



MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA DE LA PROTEÍNA DE LOS PASTOS EN BOVINOS DE LECHE UTILIZANDO CUATRO FORMULACIONES DE BALANCEADOS

IMPROVEMENT OF THE EFFICIENCY OF THE GRASS PROTEIN IN DAIRY CATTLE USING FOUR DIFFERENT FEED FORMULATIONS

Francisco Gutiérrez^{1*}, Alex Estrella¹, Eduardo Irazábal¹, Víctor Quimiz¹,
Arnulfo Portilla¹, Nancy Bonifaz^{2*}

¹Facultad de Ciencias Agrícolas, Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Central del Ecuador

²Grupo de Investigación NUNKUI WAKAN, Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, Campus Girón: Av. Isabel la Católica N. 23-52 y Madrid.

*Autores para correspondencia: fgutierrez@uce.edu.ec, nbonifaz@ups.edu.ec

Artículo recibido el 13 de febrero de 2017. Aceptado, tras revisión, el 9 de agosto de 2018. Publicado el 1 de septiembre de 2018.

Resumen

La ganadería es la actividad agropecuaria más difundida en el mundo, siendo la principal fuente de alimento el pasto. En esta investigación se evaluó la eficiencia del uso de la proteína bruta (PB) en pastos, utilizando cuatro formulaciones diferentes de balanceados en la alimentación de bovinos. Cuando los pastos tuvieron >18% de PB, los mejores resultados se obtuvieron con un balanceado 12% de (PB), y los elementos no nitrogenados (ENN) en un 68% aumentó la producción de leche, disminuyendo el contenido de proteína ($p < 0,05$) y el nivel de nitrógeno ureico en leche (MUN). Por otro lado, cuando los pastos se encuentran entre 14 -18% de PB, se obtuvieron los mejores resultados con balanceados que contienen una (PB) $\leq 14\%$ y los (ENN) $\geq 61\%$, mejoró la producción de leche y el contenido de proteína ($p < 0,05$) y el nivel de MUN disminuye; mientras que si la (PB) en los pastos $< 14\%$ requiere una cantidad adicional de (PB) proveniente del balanceado, se obtuvieron los mejores resultados con balanceados de (PB) $> 16\%$ y un (ENN) $< 57\%$, aumentando la producción de leche y el contenido de proteína ($p < 0,05$), mejorando el contenido de MUN en leche.

Palabras claves: producción bovina, suplementación, mezcla forrajera, nitrógeno ureico en leche.

Abstract

Cattle raising is the most difused activity in the world. The main source of feeding is the grass. In this research, the efficiency of the crude protein (CP) in grass was evaluated using four different feed formulations in the cattle feeding. When the grass had >18% of CP, the best results were obtained with cattle feed of 12% of CP and non-nitrogenous elements (NNE) in a 68%. It increased the milk production and the protein content, and the milk urea nitrogen(MUN) decreased. On the other hand, if the grass had between 14-18% of CP, the best results were obtained with cattle feed containing CP \leq of 14% and the NNE \geq of 61%. It also improved the milk production and the protein content, and the MUN level decreased. Whereas, if the CP in the grass was <14%, it required an additional quantity of CP coming from the cattle feed. The best results were obtained with cattle feed with CP>16% and NNE <57%, increasing the milk production and the protein content, improving the content of MUN in milk.

Keywords: bovine production, supplementation, fodder mix, milk urea nitrogen.

Forma sugerida de citar: Gutiérrez, F., Estrella, A., Irazábal, E., Quimiz, V., Portilla, A. y Bonifaz, N. 2018. Mejoramiento de la eficiencia de la proteína de los pastos en bovinos de leche utilizando cuatro formulaciones de balanceados. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*. Vol. 28(2):116-123. <http://doi.org/10.17163/lgr.n28.2018.09>.

