

USO DE UREA DE LIBERACIÓN LENTA EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES

Dr. Marcelo Manella*. 2012. Engormix.com.

*Gerente Técnico de Rumiantes para América Latina, Alltech, Brasil.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Suplementación proteica y con NNP](#)

INTRODUCCIÓN

Los rumiantes poseen una gran capacidad de transformar alimentos de bajo valor nutritivo para humanos, como los forrajes, en productos de alto valor nutritivo, como la leche y la carne. Este proceso de transformación solo es posible a través de un complejo proceso de digestión que involucra el crecimiento y la actividad de microorganismos del rumen. Este proceso, cuando es eficiente, permite una óptima fermentación del alimento, que tiene como subproductos ácidos grasos volátiles, que son la principal fuente de energía para los bovinos. Además las bacterias, que son ricas en proteína de alta calidad, son transferidas para los intestinos, convirtiéndose en la principal fuente de proteína para los rumiantes. La proteína microbiana es la principal fuente de aminoácidos para animales rumiantes, siendo que esta es la que más se asemeja a la leche y a la carne.

De esta forma, el mayor desafío para los nutricionistas de rumiantes es proporcionar nutrientes, carbohidratos y proteínas para mejorar la eficiencia del rumen. La eficiencia de síntesis de proteína microbiana en el rumen depende de los efectos de la fermentación en él sobre la degradación de los componentes de los alimentos y sobre la síntesis de compuestos que serán utilizados por el hospedero a través de la absorción en el rumen e intestinal (HOOVER; STOKES, 1991). El éxito de tal proceso determinará la mejor o peor capacidad de conversión del alimento en producto animal (carne y leche).

FUNCIÓN DEL RUMEN

Según STOKES *et al.* (1991), niveles adecuados de proteína degradable y de carbohidratos no estructurales aumenta la eficiencia microbiana, mejoran la digestión de los alimentos y aumentan la producción de ácidos grasos volátiles, mejorando de esta manera la síntesis de la proteína microbiana. De acuerdo con el NRC (2001), la maximización de la síntesis de proteína microbiana es benéfica, debido al hecho de que el perfil de aminoácidos microbianos es la fuente que más se aproxima del requerimiento de los rumiantes, cuando es comparado a otras fuentes de proteína.

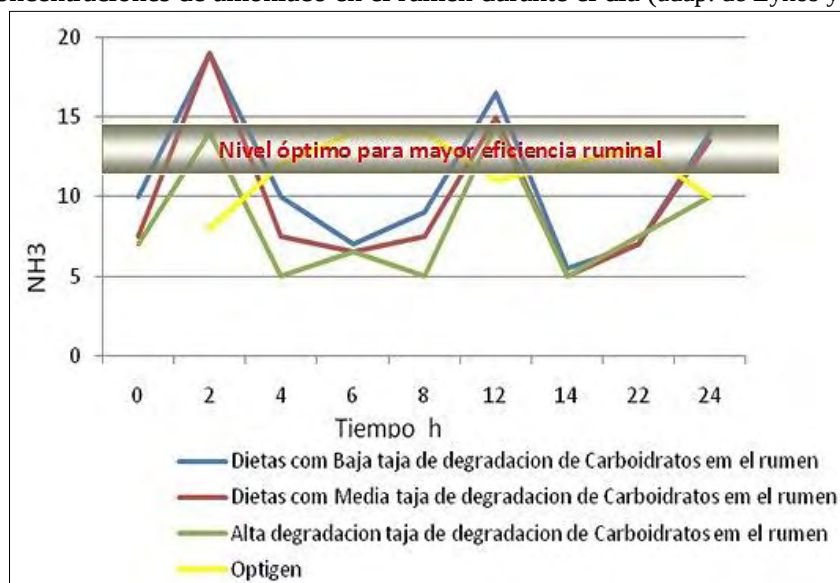
Para mejorar la eficiencia microbiana, la manipulación de la dieta debe en primer lugar buscar la maximización de energía en el rumen y, después, la cantidad adecuada de fuente de nitrógeno (N). Después de esto, el uso de fuentes que puedan mantener una liberación lenta de nitrógeno, de forma que los niveles de amoníaco sean constantes en el rumen (HENNING, *et al.*, 2003). El nivel ideal de amoníaco en el rumen para óptima eficiencia debe estar entre 10 y 20 mg/dl. Valores arriba de estos incurren en pérdidas de N para la sangre, mientras que valores más bajos resultan en pérdida de eficiencia en el rumen.

