

# CARACTERISTICAS FISIOLÓGICAS DE LA ALPACA (*LAMA PACOS*) SOMETIDA A MANEJO EXTENSIVO EN EL ALTIPLANO CHILENO<sup>1</sup>

## PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE ALPACA (*LAMA PACOS*) UNDER RANGE MANAGEMENT IN THE CHILEAN ANDEAN HIGH PLATEAU

Raggi, L.A.\*, J. Crossley\*\*, S. Coppia\* y G. Ferrando\*.

\*Departamento de Ciencias Biológicas Animales. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Universidad de Chile. Santiago. Chile.

\*\*Facultad Silvoagropecuaria. Universidad Santo Tomás. Chile.

### Palabras clave adicionales

Camélidos. Adaptación. Altitud

### Additional keywords

Camelids. Adaptation. Altitude

### RESUMEN

El propósito del presente trabajo es realizar una caracterización fisiológica de la alpaca en el ambiente del altiplano chileno, considerando la posible influencia de las variaciones diurnas.

Se utilizaron 30 animales adultos, machos y hembras, provenientes de tres rebaños ubicados entre los 4400 y 4600 metros sobre el nivel del mar. Los animales fueron muestreados dos veces al día (mañana y tarde) durante quince días.

De las variables fisiológicas analizadas se destaca que hay diferencias significativas entre los valores de mañana y tarde para temperatura rectal, temperatura cutánea y cortisol plasmático. Las variables glucosa sanguínea, volumen globular aglomerado, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y movimientos ruminales no muestran diferencias significativas a lo largo del día.

Los resultados muestran la posible existencia de un ritmo circadiano para el cortisol plasmático en esta especie.

### SUMMARY

The purpose of this work is to study some physiological characteristics of the alpaca in the chilean andean high plateau, and the possible daily variations.

Thirty adult alpaca, male and females, of three herds located between 4400 to 4600 meters above sea level were used. The animals were sampled two times daily (morning and evening), during fifteen days.

Statistical differences between morning and evening values were only observed for rectal temperature, skin temperature and plasmatic cortisol. Blood glucose, red packed cell volume, heart rate, respiratory rate and ruminal movements did not show statistical differences.

Results shows a possible circadian rhythm in plasmatic cortisol in this animal.

### INTRODUCCION

La alpaca dentro del conjunto de

<sup>1</sup>Financiado por Proyecto FONDECYT 89-0791

camélidos sudamericanos presenta en Chile especiales características productivas, no sólo desde el punto de vista de su fibra, sino también de su carne, de alto consumo en la zona norte del país (Raggi, 1992).

Si bien es cierto que su actual hábitat está referido a la zona del altiplano, que presenta una serie de características geográficas, climáticas y vegetacionales muy especiales y en general poco adecuadas para la explotación ganadera tradicional, no es menos cierto que ello debe haber generado en estos animales una serie de características fisiológicas muy particulares, que le permiten no sólo sobrevivir en dicho entorno, si no que además producir, transformándose en un medio de sustento para las poblaciones humanas del área en cuestión (Raggi, 1992).

Es sabido que ambientes extremos generan en los animales situaciones estresantes, que se pueden traducir en una merma de sus capacidades productivas. Por ello el objetivo del presente trabajo es determinar el comportamiento de una serie de variables fisiológicas de estos animales, en su ambiente natural y en especial a lo largo de los diferentes momentos del día, para así conocer las respuestas adaptativas frente a los bruscos y manifiestos cambios que se experimentan en la zona.

## MATERIAL Y METODOS

El presente estudio se realizó en el parque nacional del Lauca, municipio de Putre, Provincia de Parinacota, I Región y a una altitud de 4200 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m). Se dispuso de un rebaño consistente en 30 alpacas, 15

machos y 15 hembras adultos, clínicamente sanos que fueron confinados en corrales de estabulación durante la noche y se mantuvieron durante el día en pastoreo libre en el bofedal (vega húmeda, propia del altiplano), donde obtuvieron su alimentación y agua de bebida de acuerdo al manejo habitual de la zona.

