

## EVALUACIÓN DE RESERVAS CORPORALES DE GRASA DE VACAS LECHERAS A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE ANÁLISIS DE IMAGEN

Silva, S.R.<sup>1</sup>, Cerqueira, J.O.L.<sup>2</sup>, Araújo, J.P.<sup>3</sup>, Guedes, C.<sup>1</sup>, Santos, V.<sup>1</sup>, Fontes, I.<sup>1</sup>, Batista, A. C. S.<sup>1</sup>, Almeida, J.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CECAV - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

Email: [ssilva@utad.pt](mailto:ssilva@utad.pt)

<sup>2</sup>Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

<sup>3</sup>Centro de Investigação de Montanha (CIMO), ESA - IP Viana do Castelo.

### INTRODUCCIÓN

La evaluación de las reservas de grasa de rumiantes han sido ampliamente aceptadas como una necesidad para la gestión de las distintas especies (Bewley y Schutz, 2008). Esta evaluación ha adoptado un especial protagonismo en las vacas lecheras (Edmonson et al., 1989; Ferguson et al., 1994). De hecho, este tipo de reservas de grasa de los animales son esenciales para hacer frente con el balance negativo de energía que se observa después de la aparición de la lactancia (Halachmi et al., 2008; Bewley y Schutz, 2008). Además, se reconoce que las reservas de grasa están relacionados con la sanidad animal, el comportamiento reproductivo y el bienestar de los animales (Gearhart et al., 1990; Bewley y Schutz, 2008; Roche et al., 2009). Por lo tanto, existe una clara necesidad de vigilar las reservas corporales de las vacas lecheras. Con los años se han desarrollado varios métodos para evaluar las reservas corporales, son ejemplos el peso corporal (PC), la puntuación de la condición corporal (CC), la ecografía en tiempo real (UTR) y las técnicas analíticas más recientes por vídeo (Bewley y Schutz, 2008; Halachmi et al., 2008; 2013). Aunque los beneficios de la evaluación periódica de las reservas corporales son intuitivos para la mayoría de los productores y nutricionistas, esta información es relativamente poco utilizada en la estrategia de gestión de granjas de productos lácteos (Hady et al., 1994; Bewley et al., 2008). Esto resulta de la evaluación de las reservas corporales, a pesar de su simplicidad, implica un trabajo considerable especialmente para grandes rebaños (Hady et al., 1994; Pompe et al., 2005). El objetivo de este estudio es el desarrollo de un método de análisis de imágenes para evaluar la condición corporal en vacas lecheras.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio, se utilizaron 46 vacas lecheras múltiparas que pertenecen a la población bovina de UTAD. Para hacer la puntuación de la condición corporal se eligieron 2 operadores que utilizaron la escala propuesta por Edmonson et al. (1989). Se ha utilizado una escala de 1 a 5 puntos a intervalos de 0,25. Después de evaluar la CC también se obtuvieron imágenes UTR, se utilizó un dispositivo de Aloka SSD500V equipado con una sonda lineal de 7,5 MHz (UST-5512U-7.5). La elección de esta sonda se basa en la necesidad de obtener la mayor información con respecto a la grasa subcutánea (Silva y Cadavez, 2012). Las imágenes fueron capturadas en una videocámara (DCR-HC96E, Sony) y se registraron para el análisis posterior. Se obtuvieron imágenes a nivel de espalda baja y a la grupa. Para ello se colocó la sonda entre la tercera y cuarta vértebras lumbares perpendicular a la línea media dorsal. Para las imágenes obtenidas en el nivel de la sonda de crup fue colocado en paralelo a la línea media dorsal en el espacio entre el íleon y el isquion. La UTR de análisis de imágenes se realizó en base a las imágenes TIFF de 1602 X 902 píxeles. Estas imágenes fueron analizadas utilizando el programa ImageJ (1.38x ImageJ). Tanto en las imágenes de UTR obtenidas a nivel lumbar como en las obtenidas a nivel de grupa se realizaron mediciones de espesores de la grasa subcutánea en 3 puntos, y se considera su promedio. Para obtener las imágenes de las vacas se ha desarrollado un aparato que consta de una cámara de vídeo (Sony DCR-TRV460), una fuente de luz y una estructura de soporte para elevar el montaje por encima de la vaca. Este equipamiento permite obtener imágenes de las vacas en un plano superior como se sugiere en Halachmi et al. (2008). Con este equipamiento se obtuvieron imágenes de las vacas que estaban en posición normal y con el plano del dorso perpendicular al sistema de captura de imágenes. En todas las vacas se obtuvieron imágenes TIFF con 1682 x 1052 píxeles, que se analizaron para determinar 11 medidas de ángulo obtenidas en la cadera, anca y nalga. Para la determinación de las medidas de ángulo se ha recurrido al programa de análisis de imágenes ImageJ. Durante la medición se cuidó de mantener siempre el mismo

