

# El modelo de *Latte Nobile*, otra vía de producción de leche



**Omega 3, leche de pastoreo  
y manejo integral del sistema**

**Miguel Ángel Galina Hidalgo**  
— **Compilador** —

**Miguel Ángel Galina, Alfredo Cuellar O., Carlos Galina,  
Juan José Romero Z., Roberto Rubino, Claudia Delgadillo P.,  
Milagros Milera, Federico Infascelli, Jorge Pineda L., Pedro Vázquez L.**

**PUERTABIERTA**  
**EDITORES**

# **El modelo de *Latte Nobile* otra vía de producción de leche**

**Omega 3, leche de pastoreo y manejos  
integral del sistema**



# **El modelo de *Latte Nobile* otra vía de producción de leche**

**Omega 3, leche de pastoreo y manejos  
integral del sistema**

**Miguel Ángel Galina Hidalgo**

**— Compilador —**

**Miguel Ángel Galina, Alfredo Cuellar O., Carlos Galina,  
Juan José Romero Z., Roberto Rubino, Claudia Delgadillo P.,  
Milagros Milera, Federico Infascelli, Jorge Pineda L., Pedro Vázquez L.**



**PUERTABIERTA  
EDITORES**

D.R. © Primera edición 2015

**Miguel Ángel Galina, Alfredo Cuellar O., Carlos Galina,  
Juan José Romero Z., Roberto Rubino, Claudia Delgadillo P.,  
Milagros Milera, Federico Infascelli, Jorge Pineda L., Pedro Vázquez L.**

**Puertabierta, Editores, S. A. de C. V.**

Ma. del Refugio Morales No. 583, Col. El Porvenir, Colima, Col., México  
[www.puertabierta.com.mx](http://www.puertabierta.com.mx)

ISBN: 978-607-8286-62-1

Diseño: Pablo César Oliva Brizuela

Impreso en México / *Printed in Mexico*

La corrección estuvo a cargo de los propios colaboradores.

---

Queda rigurosamente prohibida, sin autorización escrita de los titulares del Copyright, la reproducción total y/o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento.

---



## AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán  
de la Universidad Nacional Autónoma de México  
el apoyo para hacer posible la presente edición.



## CONTENIDO

|                                                                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| El modelo de “Latte Nobile” en México. ....                                                                                      | 9   |
| Estrategias actuales para el control de nematodos<br>gastroentéricos en los ovinos. ....                                         | 39  |
| Reflexiones sobre el reinicio de la actividad ovárica posparto<br>en vacas explotadas bajo condiciones tropicales. ....          | 63  |
| Uso de sistemas de información automatizados para monitorear<br>hatos bovinos: de lo particular hasta lo multi-poblacional ..... | 71  |
| La Latte Nobile: un modelo universal para el desarrollo local.....                                                               | 79  |
| Compuestos bioactivos en productos lácteos con capacidad<br>antiinflamatoria y antioxidante .....                                | 109 |
| Sistemas de base agroecológica para la producción ganadera<br>en Cuba .....                                                      | 127 |
| Healthy characteristics of Latte Nobile .....                                                                                    | 147 |
| Efecto del silvopastoreo sobre el control de nematodos<br>gastrointestinales en vacas Cebú.....                                  | 167 |
| Análisis del perfil de ácidos grasos en leche por medio<br>de la metodología de metil-esterificación (FAMES).....                | 177 |



# El modelo de “Latte Nobile” en México.

***Dr. Miguel Ángel Galina***

*FES-Cuautitlán Universidad Nacional Autónoma de México.*

## **Situación de la Producción de Leche en México, Problemas fundamentales y desarrollo de modelos alternos.**

La leche representa la quinta parte del valor total de la producción pecuaria, en México siendo tercera en importancia, en nuestro país se ordeñan 11 millones de litros de leche diariamente, de los cuales el 80% se proviene de las altas o medianas productoras, en aproximadamente 50 mil establos, de 100 vacas o más, solo el 20% lo producen estacionalmente ganaderos de menos de 50 vacas principalmente en los trópicos. El sistema de manejo tradicional de lechería no especializada concentra al 67 % del hato lechero nacional y participa tan sólo con el 20 por ciento del volumen del lácteo a nivel nacional. Este sistema utiliza ganado Cebú criollo o con cruza con Suizo, Holstein y/o Simental, las vacas son ordeñadas principalmente en las épocas de lluvia. El ganado criollo se encuentra en praderas siendo ocasionalmente alimentado con complementos alimenticios. Los hatos en las unidades productivas tienen entre 30 y 40 cabezas. La infraestructura es escasa y la rentabilidad baja. La producción es estacional y se destina fundamentalmente a la venta directa al consumidor. La dispersión de la oferta, la presencia de la leche rehidratada, los costos del combustible

y la inseguridad en el campo, hacen que este sistema de producción sea muy vulnerable (SAGARPA, 2014).

Las políticas gubernamentales en México y en mayoría de los países de América Latina, quizás con la excepción de Argentina, Uruguay, Brasil y Cuba es mantener un estricto control a la baja, del precio de la leche mediante la importación de leche en polvo, de Estados Unidos y Nueva Zelanda, en México prácticamente de los 16 millones de litros que se consumen al día, por los más de 100 millones de mexicanos, 5 millones provienen de la importación o sea el 31.7% mientras que se producen 11 millones el 68.3% del consumo nacional con una política de subsidio para las clases marginadas a costa de lo productores, que no tienen sostenibilidad económica, por ello a las grandes industrializadoras de leche, se les dan cuotas de importación de leche en polvo, para regular la oferta, con perjuicio de los productores del lácteo. Si los ganaderos exigen un mejor precio los industrializadores recurren a sus cuotas de importación de leche en polvo, manteniendo los precios bajos a los productores, que en ocasiones han tirado volúmenes importantes de leche para demostrar su descontento.

En México el 95% de los ganaderos tienen menos de 50 vacas y muchos de ellos las tienen básicamente en pastoreo, particularmente en los trópicos, donde se ordeñan alrededor de 2 millones de litros de leche diarios, con enormes desviaciones estándar, dependiendo de la época del año, en el invierno sobre el precio al ganadero pero pocos tienen leche, ya en el verano baja cuando todos los ganaderos dependientes de los pastizales tienen producto, las vacas en promedio dan 10 a 15 litros diarios, en lactancias de 150 a 210, días se calcula que son más un millón de ganaderos que emplean entre 3 a 4 millones de trabajadores fijos o eventuales, (CONILEC, 2014).