El total de los animales fue muestreado 2 veces al día, mañana y tarde (10:00 y 17:00), durante 15 días continuados. La temperatura promedio de la mañana fue de 8 °C y por la tarde 0 °C, en cuanto a la humedad relativa ambiental, esta fluctuó entre 75 p.100 y 45 p.100 respectivamente, ventoso por la mañana y sin viento por la tarde. Cabe señalar que la época del año en que se llevó a cabo la experiencia (enero-febrero), corresponde a la de mayores variaciones térmicas del año.

Las variables analizadas fueron: frecuencia cardíaca, mediante auscultación con fonendoscopio; frecuencia respiratoria por observación visual de la zona costal; temperatura rectal, mediante termómetro digital; temperatura cutánea utilizando un termómetro electrónico (YSI modelo 42SC) y movimientos ruminales por palpación externa. Además se extrajo una muestra de sangre por venipunción yugular mediante el sistema de tubos al vacío, utilizando EDTA como anticoagulante a partir de la cual se determinó: glicemia por el método de tiras reactivas Glucostix<sup>®</sup> (AMES); cortisol plasmático mediante radioinmuno-análisis para lo cual el plasma fue conservado a -20°C hasta el momento de la determinación; frotis sanguíneo para cuenta diferencial leucocitaria y determinación de volumen globular aglomerado (VGA).

Los resultados se expresaron como la

## CARACTERISTICAS FISIOLÓGICAS DE LA ALPACA

**TABLA I.** Valores promedio ( $\pm$  desviación estándar) obtenidos por la mañana (AM) o por la tarde (PM) para las frecuencias cardíaca (FC) y respiratoria (FR), temperaturas rectal (TR) y cutánea (TC) y movimientos ruminales (MR) en alpacas. (Morning (AM) and afternoon (PM) mean values ( $\pm$  standard deviation) of heart rate (FC), respiratory rate (FR), rectal (TR) and skin (TC) temperatures and ruminal movements (MR) in alpacas).

	FC lat./min	FR mov./min	TR <sup>a</sup> °C	TC <sup>b</sup> °C	MR mov/3min
AM	54,76 $\pm$ 12,69	22,89 $\pm$ 6,44	37,93 $\pm$ 0,63	34,95 $\pm$ 1,43	4,90 $\pm$ 1,40
PM	57,50 $\pm$ 13,20	25,06 $\pm$ 8,54	38,52 $\pm$ 0,61	34,06 $\pm$ 1,70	5,30 $\pm$ 1,30

<sup>a, b</sup> valores medios de mañana y tarde estadísticamente diferentes ( $p < 0,01$ ) ó ( $p < 0,05$ ) respectivamente.

media aritmética y su correspondiente desviación estándar. Las comparaciones entre los valores de mañana y tarde se realizaron mediante la prueba de t de Student para muestras asociadas.

### RESULTADOS

Las variaciones registradas para la variable frecuencia cardíaca se muestran en la **tabla I**, no siendo estos significativos al comparar los valores obtenidos en la mañana y en la tarde ( $p > 0,05$ ), aunque la tendencia observada fue que los mayores valores se presentaron por la tarde existiendo una amplia dispersión en ambos tipos de registro. Algo similar ocurre con la frecuencia respiratoria (**tabla I**). Los movimientos ruminales (**tabla I**), que fueron medidos en un lapso de tres minutos, presentan mayor frecuencia por la tarde, aunque ello no fue significativo ( $p > 0,05$ ).

Los registros de temperatura rectal presentaron diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) entre los valores promedio de la mañana y la tarde, siendo estos mayores y en general con una baja dispersión (**tabla I**). En cuanto a la temperatura cutánea, también se aprecian diferencias

significativas ( $p < 0,05$ ) entre los valores de mañana y tarde, aunque en este caso estos últimos son los menores (**tabla I**).

Los valores de glucosa sanguínea determinados inmediatamente de obtenida la muestra sanguínea oscilan levemente entre las mediciones de la mañana y la tarde, siendo este último valor ligeramente mayor aunque no significativo ( $p > 0,05$ ), observándose una amplia dispersión (**tabla II**). En cuanto al cortisol plasmático esta variable ofrece diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), entre las mediciones de mañana y tarde, siendo los primeros más altos, existiendo en ambos casos una amplia dispersión (**tabla II**).

