

## TÉCNICA DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA ESTIMAR EL ÁREA DE LAS PAPILAS Y LA SUPERFICIE DE LA MUCOSA RUMINAL

M. Devant,<sup>\*1,2</sup> M. Nofrarías<sup>3</sup> y A. Bach<sup>1,2,4</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Alimentación, Manejo y Bienestar Animal, Barcelona, Spain.

<sup>2</sup> IRTA-Torre Marimón, Caldes de Montbui, Spain. [maria.devant@irta.cat](mailto:maria.devant@irta.cat)

<sup>3</sup> Centre de Recerca en Sanitat Animal (CRESA), Bellaterra, Barcelona, Spain.

<sup>4</sup> ICREA, Barcelona, Spain.

### INTRODUCCIÓN

El área y la superficie de la mucosa ruminal se han estudiado en numerosos trabajos, en vacas (Zitnan et al., 2003; Reynolds et al., 2004) y en terneros tras el destete (Lesmeister et al., 2004a; Suárez et al., 2006). La mayoría de metodologías utilizadas para estudiar la morfología ruminal se basan en técnicas histológicas para determinar la longitud (LP) y el ancho (AP) de la papila, y en algunos casos (Zitnan et al., 2003; Hill et al., 2005) se realiza microscopía electrónica adicional para estimar el número de papilas ruminales (NP). Los principales problemas de estas metodologías son que requieren mucho tiempo y son costosas, y se usa un número bajo de papilas para estimar dichos datos (aproximadamente 10 papilas bien orientadas por muestra). Existen estudios donde se evalúan las técnicas de disección (Hill et al., 2005), y las zonas de muestreo (Lesmeister et al., 2004b). Reynolds et al. (2004) diseccionaron las papilas del epitelio ruminal de una muestra ruminal de 2.54 x 2.54 cm, las fotografiaron en un cuadrícula y utilizaron una foto digital para estimar la LP, AP, el área de la papila (ARP) y el NP. Sin embargo, sus datos estimados a través de una fotografía digital no se contrastaron los datos obtenidos por métodos histológicos. El objetivo del presente estudio fue comparar el ARP obtenido a través de una metodología de visión artificial con el ARP estimado a través de una metodología histológica en muestras ruminales tomadas de terneros cebados con elevadas cantidades de concentrado.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Treinta terneros Holstein alimentados con concentrado (50% maíz, 16% cascarilla de soja, 9,0% cebada, 7,0% segundas, 7,0% torta de soja, 5,8% corn gluten feed, 2,8% aceite de palma, 1,2% carbonato cálcico, 0,6% sal, 0,4% fosfato dicálcico, 0,2% premix vitamínico-mineral; 14,4% PB, 6,1% EE, 24,7% FND, y 6,4% cenizas; sobre MS) y paja *ad libitum* durante 98 días. Se sacrificaron con un PV final de 505 ± 5,9 kg. Inmediatamente después del sacrificio, se tomaron muestras de la zona caudal del saco ventral del rumen, se lavaron con una solución 0,9% de NaCl, y se conservaron en formol tamponado al 10% hasta su posterior análisis con una metodología de visión artificial o histológica. Para la evaluación de la morfología de las papilas ruminales con la metodología de visión artificial se seccionaron una a una cada papila con unas tijeras Metzemaum de una submuestra de pared ruminal de 3,4 x 3,4 cm y se transfirieron a una superficie negra con una escala graduada, tras seccionar todas las papilas se tomo una fotografía digital. Las fotografías se analizaron mediante visión artificial utilizando el programa Carnoy 2.1 para MacOS X (2001) y se estimaron el NP por cm<sup>2</sup>, la media y el coeficiente de variación del ARP (mm<sup>2</sup>) y se calculó el área de la superficie de la mucosa (mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>) multiplicando el NP con la media del ARP. Para el análisis de la morfología papilar con la metodología histológica las muestras se deshidrataron y incluyeron parafina, se seccionaron a 4 µm y se tiñeron con hematoxilina y eosina. Las medidas morfométricas se realizaron con un microscopio óptico (BHS, Olympus, Barcelona, España) usando una lente ocular con micrómetro lineal (Olympus, Barcelona, España). La LP y el AP se midieron en 10 papilas bien orientadas; todas las medidas morfométricas las realizó una misma persona. Se obtuvo la media y el coeficiente de variación de la LP y del AP y la media de la LP y del AP se utilizaron para calcular el ARP con la fórmula propuesta por Hill et al. (2005). Se realizó una regresión lineal (JMP, versión 5.0.1 para MacOS X, 2001, Cary, NC) entre el ARP obtenido por visión digital y el ARP

calculado según la fórmula de Hill et al. (2005) con los valores obtenidos de la metodología histológica.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

