

Manipulación de la Función Ruminal para Incrementar la Producción Animal

Oswaldo Balbuena
INTA Colonia Benítez, Chaco, Argentina
Casilla de Correo 114 – CP 3500 Resistencia Chaco, Argentina
obalbuena@correo.inta.gov.ar

Introducción

En el rumiante, la mayor parte de la energía y de la proteína disponible para el animal se genera a partir de la fermentación ruminal. Los productos principales de esta fermentación son los ácidos grasos volátiles que luego de absorbidos proveen energía para los procesos metabólicos. La proteína microbiana se genera a partir de la utilización por parte de los microbios de diferentes compuestos nitrogenados (proteína verdadera y nitrógeno no proteico) y de la energía disponible en el rumen. La proteína microbiana es la principal fuente proteica para el animal (la mayor parte de la proteína metabolizable) en condiciones normales de alimentación. Desde hace muchos años los nutricionistas trabajan en la manipulación de los procesos de fermentación ruminal y de otros procesos involucrados en una mayor eficiencia en la utilización de nutrientes para una mayor producción animal. Debe tenerse siempre presente que las mayores y más frecuentes modificaciones de la fermentación, digestión y utilización de nutrientes se producen con la modificación de la dieta consumida por el animal.

En ésta presentación se revisarán brevemente las estrategias generales de intervención, algunos ejemplos de intervenciones específicas y luego se presentan algunas experiencias del autor y de su equipo de trabajo.

Estrategias Generales

Considerando todo el animal, el incremento de la producción se puede lograr interviniendo en los siguientes items, teniendo en cuenta que algunas de las intervenciones propuestas todavía están en etapa experimental y/o constituyen objetivos de investigación:

- 1. Metabolismo energético.** Se puede aumentar el consumo de energía y/o disminuir las pérdidas energéticas. Cuando el consumo de energía está limitado por el llenado ruminal, las intervenciones pueden ser incrementar la densidad energética de la dieta (mayor concentración de Mcal de EM/kg de MS), incrementar la fragilidad de la fibra para un mayor ataque microbiano (por ejemplo el tratamiento con amoníaco del material fibroso), aumentar la habilidad de los rumiantes para procesar alimentos fibrosos (por ejemplo proveyendo nutrientes limitantes para los microbios ruminales). La principal pérdida de energía durante el proceso de fermentación es el metano, un gas de alto valor energético que generalmente se pierde con el eructo. Una consideración separada merece el efecto “invernadero” que posee este gas cuando se libera a la

atmósfera. La producción de metano está asociada a la producción de acetato. Cuando se incrementa la producción de propionato se produce menor cantidad de metano. El propionato a su vez produce mayor beneficio para el animal porque se retiene mayor energía (mayor retención de carbono reducido para el animal) y su utilización en el metabolismo intermedio es más conveniente ya que puede utilizarse para sintetizar glucosa. El incremento de la densidad energética o el agregado de aditivos (ionóforos) disminuyen la relación acetato: propionato.

2. **Metabolismo proteico.** Se trata de incrementar la relación proteína metabolizable / proteína bruta de la dieta. Cuando se aporta proteínas de buena calidad, es decir con un adecuado balance de aminoácidos esenciales para el animal, se trata de disminuir la proteólisis ruminal. Esta proteólisis se puede disminuir tratando la fuente proteica por medios físicos (calor), químicos (formaldehído), o por regulación de las enzimas proteolíticas de los microbios ruminales. También se puede modificar la degradación y la deaminación de péptidos, consiguiendo de ésta manera un mayor escape de proteína de la dieta al resto del aparato digestivo para su posterior digestión y absorción. Otro enfoque apunta al aumento de la eficiencia de la producción de proteína microbiana. Por ejemplo un adecuado acople de las reacciones anabólicas y catabólicas de compuestos nitrogenados y de energía (es decir que haya energía disponible al mismo tiempo que el nitrógeno está disponible para las bacterias ruminales). Otro ejemplo es la disminución del reciclaje bacteriano mediante la disminución de la predación de bacterias por parte de los protozoos (defaunación).
3. **Metabolismo lipídico.** La concentración de lípidos (aceite, grasa) en la dieta de los rumiantes en pastoreo rara vez supera el 2 al 3 % de la MS. Los ácidos grasos libres son tóxicos para los microbios ruminales. Cuando se desea incrementar la densidad energética mediante el aporte de lípidos, estos deben ser inertes en el rumen. Esto se logra impidiendo la liberación de ácidos grasos libres utilizando las grasas protegidas (encapsuladas en material no degradable en el rumen) o mediante la inhibición del efecto tóxico con sales cálcicas (jabones) de ácidos grasos. Estos últimos son inertes porque tiene bloqueado su grupo carboxilo.
4. **Beneficios a la salud animal.** Las intervenciones más conocidas son la reducción de la acidosis láctica ruminal (enfermedad producida por la acumulación de ácido láctico en el rumen, generalmente en dietas de alta densidad energética) mediante el uso de antibióticos. Otro ejemplo ilustrativo es la inoculación con bacterias que degradan tóxicos, como por ejemplo la mimosina (tóxico presente en la leucaena).

