

## VALOR NUTRITIVO DE LAS MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS DE LECHE EN GANADERÍAS DEL CANTÓN CAYAMBE

NUTRITIONAL VALUE OF RAW MATERIALS USED IN THE MILK CATTLE,  
CANTON CAYAMBE

Nancy Bonifaz<sup>1</sup> y Francisco Gutiérrez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación de la Leche CILEC, Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, Cayambe, Av. Natalia Jarrín y 9 de Octubre, Telf. (593 2) 3962885, Ecuador.

<sup>2</sup>Universidad Central del Ecuador, Ciudadela Universitaria Av. América (593) 252-1500/290-4799 Quito Ecuador

Autor para correspondencia: nbonifaz@ups.edu.ec, franciscogutoleon\_1@hotmail.com

Manuscrito recibido el 21 septiembre 2014. Aceptado, tras revisión, el 4 de junio de 2015.

---

### Resumen

Es común que la alimentación de los animales en crianza en un hato lechero sea subestimada y conlleve a deficiencias nutricionales que se reflejan en bajas ganancias de peso, animales sin el peso adecuado al primer servicio (16-18 meses de edad) y baja producción de leche cuando alcanzan su etapa productiva. El objetivo de esta investigación fue identificar la calidad nutricional de las principales materias primas que se emplean en la alimentación de bovinos lecheros del cantón Cayambe. Las materias primas se evaluaron en función de la composición química, parámetros de consumo y relación calidad, consumo, ganancia de peso y costo. Esta información puede contribuir a toma de decisiones de manejo y al cumplimiento de objetivos nutricionales o productivos específicos. La crianza de los animales de remplazo en los sistemas productivos ganaderos es de gran importancia ya que de ellos depende la continuidad y mejoramiento del hato.

**Palabras claves:** alimentación, proteína, energía, consumo, peso, crecimiento.

---

### Abstract

Commonly, feeding of replacement heifers in a dairy farm is underestimated which leads to nutritional deficiencies reflected on low weigh gain, low adequate weight at first service (16-18 months old) and low milk production when replacement heifers reach their production stage. The objective of this research was to determine the nutritional quality of the main raw materials used dairy cattle feeding in Canton Cayambe. Raw materials were assessed based on the chemical composition, consumption parameters and the relationships between quality, consumption, weigh gain and costs. This data can contribute with management decisions compliance of specific nutritional or production targets. Rising of replacement heifers dairy production systems is of great importance since they will determine the continuity and improvement of the herd.

**Keywords:** food, protein, energy, consumption, weight, growth.

---

Forma sugerida de citar: Bonifaz, N. y F. Guriérrez 2015. **Valor nutritivo de las materias primas empleadas en la alimentación de bovinos de leche en ganaderías del cantón Cayambe.** La Granja: Revista de Ciencias de la Vida. Vol. 21(1): 69-76. ISSN: 1390-3799.

---

## 1. Introducción

La nutrición y manejo tiene un gran impacto sobre la salud y tasa de crecimiento de los terneros y las terneras de recría. Dado que las terneras representan el futuro del rebaño, es imprescindible que reciban un buen manejo que les permita utilizar su potencial genético. Los sistemas óptimos de cría permiten el desarrollo de animales productivos en los plazos previstos para la reposición del rebaño de vacas de leche.

La reposición de terneras representa un 15-20 % del costo de producción de leche en la mayoría de los rebaños (Heinrichs, 1993). El crecimiento óptimo de las terneras de recría permite desarrollar su potencial genético para la producción de leche a la edad deseada y al mínimo costo. El modelo de crecimiento define la edad para la primera inseminación, y el peso vivo al primer parto. Un manejo adecuado permite a las terneras alcanzar la madurez sexual a los 13 meses de edad, quedar cubiertas a los 15 meses ( $\geq 575$  Kg) y afrontar una lactación completa antes o alrededor de los 24 meses de edad (Gardner, 1988).