Pese a que no existe en México un estudio con un enfoque de organización industrial para el mercado de la leche nacional, con el objeto de determinar su estructura, es claro que ésta tiende a observar un cierto grado de concentración por la industria. Las decisiones de localización de las industrias dominantes han determinado la concentración de la producción en algunas regiones productivas del país (Comarca Lagunera, Jalisco, Guanajuato, Querétaro e Hidalgo) cerca de las gran-

des urbes. Sin embargo, pese a que la disponibilidad de los insumos de producción a través de una integración horizontal de diferentes empresas se ha desarrollado acorde con las necesidades de la industria, la intensidad con la que el sistema productivo de la leche, tecnificado o familiar, utiliza recursos naturales; plantea una seria limitante para un incremento sostenido de la escala de la producción (CONILEC, 2014).

Uno de los problemas estructurales es la importación de leche en polvo, En nuestro país se hidratan diariamente 5 millones de litros de leche en polvo, lo que en los últimos 5 años ha mantenido el precio de la leche de vaca con moderados incrementos, que no son comparables a los aumentos en los insumos. El modelo es totalmente dependiente de los forrajes de corte y un altísimo uso de concentrados que son más del 50% del alimento de los bovinos, el precio de los concentrados se ha incrementado 45% en los últimos cinco años, la gasolina 75% mientras que la leche solamente un 15%. Lo márgenes de rentabilidad se han disminuido por lo que los ganaderos sobrevivientes tienden a incrementar el número de vacas o la producción de las mismas, que se traduce generalmente en bajos índices de fertilidad, las vacas literalmente son usadas dos o tres años y remplazadas por novillas gestantes (CONILEC, 2014).

Recientemente el Dr. Roberto Rubino de ANFOSC en Italia, cuestionaba el sistema de cuotas de leche que ha beneficiado a los grandes productores (en México a los industrializadores), pero que ha dañado severamente a los pequeños ganaderos, que cada día con mayor frecuencia abandona la actividad (Rubino, 2014).

En México no tenemos a la vista una solución o una propuesta alternativa, si no la letanía habitual y ahora obsoleta de: “reducir los costos de producción, para disminuir los precios a la venta, para poder competir con los precios de la leche en polvo rehidratada, que en Estados Unidos cuenta con un importante subsidio gubernamental, decía Albert Einstein “si aplicamos la misma solución para el mismo problema, tendremos el mismo resultado”. Curioso que una industria que ha estado en permanente desarrollo y que utiliza hasta el máximo de la innovación tecnológica y el mundo de la investigación, ni siquiera ha sido capaz de desarrollar un modelo teórico para salir de la crisis, del 95%

de los ganaderos en México, que esperan alternativas, abandonando la actividad, desapareciendo gradualmente. La mejora genética continúa con la misma premisa para seleccionar los animales, para perpetuar y mantener vivo un sistema económico, que ha llevado a la ganadería a una crisis permanente, que en el principal de los escenarios, mejora algún aspecto de la producción animal (Rubino, 2014). Estas vacas altas productoras, al menos deberían tener acceso a una fuente de alimentación capaz de salvaguardar la salud del animal, mejorando la calidad de la leche y la carne, pero ni este objetivo tiene viabilidad económica, debido a que una buena nutrición es demasiado cara, siendo lo más importante la rentabilidad, que en México se hace viable solo con 1000 vacas, en línea de ordeña, de producciones de 8 o 10 mil litros por lactación, recordamos cuando iniciamos nuestra práctica profesional en los 60's un establo de 100 vacas era un buen negocio, con animales de 4 o 5 mil litros ordeña, ahora son mil, por lo tanto han desaparecido miles de ganaderos, concentrando la producción en un menor número de operarios, que se encuentran también en "crisis" por el precio de la leche, que deja márgenes muy pequeños de rentabilidad y que no puede competir con la rehidratación de la leche en polvo de importación, en nuestro caso particularmente de los Estados Unidos, los ganaderos siguen en la producción porque no encuentran quién les compre las unidades de producción, los establos eventualmente por la urbanización, producto del constante fenómeno de migración del campo a las ciudades, venden sus ranchos como terrenos urbanos, para el desarrollo de las grandes metrópolis, abandonando la actividad. El equilibrio económico es por lo tanto, de baja rentabilidad, debido al precio de la leche, para sobrevivir, se mantienen por las enormes cuotas de producción, dependientes de forrajes de corte y concentrados lo que les crea una deuda impagable a los proveedores, lo que ha reducido la calidad de la leche, de la carne y el número de ganaderos en el campo mexicano. Los grandes productores no abandonan el negocio porque no encuentran quién les compre mil o más vacas, se mantienen con múltiples deudas y a su vez con aparentemente muchos ingresos, sin embargo los márgenes de ganancia se reducen por los altísimos costos de la alimentación. Y así nos han empujado hacia el monocultivo principalmente de alfalfa, con altas cuotas de subproductos y suplementos,

en detrimento de las praderas y la biodiversidad florística. Paradoja cuando la nueva ecologización a nivel global, busca el mantenimiento de la biodiversidad (Rubino, 2014). Nuestros Gobiernos, incluyendo el Mexicano pregonan que debemos producir “amigablemente con cuidado de los animales y el medio ambiente” sin dar herramientas por lo que los condena por la vía de costos de producción y precios de la leche, a su extinción. Es curioso observar que en la Italia meridional y en México, países distantes con economías distintas, los problemas de los pequeños productores en el campo son muy similares.

El pequeño ganadero no es solamente en nuestra apreciación un ser económico, es un ente social, el abandono del campo incrementa la inseguridad, afecta las vías de comunicación, disminuye la mano de obra de los campesinos, que se van en la obligación de migrar hacia el extranjero o hacia las grandes urbes en busca de trabajo. La mayor parte de las fuentes de trabajo en el campo en México la genera los pequeños ganaderos, siendo en muchas ocasiones mano de obra familiar.

### **Antecedentes de la calidad de la leche de pastoreo en México**

Se han realizado una serie de investigaciones sobre la calidad nutricional de la leche en México, que nos han permitido certificar las bondades del pastoreo tanto en vacas, como en cabras y recientemente en borregos (Galina et al., 2012; 2013). Un contenido mínimo de ácidos grasos saturados (AGS) se observó en la leche procedente de los animales en pastoreo, contrastado con una presencia significativa de AGS en leche de animales en estabulación (Galina et al., 2012; 2013; 2014). Recientemente ha sido probado en la literatura que un menor contenido de AGS favorece la salud humana, debido a su papel en las enfermedades coronarias (Pfeuffer., Schrezenmeir., 2000). Los resultados de nuestro grupo de trabajo en México, permiten suponer que el sistema de alimentación, en general, y en particular el pastoreo libre en un ambiente silvopastoril diverso, permite que cada vaca como individuo, componer una dieta de acuerdo a sus propias necesidades, que tienen un efecto positivo sobre el aroma, sabor y características nutricionales de la leche (Galina et al., 2012; 2013).