Ejemplos de estrategias específicas

- Tratamiento post-cosecha de forrajes tendientes a incrementar la fragilidad de la fibra:

Químico: NH_3 , NaOH
Biológico: hongos
Enzimas: celulasas, hemicelulasas
Ingeniería genética: celulasas en lactobacilos

- Inoculantes microbianos

- Detoxificación de la mimosina
- Levaduras
- Reducción de nitratos
- Acetogénesis ($\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow$ acetato)
- Ingeniería genética de bacterias ruminales
 - Selección de organismo con nicho ecológico amplio

- Antibióticos
- Factores de crecimiento para microbios ruminales
- Procesamiento de alimentos
- Inhibidores de enzimas
- ↑ flujo salival
- ↑ tasa de pasaje
- Inhibidores de la metanogénesis
- Síntesis de nutrientes resistentes al ambiente ruminal
- Defaunación (eliminación de protozoos)
 - Principales efectos provocados por la eliminación de protozoos:
 - ↑ N bacteriano
 - ↓ metanogénesis
 - ↓ digestibilidad ruminal de la fibra
 - ↓ degradación ruminal de proteína no soluble
 - ↓ biohidrogenación de ácidos grasos
 - ↑ degradación ruminal del almidón
 - ↑ y cambia la población bacteriana y fúngica
 - cambia la cinética de la digesta

La defaunación parece proteger al rumiante cuando consume dietas con bajo tenor proteico. No existe total acuerdo sobre la conveniencia de eliminar protozoos. Algunos investigadores piensan que los protozoos son parásitos de los rumiantes, mientras que otros opinan que se gana poco o nada eliminándolos.

En trabajos realizados con novillos con cánula ruminal, la inclusión de semilla de algodón en el suplemento produjo un descenso lineal de la población de protozoarios ruminales, con cambios menores en la composición genérica (Balbuena y col., 2001). A cada aumento de semilla de algodón en el suplemento, se registró un descenso lineal de la cuenta de protozoos: 13,51; 9,29; 6,47 y 4,38 protozoos $\times 10^4$ / ml, para los tratamientos 0; 0,75; 1,50 y 2,25 kg de semilla de algodón en el suplemento (cuenta de protozoarios =

12,94 – 4,028 x 10⁴ * kg de semilla de algodón). Los lípidos provenientes de la semilla de algodón constituyeron hasta el 7,8 % de la MS de la dieta cuando se suministró 2,25 kg de semilla de algodón. Se constató, además, que 1,50 y 2,25 kg de semilla de algodón en el suplemento disminuyeron la relación acético:propiónico.

Aditivos: Ionóforos y otros antibióticos

Acciones de Ionóforos:

1. Incrementan la eficiencia del metabolismo energético del rumen y/o animal.
2. Mejoramiento de metabolismo del nitrógeno en el rumen y/o animal.
3. Retardo de los desórdenes de digestión, especialmente acidosis y timpanismo.

Metabolismo Energético

Incremento en la proporción molar de ácido propiónico.
Descenso concomitante de la proporción molar de acetato y butirato.
Frecuentemente esto se asocia con un descenso en la producción de metano.
Mejora de la performance animal asociada a la mayor retención de carbono y energía en la fermentación ruminal.
No se descartan efectos post-ruminales.