1 Introducción

La demanda de productos pecuarios en el mundo aumenta progresivamente según (FAO, 2009), esto se debe a dos factores principalmente: al incremento de la población a nivel mundial, y al poder adquisitivo logrando que las personas puedan consumir productos con un mayor valor; esto presenta un desafío ya que esta actividad tiene que integrarse en un contexto de recursos naturales finitos, debe contribuir a los medios de subsistencia, seguridad alimentaria a largo plazo y dar respuesta al cambio climático (FAO, 2017a). El sector ganadero es el mayor consumidor mundial de tierras agrícolas a través del pastoreo y el uso de cultivos forrajeros. La ganadería es responsable de la mayor parte del uso mundial de tierras; los pastizales y tierras de cultivo dedicadas a la producción de alimentos para el ganado representan casi el 80 por ciento de todas las tierras agrícolas (Batallas, 2009).

El ganado vacuno aporta un 40% del valor de la producción agrícola mundial y sostiene los medios de vida y la seguridad alimentaria de casi 1 300 millones de personas. El sector ganadero es uno de los sectores que más rápido crece en la economía agrícola. El crecimiento y la transformación del sector ofrecen oportunidades para el desarrollo agrícola, la reducción de la pobreza y la mejora de la seguridad alimentaria (FAO, 2017b).

La intensificación de los sistemas ganaderos actualmente evalúa las pérdidas de nitrógeno que se producen mediante la emisión de gases a la atmósfera (amoníaco, óxido nitroso, y óxido nítrico), y la escorrentía de nitratos a aguas superficiales y subterráneas. Las pérdidas de nitrógeno se pueden reducir mediante la mejora de la eficiencia por el animal

para usar la proteína alimentaria, disminuyendo la pérdida durante el almacenamiento y el manejo de las excretas (Díaz, 2016b). Cuando un vacuno se alimenta solo de pastos y forrajes su pérdida de nitrógeno a la atmósfera es menor comparado a cuando recibe una dieta compuesta de pastos y concentrados (Rua, 2016).

En Ecuador las ganaderías utilizan un sistema pastoril para su producción, por lo tanto, es necesario analizar a los sistemas como un todo, es decir la relación entre suelo-planta-animal, ya que el crecimiento del pasto obedece a los nutrientes del suelo, y los nutrientes del pasto tienen incidencia sobre la producción de los animales (Batallas, 2009).

La presente investigación relaciona el contenido de proteína que tienen las pasturas y la interacción que tienen con el contenido de proteína del balanceado, y cómo influyen estos sobre la producción de leche, contenido de proteína y urea en leche.

2 Materiales y Métodos

Esta investigación se realizó en el Campus Académico Docente Experimental "La Tola" de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, ubicada en la parroquia Tumbaco del cantón Quito, provincia de Pichincha, a 2 465 msnm latitud 00° 14'46" S, longitud 78°22'00" O, con una temperatura anual de 16,3 °C, precipitación anual 870,3 mm, y una humedad relativa anual 71,75%. Para el estudio se eligieron 12 vacas raza Holstein Friesan con más de un parto, las mismas que fueron distribuidas en tres grupos de 4 animales de acuerdo a tercio de lactancia; en el primer tercio (0 a 100 días), segundo tercio de (100 a 200 días) y en el tercer tercio (>a 200 días)

Tabla 1. Composición bromatológica de los balanceados.

Tratamientos	(PB) %	(EE) %	(FB) %	Cenizas %	(ENN) %
T1	12	4	8	8	68
T2	14	3	13	9	61
T3	16	4	13	10	57
T4	18	4	13	10	55

(PB)=Proteína Bruta; FB=Fibra Bruta; EE=Extracto Etéreo;
(ENN)=Elementos no Nitrogenados

En la investigación se evaluaron cuatro tratamientos que fueron balanceados con diferentes formulaciones, en las cuales se consideró el nivel de (PB) iniciando con 12% y aumentando hasta el 18%; también se consideró la cantidad de (FB) y (ENN) (Tabla 1). Se utilizó el diseño experimental cuadrado latino, usando cuatro unidades experimentales con cuatro tratamientos, el tercio de lactación fue considerado como una covariable para las variables que tuvieron una diferencia estadística ($p < 0,05$) se

realizó la prueba de Tukey. Los animales fueron sometidos a los tratamientos con un periodo de transición entre las dietas de dos semanas, las dos raciones diarias del balanceado fueron proporcionadas a las 3:00 a.m. y 3:00 p.m. en el momento de la rutina de ordeño. La cantidad de la ración diaria se calculó de acuerdo al tratamiento y a la producción de leche de los animales, por cada 5 litros de leche recibían 1 Kg de balanceado, tal como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Distribución de los tratamientos en los animales en los tercios de lactación.

