

EFFECTOS DEL TIEMPO A pH SUBÓPTIMO y EL NÚMERO DE CICLOS SOBRE LA FERMENTACIÓN MICROBIANA RUMINAL EN CULTIVO CONTINUO¹

M. Cerrato, S. Calsamiglia y A. Ferret

Dept. de Ciencia Animal y de los Alimentos, Universidad Autónoma de Barcelona,
08193 - Bellaterra, España

INTRODUCCIÓN

El pH del medio ruminal no es constante, sino que fluctúa a lo largo del día en función del tipo de dieta, la frecuencia de administración, el nivel de ingestión, etc. Estas fluctuaciones pueden afectar a la flora microbiana y a la fermentación ruminal. Sin embargo, la información disponible acerca de las fluctuaciones del pH sobre la fermentación ruminal es escasa. Russell y Dombrowski (1980) concluyeron que un pH reducido no causa la muerte de las bacterias, sino una reducción transitoria en su actividad y crecimiento. En consecuencia, las bacterias sensibles a pH bajos (<6.0) pueden mantenerse viables en el rumen si posteriormente se mantiene un pH ruminal óptimo (≥ 6.0) durante el tiempo suficiente para que dichas poblaciones bacterianas se recuperen. Hoover *et al.* (1986) indicaron que la reducción cíclica del pH ruminal por debajo de 6.2 podría causar una disminución sólo moderada y transitoria de la digestión de la fibra siempre que los periodos fueran de corta duración. Por el contrario, una disminución del pH durante tiempos prolongados inhibiría considerablemente el crecimiento de las bacterias fibrolíticas y con ello la digestión de la fibra y la materia orgánica. El objetivo de este trabajo fue examinar si el efecto negativo de periodos prolongados (12 h) a pH subóptimo puede ser reducido al dividirlo en dos intervalos de 6 h o tres intervalos de 4h a pH subóptimo diarios.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 8 fermentadores de doble flujo continuo (1,320 ml) en 2 periodos (5 d de adaptación, 3 d de muestreo) consecutivos para estudiar los efectos del tiempo a pH subóptimo y el número de ciclos sobre la fermentación ruminal y el flujo de nutrientes. La temperatura (39°C) y la tasa de dilución sólida (5%/h) y líquida (10%/h) se mantuvieron constantes. Se suministraron 96 g MS/d de una dieta 60:40 forraje:concentrado que cumplía las recomendaciones del NRC (2001) para alimentar vacas Holstein con una producción de 30 kg de leche. La dieta contenía 38.0% de alfalfa deshidratada, 20.4 % de maíz, 17.5% de ensilado de maíz, 14.6% de harina de soja, 8.8% de cebada, y 0.7% de una mezcla de minerales y vitaminas. Los tratamientos fueron un pH óptimo (6.4) constante (CTR), 1 período de 12 h a pH 5.5 (1Px12), 2 periodos de 6 h a pH 5.5 (2Px6) y 3 periodos de 4 h a pH 5.5 (3Px4). Durante los 3 días de muestreo se recolectaron 500 ml de efluente/d. De los 1500 ml obtenidos, se extrajeron muestras para la determinación de N total, N amoniacal y AGV. Se liofilizaron 600 ml de efluente y se analizó la MS, MO, FND, FAD, y bases púricas. Las bacterias de la fase sólida y líquida fueron aisladas de cada fermentador según Whitehouse *et al.* (1994) y Olubobokun y Craig (1990). Posteriormente fueron liofilizadas y analizadas para MS, MO, N y bases púricas. Toda la analítica de las muestras se realizó según Calsamiglia *et al.* (2002). El diseño experimental utilizado fue

¹ Trabajo financiado por CICYT (proyecto AGL 2002 - 01642)

de bloques completos al azar con 8 tratamientos y 2 períodos, considerando el período como bloque. Los resultados fueron analizados con el procedimiento GLM del SAS (SAS, 1996). Se utilizó el test de Dunnet para comparar el tratamiento 1Px12 con cada uno de los tratamientos. Las diferencias fueron declaradas a $P < 0.05$

RESULTADOS

La dieta contenía 90.7% de MS, 18.9% de PB, 31.0% de FND y 19.8% de FAD. Respecto al CTRL, el tratamiento 1Px12 redujo la digestibilidad de la FND (21.5% vs 32.7 %) y la FAD, (25.7% vs 38.6 %), la concentración de AGV totales, la relación acetato:propionato, y la proporción molar de acetato y AGV ramificados (Tablas 1 y 2), y aumentó la proporción molar de propionato. La concentración de N amoniacal del efluente (6.9 vs 10.2 mg/100ml) y el flujo de N amoniacal (0.21 vs 0.32 g/d) de 1Px12 tendieron a ser menores ($p = 0.08$) comparados con el CTRL. Estos datos coinciden con estudios anteriores (de Veth y Kolver, 2001; Cerrato, et al., 2004) y confirman que períodos prolongados (12 h) a pH subóptimo afectan a la fermentación ruminal.

El tratamiento 2Px6 redujo la digestibilidad verdadera de la MS (48.3% vs 57.9%) y la MO (44.1% vs 50.4%) respecto a 1Px12, pero no afectó a la digestibilidad de la FND y la FAD. El 3Px6 no afectó a la digestibilidad de la MS, MO, FND y FAD respecto a 1Px12 (Tabla1).