procedimiento de identificación de los diferentes puntos anatómicos que sirvieron de base para la determinación de las medidas de ángulo. Se realizó un análisis descriptivo de análisis, análisis de correlación y regresión con procedimiento por pasos entre las medidas de los ángulos y medidas de UTR y CC. El coeficiente de determinación ajustado ( $R^2$  Aj) y la desviación estándar de los residuos (DPR) se utilizaron como criterios de evaluación y el ajuste de las estimaciones. Los Análisis se realizaron utilizando el software JMP versión 7.0 (SAS Institute, Cary, NC, EE.UU.).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observa que la CC y las mediciones de grasa subcutáneas obtenidas por UTR muestran una gran variación (CV entre 29 y 51%). Las medidas del ángulo muestran una menor variación (CV entre 6 y 16%). Cabe señalar que las mediciones de ángulo de A1 a A5 obtenido en posiciones equivalentes a las mediciones de ángulo anatómicas a7 a A11 (A11 vs A1, A2 vs a10, a9 vs a3, a4 y a5 vs a8 a7) presentan valores e intervalos de variación muy similares (Tabla 1). De hecho, como resultado de un análisis de varianza no se encontró diferencias ( $P > 0.05$ ) entre las mediciones de ángulos en los lados izquierdo y derecho de las bases anatómicas similares. Estos resultados apuntan a la simetría de las imágenes obtenidas y por lo tanto a la proximidad de las mediciones de ángulo en posiciones anatómicas similares. El hecho de que el coeficiente de variación de las mediciones de ángulo presentes con 23 a 35 puntos porcentuales de diferencia con el CC y las medidas RTU sugiere que pequeñas variaciones en las mediciones de ángulo muestran tener consecuencias importantes en las reservas de grasa (Tabla 1), una correlación significativa entre las mediciones CC y el espesor de GS obtenidos por UTR ( $P < 0,01$   $r > 0,88$ ) se encontró. Estos resultados son similares a los observados por otros autores en las vacas lecheras (Domecq et al., 1995; Mizrach et al., 1999; Schröder y Staufienbiel, 2006). En general observamos coeficientes significativos de correlación ( $r$  entre 0.55 y 0.90;  $p < 0,01$ ) entre el CC y las medidas UTR con las medidas de ángulo (Tabla 1). Estos resultados sugieren que las mediciones de ángulo son relevantes para evaluar las reservas de grasa. En cuanto a las ecuaciones resultantes del procedimiento de *stepwise* resulta que las mediciones de ángulo pueden explicar 71% a 82 de la variación de las medidas de UTR y 90% de la variación de CC (Tabla 2). Estos resultados muestran que es posible evaluar las reservas de grasa corporal utilizando los ángulos obtenidos por análisis de imágenes en las bases anatómicas conectadas con el dorso y la grupa. En trabajos futuros se debe considerar análisis de vistas posteriores y laterales de la vaca y la segmentación automática con el fin de hacer el proceso más rápido.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bewley, J.M., Peacock, A.M., Lewis, O., Boyce, R.E., Roberts, D.J., Coffey, M.P., Kenyon, S.J. & Schutz, M.M. 2008. *J. Dairy Sci.* 91:3439–3453. • Bewley J.M. & Schutz M.M. 2008. *Prof. Anim. Sci.* 24:507–529. • Domecq J.J., Skidmore A.L., Lloyd J.W. & Kaneene J.B. 1995. *J. Dairy Sci.* 78: 2308-2313. • Edmonson A.J., Lean I.J., Weaver L. D., Farver T. & Webster G. 1989. *J. Dairy Sci.*, 72: 68-78. • Ferguson J.O. Galligan D.T. & Thomsen N. 1994. *J. Dairy Sci.* 77: 2695-2703. • Gearhart M.A., Curtis C.R., Erb H.N., Smith R.D., Sniffen C.J., Chase L.E. & Cooper M.D. 1990. *J. Dairy Sci.* 73:3132-3140. • Hady P.J., Domecq J.J. & Kaneene J.B. 1994. *J. Dairy Sci.* 77: 1543–1547. • Halachmi, I., Polak, P., Roberts, D.J. & Klopčic, M. 2008. *J. Dairy Sci.* 91: 4444–4451. • Halachmi, I., Klopčic, M., Polak, P., Roberts, D.J. & Bewley, J.M. 2013. *Comput. Electron. Agric.* 99: 35–40. • Mizrach, A., Flitsanov U., Maltz E., Spahr S.L., Novakofski J.E. & Murphy M.R. 1999. *Trans. ASAE* 42: 805-812. • Pompe J.C.A.M., de Graaf V.J., Semplonius R. & Meuleman J. 2005. 2nd European Conference on Precision Livestock Farming, 243-245. • Roche J.R., Friggens C., Kay J.K., Fisher M.W., Stafford K.J. & Berry D. 2009. *J. Dairy Sci.* 92: 5769–5801 • Silva, S. & Cadavez, V.P. 2012. In D.W. Sun (Ed.), *Computer vision technology in the food and beverage industries.* 238: 277-329. • Schröder U.J. & Staufienbiel R. 2006. *J. Dairy Sci.* 89:1-14.