Animales	Tratamientos			
Animal 1	T1	T2	T3	T4
Animal 2	T4	T1	T2	T3
Animal 3	T3	T4	T1	T2
Animal 4	T2	T3	T4	T1

El registro de producción de leche se tomó a diario con ayuda de un decalitro. En los días 7 y 21 de cada uno de los tratamientos contados luego de la fase de transición se tomó una muestra de leche de 40 ml en frascos estériles, para ser enviados en un envase refrigerado al laboratorio de calidad de leche de la Universidad Politécnica Salesiana, ubicada en la ciudad de Cayambe. Las muestras fueron sometidas al análisis composicional (proteína, grasa, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos) y de Nitrógeno Ureico en leche (MUN), el método utilizado en el laboratorio es de espectrofotometría por infrarrojo, en el equipo MILKOSCAN FT 6200, protocolo PEE02.

El segundo análisis dentro de la investigación fue determinar la proteína bruta de las pasturas que consumían los animales al momento del estudio. Se tomó la muestra de la mezcla forrajera con la ayuda de un cuadrante de 50 cm de largo por 50 cm de ancho, la cual fue tomada por medio de un corte rasante a nivel del suelo, luego se pesó para determinar la materia verde. La muestra de la pastura se transportó al laboratorio de Nutrición y Salud Animal de la Facultad de Ciencias Agrícolas, de la Universidad Central del Ecuador. Para determinar el contenido de materia seca de la muestra se analizaron 200 g de la misma en una estufa a 68 °C por 24 horas. La muestra de materia seca obtenida de cada uno de los tratamientos y repeticiones se molió en una malla 750 micras para ser utilizada en los

análisis de proteína ((PB)), extracto etéreo (EE), fibra bruta (FB) y cenizas, los métodos utilizados fueron los que determina la AOAC (2010). Para el análisis de proteína ((PB)) se utilizó el método semimicro Kjeldahl, que consiste en una digestión caliente con H₂SO₄ concentrado y catalizador, el nitrógeno amínico, imínico y de otros tipos; la muestra se convierte en (NH₄)₂SO₄, que posteriormente por acción de un álcali (NaOH) se descompone liberando amoníaco (NH₃) que se destila y se recoge en ácido bórico. Finalmente el ácido proporcional a la cantidad de nitrógeno es valorado por retroceso con un ácido normalizado y a partir de la cantidad de ácido que ha reaccionado con el amoníaco.

3 Resultados

3.1 Producción de leche

Las mejores producciones de leche se obtuvieron con el T1 y T2 (ver Figura 1), cuando los pastos tenían >18% de (PB) y entre 14 - 18% (PB), mientras que el T3 y T4 registraron producciones menores; los mejores tratamientos fueron el T3 y T4 con la (PB) en pastos <14%. Gagliostro (2012) interpreta el contenido de proteína en las pasturas y concluyen que un contenido mayor al 20% es muy alto y provoca excesos de NH₃ a nivel ruminal, y su eliminación es costosa y se debe suplementar con granos de alta degradabilidad ruminal. Contenidos entre 16 y

20% provoca leves excesos de NH₃ a nivel ruminal y asegura un adecuado funcionamiento ruminal, mientras que contenidos menores al 12% son inadecuados para la producción de leche y para las buenas ganancias de peso vivo, excepto para la terminación.