Tabla 1. Efectos del tiempo (h) a pH subóptimo (5.5) y el número de ciclos sobre la degradabilidad ruminal de la MS, MO, la FND y la FAD.

Tratamientos ¹	CTRL	1Px12	2Px6	3Px4	ESM ²
Digestibilidad (%)					
MS verdadera	61.7	57.9	48.3 ^a	54.6	3.05
MO verdadera	52.9	50.4	44.1 ^a	49.9	2.14
FND	32.7 ^a	21.5	17.3	19.4	2.95
FAD	38.6 ^a	25.7	18.7	22.8	2.95

^a Diferencias significativas respecto a 1Px12 ($P < 0.05$; test Dunnet).

¹ 1Px12 = 1 período de 12 h a pH 5.5; CTRL = pH constante 6.4; 2Px6 = 2 períodos de 6 h a pH 5.5; 2Px6 = 3 períodos de 4 h a pH 5.5.

² ESM = error estándar de la media.

La concentración de AGV totales, la relación acetato:propionato, y la proporción molar de acetato, propionato y AGV ramificados (Tabla2) no se vio afectada por el número de ciclos a pH subóptimo. Estos datos sugieren que los efectos negativos de un pH ruminal subóptimo durante 12 horas no se ven aliviados al distribuir este período en varios ciclos diarios.

No hubo diferencias en la degradación de proteína bruta, la eficiencia de síntesis de proteína microbiana, la concentración de N amoniacal del efluente, ni en el flujo de N total, amoniacal, microbiano y dietario al comparar el tratamiento 1Px12 con 2Px6 y 3Px6 (Tabla3).

Tabla 2. Efectos del tiempo (h) a pH subóptimo (5.5) y el número de ciclos sobre AGV totales (mM) y la proporción de acetato y propionato (mol/100 mol).

Tratamientos ¹	CTRL	1Px12	2Px6	3Px4	ESM ²
AGV totales, mM	101.8 ^a	97.5	86.0	88.9	9.01
Proporción molar, %					
Acetato	67.8 ^a	55.2	57.6	57.8	1.19
Propionato	14.8 ^a	26.8	25.2	24.8	1.65
Butirato	11.0	12.9	12.5	12.5	0.83
Ramificados	3.8 ^a	1.9	1.4	1.5	0.29
Relación Acetato:Propionato	4.6 ^a	2.1	2.4	2.4	0.21

^a Diferencias significativas respecto a 1Px12 (P < 0.05; test Dunnet).

¹ 1Px12 = 1 período de 12 h a pH 5.5; CTRL = pH constante 6.4; 2Px6 = 2 períodos de 6 h a pH 5.5; 2Px6 = 3 períodos de 4 h a pH 5.5.

² ESM = error estándar de la media.

Tabla 3. Efectos del tiempo (h) a pH subóptimo (5.5) y el número de ciclos sobre el metabolismo del Nitrógeno.

Tratamientos ¹	CTRL	1Px12	2Px6	3Px4	ESM ²
N amoniacal, mg/100 ml ^a	10.2	6.9	8.6	7.6	0.99
Flujo de N, g/d					
Total	3.39	3.35	3.40	3.25	0.05
Amoniacal ^a	0.32	0.21	0.27	0.23	0.03
No amoniacal	3.10	3.14	3.13	3.01	0.06
Microbiano ^b	1.59	1.40	1.37	1.50	0.12
Dietario ^b	1.48	1.74	1.76	1.51	0.11
g N bacteriano/Kg MOVD ³	33.3	31.9	35.6	33.3	4.28
Digestibilidad PB (%) ^b	54.0	46.2	45.4	53.3	3.31

^a Diferencias significativas respecto a 1Px12 (P < 0.05; test Dunnet).

¹ 1Px12 = 1 período de 12 h a pH 5.5; CTRL = pH constante 6.4; 2Px6 = 2 períodos de 6 h a pH 5.5; 2Px6 = 3 períodos de 4 h a pH 5.5.

² ESM = error estándar de la media.

³ MOVD = Materia orgánica verdaderamente digerida

CONCLUSIÓN

Los resultados confirman que períodos prolongados (12 h) a pH subóptimo afectan a la fermentación ruminal y sugieren que los efectos negativos de un pH reducido dependen del tiempo total que el pH está por debajo del óptimo, y no se alivian al distribuir dicho tiempo en varios ciclos diarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cerrato, et al., 2004. J. Dairy Science. 87, (Suppl. I), 212.
 de Veth, M. J., Kolver, E. S., 2001. J. Dairy Sci. 84:2066.
 Hoover, W. H., 1986. Chemical J. Dairy Sci. 69:2755.
 NRC. 1996. National Academy Press, Washington D.C.
 Olubobokun J. A., y W. M. Craig. 1990. J. Anim. Sci. 68:3360.
 Russell, J. B., Dombrowski, D. B., 1980. Appl. Environ. Microbiol. 39 :604.
 SAS user's guide. 2000 (version 8.1). SAS inst. Inc. Cary. NC.
 Whitehouse, N. L. et al. 1994. J. Anim. Sci. 72:1335.