Una poca atención al manejo y nutrición de las terneras conlleva una serie de problemas que pasan desapercibidos hasta que la vaca comienza a producir leche; muchos productores no establecen una relación entre las condiciones de crianza y el desempeño productivo y reproductivo del animal adulto.

En la mayoría de los casos, la baja producción de una vaca se atribuye a factores genéticos o de alimentación y raras veces a problemas ocurridos durante la etapa de crianza y desarrollo (Matínez, 2003). Establecer y satisfacer los requerimientos de los animales de la mejor forma posible, repercutirá significativamente sobre el bienestar y productividad e los mismos.

De acuerdo a los resultados de un estudio previo realizado por la Universidad Politécnica Salesiana (Chasí, 2011) en las unidades productivas (UPAs) de pequeños y medianos productores, de las comunidades rurales del cantón Cayambe, las vaconas entran a primer servicio a los 18-24 meses debido a varios factores, pero principalmente a la falta de implementación de un plan nutricional desde el nacimiento hasta el crecimiento y desarrollo. Los pequeños productores alimentan a sus animales solo en base a pastoreo poco tecnificado sin adición de sobreali-

mento para cubrir los requerimientos productivos y reproductivos. Por esta razón los bovinos tardan en ganar el peso normal según la raza y edad, para iniciar la etapa reproductiva, lo que representa pérdida de tiempo y dinero al pequeño y mediano ganadero y merma de futura capacidad de producción del animal.

Ante esta problemática, el objetivo de esta investigación fue valorar el aporte nutricional de las principales materias primas empleadas en la alimentación de bovinos de leche en pequeñas y medianas ganaderías del cantón Cayambe. Se determinó la composición química de las fuentes energéticas y proteicas de la zona y se realizaron pruebas de consumo para identificar las fuentes más idóneas para los bovinos de leche de 6 a 12 meses de edad en función del costo-beneficio de cada nutriente de las diferentes materias primas.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Población y muestra

La investigación se realizó, en la comunidad la Chimba, parroquia Olmedo, cantón Cayambe de la Provincia de Pichincha, en una unidad productiva con una extensión de 4 has, una altitud de 3320 m.s.n.m. El hato de la finca al momento del estudio constaba con 28 animales, (9 vacas en producción, 5 en secado, 7 vaconas vientres y 6 terneras), una producción total de leche de 120 L/día, y promedio de 13,33 L/vaca/día. Se seleccionaron 4 animales, de edades comprendidas entre 6 a 12 meses terneras fierros de raza Holstein.

Los animales seleccionados fueron previamente diagnosticados sanos mediante un examen clínico realizado por un médico veterinario, además desparasitados y vitaminizados. Los animales fueron mantenidos en un sistema completamente estabulado para un mejor control experimental.

Se estableció que los animales fueron alimentados exclusivamente con pasto (sin sobrealimentación) desde su nacimiento, al inicio del estudio no tenían el peso ideal para la edad y raza

## 2.2 Identificación de las materias primas energéticas y proteicas

Antes de iniciar la etapa experimental se identificaron las materias primas energéticas y proteicas que se utilizan en la zona norte del cantón Cayambe, mediante una encuesta a los ganaderos y comerciantes de insumos agropecuarios y balanceados para animales domésticos.

Una vez identificadas las materias primas, cuatro fuentes energéticas: (maíz quebrado, afrecho de cebada, afrecho de trigo y polvillo de arroz); y cuatro fuentes proteicas: (palmiste, afrecho de cerveza, pasta de soya y pepa de algodón) fueron seleccionadas para el estudio.

## 2.3 Determinación de la composición química de las materias primas energéticas, proteicas y pacas de heno

De cada materia prima se tomaron 8 muestras que correspondían a diferentes lotes, obtenidas de almacenes y distribuidores de insumos agropecuarios del sector, en total se enviaron 64 muestras de materias primas y dos muestras de heno al laboratorio de Bromatología de AGROCALIDAD para el análisis del valor nutritivo, mediante el método Proximal para la obtención de la humedad, materia seca (MS), proteína, fibra bruta (FB), extracto etéreo (EE), elementos no nitrogenados (ENN) y cenizas.