Bacterias celulolíticas usan prácticamente solo el amoníaco como fuente de nitrógeno y su capacidad fermentativa es considerablemente menor en la ausencia de $N-NH_3$, ya que su capacidad de usar N en la forma de aminoácidos y péptidos es bastante reducida. Las bacterias amilolíticas crecen más rápidamente utilizando cerca de 60% de péptidos y aminoácidos y 34 % de amoníaco como fuentes de N para su crecimiento (RUSSELL *et al.*, 1992). Además de eso, las bacterias que degradan almidón, pectina o azúcares son capaces de continuar la degradación del substrato aún cuando N es limitante. Ese fenómeno es conocido como "*energy spilling*" o gasto inútil de energía (TEDESCHI; FOX; RUSSELL, 2000a), pues las bacterias no tienen como multiplicarse. Ya las que degradan fibras no son capaces de degradar substrato cuando el N es limitante, y mucho menos multiplicarse. De esta manera, el N en la forma de amoníaco en el rumen es fundamental para una óptima función.

Los niveles adecuados de amoníaco en el rumen pueden ser alcanzados por la degradación de proteína/péptidos de origen vegetal, donde hay gasto de energía, o simplemente por la hidrólisis de la urea. La urea es una importante herramienta en la nutrición animal, por ser una fuente de alta densidad de proteína degradable en el rumen (280% de proteína bruta - PB). También es una importante fuente de proteína degradable en el rumen (PDR), conocida como Nitrógeno No Proteico (NNP), y su alta densidad de equivalente proteico permite reducir los costos de las dietas. Sin embargo, su rápida solubilización implica en pérdidas de N, lo que causa reducción en la eficiencia microbiana y riesgos de intoxicación, pues la cantidad de N en el rumen excede la capacidad de asimilación de las bacterias.

Como es posible observar en la Figura 1, los niveles de amoniaco en el rumen oscilan durante el día en función de las principales alimentaciones (mañana y tarde), siendo que en las primeras 2 horas posteriores a la alimentación se producen niveles excesivos de amoniaco y, después de 3 horas, son alcanzados niveles limitantes.

Figura 1.- Concentraciones de amoniaco en el rumen durante el día (adap. de Lykos y Vargas, 1997).

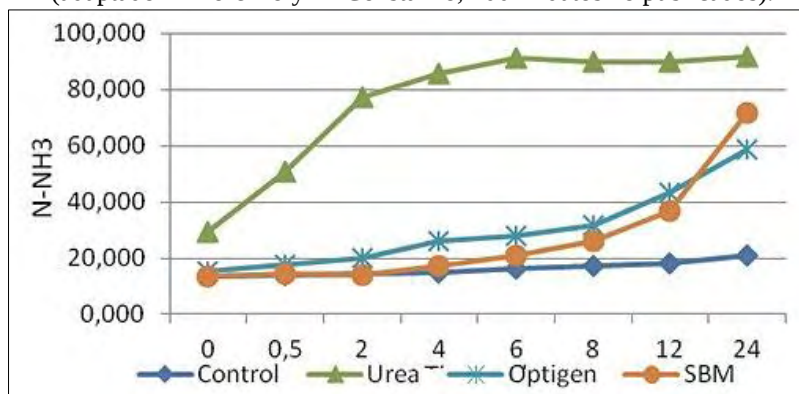


USO DE NNP DE LIBERACIÓN LENTA (OPTIGEN) PARA OPTIMIZACIÓN DE LA FUNCIÓN EN EL RUMEN

Compuestos con liberación lenta de NNP desarrollados previamente, tales como la isobutilidina monouréa (MATHISON *et al.*, 1994), el biureto (LÖEST *et al.*, 2001), el Starea (BARLEY y DEYOE, 1975), la urea extruida en almidón (amireia; HELMER; BARTLEY; DEYOE, 1970; HELMER *et al.*, 1970), la urea tratada con formaldeído (PROKOP y KLOPFENSTEIN, 1977) y la urea recubierta por aceite de [semilla](#) de linaza (Forero *et al.*, 1980), no mostraron ventajas porque la formación de amoniaco a partir de estos compuestos en el rumen, aunque más lenta comparada con la urea, pero aún es rápida de más para mejorar la utilización del nitrógeno por las bacterias del rumen (OWENS y Zinn, 1988; AKAY *et al.*, 2004).

El desarrollo de protección efectiva de la urea con extractos vegetales posibilitó el desarrollo de Optigen, siendo esta la única fuente de liberación lenta comprobada científicamente (GARCÍA-GONZALES, *et al.* 2007; PAULA, *et al.* 2009; RIBEIRO *et al.* 2010, REYES, *et al.* 2011). DI LORENZO y DI CONSTANZO (2007) demostraron que la velocidad de liberación de N del Optigen es similar al de la soja (Figura 2). Esta liberación lenta garantiza un aporte de nitrógeno más constante en el rumen a lo largo del día (PAULA, *et al.* 2009), pudiendo mantener los niveles de amoniaco adecuados en los períodos de niveles más bajos (Figura 1).

