

# MODELIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO POR VACAS LECHERAS EN PASTOREO DE PRADERA CON/SIN SUPLEMENTACIÓN

## Modeling of gas production in greenhouse effect by dairy cows in grazing pasture with / without supplementation

J.Figueroa. Médico Veterinario. [sistemalechero@gmail.com](mailto:sistemalechero@gmail.com). Santiago de Chile.

### INTRODUCCIÓN.

La integración de ecuaciones de predicción para gases de efecto invernadero GEI en los modelos utilizables en el campo, podrían proporcionar una herramienta para que productores y nutricionistas consideren las emisiones de GEI durante el proceso de formulación de dietas (Van Amburgh *et al.*, 2015). En el software (Figueroa, 2017) se integró la modelización de la producción de metano CH<sub>4</sub> y las emisiones de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> por vacas lecheras en pastoreo de pradera con/sin suplementación.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Al software se integraron las ecuaciones de predicción de la versión 6.5 del CNCPS (Van Amburgh *et al.*, 2015) para predecir la producción de CH<sub>4</sub> y de CO<sub>2</sub> (Tabla 1).

Tabla 1. Ecuaciones utilizadas para la predicción de la producción de CH<sub>4</sub> y de CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} \text{CH}_4 \text{ (MJ/d)} &= 2.94 + 0.0585 \times \text{EM (MJ/d)} + 1.44 \times \text{FDA (kg/d)} - 4.16 \times \text{lignina (kg/d)}. \\ \text{CO}_2 \text{ (g/d)} &= 821.3 + 126.0 \times \text{CMS (kg/d)} - 1.18 \times \text{leche (kg/d)}. \end{aligned}$$

El software se cargó con los datos de una vaca lechera estándar de 550 kg de peso, produciendo 30 kg de leche 4.0% grasa y 3.3% de proteína láctea, en los 100 días de lactancia, con 3.00 puntos de condición corporal, y ganando 0.75 puntos al secado. La temperatura ambiente promedió 20°C, la actividad corporal de caminar 0.75 km 4 veces al día, incrementando 10% el requerimiento de mantención para el pastoreo de pradera (3.000 kg MS/Ha medida a 5 cm del suelo). Se limitó el tiempo de pastoreo (600 min/día) y el número de bocados (60/min). La eficiencia de cosecha se limitó a 60%. Se corrigió la digestibilidad de la dieta consumida en base a la composición química de los ingredientes y metodología del sistema NRC (NRC, 2001). (Tabla 2).

Tabla 2. Nombre, Número Internacional y Composición de los Ingredientes utilizados.

Nombre de los Ingredientes	Nº Internacional	EM (mcal/kg) 3x	FDA (%)	Lignina (%)
Pasture, intensively managed=PP	2-02-260	2.46	25.0	2.10
Corn yellow, grain ground dry=MG	4-02-854	3.12	3.4	0.90
Oats, grain rolles=AG	4-03-309	2.78	14.6	4.90
Soybean, seeds whole roasted =CG	5-04-597	4.00	14.7	3.10
Wheat, grain rolled=TG	4-13-245	3.10	4.4	1.70
Beet sugar, pulp dried=CS	4-00-689	2.36	23.1	1.60

Se realizaron simulaciones con el software calibrado con oferta 40 kg MS de pradera por vaca al día, en tres niveles de suplementación tal como es ofrecido: 2 kg (SB), 4 kg (SM) y 6 kg (SA) por vaca al día, observando las respuestas en la producción GEI.

## RESULTADOS

La suplementación de la pradera disminuyó la producción de los GEI, CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>, para los niveles SB, SM y SA de los ingredientes utilizados en la simulación, excepto para CS, que aumentó la producción del GEI CH<sub>4</sub>, en todos los niveles (Tabla 3).

Tabla 3. Producción de CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub> en respuesta a la suplementación de la pradera.

Tratamientos	Digestibilidad (%)	Sustitución (kg)	CMS (kg/d)	CH <sub>4</sub> (MJ/d)	CO <sub>2</sub> (kg/d)
Oferta PP=40.00 kg MS	63.64	0.00	21.00	22.34	3.43
Nivel SB: MG=1.76 kg MS	64.20	1.27	20.56	21.76	3.15
Nivel SB: CS=1.77 kg MS	64.28	0.96	21.11	22.35	3.22
Nivel SB: TG=1.79 kg MS	64.09	1.26	20.56	21.72	3.15
Nivel SB: AG=1.80 kg MS	64.14	1.13	20.80	21.80	3.18
Nivel SB: CG=1.82 kg MS	63.09	1.62	19.83	21.67	3.06
Nivel SM: MG=3.52 kg MS	64.56	1.27	20.11	21.17	2.88
Nivel SM: CS=3.53 kg MS	64.71	0.96	21.21	22.37	3.01
Nivel SM: TG=3.58 kg MS	64.33	1.26	20.12	21.09	2.87
Nivel SM: AG=3.60 kg MS	64.43	1.13	20.59	21.27	2.93
Nivel SM CG=3.64 kg MS	62.34	1.62	18.66	21.01	2.68
Nivel SA: MG=5.29 kg MS	64.93	1.27	19.67	20.59	2.60
Nivel SA: CS=5.30 kg MS	65.15	0.96	21.31	22.39	2.80
Nivel SA: TG=5.36 kg MS	64.58	1.26	19.67	20.47	2.59
Nivel SA: AG=5.40 kg MS	64.73	1.13	20.38	20.73	2.67
Nivel SA: CG=5.46 kg MS	61.59	1.62	17.49	20.34	2.30

