

RESUMEN DE INVESTIGACIÓN

SISTEMAS ALTERNATIVOS DE PRODUCCIÓN: EL CASO DE LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA

Michael López-Herrera¹

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el consumidor de productos agropecuarios se ha preocupado por conocer más acerca del origen de los productos que se van a consumir en sus hogares (McEachern y Willock, 2004). En el caso de los productos de origen animal, la tendencia de los consumidores es optar por los comercios donde se ofrezcan productos de explotaciones pecuarias donde se incentive el bienestar animal (Harper y Makatouni, 2002), además que estas explotaciones no causen daño a los ecosistemas naturales; mediante la conservación de árboles, menor contaminación atmosférica y aumento en la biodiversidad; adicional a todo lo anterior, que no se haga uso de productos químicos que puedan resultar nocivos para la salud de las personas (Padel y Foster, 2005).

La agricultura orgánica se ha incrementado a nivel mundial, según el Instituto de Investigación en Agricultura Orgánica (FiBL) (Willer, 2011) para el año 2009 el área productiva certificada orgánica alcanzó las 37,2 millones de hectáreas, de las cuales el 23% le pertenece a Latinoamérica principalmente Argentina, Brazil, Uruguay, además de Centroamérica como un bloque. A nivel mundial los consumidores compraron productos orgánicos en 2010 por US\$ 55 000 millones (Muñoz, 2011).

Costa Rica es el país centroamericano aventaja a los países de la región, ya que ha sido aprobado como país tercero por la Unión Europea debido a que se ha logrado una adecuada diferenciación de los productos convencionales y orgánicos. Sin embargo, no existe a nivel nacional oferta de productos orgánicos de origen animal, aunque ya se han

¹ Centro de Investigación en Nutrición Animal. Escuela de Zootecnia. Universidad de Costa Rica. Autor para correspondencia: michael.lopez@ucr.ac.cr

desarrollado algunas experiencias no alcanzan más que para abastecer un mercado local pequeño (López-Herrera, 2013).

De acuerdo a Rojas (2006) las mayores limitaciones para la producción animal orgánica en Costa Rica son: la alimentación y la profilaxis. En cuanto a la alimentación, el sector sufre la limitación de carecer de una línea de producción de granos certificados orgánicos que permitan la elaboración de alimentos balanceados orgánicos certificados para utilizar en las dietas de animales orgánicos y en segundo lugar la prohibición en la utilización de productos veterinarios de elaboración sintética (antibióticos, desparasitantes, analgésicos, antiinflamatorios) de forma rutinaria, causa temor en los productores al considerar una posible reducción en su productividad.

Las experiencias generadas en otros países muestran que, las prácticas utilizadas en los sistemas de producción orgánicas ocasionan que estos sistemas sean tan productivos como los sistemas convencionales sin embargo no existe documentación acerca de experiencias a nivel nacional en el área pecuaria. Por tal motivo el objetivo del presente trabajo es realizar una recopilación de las investigaciones que se han venido realizando en el CINA como parte de una línea de investigación que busca el apoyo a este tipo de sistemas de producción.

En esta investigación se presenta una recopilación de los principales trabajos realizados por el Centro de Investigaciones en Nutrición Animal en las áreas de medicina veterinaria alternativa y en el área de uso de subproductos agroindustriales para alimentación alternativa de animales en sistemas de producción orgánica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Experimento 1. Nosodes homeopáticos como herramienta para prevención de enfermedades y parasitosis en rumiantes.

Los experimentos de prevención de la parasitosis, se llevaron a cabo en fincas ubicadas en el cantón de Upala, Alajuela. La precipitación y temperatura promedio en la finca son

de 2500 mm y 26 °C, respectivamente (López y Briceño, 2014). Mientras que los experimentos para control de mastitis se desarrollaron en la Finca Experimental Santa Lucía de la Universidad Nacional, ubicada en Barva de Heredia a una altura de 1200 msnm, con temperaturas y precipitaciones anuales promedios de 21.5°C y 2371 mm, además la humedad relativa es de 75.6 % (Gómez y Montes, 1999).

Para la preparación y aplicación de los nosodes se utilizó la metodología descrita por Saéñz (2008), utilizando, agua destilada, alcohol etílico 90° y frascos ámbar. En el caso de los tratamientos contra parásitos se utilizaron los parásitos (50 garrapatas o 50 tórsalos) congelados y macerados, por otra parte, para los ensayos de control de mastitis, se utilizó leche con mastitis (50mL).