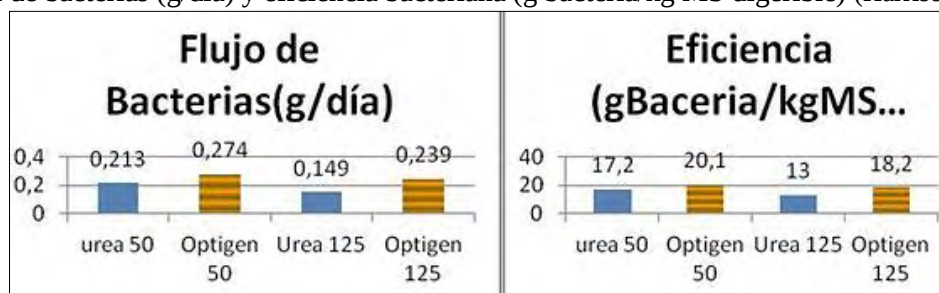
Figura 2.- Niveles de amoniaco en medio líquido de diferentes fuentes de N (adaptado Di Lorenzo y Di Constanzo, 2007 - datos no publicados).



La mayor liberación de N por el Optigen ocurre a partir de 3-4 horas, momento en que los niveles de amoniaco en el rumen están iniciando su caída y, por otro lado, varios nutrientes de la dieta, como el almidón y las fibras, inician su digestión. Eso indica que existe disponibilidad de carbohidratos, pero falta N, lo que hace con que las bacterias entren en un proceso de "energy spilling", reduciendo de esa forma su síntesis y eficiencia. Pero,

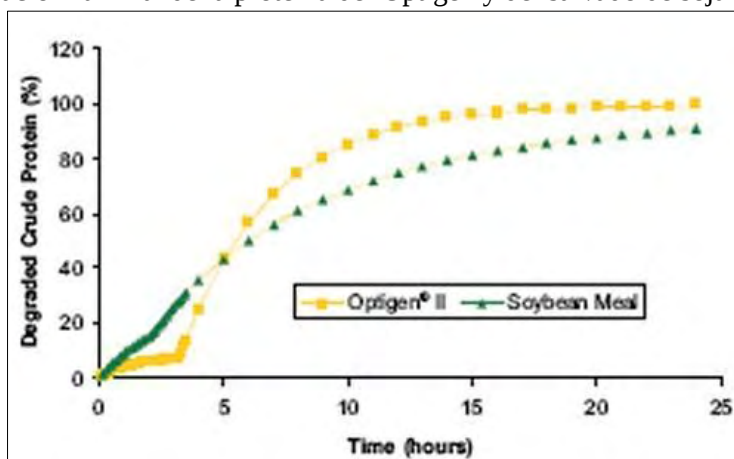
en la Figura 3, es posible observar que cuando se utiliza Optigen ocurre un aumento en la síntesis de bacterias (g/día, +42%) y en la eficiencia de utilización de materia seca (g bacterias/g de MS digerible, +27%).

Figura 3.- Uso de diferentes dosis de urea u Optigen (50 a 100 g) en rumen artificial y efectos sobre la producción de bacterias (g/día) y eficiencia bacteriana (g bacteria/kg MS digerible) (Harrison et al., 2006).



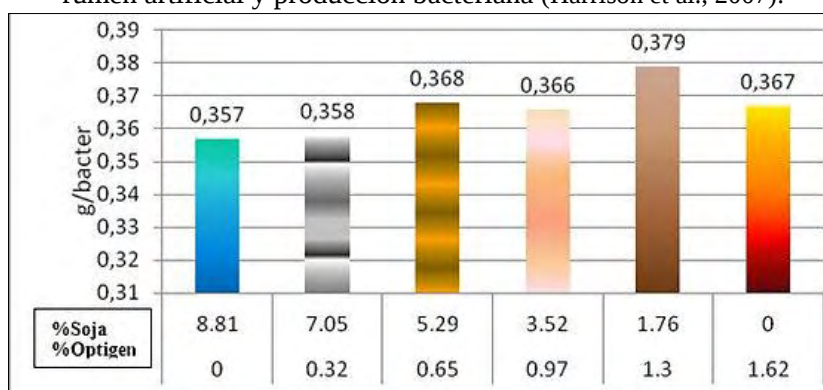
Considerando que la degradación ruminal del Optigen es exactamente igual a la del salvado de soja (Figura 4, PALMER et al., 2007) y que este es una fuente concentrada de N de liberación lenta con equivalente proteico de 256%, Optigen es una alternativa a las fuentes de proteína verdadera (SINCLAIR, 2008) en tiempos de elevados precios de *commodities*. O sea, con el uso de Optigen es posible reducir la inclusión de proteínas verdaderas, creando espacio en las fórmulas y posibilitando mayor flexibilidad en las dietas. El espacio creado en la dieta puede ser usado para inclusión de más volumen, subproductos y fuentes nobles de energía.