Una dieta deficiente en proteína hace que se vacíen los depósitos corporales en la sangre, hígado y músculos. Como consecuencia, disminuye la producción de la leche y el contenido de proteína de la misma, y a la vez aumenta la deposición de grasa corporal (Velez, 2015). Una dieta deficiente en proteína hace que se vacíen los depósitos corporales en la sangre, hígado y músculos. Como consecuencia baja la producción de leche y el contenido de proteína de la misma y a la vez aumenta la deposición de grasa corporal (Velez, 2015). Los requerimientos de proteína cruda depende de la etapa de lactación para una etapa temprana es de 18 – 17%, para una etapa media es de 17 y 16%, y tardía entre 16 y 15% (Ishler, Heinrichs y Varga, 2013). Para vacas produciendo 20 a 25 l/día, 16% de PB en la dieta aparece como adecuado, siendo factible proveerla con

la mayoría de los forrajes (INTA, 2014). Existe una clara relación entre el nivel creciente de proteína en la ración y la producción de leche, existiendo una disparidad de criterios que van desde el 14 hasta el 18% de proteína bruta (Zaragoza, Seguí y Sanz, 1998). La suplementación de las vacas permite balancear a la pradera, la proteína de la pradera debe ser corregido a través del aporte de concentrados con buen aporte de carbohidratos no estructurales fermentables en el rumen para aumentar la síntesis de proteína microbiana y disminuir los altos niveles de amonio y la excreción de urea en leche y orina, una vaca podría producir hasta 26 litros de leche al día solo con forrajes (Klein, s.f.). Las pasturas en los sistemas de producción reales presentan limitantes físicas y de calidad que hacen que los consumos logrados sean menores a los valores potenciales en producción de leche, lo que hace necesario introducir la suplementación (Cangiano, 2011). La base de la alimentación de las vacas debe ser el forraje que debe complementarse con un concentrado cuyas características de composición varían para completar al forraje (Shimada Miyasaka, 2003).

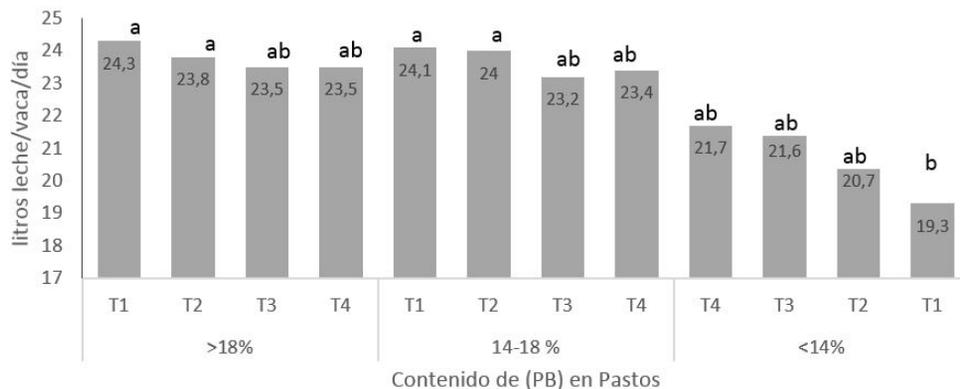


Figura 1. Influencia del contenido de proteína bruta en pastos y balanceado sobre la producción de leche/vaca/día. (PB)=proteína bruta

3.2 Contenido de proteína en leche

Para la variable proteína en leche, el tratamiento que mejor se comportó fue el T1 con pasturas de >18%, alcanzando un 3,6% (ver Figura 2). Los demás tratamientos con diferentes contenidos de (PB) de los pastos tuvieron valores de proteína en leche entre 3,3% y 3,1%; a excepción del tratamiento T2

Y T1 con un contenido de (PB) en pastos <14%. Esto demuestra que a este nivel los animales tuvieron deficiencias de (PB) en la dieta. El promedio de proteína en leche para la raza Holstein Friesian es 3,3% (Hazard, 2015), y el contenido mínimo de proteína en leche cruda para ser comercializado en Ecuador según la norma (INEN, 2015) es de 2,9%.