## DISCUSIÓN

Las ecuaciones de predicción GEI funcionan con el consumo de las vacas lecheras (CMS, EM, FDA y lignina), y el software ajusta el consumo de las vacas en pastoreo y su digestibilidad, importantes variables en la predicción de emisiones CH<sub>4</sub> (Hristov *et al.*, 2013). Al predecir la sustitución de la pradera inducida por la suplementación, corrigiendo la digestibilidad de la dieta según el nivel productivo sobre mantenimiento según NRC 2001, la modelización mejora la predicción del consumo de pradera CMS en pastoreo, y en consecuencia, mejoraría la predicción de la producción de los GEI.

## CONCLUSIONES

La incorporación de las ecuaciones de predicción de la producción de los GEI CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub> en un software (Figuroa, 2017), permitió la modelización de la producción de CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub> en las vacas lecheras en pastoreo de pradera con o sin suplementación.

## REFERENCIAS

- Figuroa, J. 2017. Registro de Propiedad Intelectual N° 106.287. DIBAM. Chile.
- Hristov, A.N., Oh, J., Firkins, J.L., Dijkstra, J., Kebreab, E., Waghorn, C. and Makkar H.P.S. 2013. *J.Anim.Sci.* 91: 5045–5069
- National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition.* Washington, D.C: The National Academies.
- Van Amburgh, M.E., Collao-Saenz, F.A., Higgs, R.J., Ross, D.A., Recktenwald, E.B., Raffrenato, E., Chase, L.E., Overton, T.R., Mills, J.K. and Foskolos, A. 2015. *J.Dairy Sci.* 98: 6361–6380.

# VALIDACIÓN DE LA MODELIZACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA LÁCTEA EN UN SOFTWARE OPTIMIZADOR DE RACIONES PARA LAS VACAS LECHERAS INCORPORANDO LOS REQUERIMIENTOS DE LISINA Y METIONINA

## Validation modeling the milk protein concentration in a software optimizer rations for dairy cow incorporating lysine and methionine requirements

J.Figueroa. Médico Veterinario. [sistemalechero@gmail.com](mailto:sistemalechero@gmail.com). Santiago de Chile.

### Introducción.

Estimaciones seguras y precisas de la proteína microbiana y el flujo de proteína no degradable desde el rumen optimizarían el balance de los requerimientos, mejorando la eficiencia animal y reduciendo la excreción de N (White *et al.*, 2017). El trabajo valida la modelización de la proteína láctea en un software (Figueroa, 2017) calibrado con eficiencia dinámica de la síntesis de proteína láctea verdadera, entre 60% a 67% de la proteína absorbible, y actualizado con los requerimientos de lisina y metionina.

### Material y Métodos.

El software se cargó con los datos de un experimento para vacas lecheras multíparas Holstein de 635 kg de peso, para soportar 33.30 kg/d de leche 3.50% FCM, y 3.20% de proteína láctea (Baker *et al.*, 1995). Las dietas eran isocalóricas (1.5 mcal ENI/kg MS), con distintos aportes y degradabilidad de la proteína cruda, y distintos balances de los aminoácidos esenciales AAE lisina y metionina en base al sistema CNCPS, ajustados a los requerimientos y las proporciones del sistema NRC 2001. (Tabla 1).

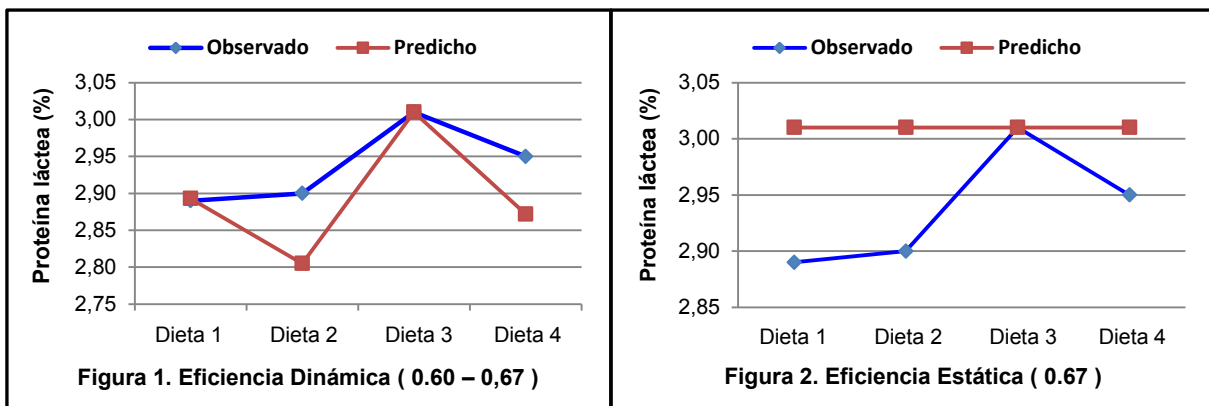
Tabla 1. Composición de las dietas utilizadas en el experimento y en la simulación.