## 2.4 Elaboración de las raciones alimenticias energéticas y proteicas y alimentación para los animales

Con base en el valor nutritivo de las materias primas, energéticas y proteicas, se seleccionaron los 8 productos alimenticios con los porcentajes nutricionales más altos según el análisis bromatológico, tomado en cuenta, los valores de (Proteína, carbohidratos totales y fibra bruta). Las raciones alimenticias fueron planificadas y calculadas de acuerdo al peso vivo de los animales, y consistió en un 60 % de materia MS (heno) y un 40 % de materia prima. Cada animal consumió una materia prima durante 7 días, más la ración de heno y agua ad libitum, con un periodo de acostumbramiento de tres días entre el cambio de un alimento al otro, al final del día se tomó el peso del sobrante del alimento para el cálculo

de consumo diario. El experimento se dividió en dos etapas, primero consumieron las materias primas energéticas (40 días) y luego las proteicas (40 días).

## 2.5 Pesaje de los animales

Los pesos de los animales se obtuvieron utilizando una báscula digital TRUE-TEST. Los animales fueron pesados al inicio del ensayo y durante el cambio de cada materia prima, al inicio y final de la etapa de consumo y transición.

## 2.6 Levantamiento de información

La información se obtuvo de registros físicos y digitales de cada animal, se recolectaron datos de edad, peso inicial y peso final de cada semana durante el periodo experimental. También se registró el peso de la ración diaria de cada materia prima y heno, consumos, ganancia de pesos.

## 3. Análisis estadístico

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar DBCA con 8 tratamientos constituidos por las materias primas diferenciadas entre energéticas y proteicas, el bloqueo fue necesario por la no homogeneidad absoluta de los 4 animales incluidos en el ensayo. Para el análisis de los promedios se utilizó la prueba de separación de medias de Duncan ( $p < 0,05$ ), además considerando el impacto económico de este tipo de tecnología también se realizó un análisis económico.

## 4. Resultados /Discusión

La tabla 1 muestra la composición de las materias primas que más se emplean en la alimentación de bovinos de leche en el cantón Cayambe. Los datos indican que la composición química de la misma materia prima no es homogénea entre los lotes muestreados algunos subproductos tienen un origen en común, por ejemplo el trigo al ser procesado por la industria molinera da origen a varios subproductos como el afrecho de trigo, granza, cemita entre los más comunes, esto influye en el valor nutritivo de los diferentes subproductos.

Item	Proteína		Grasa		Fibra		Ceniza		CHT	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD	Media	SD	Media	SD
<b>Materia Prima</b>										
Afrecho de Cebada	8,92	1,84	2,13	0,49	15,08	0,68	10,43	3,71	54,03	2,08
Afrecho de Cerveza	23,18	2,72	3,11	0,42	18,14	5,83	9,78	2,32	37,65	3,79
Afrecho de Trigo	13,38	4,59	2,55	0,68	9,55	1,67	9,09	4,45	55,8	2,14
Maíz Quebrado	7,81	0,47	3,05	0,44	3,61	1,09	4,06	6,27	70,18	4,35
Palmiste	13,76	0,53	6,29	0,58	20,36	1,26	7,12	2,67	44,65	3,01
Pasta de Soya	44,15	5,28	3,39	0,67	2,19	1,24	7,02	0,3	34,02	4,01
Pepa de Algodón	18,73	0,87	15,49	1,14	28,32	1,39	4,06	0,43	26,57	2,58
Polvillo de Arroz	9,66	3,54	4,03	1,87	3,95	0,97	12,25	4,49	60,81	1,42

**Tabla 1.** Composición química de las materias primas energéticas y proteicas

Las materias primas evaluadas con mayor contenido de proteína fueron, en orden descendiente, la pasta de soya, el afrecho de cerveza, la pepa de algodón. Las materias energéticas que más aportan carbohidratos totales (CHT) fueron, el maíz y el polvillo de arroz. Las fuentes que aportan más grasa (EE) fueron la pepa de algodón y el palmiste. Finalmente las materias primas que más aportan fibra (FB) la semilla de algodón y el palmiste, siendo la primera la más digerible por los rumiantes ya que consiste mayoritariamente de celulosa, mientras que la fibra del palmiste contiene entre 10 y 12 % de lignina ácido detergente no digerible por los rumiantes.