Metabolismo del Nitrógeno

Efecto de ahorro proteico, asociado a un descenso en la producción NH₃ en el rumen.
La deaminación estaría más inhibida que la proteólisis.
Nuevos aislamientos de peptoestreptococos y clostridios, Gram + y altamente sensibles a los ionóforos, no proteolíticas y productoras de NH₃ contribuirían a explicar este efecto.
Estas bacterias utilizan AA como fuente de energía y la capacidad de producción de NH₃ es 20 veces superior a la del *B. ruminicola*.
Esto resulta en un Incremento de la proteína by-pass.
No se descartan otros efectos post-ruminales sobre el metabolismo proteico (ej. : uso de propionato en lugar de AA en la gluconeogénesis).

Desórdenes en dietas de feedlot

Antibiótico que deprimen o inhiben los microorganismos Gram + son útiles para controlar la acidosis láctica en bovinos alimentados con dietas altas en concentrados.

En estas condiciones los Gram + son los productores primarios de en rumen: *Streptococcus bovis*.

Efecto de monensina sobre la performance de bovinos

Resumen del efecto de monensina sobre la producción animal

Tipo de Dieta	Variable	Control	Monensina	Cambio, %	Ref. ^a
Concentrada	ADP, kg	1.09	1.10	1.6	1
	Consumo, kg	8.27	7.73	-6.4	
	Alimento/ADP	8.09	7.43	-7.5	
Concentrada	ADP, kg	1.26	1.27	.6	2
	Consumo, kg	8.97	8.47	-5.6	
	Alimento/ADP	7.29	6.83	-7.5	
Pastura	ADP, kg	.609	.691	13.5	3
Pastura	ADP, kg	.786	.893	13.7	4
Pastura	ADP, kg	.540	.630	17	5
Pastura	ADP, kg	.560	.650	16.3	6
Pastura	ADP, kg	.590	.680	15.5	6
Heno	ADP, kg	.612	.698	14.1	6
	Consumo, kg	7.39	7.18	-3.1	
	Alimento/ADP	12.4	10.5	-15.3	
Verdeos	ADP, kg	.540	.620	15	7
	ADP, kg	.540	.605	12	
	ADP, kg	1.04	1.12	7.8	
	ADP, kg	1.15	1.24	7.8	
Pastura	ADP, kg	.600	.640	6.7	8
	ADP, kg	.860	.880	2.3	
	ADP, kg	1.16	1.25	7.8	
	ADP, kg	.970	1.02	5.2	
	ADP, kg	.610	.690	13.1	

^a Referencias:

1 = Goodrich et al. (1984), resumen de 228 experimentos.

2 = Owens et al. (1991), resumen de 137 experimentos.

3 = Goodrich et al. (1984), resumen de 24 experimentos.

4 = Wilkinson et al. (1980), 12 experimentos.

5 = Potter et al. (1976), 4 experimentos.

6 = Potter et al. (1986), 24, 11, y 12 experimentos, respectivamente.

7 = Ellis et al. (1984), cada media es un ensayo.

8 = Parrot et al. (1990), 8, 8, 4, 4, y 4 experimentos, respectivamente.

- ° La suplementación con monensina disminuye el peso y la edad a la pubertad en vaquillonas.
- ° La suplementación con lasalocid disminuye la edad a la pubertad en toros.

Resumen de trabajo:

BAMBERMICINA (FLAVOMICINA) Y MONENSINA ADMINISTRADA CON SUPLEMENTOS A BASE MAIZ O MELAZA A BOVINOS DE CARNE EN CRECIMIENTO (Balbuena, 1996).

