1,68 \pm 0,15^{-5}$  vs.  $2,19 \pm 0,19^{-5}$ , respectivamente).

Las vacas sanas presentaron una mayor ( $P < 0,001$ ) CC respecto a las vacas rengas ( $2,76 \pm 0,07$  vs.  $2,45 \pm 0,06$  ug/dL, respectivamente). El score de locomoción tendió ( $P=0,06$ ) a afectar la CC:  $2,76 \pm 0,08$ ,  $2,47 \pm 0,13$  y  $2,59 \pm 0,12$  ug/dL para vacas con score 1, 2 y 3, respectivamente, siendo mayor ( $P=0,03$ ) la CC de las vacas con score 1 que las con score 2 y 3.

## DISCUSIÓN

El nivel de cortisol plasmático demostró ser un buen indicador de estrés para las afecciones podales cuando estas fueron clasificadas acorde a la gravedad -teniendo en cuenta el tipo de lesión y daño tisular- pero no estuvo asociado al score de locomoción. Este es el primer trabajo en condiciones pastoriles de producción de leche que clasifica el tipo de patologías y su asociación con la liberación de cortisol.

El aumento significativo del cortisol plasmático asociado al dolor podal ha sido reportado por varios autores (Hiroshi y col., 2003; Belge y col., 2004; Phillips, 2008). Sin embargo, diferencias no significativas en los niveles de cortisol entre vacas rengas y sanas son mencionadas por Ley y col. (1996), Bastias (2006) y Almeida y col. (2008). En el presente trabajo, las vacas con cojeras graves y agudas (*Exp. 1*) presentaron niveles casi tres veces más altos de cortisol plasmático que las vacas con cojeras leves y las sanas, siendo éstas no diferentes entre sí. Sin embargo, en el *Exp. 2* (vacas con casos crónicos de cojeras) no encontramos diferencias en los niveles de cortisol plasmático entre las vacas sanas y rengas, ni tampoco entre vacas con distintos scores de locomoción. Las vacas rengas en este experimento fueron tratadas de 14 a 48 días previos a la toma de sangre donde se realizó la determinación de cortisol, siendo patologías con cierta cronicidad. Se puede sugerir que los tratamientos han sido efectivos en disminuir los niveles de dolor, estrés y liberación de cortisol producido por estas afecciones.

Se ha reportado que los niveles de cortisol basal en suero o plasma son muy afectados por el propio procedimiento de muestreo, por lo que este indicador tiene un valor diagnóstico limitado (Morrow y col., 2002). Sin embargo, la determinación de cortisol en orina (a través de la relación cortisol/creatinina para ajustar la diuresis) no está afectado por el muestreo, en animales de compañía (Herrtage, 2007), al momento de realizar este trabajo no encontramos ningún trabajo internacional que documentara su uso en bovinos. En este estudio, no existieron diferencias entre el cortisol plasmático entre vacas sanas y rengas con tratamiento previo (*Exp. 2*), pero los animales afectados sí presentaron un aumento significativo del 30 % en la relación cortisol/creatinina. Si bien el número de animales

es reducido, los datos preliminares mostrarían que este indicador sería de relevancia para incorporar en estudios de bienestar animal.

Es posible que la falta de consenso internacional respecto a las concentraciones de cortisol como indicadores de estrés en patología podal, sea debido al procedimiento empleado en la extracción de la muestra de sangre para la determinación de dicha hormona, las diferencias en la cronicidad de las lesiones y el tipo de lesiones podales presentes en los experimentos.