#### 4.1 Consumo de las materias primas por parte de terneras de 6 a 12 meses

Las materias primas que fueron mayoritariamente consumidas por las terneras entre 6 a 12 meses de edad fueron; la pasta de soya y el afrecho de cebada y las menos consumidas fueron; el maíz y el polvillo de arroz (figura 1). Las materias primas que consumieron en mayor cantidad fueron las proteicas. Este nutriente suministra a las terneras los aminoácidos necesarios para la síntesis de proteína en el cuerpo y constituye una fuente de nitrógeno para los microorganismos del rumen. (Heinrichs, 1993) Menciona que, algunas terneras alimentadas con dietas de alta proporción de heno u otros forrajes, tendrán el rumen más grande, pero el desarrollo de las papilas

será escaso. Las papilas ruminales permiten aumentar el área de absorción de nutrientes y de productos finales, los cuales proporcionan a la ternera una gran cantidad de proteína microbiana de alto valor biológico y de energía para el crecimiento.

El consumo inadecuado de alimento y un comportamiento apático, influye en la velocidad de crecimiento de los animales en desarrollo (Heinrichs, 1993). Los mecanismos que regulan el consumo en pastoreo son complejos (Ingvarsen, 2000), influenciados por factores nutricionales y no nutricionales (Hodgson, 1985). Factores determinantes del consumo pueden ser modificados a través del manejo como por ejemplo la cantidad de forraje asignado a cada animal (Holmes, 1987). En este sentido, la información disponible permite suponer que el nivel de asignación de forraje puede afectar al consumo.

Por este motivo, los concentrados energéticos son habitualmente incluidos en las estrategias de alimentación de animales para producción. En función de ello, se producirá un efecto de sustitución sobre el consumo de la pastura, cuya magnitud estará influenciada fundamentalmente por la asignación diaria del forraje (Bargo, 2002). En este sentido, se puede suponer que el nivel de asignación de las materias energéticas pudo afectar al consumo. Para regular la cantidad de consumo de forraje, debe incluirse una fuente energética, ya que esta sustituye parcialmente el consumo del pasto.

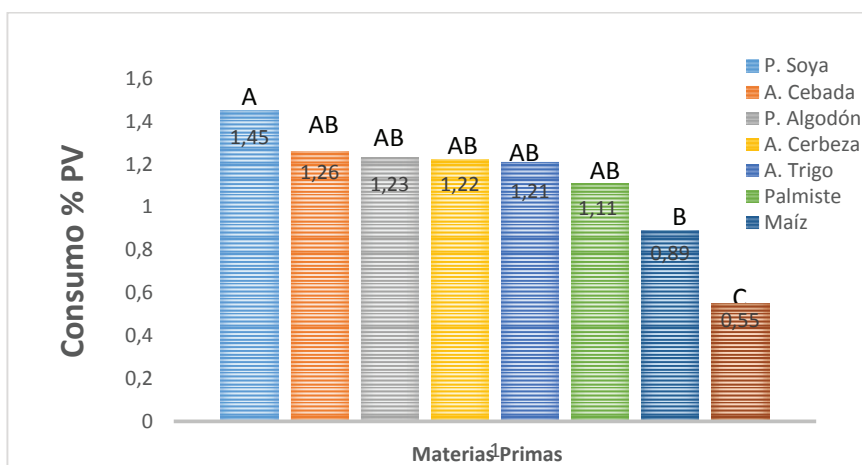


Figura 1. Consumo de materias primas en porcentaje y el peso vivo.