Composición Dietas	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
ENI (mcal/kg MS)	1.50	1.50	1.50	1.50
Proteína Cruda (%)	15.1	14.3	15.1	17.5
Degradabilidad (%)	73	60	60	67
Lisina (% PM)	6.07%	6.07%	7.62%	5.85%
Metionina (% PM)	1.94%	1.98%	2.24%	1.94%

El software (Figueroa, 2017) considera que la eficiencia de la síntesis de la proteína láctea no sería estática (Van Amburgh *et al.*, 2015), calibrando el modelo para que la eficiencia de la síntesis fluctuara entre 60% a 67% de la proteína absorbible, valores entre los que se modeló la síntesis proteica láctea, según el aporte de ambos AAE.

### Resultados.

El software predice concentración de proteína láctea (observado O: 2.89, 2.90, 3.01 y 2.95; predicho P: 2.89, 2.81, 3.01 y 2.87) ajustando la eficiencia de conversión de la proteína absorbible en proteína láctea (0.66, 0.64, 0.67 y 0.60 respectivamente) en respuesta al suministro de lisina y metionina (Figura 1). Sin ajustar la eficiencia de conversión (Figura 2) no puede discriminar el comportamiento inducido por la dieta. La precisión del software se evaluó mediante el error cuadrático medio de predicción RMSPE=0.085, con un sesgo -0.043 y un error residual=0.074 (correlación=0.818).



### Discusión.

Investigaciones recientes cuestionan el uso de eficiencias estáticas para la proteína metabolizable o para AAE específicos, y esto tiene sentido dado los posibles roles que ciertos AAE tienen en el metabolismo (Van Amburgh et al., 2015), por lo que un deficiente suministro de AAE afecta la síntesis de la proteína láctea. Como las dietas 1, 2, 3 y 4 eran isocalóricas (1.50 mcal ENI/kg MS), los niveles P de producción de la proteína microbiana ruminal (1.86, 1.59, 1.68 y 1.86 kg) están ajustados por el nivel del suministro de proteína degradable PDR (2.41, 1.88, 1.98 y 2.56 kg) de las dietas según el sistema del NRC 2001 (Figueroa, 2017). Sin embargo, aunque la proteína absorbible P de las dietas (1.96, 2.06, 2.17 y 2.24 kg) ofrece a la glándula mamaria un suministro creciente de proteína verdadera digestible (1.31, 1.38, 1.50 y 1.59 kg), este no se expresaría en la síntesis de proteína láctea verdadera O inducida por las dietas del experimento, ni P por el software calibrado con una eficiencia estática del 67% (Figura 2), ratificando que la síntesis de proteína láctea no es un proceso directo (Lapierre *et al.*, 2012). Por lo tanto, sería el aporte de los AAE lisina y metionina el que explicaría las diferentes concentraciones de proteína láctea verdadera O y P (Figura 1), con el software calibrado para que la eficiencia de la síntesis de proteína láctea verdadera fluctuara entre el 60% al 67% de la proteína absorbible disponible.

### Conclusiones.

La modelización de un rango de eficiencia dinámica para la utilización de la proteína metabolizable de las dietas en respuesta al suministro de los AAE lisina y metionina, permitió mejorar la predicción de la concentración de proteína verdadera de la leche en un software optimizador de la alimentación para vacas lecheras (Figueroa, 2017).

### Referencias.

- Baker, L.D., Ferguson, J.D. and Chalupa, W. J. Dairy Sci. 1995. 78: 2424-2434.  
 Figueroa, J. 2017. Registro de Propiedad Intelectual N° 106.287. DIBAM. Chile.  
 Lapierre, H., Lobley, G.E., Doepel, L., Raggio, G., Rulquin H., and Lemosquet S. 2015. J. Anim. Sci. 2012, 90:1708-1721  
 White, R.R., Roman-García, Y., Firkins, J.L., Konofoff, P., VanderHarr, M.J., Tran, H., McGill, T., Garnett, R., and Hanigan, M.D. 2017. J. Dairy Sci. 100: 3611-3627.  
 Van Amburgh, M.E., Collao-Saenz, F.A., Higgs, R.J., Ross, D.A., Recktenwald, E.B., Raffrenato, E., Chase, L.E., Overton, T.R., Mills, J.K. and Foskolos, A. 2015. J. Dairy Sci. 98: 6361–6380