Nuestro primer paso en México, era certificar si la leche de pastoreo tenía calidad similar a la reportada en numerosos estudios en Europa, particularmente en Italia donde habían identificado el nivel de calidad de la leche y el queso son la expresión de una serie de moléculas aromáticas: terpenos, fenoles, flavonoides, antioxidantes, vitaminas y ácidos grasos insaturados (Galina et al., 2007). Todos estos componentes dependen esencialmente de la cantidad de pasto que el animal ingiere, y, aún más, el número de hierbas, ya que, como hemos señalado en numerosos estudios, cada hierba trae diferentes componentes de la leche. De hecho, la mayoría de las hierbas son silvestres, denominadas genéricamente “malas hierbas”, esta complejidad es importante porque se refleja en una leche “diferente”, de calidad superior, el consumidor poco a poco empieza a diferenciar entre una leche de pastoreo y una de estabulación, por su aroma y sabor.

Una primera premisa demostrada es que los sistemas de producción ganaderos que se manejan en pastoreo, pueden impactar en forma positiva en la salud de la población, produciendo leche, queso o carne de mejor calidad nutricional para el consumidor (Claps et al., 2015; Galina et al., 2019a; 2009b). Ya que los alimentos de origen animal provenientes de estos sistemas, pueden ser considerados como alimentos funcionales y/o como fuente de compuestos nutraceuticos (Claps et al., 2015). En segundo lugar ha sido ampliamente demostrado en la literatura científica la insostenibilidad de los sistemas productivos de estabulación con vacas productoras de 40 litros o más por día, desde el punto de vista de calidad de la leche, o de bienestar animal, para lograr una oferta de mayor calidad nutricional a los consumidores, evitando paralelamente la destrucción y degradación de los ecosistemas.

Un sistema que pudiera contribuir a la producción de leche de calidad sería la suplementación con probióticos de bacterias lácticas (LAB). Esto se debe a su efecto sobre la biohidrogenación (BH) ruminal, que se traduce en una saturación de los ácidos grasos no saturados, abundantes en las plantas, para ello suplementamos con LAB, que no BH, o lo hacen en menor volumen (Galina et al., 2012; 2013). Los resultados de biohidrogenación con LAB fueron similares a los obtenidos en dietas suplementadas con ácidos orgánicos o plantas con aceites

(Váradyová et al., 2008) lo que permite suponer que las bacterias lácticas es una forma de fermentación ruminal que permite tener el mismo efecto, que se traduce en una mejor calidad de la leche, (Galina et al., 2012). Para ello hemos realizado varias observaciones comparando sistema de alimentación en estabulación o pastoreo con o sin el uso de suplementos de bacterias lácticas. Las diferencias significativas en el perfil de ácidos grasos benéficos entre las leches de pastoreo con la adición de un suplemento de bacterias lácticas comparados con la leche comercial, demuestra la importancia de la biohidrogenación en el metabolismo ruminal, para la calidad de la leche, en relación a la salud del consumidor, desde luego los animales en sistema silvopastoril con suplementación de promotores de la fermentación y probióticos, fueron las que significativamente produjeron una leche de mejor calidad comparadas con las de pastoreo sin probióticos o las de estabulación con o sin probióticos (Galina et al., 2013).

Otros factores como la presencia de flavonoides, antioxidantes y ácidos aromáticos aumentan significativamente en pastoreo particularmente en sistemas silbo pastoril. Cuando se habla de calidad de la leche, la ordeñada de animales en pastoreo presenta un contenido variado, pero en general más bajo en elementos como el colesterol, porque proviene de un origen vegetal diverso comparado con productos de animales en estabulación, contenido que se podría sintetizar en:

- La Leche de animales en pastoreo tiene un contenido de ácidos grasos no saturados mayor que el de animales en estabulación. Los ácidos grasos saturados son los implicados en la mayor parte de las enfermedades cardiovasculares asociados con la obesidad, disminuyendo la concentración de alfa tocoferol en los tejidos de los animales en pastoreo. La calidad de los productos pecuarios, leche o carne es superior cuando los rumiantes son manejados en pastoreo, superando significativamente a los animales en estabulación (Sima et al., 2000; Rubino, 2002).
- El ácido linoléico conjugado que tiene propiedades antitumorales, y anticolesterémicas, se encuentra solamente en productos de origen animal, particularmente en la leche y carne de animales en pastoreo, en concentraciones cuatro veces mayor que

en animales en estabulación. Se acumula particularmente en el queso. (Rubino, 2002; Rubino et al., 2012).

- Siempre la leche de pastoreo contiene un nivel inferior de colesterol y un nivel mayor de antioxidantes. Esto se traduce en una capacidad antioxidante mayor, uno de los elementos probados contra el crecimiento de tumores, acompañados de derivados del alcohol como los monoterpenos que reducen la formación de células tumorales (Cuchillo, 2005).
- El componente aromático es mucho más fuerte en la leche de pastoreo.

Para el manejo del sistema de pastoreo en México, publicamos varios trabajos sobre el efecto de los promotores de la fermentación (PF) en diferentes especies y sistemas, con resultados consistentes en un aumento de la utilización de la celulosa de los forrajes fibrosos, debido a un incremento significativo en la población de bacterias celolíticas (Galina et al., 2000; 2002; 2003; 2004a; 2004b, 2004c; Puga et al., 2001a; 2001b; 2001c; Ortiz et al., 2001; 2002). Por otra parte, el conocimiento de la importancia de la degradación del nitrógeno por los microorganismos ruminales ha permitido una inclusión racional de la urea en las dietas, además de tratamientos mecánicos o químicos de los forrajes que mejoran su digestibilidad, tanto con el uso de PF como LAB (Galindo et al., 2001; Ortiz-Rubio et al. 2007; Gutiérrez et al., 2012a; 2012b;). La formación de proteína digestible intestino microbiana (PDIM) puede llegar a ser el 80% o más en dietas que contengan una producción abundante de microorganismos ruminales, en formulas suplementadas con fuentes de nitrógeno no proteico, mientras que con concentrados comerciales la mayor parte de la proteína digestible intestino proviene del alimento (PDIA) por ello se han utilizado varias técnicas de protección de la proteína, contra de la acción de los microorganismos ruminales (Elias, 1983; Galina et al., 2000; 2003).