Con el objetivo de evaluar la eficacia de dos aditivos en dos tipos de suplementos, los aditivos monensina (**M**) y bambermicina (**B**) incluidos en maíz-urea (**MAIZ**) y melaza-urea-gluten de maíz (**MELAZA**) fueron administrados durante dos ensayos de alimentación invernal a bovinos cruza Brahman x Angus de 250 kg de PV promedio. Los tratamientos fueron: MAIZ sin aditivos, MAIZ + 200 mg de M/día, MAIZ + 20 mg de B/día, MELAZA sin aditivos, MELAZA + 200 mg de M/día, MELAZA + 20 mg de B/día y HENO sólo. Los suplementos fueron formulados isoenergéticos e isoproteicos y suministrados a razón de 1,86 kg/día de MAIZ y 2,15 kg/día de MELAZA, en base seca. La dieta base para todos los tratamientos fue heno de pasto bermuda (*Cynodon dactylon*). El diseño fue completamente aleatorizado, utilizando el potrero como unidad experimental (seis animales por potrero, cuatro repeticiones, 168 animales por año). Los suplementos incrementaron ($P < 0,001$) la ganancia de peso vivo (GPV) comparado con HENO sólo (Año 1: 0,56 vs 0,17 kg/an/día; Año 2: 0,73 vs 0,32 kg/an/día). También incrementaron ($P < 0,001$) la condición corporal y disminuyeron ($P < 0,001$) el consumo de heno, comparados con el HENO solo. En el Año 1, M incrementó la GPV en MAIZ (80 g/an/día), pero deprimió la GPV en MELAZA (16 g/an/día; M x suplemento: $P = 0,035$). Monensina no afectó la GPV en el Año 2. La M incluida en ambos suplementos disminuyó en 0,14% del peso vivo ($P=0,099$) el consumo de heno e incrementó la conversión alimenticia, cuando se la incluyó en el suplemento MAIZ. La B incrementó ($P=0,0003$) la GPV en MAIZ (126 g/an/día) y en MELAZA (58 g/an/día) en el Año 1 e incrementó ($P = 0,094$) la GPV en MAIZ (87 g/an/día) y en MELAZA (25 g/an/día) en el Año 2. La B incrementó en 0,14% del peso vivo el consumo de heno ($P = 0,073$) en el Año 1; pero no lo afectó en el Año 2. La B aumentó la eficiencia de conversión alimentaria en el Año 2. Los aditivos M y B incrementaron la GPV o la conversión alimenticia cuando fueron administrados con suplementos a base de maíz. Cuando estos aditivos fueron administrados con suplementos a base de melazas, M no incrementó la GPV y B produjo un incremento menor a la mitad del logrado cuando este aditivo fue administrado con suplementos a base de maíz. Estos resultados sugieren que los aditivos estudiados no se comportan de manera similar con distintos suplementos. Además, el efecto de la M sobre la GPV no fue consistente entre años.

En ensayo con novillos canulados (Balbuena y col., 1999) se determinó que la Bambermicina, agregada a suplementos formulados con maíz o con melaza, no produjo cambios significativos en la cinética de la digesta, síntesis de proteína microbiana, digestibilidad, proporción de ácidos grasos volátiles

(excepto un descenso del butirato) o amoníaco ruminal. La acción de éste antibiótico se postula a nivel post-ruminal.

En vaquillas alimentadas con heno de pasto Bermuda y suplementadas con maíz o melaza, el agregado de Bambermicina incrementó el consumo de heno (Balbuena, 1996).

**Aditivos microbianos de alimentos *Saccharomyces cerevisiae*,
*Aspergillus oryzae***

- Impacto similar a los ionóforos, aproximadamente 7 a 8%.
- Incremento en la ingestión de alimento debido a una aumento (aunque no muy significativo), en la degradación de fibra y acompañado por un aumento en el flujo duodenal de Nitrógeno.
- Ambas observaciones reflejan una población microbiana más activa, como lo refleja el incremento en la cuenta viable de bacterias anaerobias en líquido ruminal (50 al 100%).
- Incremento el número de bacterias celulolíticas y de bacterias utilizadoras de ácido láctico ==> aumento en degradación de fibra y mayor estabilidad de la fermentación.
- Se considera que el estímulo a la cuenta viable está relacionado con la actividad respiratoria de las levaduras, removerían O₂ presente en el líquido ruminal, previniendo toxicidad sobre los anaerobios ruminales.

Efecto del cultivo de levadura sobre la ganancia de peso en bovinos

Referencia	GDP/kg/d		% Respuesta	Tipo Animal y Dieta
	Control	Tratado		
Beeson y Perry 1952 USA	0,58	0,62	6,9	Novillos: Silaje maíz y concentrado
Adams y otros 1981 USA	1,34	1,39	3,7	Novillos 400 Kg: forraje y concentrado
Jacques 1990 USA	1,06	1,25	17,9	Novillos 338 Kg: Silaje maíz y concentrado
Hudyma y otros 1990 USA	0,68	0,82	20	Novillos 242 Kg: 50% forraje y 50% concentrado
Kimenai 1990 Holanda	1,09	1,14	4,6	Toritos 100 Kg: Silaje maíz y sustituto cereal
Dreman				Toros 300 Kg: Silaje

1990 Irlanda	1,11	1,18	6,3	pastura y concentrado
Edwards y otros 1991 Reino Unido	1,22	1,38	13,1	Novillos 400 Kg: Silaje pastura y concentrado
Edwards y otros	1,55	1,58	1,9	Toritos 130 Kg: cereales y proteínas
Edwards 1991 Reino Unido	1,37	1,43	4,3	Toros 300 Kg: cereales y subproductos
Fallon y Hart 1987 Irlanda	0,63 0,64	0,75 0,68	19 6,2	Terneros: cebada/soja Terneros: Gluten maíz/soja

Resumen de trabajo:

Efecto de monensina y/o levadura en novillos con suplementación invernal en pasturas reservadas de otoño en el Este del Chaco (Stahringer y col., 1996).