Los tratamientos contra parásitos se aplicaron durante los años 2012 -2015 en cabras (un hato de 10 cabras), por su parte vacas lecheras cruzadas (hato de 20 vacas) se aplicaron en febrero, marzo, abril y mayo de 2013. Mientras que, los tratamientos contra la mastitis se aplicaron únicamente en vacas lecheras de la raza Jersey (hato de 18 vacas) en los meses de octubre y setiembre de 2014.

Para cada uno de los experimentos se procedió a tratar los animales que mensualmente presentaban: al menos 6 garrapatas adultas totalmente llenas en el lado izquierdo del animal, presencia de miasis de tórsalos y mastitis diagnosticada con la Prueba de mastitis de california (CMT) y con un medidor de conductividad eléctrica.

En promedio a lo largo del estudio hubo 2 animales que necesitaron tratamiento. Se encontró una respuesta positiva en el control de parásitos externos al utilizar esta técnica, ya que el promedio de gusaneras de tórsalo por animal antes de aplicar el tratamiento fue de 6,78, al cabo de 15 días post-tratamiento las gusaneras de tórsalo bajaron en promedio un 56,5%, es decir 2,89 gusaneras/animal, finalmente al cabo de 30 días post-tratamiento el promedio de gusaneras fue de 0,33/animal, lo que supone un 95% de control de la parasitosis por miasis de tórsalo (Figura 1). El nosode también confiere una inmunidad a mediano plazo, ya que los animales no debían ser tratados hasta 90±10 días después del tratamiento. Además la tintura madre del nosode puede ser almacenada en refrigeración a ±4°C y seguir siendo efectiva hasta 1 año después.

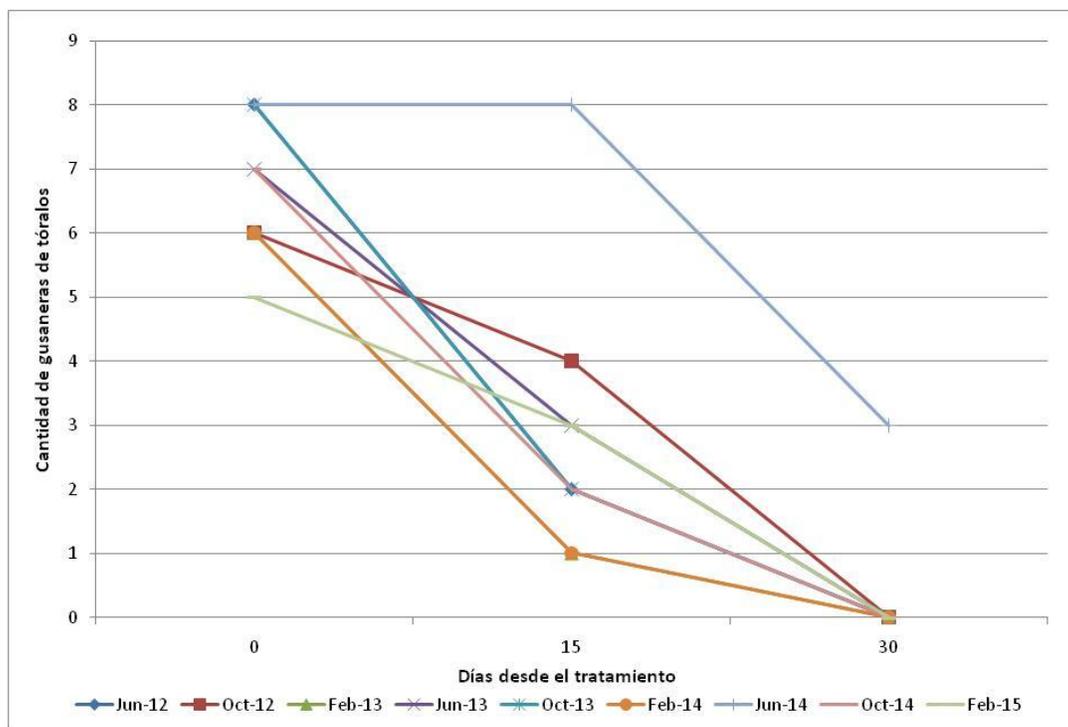


Figura 1. Cantidad de gusaneras de tórsalos desde el día 0 hasta 30 días después del tratamiento con nosode homeopático entre los años 2012 - 2015. San José, Costa Rica, 2015