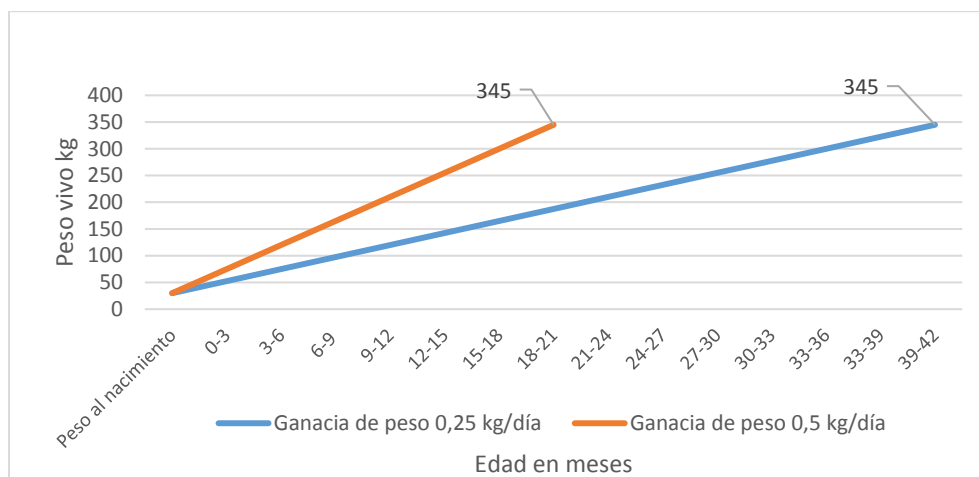


Figura 2. Ganancia de peso.

#### 4.2 Curva de crecimiento proyectada

La curva de crecimiento, permite proyectar el peso de los animales en función de edad. La vacona al primer servicio reproductivo debería tener un 80 % de peso vivo de un animal adulto. En las comunidades rurales donde se realizó el estudio, la ganancia de peso promedio de las terneras al inicio de la investigación fue de 0,25 Kg/día. Si consideramos que una ternera al nacer pesa en promedio 30 Kg., a los 16-18 meses de edad (al primer servicio) tendrá 345 kg, el peso normal para la raza Holstein. De acuerdo al presente estudio, con una ganancia de 0,25 Kg/día tendrá el peso ideal para la reproducción a los 39 meses de edad. Para los granjeros

es mucho más rentable una edad al parto inferior a los 24 meses (Gabler, 2000), debido a los sobrecostos y pérdidas de producción asociados con partos más tardíos. La (Figura 2) muestra que, la ganancia de peso promedio durante el experimento fue de 0,50 Kg/día, con este incremento de peso a la misma ternera le tomaría aproximadamente 18 meses alcanzar los 345 Kg.

La figura 3 muestra la relación entre, la materia primera y la ganancia de peso. Los animales consumieron en más cantidad la soya, materia prima que presentó una relación directa con la ganancia de peso, seguida por la levadura y el afrecho de trigo. El consumo de la pepa de algodón no fue el esperado

pero la ganancia de peso fue interesante. Las materias primas que fueron menos consumidas y representaron menor ganancia de peso, fueron el palmiste y el afrecho de cebada (Mac Loughlin, 03 de 08 de 2011), dice que la cantidad de proteína, por Kg de ganancia en los animales jóvenes es muy superior a la de los adultos. (Morgan, 1995). Un factor decisivo que influye sobre la composición de los aumentos de peso es el ritmo de crecimiento general del animal. De acuerdo a las teorías de crecimiento, parece probable que los animales que no hayan alcanzado la madurez que disponen de cantidades limitadas de nutrientes para el crecimiento, y por consiguiente crecerán lentamente.

Vale indicar que el valor nutricional de los sub-productos varía dependiendo de la industrializa-

ción a la que fueron sometidas las fuentes originales.