Figura 4.- Degradación ruminal de la proteína del Optigen y del salvado de soja (Palmer, et al. 2007).



En este contexto, HARRISON et al. (2008), trabajando con rumen artificial, demostraron que el salvado de soja puede ser substituido en hasta 100%, sin afectar de forma negativa la síntesis microbiana (Figura 5). Respuesta similar fue observada por SINCLAIR et al. (2008), al substituir proteína vegetal por Optigen.

Figura 5.- Evaluación de la Sustitución de salvado de soja por Optigen en rumen artificial y producción bacteriana (Harrison et al., 2007).



En promedio, con el uso de Optigen se observa un incremento de 3 a 5% en la síntesis de proteína microbiana en los estudios realizados *in vitro* (HARRISON, 2007). Este incremento de 5% de proteína microbiana, de

acuerdo con el NRC leche (2001) y NRC corte (2000), se traduce en aumentos de aproximadamente 1,5 litros de leche o 100 gramas a más de ganancia de peso por día.

RESPUESTA AL USO DE OPTIGEN EN BOVINOS DE CORTE Y LECHE

Optigen es una tecnología que está siendo ampliamente utilizada en dietas de bovinos de corte y leche, tanto en investigaciones como en sistemas comerciales, resultando en diversos beneficios y óptimos resultados bio-económicos.

Un estudio en bovinos de corte evaluó la Sustitución en niveles crecientes del salvado de soja por Optigen (50% y 100%, o 100% de Sustitución del salvado de soja y más mitad de la urea en la formulación), siendo que el espacio generado en la dieta fue completado por pulpa cítrica. Las dietas con Optigen promovieron mayores ganancias de peso y peso de esqueleto, con mejoría en la conversión y eficiencia alimentar (Carareto, datos no publicados).

Tabla 1.- Ganancia de peso vivo corregido (kg/día), peso de esqueleto (kg), consumo de materia seca (kg), conversión (consumo kg/ganancia kg) y eficiencia alimentar (ganancia g/consumo kg) de bovinos Nelore recibiendo niveles crecientes de Optigen en Sustitución al salvado de soja.

Tratamiento	GPD (ajustado, kg/día) ^a	Peso de esqueleto (kg)	Consumo (kg)	Conversión (consumo kg/ganancia kg)	Eficiencia (ganancia g: consumo kg)
FS	1,45	266,60	10,12	7,02	143,87
Optigen 50 g ^b	1,56	271,34	10,43	6,85	147,60
Optigen 100 g ^b	1,55	270,35	10,15	6,96	145,28
Optigen 150 g ^b	1,64	275,45	10,28	6,80	147,87

a.- Ganancia corregida para el mismo rendimiento de esqueleto

b.- Optigen 50: Sustitución de 50% del FS; Optigen 100: Sustitución de 100% del FS;

Optigen 150: Sustitución de 100% del FS y %50 de la urea.

Adaptado de Carareto (datos parciales no publicados, tesis de doctorado).

En Texas, EE.UU., Bourg et al. (2009) trabajaron con novillos Angus y evaluaron el uso de Optigen en dietas conteniendo maíz floculado, en Sustitución total de la urea y en Sustitución total de la urea y el salvado de algodón, siendo así la única fuente de proteína. Fue observada una mejoría en la conversión alimentar de los animales con el uso de Optigen, así como aumento en la ganancia de peso (Tabla 2).

Tabla 2.- Efectos del uso de Optigen en dietas de bovinos de corte en confinamiento.

	1,2 % Urea	1,3 % Optigen	3,1 % Optigen
GPD, kg/día	1,17	1,23	1,26
IMS, kg	8,24	8,18	7,95
Consumo: Ganancia, kg	7,13	6,81	6,46

Adaptado de Bourg et al. (2009).

Las mejoras de ganancia de peso pueden ser explicadas por el mejor aporte de energía en función de una mayor eficiencia ruminal, lo que mejora la digestibilidad de la dieta (VALINOTE et al., 2000; GONÇALVES et al., 2007).