Se llevó a cabo un ensayo a fin de evaluar el efecto de la adición de ionóforos y/o cultivos de levadura en un esquema de suplementación invernal sobre la ganancia de peso de novillos. El mismo se llevó a cabo sobre pasturas de Dicantio (*Dicanthium aristatum*) reservadas de otoño. Los animales recibieron un suplemento a base de 80% salvado de arroz y 20% expeller de algodón administrado una vez por día al 0,4%; 0,7% y 1% del peso vivo (PV) por períodos de 41; 41 y 42 días, respectivamente desde el 05/06 al 09/10. La oferta inicial de forraje fue de 2 t MS/an. Los tratamientos se aplicaron con un diseño completamente aleatorizado con 2 repeticiones y fueron: T) Testigo: sin aditivos; M) 200 mg de monensina por animal/día; L) Levadura: 30 g de extracto de levadura por an./día; LM) recibieron 30 g de extracto de levadura y 200 mg de monensina por an./día. Se utilizaron de 11 a 12 novillos cebú x británico de un promedio de 333±4 kg de PV por cada repetición de tratamiento. La carga animal resultante fue 1,66 an./ha. Se registró la evolución del PV sin desbaste al inicio y finalización de cada período de suplementación. Se determinó la condición corporal (CC) al inicio y finalización del ensayo. Se tomaron muestras de líquido ruminal por medio de sonda al inicio del ensayo y luego cada 20 a 22 días hasta la finalización del mismo. Se tomaron muestras de sangre con similar periodicidad. Se determinó amonio en líquido ruminal y urea sérica.

La ganancia diaria de PV para todos los tratamientos fue de 0,523 g/an./día. El grupo L mostró una ganancia diaria de PV menor (0,465g/an./día) que los grupos T (0,567g/an./día; P<0,01), M (0,532 g/an./día; P<0,08) y LM (0,593g/an./día; P<0,002). El grupo M tuvo un incremento en CC mayor (1,7) que los grupos L (1,3; P<0,04) y LM (1,3; P<0,04), pero similar al grupo T (1,5; P>0,3). Los tratamientos no afectaron los valores de amonio ruminal (T=7,1; M=6,3; L=7,6; LM=5,9 mg/dl; P>0,4) ni de urea sérica (T=21,6; L=21,2; M=22,6;

LM=24,6 mg/dl; $P>0,7$). Se observó un efecto de fecha de muestreo sobre amonio ruminal ($P<0,002$) y urea sérica ($P<0,003$).

Valores de amonio ruminal y urea sérica por fecha de muestreo (promedio de los 4 tratamientos; en mg/dl)

FECHA	4/6	26/6	15/7	7/8	26/8	18/9	7/10
AMONIO	4,81	3,24	3,24	6,67	9,02	11,95	8,17
UREA	27,19	9,94	11,75	16,5	28,13	31,18	32,06

En conclusión, M y la combinación de LM no incrementaron las ganancias de peso en novillos suplementados con salvado de arroz y expeller de algodón. La adición de L sola al suplemento tuvo un efecto negativo sobre la ganancia de peso vivo invernadero. Estos aditivos tampoco afectaron el amonio ruminal, ni la urea sérica.