En el caso de las garrapatas, hubo una respuesta más rápida en comparación con las gusaneras de tórsalos. En este caso, lo largo del experimento se encontró que el promedio de garrapatas adultas completamente llenas del lado izquierdo antes de aplicar el tratamiento fue de 12,9 garrapatas/animal, en 5 días los animales bajaron el conteo hasta 7,2 garrapatas/animal y al cabo de 10 días, los conteos fueron de 1,7 garrapatas/animal, por debajo del margen de 6 garrapatas definido para aplicar el tratamiento, esto representa un 86,8% de control del parásito (Figura 2). Además se encontró una residualidad de 60 ± 15 días entre aplicaciones del tratamiento. Sin embargo la tintura madre del nosode dura menos tiempo que la tintura contra tórsalo, ya que pierde su efectividad después de 6 meses en refrigeración a $\pm 4^{\circ}\text{C}$.

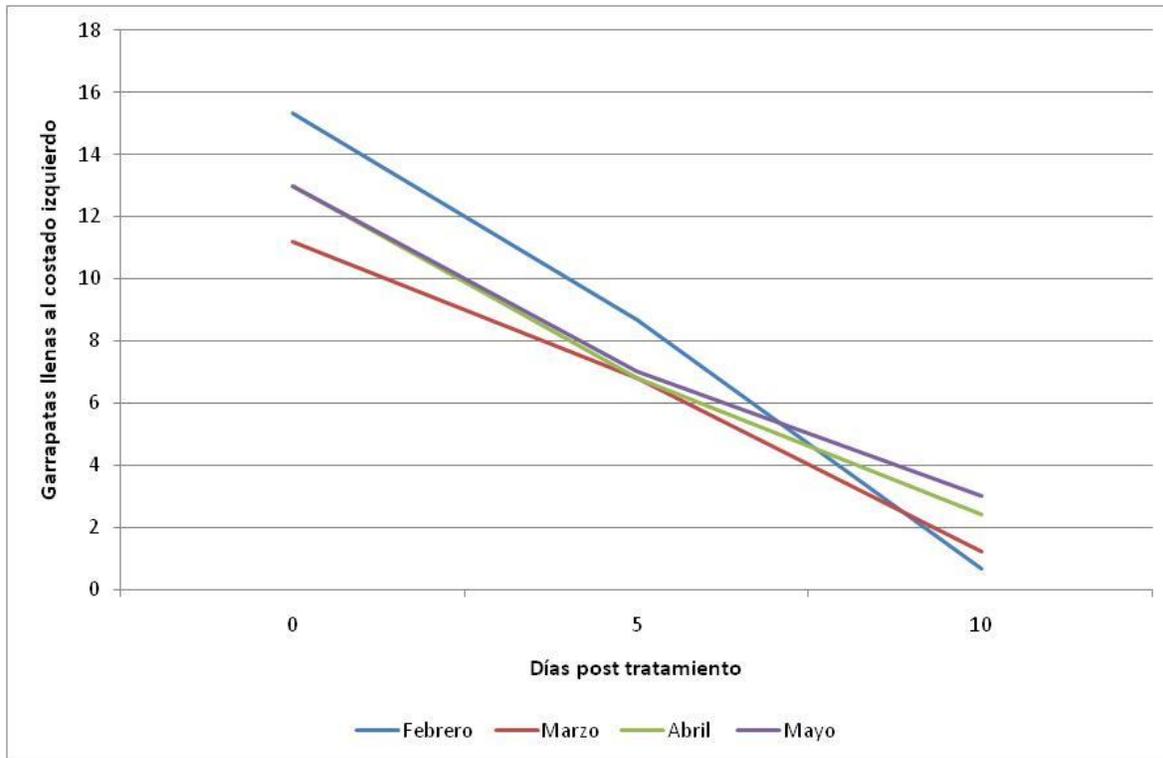


Figura 2. Cantidad de garrapatas completamente llenas desde el día 0 hasta 10 días después del tratamiento con nosode homeopático entre los meses de febrero, marzo, abril y mayo de 2013. San José, Costa Rica, 2015