Las afecciones asociadas con altos niveles de cortisol (*Exp. 1*), se presentaron en un cuadro agudo de rengueras y en lesiones profundas que afectaban el hueso de la tercera falange, articulación del pie, almohadilla plantar y parte del corion solar. El exceso de desgaste de la pezuña (hiperconsumo) mostró ser la patología de mayor gravedad e impacto en la liberación de cortisol. Esto coincide con la evaluación realizada por Chesterton (2006) quien menciona a esta patología como una afección grave del sistema pastoril de producción de leche. Este es el primer reporte que asocia el hiperconsumo de pezuña, lesión extremadamente dolorosa y típica del sistema pastoril con la liberación de cortisol. En trabajos (Ley y col., 1996, Almeida y col., 2008) bajo sistemas estabulados de producción, las lesiones podales (ulcera solar, flemón, hematoma de suela y dermatitis interdigital) no afectaron las concentraciones de cortisol, pero éstas no fueron clasificadas acorde a la gravedad o daño tisular. Tipo de lesión y grado de daño tisular asociado a consideraciones del sistema productivo (confinamiento vs. pastoreo) deberían ser tenidos en cuenta a la hora de evaluar el potencial traumático de las diferentes patologías podales.

Los animales cojos presentaron en ambos experimentos una menor CC, esto es

consistente con lo reportado a nivel internacional (Blowey, González, 1996). Se debe considerar que una vaca coja en un sistema pastoril presenta serias dificultades para acceder a su alimento, ordeño diario y mantención de estatus jerárquico dentro del rodeo, situaciones con gran poder estresante que agravan el cuadro clínico, y la producción de estos animales. Por último, en sistemas pastoriles, la exigencia física de las caminatas diarias, los cementos abrasivos, el barro y la impaciencia del vaquero en la conducción del rodeo son algunos de los factores de riesgo que podrían impactar gravemente en el desgaste de pezuñas y producir un gran estrés. Normas de manejo y diseños de instalaciones orientados a confort y bienestar animal deben ser considerados como forma de prevenir el excesivo desgaste de pezuñas en condiciones pastoriles de producción de leche.

## CONCLUSIONES

El nivel de cortisol plasmático y/o su relación con la creatinina en orina demostraron ser buenos indicadores de estrés para las afecciones podales, especialmente cuando éstas son clasificadas acorde a la gravedad teniendo en cuenta el tipo de lesión y daño tisular. La relación cortisol/creatinina en orina, parecería tener una mayor sensibilidad en detectar situaciones de estrés que los niveles plasmáticos de cortisol, por lo cual sería un indicador de relevancia a incorporar en estudios de bienestar animal.

## Agradecimientos

Un agradecimiento muy especial a todo el personal de los establecimientos lecheros y en particular al Sr. Jony Ruppel por su invaluable apoyo y disponibilidad permanente en la realización del trabajo de campo. Agradecemos además el apoyo incondicional de la Ing. Virginia Porcille, Ing. Gonzalo Carracelas y del Dr. Marcelo Luz.