En estudios conducidos en diferentes países, con diferentes estrategias de uso, se han observado mejorías significativas en la conversión alimentar, en el orden de aproximadamente 4,4% (Tabla 3). En un rápido análisis económico con precios promedios de dietas de confinamiento alrededor de US\$ 0,30/kg de MS, el costo de ganancia de dietas control es de US\$ 1,31/kg y, con Optigen, de US\$ 1,21. La mejor conversión promedio observada en 15 dietas conteniendo Optigen, en 9 estudios diferentes, representó una ganancia económica de cerca de US\$ 10/100 kg de peso vivo ganado en confinamiento.

Tabla 3.- Conversión alimentar de dietas con y sin Optigen en diferentes estrategias de formulación para bovinos de corte en confinamiento.

	Conversión alimentar (consumo kg/ganancia kg)			
	Control	Optigen	% mejora	Observación
Carareto (2011) - Brasil	7,02	6,8	3,13	Sustitución de soja 100% y 50% de urea
Carareto (2011) - Brasil	7,02	6,96	0,85	Sustitución de soja 100%
Carareto (2011) - Brasil	7,02	6,85	2,42	Sustitución de soja 50%
Corte et al. (2009) - Brasil	6,74	6,27	6,97	Sustitución de soja 50%
Corte et al. (2009) - Brasil	6,74	6,81	-1,04	Sustitución de soja 50% y 100% de urea
Ferreiz et al. (2009) - Uruguay	7,5	6,8	9,33	Sustitución de salvado de girasol 100%
Muro et al. (2011) - Argentina	4,59	3,87	15,69	Sustitución de salvado de girasol 100%
Mascardi (2006) - Argentina	7,64	7,59	0,65	Sustitución de salvado de girasol 100%
Simeone et al. (2009) - Uruguay	8,4	8,5	-1,19	Sustitución de girasol (espacio completado con forraje)
Timmermans (2010) - EE.UU.	7,9	7,46	5,57	50 g on top
Holland et al. (2011) - EE.UU.	5,64	5,54	1,77	Sustitución de soja 50%
Holland et al. (2011) - EE.UU.	5,64	5,53	1,95	Sustitución de soja 100%
Bourg et al. (2009) - EE.UU.	7,13	6,81	4,49	Sustitución de urea
Bourg et al. (2010) - EE.UU.	7,13	6,46	9,40	Sustitución de urea e 100% de algodón
Italia	6,9	6,42	6,96	Sustitución de soja 100%
Cabrita (2008)	5,01	4,57	8,78	Sustitución de soja y gluten de maíz
Promedio	6,75	6,45	4,43	

El concepto de reformulación con el uso de Optigen también está siendo aplicado con éxito en dietas de vacas de leche. Akay et al. (2004) evaluaron el desempeño de 220 vacas lecheras recibiendo una dieta control o una dieta conteniendo Optigen. La dieta conteniendo urea de liberación lenta fue reformulada, retirando parte de la proteína verdadera, pero manteniendo las dietas isonitrogenadas e isoenergéticas. Las vacas que consumieron la dieta reformulada presentaron un aumento de 9% en la producción (Tabla 4) y, según los autores, ese aumento probablemente ocurrió debido a una mejor eficiencia del N en el rumen, en comparación al N del salvado de soja.

Tabla 4.- Promedio de los cuadrados mínimos de producción de leche y porcentaje de grasa y proteína en la leche.

Ítems	Control	EP	Optigen	EP	P
Producción de leche, kg/día	37,90	1,20	41,59	1,07	< 0,01
Grasa en la leche, %	3,72	0,08	3,48	0,07	< 0,01
Producción de grasa, kg/día	1,41	0,04	1,44	0,03	0,48
Proteína en la leche, %	3,01	0,03	2,95	0,03	0,03
Producción de proteína, kg/día	1,12	0,03	1,22	0,02	< 0,01

En esta misma línea de trabajo, Inostroza (2009) desarrolló un estudio involucrando 16 haciendas lecheras en Winsconsin, EE.UU., con un total de 2368 vacas. Las haciendas fueron sometidas a un delineamiento cross-over y las dietas fueron reformuladas, sustituyendo parte del salvado de soja por 114 g de Optigen y ensilaje de maíz. Fue observado un aumento promedio de 0,5 L/vaca (Tabla 5) que, asociado a la reducción de costo de la dieta y al aumento en la producción de leche, generó ingresos de US\$ 0,21/vaca/día.

Tabla 5.- Producción promedio de leche en las dietas control y dieta conteniendo Optigen.

	Control	Optigen	EP	P
Leche (L/día)	35.4	35.9	0.2	<0.01
Grasa	3.72	3.69	0.02	0.07
Proteína	2.98	2.97	0.01	NS

Adaptado de Inostroza (2009).