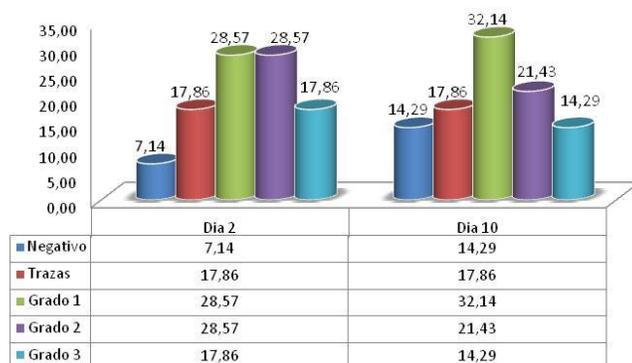
En lo que respecta al control de mastitis, el trabajo se realizó en conjunto con estudiantes y docentes de la Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional. En este caso se evaluaron dos tipos de diluciones homeopáticas (7DH contra 7CH), para reducir la cantidad de cuartos infectados con mastitis en la lechería de la Finca Experimental Santa Lucía (Arias-Gamboa, 2014).

Se trabajó con un formato de estudio de caso, donde se aplica el tratamiento a los animales que presentaron niveles de mastitis clínica o subclínica. Durante la duración del experimento el porcentaje de vacas con mastitis fue de entre 29,17 – 33,33%, cuando se convierte a cantidad de cuartos infectados, entonces la cantidad de cuartos enfermos baja a 13,58%, esto debido a que una misma vaca puede tener varios cuartos saludables y uno o dos enfermos.

Al comparar ambos tratamientos entre sí, se puede observar que el tratamiento con dilución centesimal (7CH) provee una mejor capacidad para disminuir la cantidad de

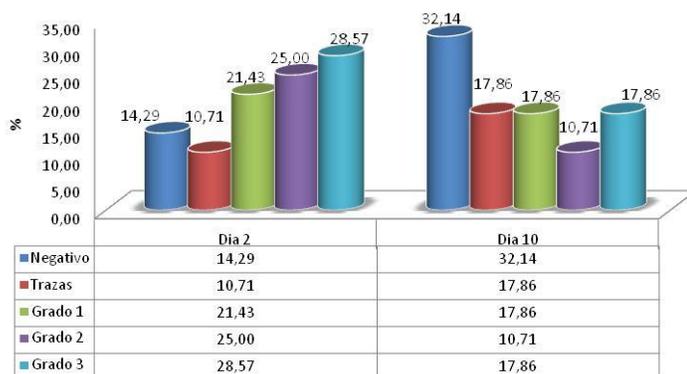
cuartos enfermos, lo cual coincide con los principios de la homeopatía, de a mayor dilución mayor efectividad. En la Figura 3a. se puede observar que la dilución 7DH fue efectiva para duplicar la proporción de cuartos negativos y disminuyen la cantidad de animales con infecciones serias (grados 2 y 3), sin embargo los casos clínicos aún 10 días después del tratamiento representan cerca del 35% de los cuartos productores de la lechería. Mientras que en la Figura 3b. se puede observar que la cantidad de cuartos sin infección con el tratamiento centesimal (7CH), representan 50% del total de cuartos y que los cuartos infectados con grados serios son cerca del 28%, lo que permite el uso de antimicrobianos sintéticos como terapia complementaria y no rutinaria, disminuyen la aparición de resistencia y haciendo un manejo integrado de la enfermedad en el sistema.

Tratamiento 1 DH7



a.

Tratamiento 2 CH7



b.

Figura 3. Comparación de la efectividad en total de cuartos infectados, de dos tipos de diluciones homeopáticas en el tratamiento de mastitis en ganado Jersey. San José, Costa Rica, 2015

Experimento 2. Conservación y calidad nutricional de subproductos agroindustriales y leguminosas de corte para sistemas ganaderos orgánicos.

Estos experimentos se realizaron en la Universidad de Costa Rica, ubicado en San Pedro de Montes de Oca, donde se encuentran los laboratorios de Centro de Investigaciones en Nutrición Animal (CINA) para análisis bromatológicos y de características fermentativas. Los forrajes evaluados fueron rastrojo y corona de piña (*Ananas comosus*), además de guineo cuadrado (*Musa acuminata x balbisiana* Colla. Grupo ABB). En lo que respecta a forrajes se ha evaluado la calidad y productividad de la *Cratylia argentea* como leguminosa uso en dietas de animales orgánicos.

Todos los materiales se conservaron mediante la técnica de ensilaje. Todos los datos han sido publicados en los trabajos de López-Herrera et al., (2009), López-Herrera et al., (2014a), López-Herrera et al., (2014b), Rodríguez-Chacón et al., (2014), López-Herrera et al. (2015) y tres trabajos por publicar en el año 2016.