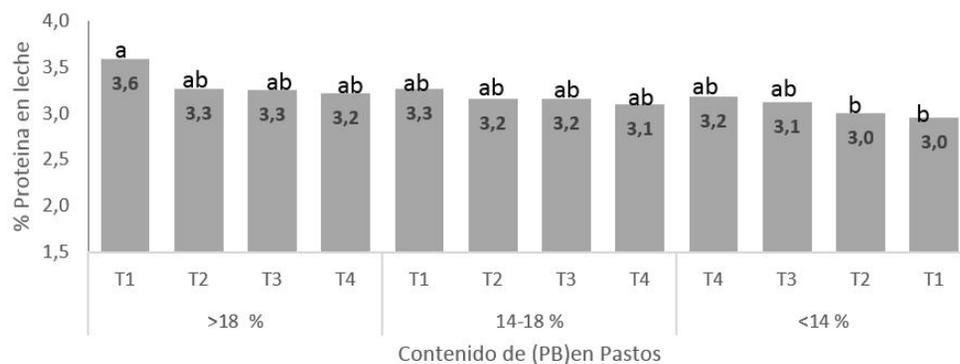


Figura 2. Influencia del contenido de proteína bruta en pastos y los tratamientos sobre el contenido de proteína en leche. (PB)=proteína bruta

Los sistemas pastoriles de zonas templadas presentan un desbalance entre energía y proteína, esto se debe a que las pasturas tienen alta calidad (elevada digestibilidad y alta proteína); cuanto mayor sea la calidad de la pastura mayor deberá ser la degradabilidad efectiva del almidón (Santini, 2014). Si la relación energía y proteína es la adecuada entonces las bacterias del rumen pueden sintetizar el NH_3 y transformarlo a proteína bacteriana; la calidad de la proteína bacteriana es elevada para los rumiantes, esto se refleja en una mayor síntesis de proteína láctea en la ubre. Aproximadamente el 95% del nitrógeno en leche se encuentra en forma de proteína; el resto se encuentra en sustancias como la urea, creatina, glucosamina y amoníaco, que pasan de la sangre a la leche (McDonald, 1999). El objetivo de la proteína en los rumiantes es proporcionar la adecuada cantidad de proteína degradada en rumen para optimizar la eficiencia del rumen y obtener el deseada producción animal con la mínima cantidad de proteína cruda (Dairy Cattle Nutrition, 2001).

Actualmente se mide la eficiencia de uso del nitrógeno (EUN), esta se calcula como la proporción de nitrógeno excretado en leche o carne sobre el nitrógeno consumido. En rumiantes la (EUN) promedio es del 25%, esta se puede mejorar limitando el contenido de proteína en las dietas, y se ha demostrado que dietas con un contenido de 16,5% son suficientes para obtener producciones máximas en vacunos lecheros de alta producción (Díaz, 2016a). La eficiencia media de la utilización del nitrógeno en bovino lechero es del 26% (Calsamiglia, 2014). Ganar eficiencia en los nutrientes consumidos por parte de los animales es un reto permanente de la producción lechera y desarrollar una tecnológica

que desarrolle sistemas dinámicos de alimentación. (Martínez del Olmo, 2015). La inclusión de suplementos concentrados modifica la composición de la leche, en general con una disminución en la concentración de grasa y un aumento de contenido de proteína de la leche (Bargo, 2003).

3.3 Contenido de urea en la leche (MUN)

En MUN no se encontró diferencia ($p < 0,05$) para los valores comprendidos entre el >18% y entre 14 y 18% de (PB); sin embargo, el T4 registró un valor elevado, 18 mg/dl de MUN como se muestra en la Figura 3; mientras que el contenido de (PB) <14% presentó diferencias con los dos niveles anteriores, registrando valores menores a los aceptables entre 11 y 10 mg/dl de MUN. Los valores más adecuados de urea en leche en trabajos realizados en Ecuador están entre 12 y 15 mg/dL, valores superiores a 18 mg/dL implican alto riesgo en el manejo productivo y reproductivo de los bovinos de leche (Bonifaz y Gutiérrez, 2013). Los valores por tratamiento oscilan entre 9 y 18,3 mg/dL los menores valores de MUN se encontraron en vacas de alta producción y fueron aumentado a medida que avanza la lactancia y la producción de leche disminuye (Peña, 2002). Los valores de urea en sangre o leche inferiores a 2,5 mmol/L (7,0 mg/dL MUN o PUN), indica bajos contenido de proteína degradable en la dieta en relación a la disponibilidad ruminal de energía, mientras que valores superiores a 7,0 mmol/L (19,6 mg/dL MUN o PUN) indica una situación inversa (Scandolo, 2007). El nivel de MUN puede variar entre razas de vacas de leche el MUN en vacas de raza Holstein es de 14.18 mg/dL (Doska *et al.*, 2012).