Las gramíneas y algunas leguminosas, proveen la base de la alimentación animal en la ganadería tropical; caracterizada por una gama de géneros y especies y por su amplia adaptación a diferentes ambientes “plasticidad” (Peters et al. 2010 y Tiftonell et al. 2010). Es posible utilizar eficientemente estos forrajes cuando las poblaciones bacterianas

del rumen cubren sus requerimientos de energía, constituyentes nitrogenados esenciales, minerales y otros nutrientes (Elías, 1983), de no lograrlo, se reduciría su consumo y aprovechamiento, aspecto que pudiera ser corregidos con el uso de activadores de la fermentación ruminal, productos biológicos que incrementan la eficiencia digestiva (Puga et al., 2001a; 2001b; 2001c). Las repuestas que con mayor frecuencia se repiten en estos trabajos, de utilización de activadores microbianos, se asocian con la producción de ácidos grasos volátiles (AGV), modificación del pH ruminal e incremento de las bacterias responsables de la degradación de la fibra (Lila et al. 2004).

A partir de la primera década del presente siglo se adicionaron a los trabajos originales sobre FR modificaciones sobre el uso de bacterias lácticas en rumiantes (Elías y Herrera, 2008) demostrando su efectividad en la digestibilidad de forrajes fibrosos (Galindo et al. 2001; Galina et al. 2007a; 2007b; Gutiérrez et al. 2012a; 2012b;), con todas estas investigaciones se ha obtenido un efecto significativamente mayor de degradación de la fibra en el rumen, que ha permitido el desarrollo de sistemas de manejo alternativos con o sin suplementación de LAB para mejorar la calidad del producto (Galina et al. 2008a; 2008b).

Por otro lado estudios sobre el perfil de los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) particularmente el ácido linoléico ( $C_{18:3}$  cis-9, cis-12, ALI) y el ácido alfa-linoléico conjugado ( $C_{18:3}$  cis-9, cis-12, cis-15 ALC) han demostrado que se encuentran en altas proporciones en los lípidos de los forrajes y de algunos suplementos (Shen, 2011; Castillo et al. 2013; Zened et al. 2013; Rubino, 2014). Estos ácidos forman parte de la dieta de los rumiantes y dependiendo de su concentración, modifican el perfil de ácidos grasos de la leche y de la carne, su composición se caracteriza por la presencia de un mayor volumen de ácidos grasos insaturados, que saturados, que aumentan en su saturación debido al proceso de biohidrogenación en el rumen (Castillo et al. 2013). Se han estudiado diversos factores que afectan el proceso de BH del ALI y ALC, como también estrategias nutricionales que muestran resultados positivos en el incremento de ácido *trans-vaccenico* ( $C_{18:2}$  trans-11, ATV) y ácido linoléico conjugado (Cis  $_{18:2}$  cis-9, trans-11, ALC) en la leche (Galina et al. 2009a; 2009b; 2010; 2012). Se ha reportado que estos compuestos tie-

nen efectos potencialmente benéficos a la salud humana (O'shea et al. 1998; Harfoot y Hazlewood, 1997; Herrera et al., 2004; Khanal, 2004).

Los probióticos lácticos (LAB) podrían ser una alternativa importante, particularmente si se toma en consideración el perfil de ácidos grasos no saturados del producto (Galindo et al. 2001; Galina et al. 2012;). En los rumiantes, la flora microbiana sirve para desdoblar la mayoría de los nutrientes, los cuales después son absorbidos en el intestino por el animal (Newbold et al. 2005). Por ello se han desarrollado diferentes sistemas biotecnológicos para manipular las actividades microbiológicas de la cámara de fermentación de los bovinos (Newbold et al. 2005). Los ácidos grasos no saturados que se producen durante la hidrólisis de los lípidos de la dieta, son saturados por los microorganismos ruminales, mediante biohidrogenación (BH), proceso que requiere de  $H_2$  (Jin et al. 2008; Castillo et al. 2013). El mayor intermediario para la BH son los ácidos grasos polinsaturados (PUFA), mientras que por las bacterias ruminales son el ácido linoleico conjugado (ALC) y el ácido trans-vaccenico (trans 11 C18:1 ATV). El ALC se deriva del ácido linoleico (C 18:2) y el ácido  $\alpha$  linoleico (C 18:3) (Castillo et al. 2013). Una manipulación recomendable de la fermentación ruminal podría incrementar las principales formas de ALC – ácido linoleico conjugado isómero cis 19, trans 11 C 18:2; c9,T11 ALC (Newbold et al. 2005). Debido a que la remoción de ALC como intermediario depende de la BH, quizás sea posible de incrementar este proceso, proveyendo alternativamente receptores de electrones, las bacterias lácticas en el rumen pueden utilizar estos electrones disminuyendo la BH, además de que no producen metano, por eso la importancia de estudiar el efecto de BH de los suplementos lácticos, para mejorar el perfil de ácidos grasos de la leche (Galina et al., 2012).

Un hato de 35 vacas lecheras en la mitad de la lactación ( $511 \pm 12$  kg), cruzas de Cebú, los animales se mantuvieron sobre un sistema silvopastoril a partir de julio (SP), formado por una mezcla de gramíneas tropicales de zacates: estrella (*Cynodon plectostachyus*), e insurgente (*Brachiaria brizantha*), acompañados de ramoneo de leguminosas en bosque tropical, suplementados con 3 kg de fermentador ruminal con o sin la adición de 1.5 kg/día, de un probiotico de bacterias lácticas

(LAB) como suplemento durante el período silvopastoril. El área de pastoreo total fue de 20.9 ha -una mezcla de pastoreo sobre gramíneas tropicales de zacates: estrella (*Cynodon plectostachyus*), e insurgente (*Brachiaria brizantha*) acompañados de ramoneo de leguminosas en bosque tropical. El bosque tropical ramoneado fue de *Mimosa pudica*, *Plumera rubra*, *Bunchosia palmeri*, *Cordia alliodora*, *C. dentata*, *Platymiscium fasicarpum*, *Erythroxylum mexicanum*, *E. rotundifolium*, *Caesalpinia plumeria*, *Guttarda elliptica*, *Randia capitata*, *Caesalpinia coriaria* y *Desmodium spp.* Con una carga animal de 3.6 a 5.9 UA/ha. Paralelamente un segundo hato de 28 animales (514 ±14 kg) pastoreando en 16.5 ha de silvopastoril suplementados con 6 kg de un concentrado comercial para vaca lechera de 160 g de PC (COM). Se pesó la leche de los tres tratamientos en forma individual cada semana durante la observación. Se tomaron muestras semanales de leche de cada grupo para medir los ácidos grasos.