## Referencias bibliográficas

- Almeida, P.E.; Weber, P.; Burton, J.L.; Zanella, A.J.** (2008) Depressed DHEA and increased sickness response behaviours in lame dairy cows with inflammatory foot lesions. *Domestic Animal Endocrinology*. 34: 89-99.
- Alvarado, M.** (1999). Análisis de las concentraciones sanguíneas de algunas de las variables indicadoras de estrés por transporte, en bovinos. Tesis de Grado, Facultad Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. *Australian Dairy Industry* (2009) ://www.dairyinfo.biz/
- Bastías, S.** (2006). Efecto de diferentes grados de claudicaciones sobre algunos constituyentes sanguíneos indicadores de estrés en vacas lecheras Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Blowey, R.W.** (1998). *Cattle Lameness and Hoof care*. 2a. ed. London, Ed. Farming Press Ipswich. 1:2.
- Belge, F.A.; Bildik, A.; Belge, D.; Kiliçalp, N.** (2004). Possible association between chronic laminitis and some biochemical parameters in dairy cattle. *Aust Vet J*. 82: 556-557.
- Campbell, D.** (2007). Healthy hooves: research in Canterbury farm. *Dexcelink*: 3.
- Chesterton, N.** (2006). Lameness under grazing conditions. *Proceedings of the XIV International Meeting Lameness in Ruminants, Colonia, Uruguay*, pp 138-141.
- Dyer, R.M.; Neerchal, N.K.; Tasch, U.; Wu, Y.; Dyer, P.; Rajkondawar, P.G.** (2007). Objective determination of claw pain and its relationship to limb locomotion score in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 90: 4592-4602.
- Edmonson, A.J.; Lean, L.J.; Weaver, L.D.; Farver, T.; & Webster, G.** (1989). A body condition scoring chart for Holstein Dairy cows. *Journal of Dairy Sci*. 72: 68-78.
- Flor, E.** (2006). Claudicaciones en vacas de rebaños lecheros de la Décima Región Chile: Prevalencia, lesiones y factores de riesgo. Tesis Magíster, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- González, A.** (1996). «Control de cojeras en el Ganado vacuno de leche» *Aula Veterinaria Bovis* 72 : 13-39.
- Herrtage, M.E.** (2007). Hiperadrenocorticismo canino. En: *Manual de Endocrinología en pequeños animales* 3ª ed. España, Ed. Money, C.T y Peterson ME. Industrias Gráficas Ferrer Olsina, pp 217-247.
- Hiroshi, E.; Yoshimi, T.; Kokichi, T.; Takashi, F.; Mikio, K.** (2003). Management for Claw Diseases in Free-Stall Type Dairy Farms Using Evaluation Data on Pain Stress and Metabolic Profile Test. *Journal of Livestock Medicine* 478: 241-248
- Ley, S.J.; Waterman, A.E.; Livingston, A.** (1996). Measurement of mechanical thresholds, plasma cortisol and catecholamines in control and lame cattle: a preliminary study. *Res Vet Sci*. 61 (2):172-3.
- Mellor, D.; Stafford, K.; Todd, S.; Lowe, T.; Gregory, N.; Bruce, R.; Ward, R.** (2002). Comparison of catecholamine and cortisol responses of young lambs and calves to painful husbandry procedures. *Aust Vet J* 80: 228-233.
- Moberg, G.** (1987). A model for assessing the impact of behavioral stress on domestic animals. *J Anim Sci* 65: 1228-1935.
- Morrow, C.J.; Kolver, E.S.; Verkerk, G.A.; Matthews, L.R.** (2002). Fecal Glucocorticoid Metabolites as a Measure of Adrenal Activity in Dairy Cattle. *General and Comparative Endocrinology*: 126:229-241.
- Palme, R.C.; Robia, W.; Baumgartner, E Möstl.** (2000). Transport stress in cattle as reflected by an increase in faecal cortisol metabolite concentrations. *Vet Rec* 146 :108-109.
- Phillips, C.** (2008). Animal welfare: A construct of positive and negative affect? *The Veterinary Journal* 175: 291-292.
- Ramos, J.M.; Acuña, R.** (2004). «Laminitis en bovinos lecheros, descripción de un brote» XXXII Jornadas Uruguayas de Buiatría. pp 186-187.
- Ramos, J.M.** (2006). Risk factors of lameness in dairy cattle and its interaction with the grazing ecosystem of milk production. *Proceedings of the XIV International Meeting Lameness in Ruminants, Colonia, Uruguay*, pp 69-73.
- Saco, Y.; Fina, M.; Giménez, M.; Pato, R.; Piedrafita, J.; Bassols, A.** (2008). Evaluation of serum cortisol, metabolic parameters, acute phase proteins and faecal corticosterone as indicators of stress in cows. *Vet J*.177(3): 439-41.
- Sprecher, D.; D, Hostetler.; J, Kaneene.** (1997). A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology*. 47: 1179-1167.
- Tadich, N.; E, Hettich.; G, Van Schaik.** (2005). Prevalencia de cojeras en vacas de 50 rebaños lecheros del sur de Chile. *Arch Med Vet* 37: 29-36.
- Toussaint Raven, E.** (1985). *Cattle footcare and claw trimming* 2a. ed. Utrecht, Ed. Ipswich. Farming Press Limited, 126 p.
- Vermunt, J.J.** (2006). Reflections on prevention and control of bovine lameness in Australasian pasture-based system. *Proceedings of the XIV International Meeting Lameness in Ruminants, Colonia, Uruguay*, pp10-14.