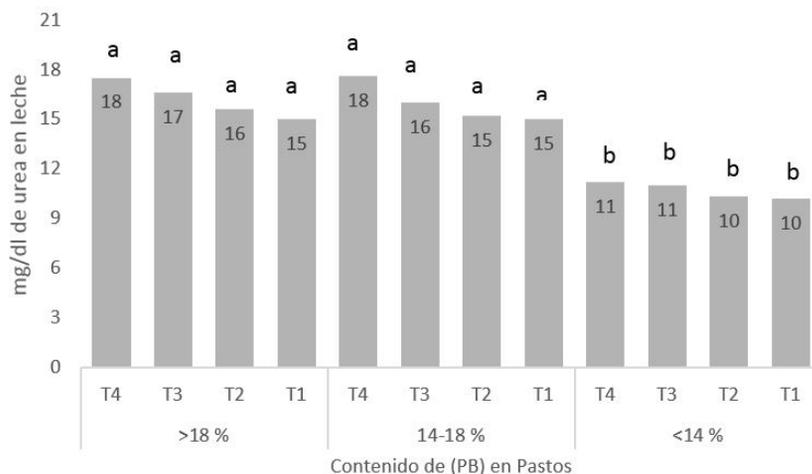


Figura 3. Influencia del contenido de proteína bruta en pastos y balanceado sobre el contenido de Urea en leche (MUN). mg= miligramos; dl=decilitro; (PB)=proteína bruta

El exceso de proteína hace que el animal produzca secreciones de urea sintetizadas a partir del amoníaco del rumen; el nitrógeno excretado en leche y heces está relacionado positivamente y de forma lineal con el nitrógeno consumido, mientras que el nitrógeno excretado en orina está relacionado exponencialmente con el consumo de nitrógeno, esto demuestra la importancia de no suministrar proteína por encima de las necesidades del animal (Díaz, 2016b).

Un exceso de proteína (más de 18% de PC) aumenta el nivel de urea en la sangre y la leche, en especial si es fácilmente degradable, también afecta el hígado puesto que tiene que transformar el NH_3 en urea.

Esta transformación es un proceso paulatino, y mientras tanto el exceso de NH_3 que circula en la sangre afecta la reproducción por un cambio en el pH del útero después de la ovulación y por el efecto tóxico del amoníaco y de sus metabolitos sobre los gametos y el embrión (Elrod y Butler, 1993).

Los excesos de urea pueden afectar los procesos reproductivos a través de los efectos tóxicos sobre el óvulo, los espermatozoides y el embrión (Melendez, 2011).

La transformación de amoníaco en urea demanda una cantidad considerable de energía, por lo que disminuye la disponibilidad de energía para procesos productivos y además requiere del aminoácido arginina; si la cantidad de amoníaco es alta puede presentarse una deficiencia de arginina que afecta la producción (Zinn y Owens, 1993).

4 Conclusiones y Recomendaciones

La (PB) de los pastos tienen una influencia directa sobre la producción de leche, contenido de proteína en leche y MUN; dependiendo de la (PB) en pastos se debe completar la dieta de los bovinos con un balanceado específico que potencialice el metabolismo ruminal y la síntesis de productos finales, como la producción de leche y su contenido de nutrientes. Esto se evidenció cuando los pastos tuvieron un contenido de (PB) >18%, utilizando balanceados con 12% de (PB) y (ENN) superior al 60%, lo cual aumentó la producción de leche y el contenido proteína, y disminuyó los niveles de MUN; cuando el contenido de (PB) en el pasto se encuentra entre 14 - 18%, la (PB) en el balanceado debe ser $\leq 14\%$ para que la producción de leche y contenido de proteína se incremente y disminuya el nivel de MUN; cuando el contenido de (PB) <14% en el pasto implica que es deficiente para la producción de leche, por lo que se debe utilizar balanceados con una (PB) >16%, esto mejora la producción, el contenido de proteína y los niveles MUN.