Los análisis realizados a los tratamientos evaluados fueron: porcentaje de Materia Seca (MS) en estufa a 60 °C durante 48 horas y el de Proteína Cruda (PC) mediante el método de Kjeldahl, Extracto Etéreo (EE) y Cenizas (AOAC 1998), Carbohidratos no Fibrosos (CNF), (Eastridge 1994), Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Ácido (FDA) y la Lignina (Van Soest y Robertson 1985). El contenido de NDT (Nutrientes Digestibles Totales) y de energía se estimará utilizando la metodología propuesta por Weiss (2004) y las ecuaciones propuestas por el National Research Council (NRC) (2001). Además se determinó el nitrógeno amoniacal mediante la metodología empleada por Tobía (2004) y el pH utilizando un potenciómetro de hidrógeno.

Como parte de los resultados de este experimento, se encontró que los subproductos de piña, son materiales, altos en energía (1,33 Mcal EN_L/Kg MS para los rastrojos y 1,42 Mcal EN_L/Kg MS, en el caso de las coronas), inclusive al nivel de ensilados de maíz elaborados en Costa Rica, sin embargo su elevado contenido de humedad (87,70% para los rastrojos y 93,25%, en el caso de las coronas) y su bajo contenido de proteína (8,08%

en los rastrojos y 12,15%, en las coronas), limitan su uso como forraje principal en dietas para rumiantes orgánicos.

El guineo cuadrado es un cultivo que tiene gran difusión en la zona tropical húmeda de Costa Rica, por esto se considera su uso como aditivo para ensilajes, como una herramienta para mejorar el contenido energético de los forrajes y sustituir el ensilado de maíz en raciones de rumiantes en Costa Rica con calidad similar a la reportada por Betancourt (2004) (MS=19,28%, PC= 8,14%MS y NDT=60,91%), debido a que contiene 80% de Nutrientes Digestibles Totales y produce cerca de 30 000 kg de MS/ha en fruto. Sin embargo reduce el contenido de proteína en la ración por lo que se debe considerar reforzar esta fracción en la dieta.

Para la evaluación de la *Cratylia*, bajo manejo orgánico se midieron tres diferentes tiempos de corte, además se analizó el efecto de la estación climática (seca o lluviosa) en parcelas de 50 m².

Se obtuvo que los rendimientos así como la calidad se reducen considerablemente en la estación seca, ya que en promedio cada planta deje de producir entre 3 – 30,5 g de MS por planta de acuerdo a la edad de corte, donde se presenta la mayor diferencia a los 90 días de corte. Además conforme se aumenta la edad se pierde calidad nutricional, debido a un efecto de madurez del forraje, lo que aumenta el grado de lignificación de estos materiales y por con esto baja la digestibilidad del forraje (Sánchez y Soto, 1998), tal y como se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Contenido bromatológico de *Cratylia argentea* a tres niveles de edad de corte.

Variables	Edad de corte (días)		
	60	75	90
MS (%)	20,45a	22,60ab	26,06b
PC (% MS)	18,48b	15,73ab	14,33a
FDN (% MS)	56,34a	59,42a	65,87b
LIGNINA (% MS)	12,07a	14,06b	15,01b
DIVMS (%)	55,30b	53,60ab	48,93a

Letras distintas en la misma fila son diferentes ($p < 0,05$) * Materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra, lignina (LIG) y Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS).

CONSIDERACIONES FINALES

El uso de nosodes homeopáticos permite un adecuado control de los parásitos externos en rumiantes, además provee una alternativa para el manejo integrado de parásitos en estos días de aparición de resistencia a los productos sintéticos de control. El efecto de los nosodes es mayor a mayor dilución, además puede ser conservado como tintura madre para que conserve su efectividad.

El uso de subproductos agrícolas y forrajes para alimentación en sistemas de producción ganadera orgánica, permite un ingreso energético en la dieta de los animales, sin embargo su uso está limitado por aspectos nutricionales propios del material, tal como bajo contenido de PC o alto contenido de humedad.

LITERATURA CONSULTADA

Arias-Gamboa M. 2014. Evaluación del efecto de los nosodes homeopáticos para el control de la mastitis subclínica en vacas jersey de la Finca Experimental Santa Lucía, Barva de Heredia. Informe Práctica Profesional Supervisada CAF-429 para bachillerato. Universidad Nacional. Costa Rica. 35 p.

Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 1998. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th ed, 4th rev. Gaithersburg, MD: AOAC International.

