VARIABILIDAD INDIVIDUAL DE LA ACIDOSIS RUMINAL EN CABRAS LECHERAS

Castro-Costa[1], A., Caja[1], G., Dhumez[2], O., Tessier[2], J., Eymard[2], A. y Giger-Reverdin, S.[2]
[1]Grup de Recerca en Remugants (G2R), Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España [2]INRA, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, UMR Modélisation Systémique Appliquée aux Ruminants, Paris, Francia. gerardo.caja@uab.es

INTRODUCCIÓN

La acidosis ruminal subaguda (SARA) es un síndrome complejo asociado a la ingestión de carbohidratos fermentescibles y que se caracteriza por una rápida producción de ácidos grasos volátiles (AGV) y la acumulación de ácido láctico. La acidosis no es sólo un problema de pH en el rumen y compromete la salud, bienestar y la cantidad y calidad de la producción de los rumiantes, por lo que es necesaria su rápida detección y la aplicación de medidas correctoras. El estudio de del medio ruminal se realiza habitualmente con sondas, cánulas o agujas de ruminocentesis, lo que plantea problemas de representatividad y discontinuidad de las medidas (e.g., pH, AGV, microbiota), así como del bienestar de los animales.

La reciente implementación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en ganadería ha conducido al nuevo concepto de "Ganadería de precisión", cuyo objetivo es el seguimiento automático e individualizado de los animales para optimizar los procesos de producción, salud y bienestar (Caja et al., 2016). Entre las distintas variables que pueden ser monitorizadas por las tecnologías disponibles, se incluye la medida continua del pH y temperatura del rumen mediante bolos ruminales equipados con sensores. Estos dispositivos fueron utilizados previamente por Castro-Costa et al. (2015) en cabras para evaluar los efectos en la temperatura y pH ruminal de raciones con distinta relación forraje:concentrado y de condiciones de estrés térmico.

Trabajos previos realizados por Desnoyers et al. (2011) y Giger-Reverdin et al. (2014) en cabras lecheras han puesto de manifiesto marcadas diferencias individuales en el comportamiento de ingestión de la ración y en las condiciones ruminales resultantes, en cabras lecheras alimentadas con raciones acidógenas. El objetivo del presente trabajo fue el estudio de la variabilidad de la respuesta a la acidosis de cabras lecheras de alta producción mediante el empleo de cánulas y bolos ruminales inalámbricos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales: Se utilizaron 8 cabras lecheras (66,4 ± 3,1 kg PV) de la Granja Experimental del INRA-AgroParisTech en Thiverval-Grignon (Paris, FR), provistas de cánulas ruminales (modelo INRA) y a inicio de lactación (93 ± 2 d; 3,8 ± 0.3 L/d). Las cabras se alojaron en cajas metabólicas individuales (1,2 × 0,7 m), equipadas con básculas para el registro continuo del consumo de alimento y agua, y se ordeñaron (7 y 15 h) en una sala rotativa x10 con medidores electrónicos (Gabard système, Decrolab; Moutiers /s Argenton, FR).

Diseño experimental: Consistió en 2 períodos (P1, d 1-12; P2, d 13-24 d) en los que se administraron, *ad libitum* y consecutivamente, 2 raciones completas (CO, control; AC, acidógena) con distinta relación forraje:concentrado (% sobre MS):

- P1-CO (80:20): 28% alfalfa deshidratada, 24% heno de pradera, 28% pulpa de remolacha, 15% concentrado comercial (Fluvialac, Agralys Aliment, Châteaudun, FR) y 5% torta de colza (0,83 UFL/kg, 94 g/kg PDIE y 96 g/kg PDIN; sobre MS).
- P2-AC (50:50): 17% alfalfa deshidratada, 15% heno de pradera, 28% pulpa de remolacha, 40% concentrado comercial Fluvialac (0,95 UFL/kg, 104 g PDIE/kg y 110 g PDIN/kg).

Las raciones se ofrecieron 2 veces/d, aproximadamente 1:30 h después de cada ordeño, distribuyendo los aportes de acuerdo con el intervalo entre ordeños. El cambio de ración CO-AC se realizó al final del ordeño p.m. del d 12 y sin ningún tipo de adaptación previa.