Referencias

- AOAC. 2010. "Official Methods of Analysis. En: USA: W. Horwitz & G. Latimer."
- Bargo, F., Muller L. Delahoy J. E. & Cassidy T. W. 2003. "Production and Digestion of Supplemented

- Dairy Cows on Pasture." *Journal of Dairy Science*, 2(86) .
- Batallas, C. 2009. "Introducción a los sistemas de producción Ganaderos. Sangolquí-Ecuador: Centro de Posgrados de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE."
- Bonifaz, Nancy y Francisco Gutiérrez. 2013. "Correlación de niveles de urea en leche con características físico-químicas y composición nutricional de dietas bovinas en ganaderías de la provincia de Pichincha." *La Granja* 18(2):33-42.
- Calsamiglia, S. 2014. "Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA)."
- Cangiano, C. & Brizuela, M. 2011. "Producción Animal en Pastoreo." *segunda ed. Bueno Aires - Argentina: Ediciones INTA.* .
- Dairy Cattle Nutrition. 2001. "Nutrient Requirements of Dairy Cattle." *septima ed. Washington D.C.: National Academy Sciences.* .
- Díaz, F. 2016a. "Reduciendo emisiones de nitrógeno." *Infortambo Andina* 4(90).
- Díaz, F. 2016b. "Revisando la Dieta." *Infortambo Andina* 6(92).
- Doska, Maria Cecília, Delma Fabíola Ferreira da Silva, José Augusto Horst, Altair Antônio Valloto, Paulo Rossi Junior y Rodrigo de Almeida. 2012. "Sources of variation in milk urea nitrogen in Paraná dairy cows." *Revista Brasileira de Zootecnia* 41(3):692-697.
- Elrod, CC y WR Butler. 1993. "Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein." *Journal of animal science* 71(3):694-701.
- FAO. 2009. "La larga sombra del ganado problemas ambientales y opciones." *FAO ed. Roma-Italia: FAO.* .
- FAO. 2017a. "La ganadería y el medio ambiente." *FAO ed. Roma-Italia: FAO.* .
- FAO. 2017b. "Producción Animal." *FAO ed, Roma-Italia: FAO.* .
- Gagliostro, G. 2012. "Principios de nutrición y suplementación de bovinos en pastoreo." *Balcarce-Argentina, INTA.* .
- Hazard, S. 2015. "Variación de la composición de la leche." *INIA Chile* 2(22).
- INEN. 2015. "Leche Cruda, Requisitos." *novena ed. Quito-Ecuador: Intitituto Ecuatoriano de Normalización.* .
- INTA. 2014. "Nutrición animal aplicada." *Balcarce - Argentina: INTA, EEA Balcarce.* .
- Ishler, V, J Heinrichs y G. Varga. 2013. "From feed to milk: understanding rumen function. Extension circular penn state university." *Issue* 422 .
- Klein, F. s.f. "Utilización de Praderas y Nutrición de Vacas en Pastoreo."
- Martinez del Olmo, D. 2015. "Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA)."
- McDonald, E. & Greenhalgh, M. 1999. "Nutrición Animal." *quinta ed. Zaragoza- España: Acribia S.A.*
- Melendez, P. & Wainstein, A. 2011. "No siempre más es mejor." *Mundo Agro* 5(18).
- Peña, C. 2002. "Importancia del nitrógeno ureico de la leche como Índice para evaluar la eficiencia productiva." *Revista Acovez* 1(27).
- Rua, M. 2016. "¿Qué huella dejar?" *Infortambo Andina* 1(87).
- Santini, F. 2014. "Conceptos básicos de la nutrición de rumiantes." *INTA, ed. Nutrición Animal Aplicada. Balcarce-Argentina.* .
- Scandolo, D. 2007. "Sitio Argentino de Producción animal."
- Shimada Miyasaka, Armando. 2003. Nutrición animal. Technical report México, MX: Trillas.
- Velez, M. 2015. "Nutrición del Ganado Lechero." *primera ed. Francisco Morazan-Honduras: Universidad Zamorano.* .
- Zaragoza, C, A Seguí y E Sanz. 1998. "Relaciones entre la producción y el contenido de proteína con los factores de la producción de leche."
- Zinn, RA y FN Owens. 1993. "Ruminal escape protein for lightweight feedlot calves." *Journal of animal science* 71(7):1677-1687.