Así como en bovinos de corte, los estudios con Optigen en vacas de leche han mostrado alta consistencia y repetición de los resultados. Una evaluación incluyendo 18 experimentos conducidos en diferentes países indicó

un aumento promedio de 1,3 L de leche/vaca/día (Tabla 6), considerando apenas la sustitución de proteína vegetal, en la mayoría de las veces salvado de soja, por Optigen.

El uso de urea de liberación lenta posibilita a los nutricionistas un mejor ajuste de las dietas para maximización del rumen y aumento de la productividad, sin mencionar la cuestión de seguridad. Para los productores, esa tecnología permite no solo la mejoría del desempeño animal, sino también la reducción en los costos de fórmulas y ganancias indirectas, como mayor facilidad de transporte y almacenaje de fuentes de proteína vegetal (considerando que cada 2 ton. de Optigen equivalen a 16 ton. de salvado de soja, ó 22 ton. de salvado de algodón). De esa manera, la economía también puede ser obtenida a través de la reducción de los costos de transporte del mismo volumen de proteína.

Tabla 6.- Resultados de diferentes estudios publicados comparando dietas control y dietas conteniendo Optigen (en sustitución a la proteína vegetal).

	Control (l/día)	Optigen (l/día)	Diferencia (L/día)	%
Santos et al. (2009)	31,5	31,6	0,1	0,32
Neto et al. (2009)	26,4	27,4	1,0	3,76
Akay (2004)	38,0	41,6	3,6	9,53
Silveira et al. (2010)	27,0	27,2	0,2	0,74
Silveira et al. (2010)	38,4	38,8	0,4	1,04
Bicalho (2011)	28,8	29,8	1,0	3,36
Inostrosa (2009)	35,4	35,9	0,5	1,41
Lobos (2008)	37,3	38,2	1,0	2,55
Varga e Ishler (2009)	40,5	41,6	1,1	2,72
Steward Jr et al. (2008)	24,9	26,1	1,2	4,78
Souza et al. (2011)	36,4	38,1	1,7	4,67
Akay (2004)	40,1	40,4	0,2	0,55
Kowalski et al.	42,9	44,5	1,6	3,73
Aguirre et al. (2006)	46,3	46,5	0,2	0,50
Agovino (2007)	22,6	23,1	0,5	2,25
Agovino (2007)	24,0	25,2	1,3	5,30
Andrieu et al. (2008)	15,6	16,7	1,1	7,05
Arreucochea (2010) (com. pers.)	15,7	22,5	6,8	43,31
Promedio	31,77	33,1	1,3	4,10

REFERENCIAS

- AKAY, V.; TIKOFSKY, J.; HOLTZ, C.; DAWSON, K. Optigen® 1200: controlled release of non-protein nitrogen in the rumen. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, ALLTECH'S TWENTY FIRST ANNUAL SIMPOSIUM, 20, 2004, Nottingham. Proceedings... Nottingham: Nottingham University Press, 2004. p.179-185.
- AGUIRRE, S., J. RODRIQUEZ, R. GAMA, S. MUNOZ, J. LOPEZ; E. ARISTA. Use of slow release urea and its effects on milk yield and composition of Holstein. In: Nutritional biotechnology in the Feed and Food Industries, Proceedings of Alltech's 22nd Annual Symposium (poster session), Lexington, KY, USA, April 24-26. 2006.
- ANDRIEU, S., K. GLEBOCKA AND K. KORDACZUK. 2008. Effect of diet formulation with Optigen® II on milk production of cows in mid-late lactation. In: Alltech's 24th International Animal Health and Nutrition Symposium (poster session), Lexington, KY, USA, April 20-23. 2008.
- BARTLEY, E.E., C.W. DEYOE. Starea as a protein replacer for ruminants. A review of 10 years of research. Feedstuffs, v. 47, p. 42-44, 1975.
- BOURG, B.M., L.O. TEDESCHI, T.A. WICKERSHAM AND J.M. TRICARICO. Effects of Optigen® on performance and N balance of growing cattle fed steam-flaked corn. J. Dairy Sci. 92(Suppl. 1):341. 2009
- CORTE, R., J. FILHO, F. BRITO, P. LEME, M. MANELLA; A. VALINOTE. 2010. Effects of different non-protein nitrogen sources on the performance and carcass characteristics of feedlot Nellore steers. In: Alltech's 26th International Animal Health and Nutrition Symposium (poster session), Lexington, KY, USA, May 16-19.2010.
- DI LORENZO, N.; DI CONSTANZO, A. How do different ingredients affect in vitro ruminal NH₃-N concentrations over time? Universidad de Minesota. No Publicado, 2007.
- FERREZ, A., J. SABBIA AND M. MANELLA. Replacement of vegetable protein with Optigen® at commercial feedlot in Uruguay. In: Alltech's 26th International Animal Health and Nutrition Symposium (poster session), Lexington, KY, USA, May 16-19.2010.
- FORERO, O., F.N. OWENS, K.S. Lusby. Evaluation of slow-release urea for winter supplementation of lactating range cows. Journal Animal. Science., v. 50, p. 532-538, 1980.