Durante todo el estudio el forraje excedía la capacidad de ingestión voluntaria de las vacas en lactación. La administración de suplementos de probióticos (LAB) contenía aproximadamente  $4 \times 10^7$  ufc de bacterias lácticas, compuesto por *Lactobacilos plantarum*, *L. delbrueckii*, *L. helveticus*; *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides*, y *Bifidus spp* sobre una mezcla de 35% melaza y 65% suero de quesería. El promotor de la fermentación (3kg/d) contenía una mezcla de melaza (18%), harina de algodón (16%), cascarilla de arroz (10%), maíz (14%), pollinaza (10%), harina de pescado (8%), cebo de res (5%), sal común (4%), cal, carbonato cálcico (3%); cemento (1%), sales minerales (2%), ortofosfato cálcico (2%), urea (5%) y sulfato de amonio (2%). Se calcularon los volúmenes de MSI por vaca tomando muestras representativas en pastoreo, con base a las necesidades de energía y proteína para mantenimiento, crecimiento, producción de leche y estado fisiológico de acuerdo a la metodología utilizando el sistema de unidades forrajeras leche, desarrollado por el INRA (1995).

Los análisis de ácidos grasos éter metálicos FAME fueron realizados por extracción por separado, utilizando cromatografía de gases (Varian modelo 3800) equipado con un muestreado automático (CP 8410) equipado con un detector FID. El cromatógrafo tenía una columna ca-

pilar de sílice fundida (60 m, 0.25 mm (di) 0.25 micras; película DB 23, J y W Supelco). Los picos FAME fueron identificados por comparación con los tiempos de retención, con los de una mezcla conocida de estándares de ácidos grasos (Sigma-Aldrich).

Los compuestos volátiles se determinaron mediante la técnica modificada de dinámica del espacio de cabeza. Las muestras fueron purgadas por burbujeo de helio y la extracción se llevó a cabo durante 60 min con helio a una velocidad de 50 ml/min. Los componentes volátiles fueron absorbidos en una trampa de vidrio lleno de 0.20 mg de Tenax TA, malla 60/80 y 0.05 mg de Carbopack C, malla 40/60. La desorción térmica se llevó a cabo por una trampa de calentamiento a 220 °C durante 5 minutos con un flujo de gas portador de helio (50 ml/min) en un sistema automático de desorción térmica (TDS2, Gerstel GmbH). El análisis gaseoso se realizó en un cromatógrafo modelo Agilent 6890 GC N instrumento conectado a un detector de masas cuádruple selectivo (TME) modelo 5973. Una columna capilar de sílice fundida revestida con dimetilpolisiloxano (HP 1, Agilent Technologies, USA.) de 30 m, 0.32 mm (di) 0.25 micras de espesor de la película, fue utilizado para analizar el perfil volátil de la leche.

Los resultados fueron calculados por el modelo de ANDEVA bajo un arreglo totalmente aleatorizado

$$Y_{ij} = \mu + t_i + E_j$$

$Y_{ij}$  = valor de ácidos grasos     $i=1,2,\dots,4$      $j=1,2,\dots,8$

$\mu$  = Es una media general

$t_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$E_j$  = Efecto del error aleatorio

El promedio de producción de leche en ambos grupos fue de 17.5; LAB 14.1 (SP) y 16.5 (COM) kg/d ( $P<0.05$ ). El sistema de alimentación afectó significativamente el perfil de ácidos grasos de la leche de las vacas estudiadas. Este efecto fue medido por el contenido de ácidos grasos de los sistemas de alimentación, en porcentajes de saturados e insaturados LAB 66.17:34.04% ; SP 65.82:34.23% COM 67.97:32.30%; LC 67.77:32.35% como se muestra en el cuadro 1. El contenido de ácidos grasos polinsaturados, omega-3 fue LAB 0.51%; SP 0.33%; COM

0.27% superiores a las de la leche comercial (LC) que tuvo en promedio un 0.18 % los resultados de omega 6 en fueron 1.77 % LAB; 1.59 % SP; y 1.50 % COM mientras que la leche comercial tuvo un promedio de 1.47 % ( $P<0.05$ ). La relación de omega 6 / omega 3 fue de 3.47:1 LAB; 4.82:1 SP; 5.16 COM y 8.17 comercial.

Con respecto a los ácidos grasos saturados la LC y la COM fueron superiores a las leches de pastoreo, que no mostraron diferencias entre ellas ( $P>0.05$ ), los no saturados se comportaron en forma similar pero LAB y SP fueron superiores a COM y LC ( $P>0.05$ ). Las diferencias entre las cuatro leches fue en el porcentaje de poliinsaturados siendo mayor para LAB intermedia para SP y COM y menor para la LC ( $P>0.05$ ). A través del análisis de la varianza se observó que el sistema de alimentación sólo modificó la concentración de AG poliinsaturados ( $P<0.01$ ), por el contrario los AG monoinsaturados solamente fueron afectados ( $P<0.01$ ) entre LAB y SP comparados con COM y LC. Si observamos los ácidos grasos poliinsaturados, tanto LAB fue mayor ( $P<0.05$ ) en porcentaje (0.51%) siendo superior a los demás tipos de leche. Se observó efecto significativo ( $P<0.01$ ) del sistema de alimentación sobre los diferentes tipos de leche.

A través del análisis de varianza se observó que existe interacción de los factores ( $P<0.01$ ) sobre el contenido de AG  $\omega 3$ ,  $\omega 6$ , así como en la relación que guardan éstos elementos, además de efecto por el sistema de alimentación sea en leche o en queso.