Comentarios Finales

La principal manipulación de la fermentación ruminal son los cambios introducidos en la dieta. Hay herramientas para manipular el metabolismo ruminal del nitrógeno y de la energía. Los antibióticos son una alternativa, que debe utilizarse teniendo en cuenta las exigencias de los consumidores. Por ejemplo la UE no acepta este tipo de aditivos en los alimentos de los animales. Para la UE son aceptables los aditivos llamados “probióticos”, entre los que se cuentan los cultivos de levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) y de hongos (*Aspergillus oryzae*). La variabilidad de la respuesta parece una de las características de estos aditivos, marcando una interacción con tipo de dieta. En los sistemas intensivos, como por ejemplo los engordes a corral con alimentación basada en concentrados, la utilización de ionóforos agregan un factor de eficiencia y seguridad. El antibiótico Bambermicina sería más indicado para los sistemas con mayor uso de fibra en la alimentación. Debería considerarse el uso de ionóforos para fines específicos como por ejemplo la mejora en la aptitud reproductiva. Posiblemente la problemática del efecto invernadero presione sobre la necesidad de disminuir la emisión de metano en la producción animal.

Bibliografía

- Balbuena, O. 1996. Effects of Corn and Molasses Supplements with and without Feed Additives on Performance, Voluntary Intake, and Digestive Function in Cattle Fed Bermudagrass Hay. Ph.D. Disertación. University of Florida.
- Balbuena, O., W.E. Kunkle, D.B. Bates, J.E. Moore, L.E. Sollenberger, and A.C. Hammond. 1996. Monensin or bambermycins for growing cattle fed bermudagrass hay supplemented with corn or molasses. J. Anim. Sci. 74(Supl. 1) :198. (Abstract).
- Balbuena, O., Bates, D.B., Kunkle, W.E., Moore, J.E., Sollenberger, L.E., Hammond, A.C. 1999. Effects of bambermycins fed in corn or molasses supplements on digestibility, ruminal digesta kinetics and ruminal fermentation in steers. . IX International Symposium on Ruminant Physiology, Pretoria, South Africa, 17 al 22 de octubre de 1999. S. African J. Anim. Sci. 29 (ISRP) :189-190.

- Balbuena, O., Kucseva, C.D., Arakaki, C.L. y Koza, G.A. 2001. Efecto de niveles de semilla de algodón sobre el ambiente ruminal de novillos alimentados con heno de pasto estrella. *Rev. Arg. Prod. Animal* 21(Supl. 1):2-3.
- Kucseva, D., Balbuena, O., Arakaki, L.C. y Velazco, G. 1999. Suplementación diaria o dos veces por semana, con y sin aditivo en recría, ensayo exploratorio. Presentado en XX Sesión de Comunicaciones Científicas, Facultad de Ciencias Veterinarias, p. 21. UNNE, Corrientes, 8 de setiembre de 1999.
- Kucseva, D., Balbuena, O., Arakaki, L.C. y Velazco, G. 1999. Suplementación invernada discontinua en vaquillas con o sin agregado de virginiamicina en el suplemento. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 1999*, UNNE. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*, Tomo 4, pp.153-155.
- Kunkle, W.E., J.E. Moore, and O. Balbuena. 1996. Self-fed molasses-based products to alter plane of nutrition. *Proceedings Western Section, American Soc. Of Anim. Sci.* 47(Supl. 1) : 104-114.
- Kunkle, W.E., J.E. Moore, and O. Balbuena. 1997. Recent research on liquid supplements for beef cattle. In: 8th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, pp. 81-95. Gainesville, Florida.
- Nagaraja, T.G.; Newbold, C.J.; Van Nevel, C.J., Demeyer, D.I. 1997. Manipulation of Ruminant Fermentation. In: *The Rumen Microbial Ecosystem*, Hobson, P.N. and Stewart, C.S. (Eds.). Blackie Academic & Professional, London.
- Stahring, R.C., Balbuena, O. y Cavarcos, G. 1998. Efecto de suplementación y monensina sobre la aptitud para el entore y la preñez en vaquillas para servicio de otoño. Presentado Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Nacional del Nordeste, Resistencia, octubre de 1998.
- Stahring, R.C., Arakaki, L.C., Balbuena, O., Gándara, F.R., D'Agostini, A.D. 2000. Efecto de la administración de monensina y/o cultivo de levadura sobre parámetros ruminales en novillos con suplementación invernada. XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), Montevideo, marzo/2000.
- Stahring, R.C., Balbuena, O., Kucseva, C.D., Cavarcos, G. 2000. Efecto de la utilización de monensina sobre la aptitud reproductiva de vaquillas. XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), Montevideo, marzo/2000.
- Van Nevel, C.J., Demeyer, D.I. 1988. Manipulation of Rumen Fermentation. In: *The Rumen Microbial Ecosystem*, Hobson, P.N. (Ed.). Elsevier Appl. Sci., London.