Bolos ruminales inalámbricos: Los bolos ruminales utilizados (n = 8; KB1001, Kahne, Auckland, Nueva Zelanda), descritos previamente por Castro-Costa et al. (2015), se programaron para la medida del pH y la temperatura a intervalos de 15 min durante 35 d y se calibraron en agua desionizada a 40,0 ± 0,5ºC y con soluciones patrón de pH 4,01 y 7,00

(pH25, Crison, Barcelona). Los bolos se introdujeron en el rumen de las cabras por medio de las cánulas al inicio de la experiencia (d 1) y la descarga de datos se realizó al final del P2.
Medidas y toma de muestras: La ingestión de ración y agua, se registró de forma continua diariamente a lo largo de todo el experimento, a la vez que se tomaron muestras de la ración. Una vez a la semana, se tomaron muestras de sangre de la yugular, para análisis de plasma, y de líquido ruminal a través de las cánulas, para la medida del pH con pH-metro portátil (PHM 220-Lab pH Meter, Hach, FR) y análisis de microbiota. Las muestras se congelaron para su análisis y los valores de pH se utilizaron para corregir la deriva de los bolos ruminales.
Análisis estadístico: Los datos de pH y temperatura de los bolos se procesaron mediante Solver de Excel y se ajustaron al modelo logístico según Castro-Costa et al. (2015). Para las comparaciones se utilizaron los procedimientos MIXED para medidas repetidas y GLM de SAS v.9.4(SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA) considerando la ración como efecto fijo y el animal y el error como aleatorios. Las medias se separaron mediante el test PDIFF a $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uno de los sensores mostró, desde el inicio del experimento, valores de pH y temperatura fuera de rango y sus datos se eliminaron (12,5%). El resto de valores obtenidos mediante pH-metro y bolos ruminales mostraron alta correlación ($R^2 = 0,86$; $P < 0,001$). La Figura 1 muestra la evolución de la ingestión de materia seca y del pH ruminal medio de las 7 cabras restantes en los días anteriores (−2 y −1) y posteriores (10 y 14) al cambio de ración.

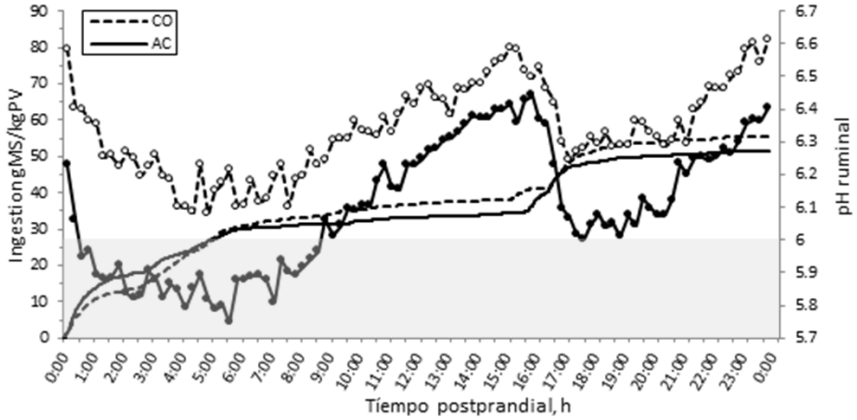


Figura 1. *Evolución diaria de la ingestión total y del pH ruminal medios de las cabras con la ración control (--○--, CO) y acidógena (—●—, AC).* El área sombreada indica pH < 6,0.

Pese a la diferente evolución del pH ruminal diario (Figura 1), con una diferencia media de 0,20 unidades (CO vs. AC, 6,32 ± 0,02 vs. 6,12 ± 0,03; $P < 0,01$), la ingestión total diaria fue semejante entre raciones (CO vs. AC, 55,3 ± 9,8 vs. 51,3 ± 6,5 g MS/kg PV; $P = 0,95$). Sin embargo, como se aprecia en la Figura 1, las fases rápidas de ingestión se relacionaron con fuertes caídas de pH (CO, $R^2 = 0,87$; AC, $R^2 = 0,77$; $P < 0,001$) y, como resultado, se produjo una parada de la ingestión a fin de frenar los efectos fisiológicos de la SARA.
La duración de las paradas de ingestión (mesetas) fue más larga al aumentar la cantidad de ración ofrecida (tarde, 2/3; mañana, 1/3) y al disminuir el pH ruminal. Los valores del nadir de pH postprandial por la tarde (CO vs. AC, 6,08 ± 0,02 vs. 5,75 ± 0,06; $P < 0,001$) fueron más bajos que por la mañana (CO vs. AC, 6,25 ± 0,06 vs. 6,00 ± 0,07; $P < 0.001$). Como se puede observar en la Fig. 1, sólo en la ración AC el valor de pH estuvo por debajo de pH = 6,0, que es el umbral máximo aceptado para el inicio de la SARA. Además, en ambas raciones, el pH se elevó durante los periodos en los que no hubo ingestión (Figura 1), lo que se atribuyó a la rumia y secreción de saliva con efecto tampón.
El ajuste individual de las curvas de pH y temperatura, realizado mediante el modelo