**Tabla 1:** Media, desviación estándar (DE) y coeficiente de correlación (r) para a CC (notas 1 a 5), medidas de UTR (mm) e medidas de ángulos (grados) (n = 46).

	Media±DE	Coeficientes de correlación		
		CC	UTR_Grupa	UTR_Lumbar
CC	3,33±1,09			
UTR_Grupa	7,67±4,04	0,934		
UTR_Lumbar	8,53±3,92	0,882	0,940	
Ang1	143,1±13,0	0,830	0,827	0,769
Ang2	116,7±17,2	0,851	0,854	0,813
Ang3	156,8±14,1	0,803	0,744	0,730
Ang4	146,9±9,5	0,793	0,809	0,779
Ang5	106,6±18,4	0,900	0,849	0,763
Ang6	103,3±14,6	0,824	0,760	0,678
Ang7	108,6±14,8	0,799	0,787	0,758
Ang8	148,4±10,3	0,877	0,829	0,783
Ang9	157,7±12,6	0,778	0,723	0,734
Ang10	118,3±21,2	0,785	0,777	0,750
Ang11	146,4±11,1	0,706	0,674	0,551

Todos los valores de r fueron significativamente (\*\*\*)P<0,01) diferentes de cero

**Tabla 2:** Las ecuaciones de regresión entre las mediciones de ángulos y medidas de CC y UTR.

CC y medidas de UTR	Terme cst.	Medidas de ángulo					R2 Aj	DPR
		a2	a3	a5	a7	a8		
CC	-7,08			0,027	0,015	0,039	0,900	0,346
UTR_Grupa	-18,55	0,089		0,082	0,066		0,817	1,727
UTR_Lumbar	-21,42	0,135	0,091				0,706	2,125

## ASSESSING BODY FAT RESERVES OF DAIRY COWS BY DIGITAL IMAGE ANALYSIS

**ABSTRACT:** The evaluation of ruminant fat reserves has been widely accepted as a necessity for herd management. The aim of this study is the development of an image analysis method for assessing the body condition of dairy cows. Images were taken from 46 animals using an apparatus consisting of a video camera and a light source mounted on a supporting structure in order to have a bird's eye view of the cow. Based on these images and using ImageJ 11 angles of rump region, particularly for hook and pin bones were determined. For validation with was done the notation of body condition (BCS) using a scale of 1 to 5 points at intervals of 0.25 and subcutaneous fat thickness (SFT) determined in ultrasound images using ImageJ in rump and lumbar regions. The ultrasound images were obtained with real time ultrasound with a 7.5 MHz linear probe. A significant correlation between BCS and SFT ( $r > 0.88$ ,  $P < 0.01$ ) was found. Regarding stepwise regression equations the angle measurements can explain 71 to 82% and 90% variation of SFT and BCS, respectively. These results show that it is possible to evaluate body fat reserves using rump angles obtained by image analysis.

**Keywords:** image analysis; dairy cattle; body fat reserves