**TABLA II.** Valores medios ( $\pm$  desviación estándar) de la mañana (AM) o tarde (PM) para glicemia, cortisol plasmático y volumen globular aglomerado (VGA) en alpacas. (Morning (AM) and afternoon (PM) mean values  $\pm$  standard deviation) of blood glucose, plasmatic cortisol and red packed cell volume (VGA) in alpacas).

	Glicemia mg/dl	Cortisol <sup>b</sup> nmol/l	VGAp. 100
AM	94,56 $\pm$ 9,35	28,63 $\pm$ 20,54	30,04 $\pm$ 4,45
PM	95,83 $\pm$ 11,45	13,82 $\pm$ 9,23	30,13 $\pm$ 4,27

<sup>b</sup> Mañana y tarde difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ )

El VGA expresado como porcentaje no ofrece diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre las mediciones de la mañana y aquellas de la tarde (**tabla II**). La cuenta diferencial leucocitaria arrojó valores diarios porcentuales de  $52,0 \pm 15,7$  para neutrófilos;  $46,9 \pm 16,1$  para linfocitos;  $2,4 \pm 2,6$  para eosinófilos y  $0,5 \pm 0$  para monocitos.

## DISCUSION

La determinación de las constantes fisiológicas en animales cobra particular importancia cuando estos se encuentran en ambientes especialmente inhóspitos como lo es la región altiplánica, donde las alpacas se encuentran en Chile. Aparte del problema de la baja presión parcial de oxígeno, producto de la altura (4200 m.s.n.m), se agregan los bruscos cambios de temperatura ambiental, que se reflejan en descensos desde los  $9 - 10^{\circ}\text{C}$  a  $0^{\circ}\text{C}$  en un lapso de 2 horas al atardecer.

A pesar de lo anterior se pudo observar que variables como la frecuencia cardíaca y respiratoria no fluctuaron significativamente entre la mañana y la tarde. Los valores aquí señalados concuerdan con los señalados por otros autores en cuanto a frecuencia respiratoria (Calle, 1982), pero son inferiores respecto de frecuencia cardíaca, cuando se comparan con los señalados en la literatura (Martínez *et al.*, 1988), en todo caso el mayor valor de dichos estudios, 82 latidos por minuto, se podría haber originado en el estado de estrés que el registro electrocardiográfico por ellos utilizado pudiera haber originado en los animales.

Aunque los movimientos ruminales detectados no mostraron diferencias entre mañana y tarde, ellos son mas eleva-

dos que los que habitualmente se registran en otros rumiantes, aunque cabe señalar que ésta parece ser una característica propia de los camélidos sudamericanos en general y a la cual se le atribuye la mayor eficiencia de conversión alimentaria de estas especies (Vallenas, 1960; San Martín y Bryant, 1989; Fowler, 1989; Raggi, 1989).

La significativa diferencia de temperatura corporal denotada por el incremento de temperatura rectal en las tardes representan la típica respuesta a la actividad metabólica del día (Ganong, 1984), siendo dichos valores similares a los encontrados por otros autores (Calle, 1982; Blight y Sumar, 1988). El comportamiento inverso que presenta la temperatura cutánea es explicable por el, ya señalado, descenso de la temperatura ambiental por las tardes que origina el mecanismo vasoconstrictor periférico e incluso el de contracorriente de calor entre sangre arterial y venosa descrito para evitar las pérdidas de calor ante bajas temperaturas ambientales (Ganong, 1984; Eckert *et al.*, 1989).

Las fluctuaciones respecto de la glicemia si bien no ofrecen diferencias significativas de la mañana y la tarde presentan valores que tienden a ser más elevados que los propios de otros rumiantes (Kolb, 1976), aunque esta parece ser una característica de los camélidos sudamericanos en general como lo señala la literatura (Fowler, 1989), por lo que no podrían ser atribuidos a fenómenos de estrés.

A diferencia de lo anterior el cortisol plasmático evidencia valores diferentes y significativos entre mañana y tarde, en favor del primero, lo que podría indicar, a nuestro juicio la presencia de un ritmo circadiano para la liberación de esta

## CARACTERISTICAS FISIOLÓGICAS DE LA ALPACA

hormona, al igual que lo descrito en otras especies (Eckert *et al.*, 1989; Krieger, 1979; Parraguez *et al.*, 1989) y en la alpaca (Parraguez *et al.*, 1993).