En las unidades productivas de pequeños y medianos productores la hierba está disponible durante varios meses al año y los terneros se crían con pasto desde el destete o cuando aún toman leche materna. La calidad y cantidad de la hierba disponible es de gran importancia ya que los animales a esta edad son altamente selectivos. (Heinrichs, 1993) En general, el crecimiento de los terneros alimentados con pastos es bajo sino reciben niveles adecuados de suplementación con concentrados. Con pastos de mala calidad, niveles de alimentación bajos y condiciones de tiempo adversas, los terneros son muy susceptibles a padecer enfermedades gastrointestinales, que reducen el consumo y provocan inapetencia.

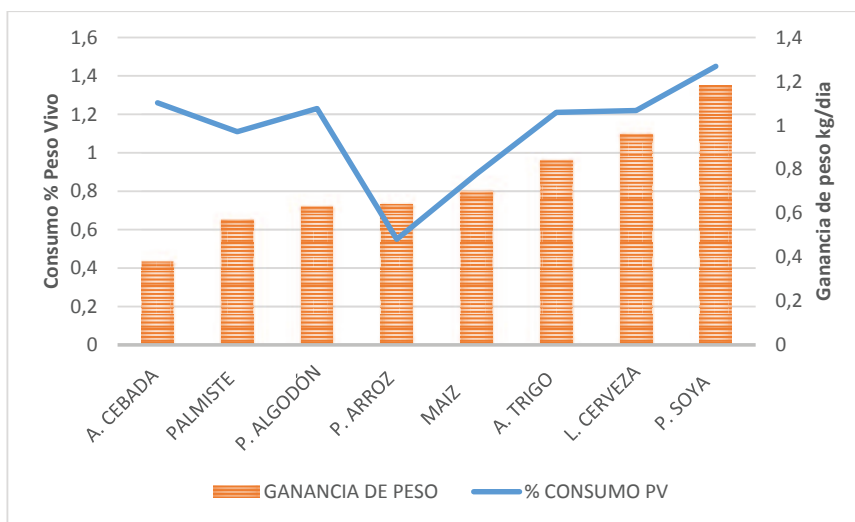


Figura 3. Relación ganancia de peso vs consumo.

### 4.3 Relación costo-beneficio

Los resultados del estudio permitieron determinar la fuente proteica más económica para la alimentación del ganado. Se tomaron en cuenta factores como, la presentación del producto, valor de venta y concentración de proteína. La materia prima proteica con el mayor valor nutritivo, será la más económica ya que es posible que varíe su costo y se tenga que restringir su inclusión.

Las materias primas con mejor relación costo/beneficio, y alta palatabilidad, fueron el palmiste con 0,48 Kg/ proteína por dólar, la pepa de algo-

dón con 0,39 Kg/proteína por dólar, maíz partido con 0,17 Kg/ proteína por dólar, aunque tiene poca palatabilidad es la segunda en mayor ganancia de peso entre las energéticas y el afrecho de cebada con 0,24 Kg/ proteína por dólar. Las fuentes con una relación costo/beneficio más baja fueron el afrecho de cerveza al contener 0,58 kg/ proteína por dólar, la pasta de soya con 0,57 kg/ proteína por dólar, el polvillo de arroz con 0,28 kg/ proteína por dólar y el afrecho de trigo con 0,41 Kg/proteína por dólar.

Por cada dólar invertido, las fuentes que más energía aportan (Mcal de energía metabolizable) según los valores nutritivos de las materias primas

fueron: el palmiste con 7,2 Mcal por dólar, el afrecho de trigo 6,3 Mcal por dólar y el polvillo de arroz 6,1 Mcal. Las materias primas que menos aportan por dólar fueron: la pasta de soya con 3,2 Mcal por dólar, el afrecho de cerveza con 4,9 Mcal y el afrecho de cebada con 5,0 Mcal por dólar.