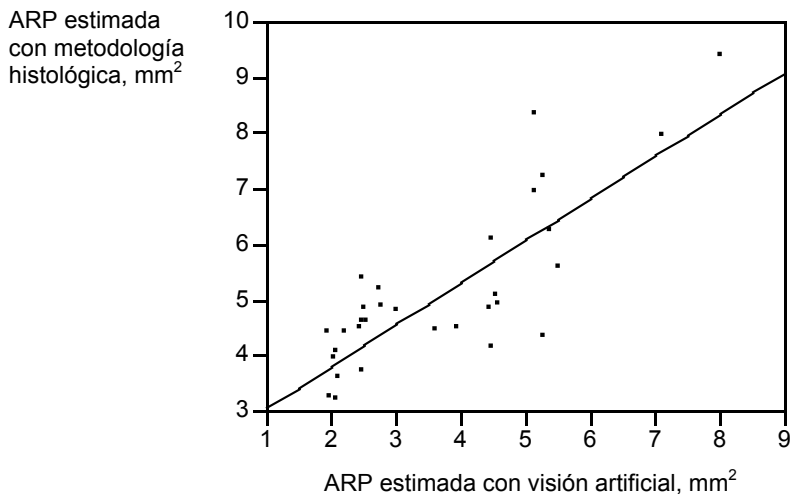
El coeficiente de variación del ARP obtenido con la metodología de visión artificial ( $98,4 \pm 61,51$  %) fue superior a los coeficientes de variación de la LP y el AP determinados histológicamente ( $15,2 \pm 5,43$  % y  $21,2 \pm 11,98$  %, respectivamente) y usados para estimar el ARP. Reynolds et al. (2004) también observaron en vacas de transición una gran variación en el tamaño de las papilas ruminales estimadas a través de una metodología de visión artificial. Las papilas que se analizan a través de la metodología histológica son papilas anatómicamente muy cercanas, ello puede contribuir al bajo coeficiente de variación de la LP y el AP observados con dicha técnica. Diferentes autores (Lesmeister et al., 2004b; Reynolds et al., 2004) han sugerido que las medidas morfológicas de las papilas no deberían medirse en un número bajo de papilas y de animales. A pesar de ello, en el presente estudio la correlación entre el ARP estimado con la técnica de visión artificial y el ARP estimado a partir de la metodología histológica fue elevado ( $R^2 = 68\%$ ;  $P < 0,001$ ; Figura 1).

Los valores de ARP obtenidos con la técnica de visión artificial se correlacionan bien con los valores de ARP estimados a partir de la metodología histológica. Además, a través de la técnica de visión artificial se obtienen simultáneamente el NP y el ARP. Finalmente, la técnica de visión artificial es fácil de realizar y rápida, permite analizar un elevado número de muestras en poco tiempo. Por todo ello se propone la técnica de visión artificial para estudiar el NP y el ARP para evaluar un gran número de muestras y mejorar así la representatividad de los resultados.

## BIBLIOGRAFIA

- Carnoy for MacOS X., version 2.1. 2001. Laboratory of Plant Systematics. Katholieke Universiteit Leuven. Belgium.
- JMP. 2002. JMP. The Statistics Discovery Software SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Hill, S. R., B. A. Hopkins, S. Davidson, S. M. Bolt, D. E. Diaz, C. Brownie, T. Brown, G. B. Hungtington, L. W. Whitlow. 2005. *J. Dairy Sci.* 88: 324-326.
- Lesmeister, K. E., P. R. Tozer, A. J. Heinrichs. 2004b. *J. Dairy Sci.* 87: 1336-1344.
- Lesmeister, K. E., A. J. Heinrichs, M. T. Gabler. 2004a. *J. Dairy Sci.* 87: 1832-1839.
- Reynolds, C. K., B. Dürst., B. Lupoli, D. J. Humphries, D. E. Beever. 2004. *J. Dairy Sci.* 87: 961-971.
- Suárez, B. J., C. G. Van Reenen, W. J. J. Gerrits, N. Stockhofe, A. M. van Vuuren, J. Dijkstra. 2006. *J. Dairy Sci.* 89: 4376-4386.
- Zitnan, R., S. Kuhla, K. Nürenberg, U. Schönhusen, Z. Ceresnakova, A. Sommer, M. Baran, G. Greserova, J. Voigt. 2003. *Vet. Med. Czech.* 48: 177-182.

**Figura 1.** Relación entre el área media de las papilas ruminales (ARP, mm<sup>2</sup>) obtenida mediante visión digital y el área media de las papilas ruminales (ARP, mm<sup>2</sup>) obtenida con la metodología histológica ( $R^2 = 68\%$ ,  $P < 0,001$ ).



## DIGITAL VISION TECHNIQUE TO ESTIMATE RUMEN PAPILLAE AND MUCOSA SURFACE AREA

### ABSTRACT

The objective of this study was to compare mean papillae surface areas obtained using a digital vision technique or using histological analyses in rumen wall samples of finishing bulls fed high-concentrate diets. Thirty Holstein bulls fed concentrate and straw ad libitum during 98 days were slaughtered at a final BW of  $505 \pm 5.9$  kg. Immediately following sacrifice, ventral rumen wall samples from the caudal sac were collected to conduct a digital vision technique and histological analysis. A  $3.4 \times 3.4$  cm rumen section was analyzed by digital vision technique for total papillae number per cm<sup>2</sup>, and mean and coefficient of variation of papillae surface area (PSA). In addition, ten well-orientated papillae were analyzed using a histological method. Mean and coefficient of variation of papillae length and width were recorded, and these values were used to estimate PSA. The correlation between PSA values obtained with the digital technique and those obtained from the histological analyses was high ( $R^2 = 68\%$ ;  $P < 0.001$ ). The digital technique provides simultaneously the papillae number and PSA values, and due to its simplicity, it may allow the analysis of a large number of samples.

*Keywords: digital vision, morphology, rumen papillae, ruminant*