10. GARCIA-GONZALEZ, R., J. TRICARICO, G. HARRISON, M. MEYER, K. MCLEOD, D. HARMON AND K. DAWSON. Optigen® II is a sustained release source of non-protein nitrogen in the rumen. *J. Anim. Sci.* 85(Suppl. 1):98. 2007.
11. GONCALVES, A., M. MANELLA AND J. DEMARCHI. Optigen® II in supplements fed to Nelore beef steers receiving low quality *Brachiaria brizantha* hay. In: *Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries, Proceedings of Alltech's 23rd Annual Symposium* (poster), Lexington, KY, USA, May 20-23. 2007.
12. HARRISON, G.J, MEYER, M.D.; DAWSON, K. Effect of Optigen® and ruminally degradable protein level on fermentation, digestion, and N flow in rumen-simulating fermentors. In: *Alltech's 24th International Animal Health and Nutrition Symposium* (pôster session), Lexington, KY, USA, April 20-23.2008
13. HARRISON, G., J. TRICARICO AND K. DAWSON. Effects of urea and controlled-release nitrogen on ruminal fermentation and microbial protein synthesis in rumen-simulating cultures. *Reprod. Nutr. Dev.* 46(Suppl.1):96. 2006
14. HARRISON, G., J. TRICARICO, M. MEYER; K. DAWSON. Effects of Optigen® II on fermentation, digestion and nitrogen partitioning in rumen-simulating fermentors. *J. Anim. Sci.* 85(Suppl. 1):98. 2007.
15. HENNING P.H., STEYN D.G., MEISSNER H.H., Effect of synchronization of energy and nitrogen supply on ruminal characteristics and microbial growth, *J. Anim. Sci.* 71 (1993) 2516-2528.
16. HELMER, L. G.; BARTLEY, E. E.; DEYOE, C. W.; MEYER, R. M.; PFOST, H. B. Feed processing. Effect of an expansion-processed mixture of grain and urea (Starea) on nitrogen utilization *in vitro*. *Journal of Animal Science*, v. 53, p. 330, 1970b.
17. HOOVER, W. H. Chemical factors involved in fiber digestion. *Journal of Dairy Science*, v. 69, p. 2755 - 2766, 1986.
18. HOOVER, W. M., STOKES, S. R. Balancing Carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. *Journal of Dairy Science*, v.74, p.360-372, 1991.
19. INOSTROSA, F. M. Evaluation of optigen® use in commercial dairy herd diets. Master thesis. University of wisconsin-madison. 2009
20. LÖEST, C. A.; TITGEMEYER, C. E.; LAMBERT, B. D.; TRATER, A. M. Branched-chain aminoacids for growing cattle limited-fed soybean hull-based diets. *Journal of Animal Science.* v.79, p.2747-2753, 2001.
21. LOBOS, P.A. Z. Evaluacion del uso de dos fuentes nitrogenadas una a base de soya y otra con nitrógeno no proteico de liberación controlada (Optigen® II, Alltech) en vacas lecheras holstein de alta producción. Trabajo de titulación presentado como requisito para optar al título de médico veterinario. Universidad De Las Américas Facultad De Ciencias Agropecuarias Y Ambientales Escuela De Medicina Veterinaria. 63p. 2008
22. MANUFACTURERS, Rochester, *Proceedings Rochester: University of Cornell*, p.224-238, 2000a.
23. MURO, E.; MANELLA, M. Q.; DE ELIA, C. Field evaluation of all concentrate diets formulated with Optigen and urea as the main source of crude protein, compared with sunflower meal. In: *Alltech's 27th International Animal Health and Nutrition Symposium* (pôster session), Lexington, KY, USA, May 22-25. 2011
24. NETO, G.F; REIS, R. B.; SOUZA, B. M.; BICALHO, A. F.; OLIVEIRA, P.P; MELO, E. F.; REIS, L.P. Efeito da Substituição parcial do salvado de soja por ureia de liberación controlada ou não no consumo e produção de leite para vacas em lactação alimentadas com dietas baseadas em cana de açúcar. In: 46ª. Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringa, PR. 2009
25. PAULA, A.A.G.; FERREIRA, R.N.; ORSINE, G.F.; GUIMARAES, L. O.; OLIVEIRA, E. R. Ureia Polímero E Ureia Pecuária Como Fuentes De Nitrógeno Sólúvel No Rumen: Parâmetros Ruminal E Plasmático *Ciência Animal Brasileira*, v. 10, n. 1, p. 1-8, 2009
26. REYES, M., W. RODRÍGUEZ Y A. OJEDA. Efecto de nitrógeno de liberación controlada sobre fermentación y degradabilidad *in situ* de *Cynodon dactylon*. *Rev. MVZ Córdoba.* 16 (En prensa). 2011.
27. OWENS, F.N.; ZINN, R. A. Protein metabolism of ruminant animals. In: *The Ruminant Animal, Digestive Physiology and Nutrition* (D.C. Church, ed). Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA, pp. 227-249, 1988.
28. PALMER, M., D. WILDE; R. FAWCETT. A comparison of the protein degradation profile of soybean meal and a slow release nitrogen source. In: *Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries, Proceedings of Alltech's 23rd Annual Symposium* (poster session), Lexington, KY, USA, May 20-23. 2007.
29. PROKOP, M.J.; T.J. KLOPFENSTEIN. Slow ammonia release urea. *Nebraska Beef Cattle Report No. EC 77-218*, Nebraska
30. RIBEIRO, S.S.; VASCONCELOS, J.T.; MORAIS, M.G; ITAVO, C.B.F.; FRANCO. Effects of ruminal infusion of a slow-release polymer-coated urea or conventional urea on apparent nutrient digestibility, *in situ* degradability, and rumen parameters in cattle fed low-quality hay. *Animal Feed Science and Technology.* V.164, p.54-61, 2011
31. RUSSEL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. *Journal of Animal Science*, v.70, p.3551-3561, 1992.
32. SINCLAIR, L.A., J.A. HUNTINGTON, D. WILDE. Partial replacement of soyabean meal and rapeseed meal with slow release urea source (Optigen®) and its effect on microbial growth and metabolism *in vitro*. In: *British Society of Animal Science*, Scarborough, York, UK, Mar 31 - Apr 2, p. 248. 2008.
33. SIMEONE, A., V. BERETTA AND J.C. ELIZALDE. Replacing sunflower meal with Optigen® in high grain feedlot diets: response of calves and steers. In: *Alltech's 25th International Animal Health and Nutrition Symposium* (poster session), Lexington, KY, USA, May 17-20. 2009
34. SANTOS, J.F., M.N. PEREIRA, G.S. DIAS JR, L.L. BITENCOURT, N.M. LOPES, S. SIECOLA JR. AND J.R.M. SILVA. Partial replacement of soybean meal by Optigen®: Effects on milk yield and composition in lactating dairy cows. In: *Alltech's 25th International Animal Health and Nutrition Symposium* (poster session), Lexington, KY, USA, May 17-20. 2009