## 5. Conclusiones y Recomendaciones

Según los análisis de laboratorio del valor nutritivo de las materias primas, los alimentos que tienen el porcentaje más alto de proteína son; la soya, la levadura de cerveza y la pepa de algodón, entre las materias primas energéticas que más aportan CHT está el maíz y el polvillo de arroz, los que tienen más fibra y grasa son la pepa de algodón y el palmiste

Las materias primas más consumidas por las terneras entre 6–12 meses fueron; la pasta de soya y el afrecho de cebada, las menos consumidas fueron; el maíz y polvillo de arroz.

La ganancia de peso promedio durante el experimento fue de 0,50 Kg/día, con este incremento de peso, las terneras podrán alcanzar a los 18 meses un peso de 345 Kg para su primera inseminación.

Se recomienda a las unidades productivas elaboren un plan nutricional, principalmente para el grupo de animales en crecimiento y desarrollo, ya que serán el remplazo los bovinos productivos en el futuro.

La ganancia de peso de los animales es afectada por las deficiencias nutricionales que no son posibles de corregir en ninguna etapa de producción del animal. La ración diaria de los animales debe ser calculada en función del valor nutricional de las materias primas y la etapa productiva, con énfasis en la etapa de crianza para explotar el potencial genético de las futuras vacas del ható lechero.

De acuerdo con los resultados obtenidos las materias primas más económicas que podrían incluirse en la dieta de las terneras de 6–12 meses, son el maíz partido y afrecho de cebada (como fuentes energéticas) y la soya, levadura de cerveza, pepa de algodón y/o palmiste (como fuentes proteicas).

## 6. Agradecimiento

Agradecemos a la Universidad Politécnica Salesiana, en particular al Centro de investigación de la leche CILEC y a los señores estudiantes de Ingeniería Agropecuaria del Centro de Apoyo Cayambe.

Nuestro especial reconocimiento y gratitud a la Dra. Pamela Jaramillo del PROYECTO PROMETEO por su aporte científico en esta investigación.

## Referencias

- Bargo, F. 2002. **Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows.** *J. Dairy Sci.*, 85: 1777–1792.
- Castillo, A. 2002. **La calidad composicional. Sincronización, balance y diagnóstico de dietas en vacas lecheras.** EE INTA Rafaela Manual de Referencia para el logro de leche de calidad, págs. 117–124.
- Chasí, K. 2011. **Elaboración de un plan de mejora de las unidades productoras de leche de origen bovino de los sectores Arrayancucho, Sta Rosa y Manzana 4 de la comunidad de Pesillo, Cayambe-Ecuador 2010.** Tesis, Universidad Politécnica Salesiana, Quito-Ecuador.
- Gabler, M. 2000. **Development of a Cost Analysis Spreadsheet for Calculating the Costs to Raise a Replacement Dairy Heifer.** *Journal of Dairy Science*, 83: 1104–1109.
- Gardner, R. 1988. *J. Dairy Sci.*, 71: 996.
- Heinrichs, A. 1993. **Nutrición para optimizar la salud y rendimientos de las terneras de recría.** *Journal of Dairy Science*, 76.
- Hodgson, J. 1985. **The control of herbage intake in the grazing ruminant.** *Proceeding of the Nutrition Society*, 44: 339–346.
- Holmes, C. 1987. **Pastures for dairy cows.** *p. New Zealand Society of Animal Production*, 10: 133–143.
- Ingvartsen, K. 2000. **Symposium: dry matter intake of lactating dairy cattle. Integration of metabolism an intake regulation: a review focusing on periparturient animals.** *J. Dairy Sci.*, 83: 1573–1597.

Mac Loughlin, R. J. 03 de 08 de 2011. <todoagro.com.ar>, recuperado el 28 de 10 de 2014, de <todoagro.com.ar>: <<http://www.todoagro.com.ar/noticias/nota.asp?nid=16902>>.

Matínez, A. 2003. **Manual de cría de becerros**. Grupo Editores Agropecuarios, 144.

Morgan, M. 1995. **Nutrición animal**. M. E. Morgan, Nutrición animal, pág. 474, zaragoza: Acribia S.A.