**Cuadro 1 Porcentajes de ácidos grasos en la leche de tres tratamientos silvopastoriles con probiótico LAB; Silvopastoril SP; Silvopastoril con concentrado comercial COM y Leche Comercial LC**

|          |                              |       | LAB    | SP     | COM    | LC     |
|----------|------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Saturado | Caprico                      | C6    | 0.47   | 0.47   | 0.53   | 0.44   |
| Saturado | Caprílico                    | C8    | 0.46   | 0.46   | 0.50   | 0.41   |
| Saturado | Caprico                      | C10   | 1.50a  | 1.73a  | 1.22b  | 1.15b  |
| Saturado | Laúrico                      | C12   | 2.50a  | 2.84a  | 1.95b  | 2.14b  |
| Mono     | Mirostoleico                 | C14.1 | 0.74b  | 1.03a  | 1.02a  | 0.65b  |
| Saturado | Mirístico                    | C14   | 10.35  | 11.43  | 10.62  | 9.16   |
| Saturado | Pantodecílico                | C15   | 1.94   | 1.59   | 1.79   | 1.54   |
| Mono     | Palmitoleico                 | C16.1 | 1.75a  | 1.17b  | 1.82a  | 1.65a  |
| Saturado | Palmítico                    | C16   | 32.10b | 31.52b | 35.67a | 31.55b |
| Saturado | Margarico                    | C17   | 1.48b  | 1.08c  | 1.32b  | 1.83a  |
| Poli     | Linoléico omega 6            | C18.2 | 1.77a  | 1.59b  | 1.50b  | 1.47b  |
| Mono     | Oléico                       | C18.1 | 29.27  | 30.11  | 27.69  | 28.40  |
| Saturado | Esteárico                    | C18   | 14.60b | 13.23b | 13.43b | 18.90a |
| Poli     | A Linoléico omega 3          | C18.3 | 0.51a  | 0.33b  | 0.27c  | 0.18d  |
| Saturado | Arquídico                    | C20   | 0.77b  | 1.47a  | 0.94a  | 0.65b  |
|          |                              |       |        |        |        |        |
|          |                              |       | 100.21 | 100.05 | 100.27 | 100.12 |
|          | Relación $\omega 3:\omega 6$ |       | 3.47c  | 4.82b  | 5.56b  | 8.17a  |

|              |        |        |        |        |
|--------------|--------|--------|--------|--------|
| Saturados    | 66.17b | 65.82b | 67.97a | 67.77a |
| No Saturados | 34.04a | 34.23a | 32.30b | 32.35b |
| Mono         | 31.76a | 32.31a | 30.53b | 30.70b |
| Poli         | 2.28a  | 1.92b  | 1.77c  | 1.65d  |

a, b, c: literales distintas en la misma hilera indican diferencia estadísticas significativa ( $P < 0.05$ ).

LB Leche de pastoreo con probiótico

SP Leche de pastoreo

COM Leche de pastoreo con concentrado comercial

LC Leche comercial

**Cuadro 3. Concentración total de ácidos grasos en la leche de pastoreo con diferente suplementación (porcentaje)**

|                           | LAB    | SP     | COM    | LC                 |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------------------|
| saturados                 | 66.17a | 65.82b | 67.97a | 67.77 <sup>a</sup> |
| no saturados              | 34.04  | 34.23  | 32.30  | 32.35              |
| monosaturados             | 31.76a | 32.31a | 30.53b | 30.40b             |
| poliinsaturados           | 2.28a  | 1.92b  | 1.77c  | 1.65d              |
| omega 3                   | 0.51a  | 0.33b  | 0.27b  | 0.18c              |
| omega 6                   | 1.77a  | 1.59b  | 1.50c  | 1.47c              |
| Relacion omega 6: omega 3 | 3.47c  | 4.82c  | 5.56b  | 8.17 <sup>a</sup>  |
| colesterol (mg/100ml)     | 83.2b  | 84.4b  | 87.5a  | 89.1 <sup>a</sup>  |

a, b, c: literales distintas en la misma hilera indican diferencia estadísticas significativa ( $P < 0.05$ ).

LB Leche de pastoreo con probiótico

SP Leche de pastoreo

COM Leche de pastoreo con concentrado comercial

LC Leche comercial

Al analizar el contenido de colesterol en los diferentes tipos de muestras se observó en LAB que registró un contenido de 83.2 mg/100ml y SP 84.4 mg/100ml, mostrando diferencias significativas con COM 87.5 mg/100ml y LC 89.1 mg/100 ml. En este sentido el sistema de alimentación con o sin probióticos, mostró una menor cantidad de colesterol en ambos tratamientos.

Un elemento de primordial importancia es la relación de omega 6/omega 3 que en la presente observación fue de 3.47 para LAB y 4.82 para SP ligeramente dentro de los márgenes menores a 5 mientras que el mismo sistema silvopastoril al ser suplementado con concentrado comercial tiene una relación de 5.56 a 1 probablemente bloqueando el efecto benéfico del omega 3, y el promedio de las leches comerciales fue de 8.17 a 1 que es muy superior a los límites que permiten una utilización benéfica para el humano.

Al analizar el medio ruminal, los valores de pH obtenidos con el uso de PF ( $\pm 6,9$ ), aún cuando no existe un consenso único del valor de pH donde se optimice el funcionamiento ruminal, las cifras encontradas

en la totalidad de los tratamientos se mantienen entre los límites fisiológicos de 6.0 y 7.2 (Elías, 1971; 1983; Calsamiglia et al. 2002, Krause y Oetzel, 2006), como valores óptimos para garantizar la digestión de la celulosa, y posibilitar incremento del ritmo de crecimiento de los microorganismos celulíticos/ hemicelulolíticos, su actividad enzimática, y con ello, los productos de su metabolismo (Marrero, 2005). Los valores de pH alcanzado con los PF tienen un efecto positivo que ejercen los activadores microbianos al estimular el crecimiento bacteriano y contribuir al mayor consumo de MS, fundamentalmente FDN (Puga et al., 2001a; 2001b; 2001c).

Según Smith (1975), a partir de las concentraciones AGVs, es posible estimar la masa microbiana del rumen. Trabajos en Cuba determinaron el nivel óptimo de 6 mL kg PV<sup>-1</sup> de LAB en la ración, para obtener una mayor producción de biomasa microbiana (Gutierrez et al., 2012a; 2012b). Esto evidencia mejor fermentación ruminal y, como consecuencia, mayor degradación de los forrajes ricos en paredes celulares, masa microbiana, que se convierte en parte de la digesta como proteína de sobrepaso de excelente composición aminoácidica, sale del rumen y se absorbe en el intestino delgado (López, 2009).