Betancourt J.C, 2004. Caracterización nutricional y productiva de material fresco y ensilado de maní forrajero (*Arachis pinto*) cultivado en asocio con maíz (*Zea mays*), a tres densidades de siembra. Tesis de Maestría en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 110 pp.

Eastridge M. 2002. Dairy NRC has improvements in energy calculations. Feedstuffs Newspaper. Nutrition and Health. July 8th. 11-13.

- Gómez O., Montes de Oca P. 1999. Estudio detallado de suelos de la finca Santa Lucía en Barva, Heredia. Disponible en: http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_031.pdf. Consultado 30 de octubre del 2015.
- Harper G.C., Makatouni A. 2002. Consumer perception of organic food production and farm animal welfare. *British Food Journal*, 104(3/4/5): 287-299.
- Licitra G., Hernandez T.M., Van Soest P.J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology* 57(4): 347-358.
- López-Herrera M., WingChing-Jones R., Rojas-Bourrillon A. 2009. Características fermentativas y nutricionales del ensilaje de rastrojo de piña (*Ananas comosus*). *Agronomía Costarricense* 33(1): 1 – 15.
- López-Herrera M. 2013. Conversión a sistemas ganaderos orgánicos. In. Memoria del V Congreso Sudamericano de Agronomía. Esmeraldas, Ecuador.
- López-Herrera M., Briceño-Arguedas E. 2014. Comparación de dos grupos raciales de bovinos en cuanto a incidencia de garrapatas (Acari: Ixodidae) y tórsalos (Diptera: Oestridae). *Nutrición Animal Tropical* 8(2): 1-9.
- López-Herrera M., WingChing-Jones R., Rojas A., Rodríguez-Chacón S. 2014a. Valor nutricional del ensilaje de rastrojo de piña con niveles crecientes de urea. *Nutrición Animal Tropical* 8(1):1-20
- López-Herrera M., WingChing-Jones R., Rojas-Bourrillon A. 2014b. Meta-análisis de los subproductos de piña (*Ananas comosus*) para la alimentación animal. *Agronomía Mesoamericana* 25(2): 383-392.

- López-Herrera M., WingChing-Jones R., Rojas A. 2015. Valoración nutricional de ensilajes de corona de piña con adición de heno y urea. *Nutrición Animal Tropical* 9(2): 65-90
- McDonald P. 1981. *The biochemistry of silage*. John Wiley Ltd. New York. United States 226 p.
- McEachern M.G., Willock J. 2004. Producers and consumers of organic meat: A focus on attitudes and motivations. *British Food Journal* 106(7): 534-552.
- National Research Council (NRC). 2001. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th ed. National Academy Press. Washington DC. 408 p.
- Padel S. Foster C. 2005. Exploring the gap between attitudes and behavior: Understanding why consumers buy or do not buy organic food. *British Food Journal* 107(8): 606-625.
- Ramírez R., Ramírez R.G., López F. 2002. Factores estructurales de la pared celular del forraje que afectan su digestibilidad. *Ciencia UANL* 2: 180 – 189.
- Rodríguez-Chacón S., López-Herrera M., WingChing-Jones R., Rojas A. 2014. Adición de melaza deshidratada y urea en ensilados de rastrojos de piña. *Agronomía Mesoamericana* 25(2):313-321.
- Rojas A. 2006. Limitaciones y oportunidades para el desarrollo de la producción pecuaria orgánica en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 30(2): 129-135.
- Sánchez J.M., Soto H. 1998. Estimación de la calidad nutricional de los forrajes del cantón de San Carlos. II. Componentes de la pared celular. *Nutrición Animal Tropical* 4(1):7-19.
- Tobía C. 2004. *Introducción del ensilaje de soya en un sistema de producción intensiva de leche en el trópico húmedo de Costa Rica*. Tesis de doctorado, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 120 p.

- Van Soest P.J., Robertson, J.B. 1985. Analysis of forages and fibrous food. As 613. Cornell university, a laboratory manual. Department of Animal Science. Ithaca, New York. United States. 613 p.
- Weiss W.P. 2004. Fine-tuning energy calculations. In: Eastridge M. Proceedings of the Tri-State Dairy Nutrition Conference. Purdue University, Michigan State University, Ohio State University. April 27 – 28. Fort Wayne, Indiana, United States. 131 – 142.
- Willer H. 2011. The world of organic agriculture 2012: Summary. In: The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2011. IFOAM, Bonn and FiBL, Frick. 288p.