En cuanto a los valores de VGA, que no presentan mayores variaciones entre mañana y tarde, podemos señalar que son similares a los descritos en otros rumiantes (Jain, 1986) y en alpacas (Sillau *et al.*, 1972); aunque menores a los señalados por otros autores (Calle, 1982; Montes *et al.*, 1983). Similar situación ocurre frente al recuento diferencial leucocitario donde el mayor porcentaje de neutrófilos y en general los

valores encontrados para los diferentes elementos figurados de la serie blanca coinciden con los reportados por otros autores (Calle, 1982; Fowler, 1989), aunque muestran diferencias con los reportados por Montes *et al.* (1983), quienes señalan un mayor porcentaje de linfocitos.

En conclusión los resultados indican que existe un diferente comportamiento entre temperatura rectal y cutánea, en las mediciones de mañana y tarde así como corroboran la posible existencia de un ritmo circadiano para el cortisol plasmático en esta especie.

### BIBLIOGRAFIA

- Blight, J., y J. Sumar. 1988.** Patrones de temperatura corporal en camélidos sudamericanos. *Revista de Camélidos Sudamericanos, Perú*, N° 6: 37 - 39.
- Calle, R. 1982.** Producción y mejoramiento de la alpaca. Lima, Ed. Abril. Fondo del libro. Banco Agrario del Perú. 334 pp.
- Eckert, R., D. Randall, y G. Augustine. 1990.** Fisiología animal. Madrid, Ed. Interamericana. 683 pp.
- Fowler, M. 1989.** Medicine and surgery of South American camelids. Ames, Iowa State University Press. 391 pp.
- Ganong, W. 1984.** Fisiología médica. Novena edición, México, Ed. El Manual Moderno. 682 pp.
- Jain, N. 1986.** Scham's Veterinary Hematology. Fourth edition, Philadelphia, Lea and Febiger Eds. 1221 pp.
- Kolb, E. 1976.** Fisiología Veterinaria. Segunda edición. España, Ed. Acribia. Vol. 1, 569 pp.
- Krieger, D. 1979.** Endocrine rhythms. In: Comprehensive endocrinology series. New York. Raven Press. 332 pp.
- Martínez, R., B. Urquieta, J. Rojas, y J. Sumar. 1988.** Estudio electrocardiográfico comparativo en camélidos sudamericanos en la región altoandina y a nivel del mar. *Av. Cienc. Vet.* 3: 92-97.
- Montes, G., M. Stutzin, J. Correa, y A. Glade. 1983.** Estudio hematológico de proteínas plasmáticas totales y fibrinógeno en alpacas de la provincia de Paríacota, Chile. *Arch. Med. Vet.* 15: 37-41.
- Parraguez, V.H., M. Vergara, R. Riquelme, R. Raimann, A.J. Llanos, y M. Serón-Ferré. 1989.** Ontogeny of the circadian rhythm of cortisol in sheep. *Biol. Reprod.* 40: 1137-1143.
- Parraguez, V.H., J. Crossley, y L. Raggi. 1993.** Variación circadiana de temperatura rectal en

## RAGGI ET AL.

- alpacas (*Lama pacos*) mantenidas en el altiplano y en el valle central de Chile. *Av. Cienc. Vet.* 8: 49-53.
- Raggi, L. 1989.** Fisiología digestiva y aspectos nutricionales en camélidos domésticos. *En: Tópicos sobre biología y manejo de camélidos sudamericanos.* Santiago, Facultad Cs. Veterinarias y Pecuarias. Universidad de Chile. 116 pp.
- Raggi, L. 1992.** Camélidos: Una opción ganadera. *El Campesino.* CXXIII, 16-23.
- San Martín, F., y F.C. Bryant. 1989.** Nutrition of domesticated South American llamas and alpacas. *Small Rumin. Res.* 2: 191-216.
- Sillau, H., S. Cueva, D. Chauca, A. Valenzuela, y, W. Cárdenas. 1972.** Observaciones sobre el transporte de oxígeno en la alpaca en la altura y a nivel del mar. *Rev. Inv. Pec. (Perú)*, 1: 129-136.
- Vallenas, A. 1960.** Algunos aspectos de la motilidad del rumen de alpaca. *Rev. Fac. Medicina Veterinaria (Perú)*. 15: 69-79.

*Recibido: 18-11-93. Aceptado: 20-12-94.*