Aunque existe números estudios *in-vivo* que describen mejoras en la tasa de degradación de la MS en la dieta de vacunos que consumen básicamente fibra, con la adición de aditivos microbianos a partir de cultivos mixtos de levaduras y *Lactobacilos*, como los realizados por Flores (2000) al utilizar el 1% de cepas de *Lactobacillus plantarum* en una dieta básica elaborada a partir de concentrado y alfalfa, donde se obtuvieron mejoras en la degradabilidad, otros estudios desarrollados por Castillo (2009), Galindo *et al.* (2001) y Marrero, (2005), al evaluar un preparados microbianos de *S. cerevisiae*, relacionados con las características de la fermentación ruminal en vacas alimentadas con dietas fibrosas, encontraron un aumento de las bacterias viables totales y celulolíticas; con el uso de LAB se mejoro significativamente el contenido de ácidos grasos esenciales en la leche de los animales (Galina et al. 2009; 2012 y Elías et al. 2010). Sin embargo, las diferencias encontradas en la ingestión de la MS y FDN con la dieta de LAB con respecto al resto de los tratamientos en este estudio, puede atribuírseles

a efectos similar a lo logrados anteriormente en vacunos, y con ello, un incremento en la tasa de desaparición del material fibroso del rumen, similar a lo descrito por Galina et al. (2007b).

Gutierrez et al. (2012a; 2012b) documentaron al respecto, que en la totalidad de sus tratamientos con probióticos en los diferentes tiempos, durante la cinética de incubación, se observó que a pesar del alto contenido en fibra, se encontraron niveles altos de degradación de la MS; esto a pesar que con anterioridad se había observado que en forrajes fibrosos se tenía baja digestibilidad, definidos como materiales de bajo valor nutritivo (Pérez- Infante, 2010), con altos niveles de FDN, cuyos efectos en la degradación ruminal habían sido discutidos por Vergara-López y Araujo-Febres (2006), quienes aseveran encontrar una correlación negativa del material fibroso con la digestión ruminal. Aunque, según Offer et al. (2003) la degradabilidad de la MS en el rumen con materiales similares, oscilan en un rango entre el 20 y 55%; por otro lado los resultados en digestibilidad de forrajes fibrosos en otros trabajos utilizando FR fueron cercanos al 70% quizás por un mayor incremento de la población celulítica del rumen, con liberación de la energía contenida en las paredes celulares y la formación basta de proteína microbiana (Puga et al. 2004a; 2004b; 2004c; Ortiz et al. 2007; Galina et al. 2009b).

Como afirmación a lo anterior, los resultados de las regresiones de la degradabilidad de la materia seca en relación con el consumo de fibra en detergente neutro ( $FDN^{0.75}$ ), proteína bruta ( $PB^{0.75}$ ) y la relación de la FDN con el nitrógeno total ( $FDN-NT^{-1}$ ) durante la cinética, en los tratamientos donde se ha aplicado LAB dejan ver, que la degradabilidad de la materia seca aumenta, mayormente, influenciada por el consumo de FDN, más que por la proteína (Gutiérrez et al., 2012a).

Los resultados con LAB en la ración, parecen indicar que se producen mayores cambios en la actividad microbiana ruminal, lo que provoca aumento de la capacidad fermentativa de carbohidratos estructurales, al degradar cadenas carbonatadas complejas y liberar cadenas simples que se utilizaron por las bacterias celulolíticas, como fuentes de energía para su crecimiento desde sus inicios, unido a la contribución que hiciera LAB de péptidos y aminoácidos presentes en su pro-

teína verdadera (Elías, 1983 y Galina *et al.* 2008a; 2008b; 2009b). Esto se demuestra durante el comportamiento cinético de la curva, donde se observó la actividad estimuladora de LAB, quizás asociada a células vivas, más su actividad en el fluido ruminal, desde los inicios de la cinética degradativa y en su extensión (Gutierrez *et al.*, 2012b).

En trabajos de Gutierrez *et al.*, (2012a; 2012b) utilizando probióticos, la repuesta a las características durante la cinética degradativa de la MS mostro que para fracción soluble (A) fue la misma en todos los tratamientos, debido fundamentalmente a que el material fibroso incubado era el mismo (heno de *B. brizantha*). Indicador que se estimó a partir del material perdido durante el lavado de la bolsa, a la hora cero, sin incubación ruminal. Al respecto, se pudiera argumentar que los valores de la degradación potencial (A+B) estuvieron determinados, básicamente, por la fracción insoluble, pero degradable (B). Esta fracción, según Ortiz-Rubio *et al.* (2007) en trabajos desarrollados con gramíneas, expresa el tiempo de permanencia de este tipo de alimento en el rumen, y esta relacionado con el tiempo de adaptación y colonización de los microorganismos para degradar esta fracción. A la vez, que se presenta una alta velocidad de degradación (c), de la fracción insoluble (B) con valores de  $2,9 \text{ h}^{-1}$ , De igual manera, el mayor valor de la degradabilidad efectiva (DE) de la fracción potencialmente degradable estuvo determinado por la menor tasa de recambio ruminal (2% h). En esta ultima se aprecia con el aumento de la tasa de recambio ruminal, disminuye la degradación efectiva. Esto reafirma la importancia de utilizar la degradación efectiva y no la potencial, para el cálculo de la dieta, según lo planteado por Leichtle y Cristian (2005).

De acuerdo con lo anterior, los parámetros calculados para la utilización de probióticos en un volumen de  $6 \text{ mL kg PV}^{-1}$  con respecto al resto, podrían estar asociados a los resultados positivos obtenidos en la degradabilidad de MS y su velocidad de degradación (Gutierrez *et al.* 2001a; 2012b). Esto se pudiera reflejar con el menor tiempo de retención del alimento en el rumen. A lo que se podría argumentar, que la degradación de la MS en gramíneas tropicales de mediana a baja calidad, se relaciona, en general, con la composición de paredes celulares y el bajo contenido de nitrógeno, factores que afectan negativamente

el mejoramiento de la digestión ruminal de los nutrientes presentes en los forrajes (Ramírez et al. 2002 y Ku Vera, 2010), tal como ocurrió en este experimento. Esto podría variar, si la calidad del forraje fuera mayor o si se administra continuamente como estimulante de la celulolisis ruminal, mediante un aditivo microbiano a partir de levaduras y *Lactobacillus*, sin interrupción, y durante un tiempo prolongado a la ración. (Elías, 1983; Elías et al., 2008; 2010) como el empleado en este estudio.

Lo que demuestra que mejorar y estabilizar las condiciones del ecosistema ruminal es prioritario para el desarrollo de microorganismos fibrolíticos como agentes deslignificantes, particularmente los *Lactobacilos* (Elías, 1983 y Galina et al. 2010), pudo ser, no solo una función directa del sustrato que llegó al rumen, de su composición y balance, sino también, de un efecto sincronizado y de sinergia de utilización del sustrato por los microorganismos y el manejo de la ración (Elías et al. 2010). Esto depende de los niveles empleados del aditivo microbiano en la ración (Marrero, 2005; Gutiérrez, 2005 y Elías et al. 2010).