35. SILVEIRA, V.A., N.M. LOPES, R.C. OLIVEIRA, B. GONZALES, A.V. SIQUEIRA, L.P.P. BIER, M.S. ZONI, W. GIARDINI, R. ALMEIDA AND M.N. PEREIRA. Partial replacement of soybean meal by encapsulated urea in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.* 93(Suppl. 1):442. 2010
36. SOUZA, V.L., D.F.F. SILVA, R. LIMA, P.R.B. PIEKARSKI, C.P. JESUS, W. GIARDINI, M.N. PEREIRA AND R. ALMEIDA. Partial replacement of soybean meal by Optigen®: Effects on milk yield and composition in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92(Suppl. 1):100. 2009.
37. STEWART JR, R., J. TRICARICO, D. HARMON, W. CHALUPA, K. MCLEOD, R. GARCI-GONZALEZ AND K. DAWSON. Influence of Optigen® on nitrogen behavior in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91(Suppl. 1):491. 2008.
38. STOKES, S. R.; HOOVER, W. H.; MILLER, T. K.; **BLAUWEIKEL, R.** Ruminant digestion and microbial utilization of diets varying intake of carbohydrate and protein. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.3. p. 871-881, 1991.
39. TEDESCHI, L. O. FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. Accounting for ruminal deficiencies of nitrogen and branched-chain amino acids in the structure of the Cornell net carbohydrate and protein system. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED
40. VALINOTE, A., R. HERRERA, P. LEME AND J. FILHO. Optigen® and Yea-Sacc® effects on the digestibility and degradability of high roughage diets. In: *Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries, Proceedings of Alltech's 21st Annual Symposium (poster session)*, Lexington, KY, USA, May 22-25. 2005.
41. VARGA, G. AND V. ISHLER. Effects of Optigen® on milk production, N balance and diet cost in high producing cows. In: *Alltech's 25th International Animal Health and Nutrition Symposium (poster session)*, Lexington, KY, USA, May 17-20. 2009

Volver a: [Suplementación proteica y con NNP](#)