logístico, mostró resultados satisfactorios en todos los casos (R^2 = 0,97 a 0,99) pero, en el caso de la temperatura, las diferencias entre modelos no permitieron distinguir entre CO y AC (P > 0,05). Sin embargo, en los modelos de pH, se observaron marcadas diferencias individuales entre raciones según las cabras (Figura 2). Así, según la semejanza o disparidad de los modelos para CO y AC, se clasificaron las cabras como sensibles (AC < CO; 3/7, 43%) o resistentes (AC = CO; 4/7, 57%) a la acidosis ruminal, tal como se ilustra en la Figura 2 para 2 cabras extremas. En la sensible, el pH del rumen se mantuvo < 6,0 durante más de 720 min/d (50% del día), mientras que en la resistente el tiempo fue inferior a los 200 min (14% del día).

En conclusión, se confirma la importancia del comportamiento alimentario individual de las cabras en el desarrollo de la acidosis ruminal subaguda, lo que tiene especial importancia y puede ser usado en el diseño de estrategias de alimentación en la práctica ganadera.

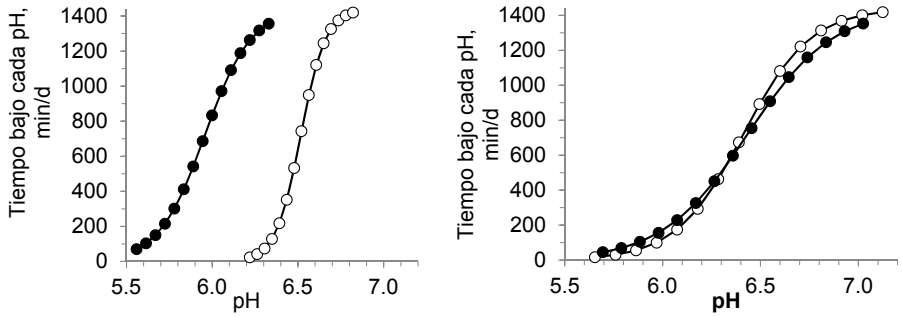


Figura 2. *Ejemplos de ajustes del pH ruminal al modelo logístico en el caso de una cabra sensible (izquierda) y otra resistente (derecha) a la acidosis ruminal antes (○, Control en d 11 y 12 de P1) y después (●, Acidógena en d 20 y 24) del cambio de ración.*

Agradecimientos: Trabajo realizado mediante una beca de la Unión Europea (COST Action FA1308: DairyCare) a Andreia Castro-Costa como ECI (investigador de carrera temprana).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Caja, G., Castro-Costa, A. & Knight, C.H. 2016. J. Dairy Res. 83:136-147 • Castro-Costa, A., Salama, A.A.K., Caja, G., Moll, X. & Aguiló, J. 2015. J. Dairy. Sci. 98:4646-4658 • Desnoyers, M., Giger-Reverdin, S., Sauvant, D. & Duvaux-Ponter, C., 2011. J. Dairy Sci. 94:842-852 • Giger-Reverdin, S., Rigalma, K., Desnoyers, M., Sauvant, D. & Duvaux-Ponter, C. 2014. J. Dairy Sci. 97:4367-4378.

INDIVIDUAL VARIABILITY OF RUMEN ACIDOSIS IN DAIRY GOATS

ABSTRACT: Rumen bolus with temperature and pH sensors were used to detect subacute rumen acidosis in rumen cannulated dairy goats fed control (CO) or acidogenic (AC) diets. Rumen pH values by pH-meter and sensors correlated (R^2 = 0.86; P < 0,001). Although differences were detected on the pattern and daily average of rumen pH (CO vs. AV, 6.32 ± 0.02 vs. 6.12 ± 0.03; P < 0.01), total feed intake did not vary between CO and AC diets (53 ± 7 g MS/kg PV, on average; P = 0.954). Despite the high proportion of concentrate in the AC diet (50%), rumen pH spent short time under pH 6.0. Moreover, feed intake reached plateaus when the pH were closer to the a.m. or p.m. nadirs. Correlations between intake and pH were high (R^2 = 0.77 to 0.87) during the pH falling periods. The similarity of differences in the logistic models of pH of each goat when fed CO and AC diets, showed high individual variability allowing classifying the goats as sensible or resistant to rumen acidosis. This can be useful in goat feeding practice.

Keywords: rumen, pH, temperature, sensor