En los que respecta a la calidad de producto el contenido mínimo de ácidos grasos saturados (AGS) se observó en la leche procedente de los animales en pastoreo, siendo significativamente superior cuando se agregó el probiótico, es reconocido en la literatura que un menor contenido de AGS parece favorecer la salud humana, debido a la información acumulada sobre el efecto de bloqueo de los vasos sanguíneos, en las enfermedades coronarias (Pfeuffer y Schrezenmeir, 2000). Los resultados del presente trabajo permiten suponer que el sistema de alimentación, en general, y en específico el pastoreo libre en un ambiente silvopastoril, permite que cada vaca, particularmente en la diversidad de forrajes, formar una dieta de acuerdo a sus propias necesidades, que tienen un efecto sobre las características nutricionales de la leche, favorable a la salud. El mayor contenido de ácidos grasos trans, estuvieron presentes en la leche de pastoreo. Hasta hace poco un efecto negativo de los ácidos grasos trans en la salud fueron considerados similares a los documentados para los ácidos grasos saturados (Sicchiari, 2008). Los efectos negativos de los ácidos grasos trans en patologías coronarias y citotoxicidad, se determinó a partir de obser-

vaciones sobre el metabolismo de los ácidos grasos hidrogenados, producidos durante la manufactura de alimentos industriales. Los trans derivados de los procesos de biohidrogenación ruminal, como los producidos por el rumen, han mostrado en cambio, efectos positivos sobre la salud humana (Wencelová et al., 2015). En el presente trabajo se observó, de hecho, para la mayoría de los C18:1 trans vaccénicos. Esto último, a través de la acción de la 9 desaturación. donde se metaboliza en C18: 2 11 trans 9 cis que representa uno de los precursores más importantes del ALC benéfico (Castillo et al., 2013). Por lo tanto, a la luz de este conocimiento relativamente novedoso, el papel de los ácidos grasos trans en el sistema de alimentación de los rumiantes en pastoreo libre, tienen que ser revaluados en el marco de producir una “mejor” leche desde el punto de vista de la salud del consumidor. Fenómeno que en México, es una gran preocupación, debido a que una parte significativa de la población sufre de obesidad o sobrepeso, que se traduce en las enfermedades crónico degenerativas, particularmente los trastornos coronarios (Galina et al., 2008a; 2008b).

Particularmente en efecto benéfico de los ácidos poliinsaturados omega 3 y omega 6 ha sido abundantemente documentados recientemente (Colavilla et al. 2014; Rubino, 2014). Estudios últimos han demostrado la importancia de mantener una relación menor a 5:1 entre el omega 6 y el omega 3 ya que concentraciones superiores bloquean los efectos benéficos del omega 3, siendo contraproducentes a la salud (Colavilla et al., 2014), solamente LAB con 3.48 y SP con 4.79 cumplieron con este parámetro mientras que el pastoreo suplementado con concentrados comerciales supera ligeramente esta frontera (5.54) y el promedio de 8 leches comerciales fue de 8.40 lo que significaría que el poco omega 3 contenido, no tendría ningún efecto sobre la salud por ser bloqueado por el omega 6 (Simopoulos, 2002; Strandvik, 2011).

Incluso a pesar de las diferencias que se demostraron entre los dos sistemas, los valores de ALC y la relación de omega3/omega6 fueron favorables para ambos sistemas, lo que permite demostrar la importancia de la biohidrogenación en la producción de la leche, BH que se disminuye con el uso de las bacterias lácticas. Las diferencias significativas en el perfil de ácidos grasos benéficos entre las leches de

pastoreo o estabulación con la adición de un suplemento de bacterias lácticas comparados con la leche comercial, demuestra la importancia de la biohidrogenación en el metabolismo ruminal, para la calidad de la leche, en relación a la salud del consumidor (Galina et al. 2013).

La suplementación con probióticos de bacterias lácticas (LAB) puede probablemente disminuir la biohidrogenación (BH) ruminal, fenómeno que se traduce en una saturación de los AGNS, abundantes en las plantas, para ello suplementamos con LAB, que no BH, aunado a que nos son bacterias metanogénicas, permite no solamente mejorar el perfil de AGV, sino disminuir la contaminación ambiental (Galina et al., 2012; 2013). Los resultados sobre BH con LAB fueron similares a los obtenidos en dietas suplementadas con ácidos orgánicos o plantas con aceites (Wencelová et al., 2015) lo que permite suponer que las bacterias lácticas tienen una forma de fermentación ruminal que permite tener un efecto similar, que se traduce en una mejor calidad de la leche, (Galina et al., 2012). Para ello se han realizado varias observaciones comparando sistema de alimentación en estabulación o pastoreo con o sin el uso de suplementos de bacterias lácticas. Las diferencias significativas en el perfil de ácidos grasos esenciales entre las leches de pastoreo con la adición de un suplemento de bacterias lácticas comparados con la leche comercial, demostraron la importancia de la BH en el metabolismo ruminal, para la calidad de la leche, en relación a la salud del consumidor, desde luego los animales en sistema silvopastoril con suplementación de PF y probióticos, fueron las que significativamente produjeron una leche de mejor calidad, comparadas con las de pastoreo sin probióticos o las de estabulación con o sin probióticos, (Galina et al., 2013).

**Agradecimientos:** Los autores agradecen PAPIIT UNAM IT 202014-3 y Cátedra CONS-207 de FES-Cuautitlán UNAM

### Referencias:

- Calsamiglia, S.; Ferret, A. & Devant, M. 2002. Effects of pH and pH fluctuations on microbial fermentation and nutrient flow from a dual-flow continuous culture system. *J. Anim. Sci.* 85:574.

- CANILEC, 2014. Estadísticas de Producción e Importación de Leche en México. Camara Nacional de la Industria de Leche, México.
- Castañeda, A.; Díaz, L.H.; Muro, A.; Gutiérrez, H.; García, D.M.; Lozano; A.R. & Ortiz, U. 2010. Parámetros de fermentación ruminal en ovinos y caprinos sometidos a cambios de dietas. III Congreso de Producción Animal Tropical y I Simposio FOCAL. La Habana. Cuba. Memoria en soporte electrónico. ISBN:978-959-7171-31-7.
- Castillo, C.Y. 2009. Fermentación *in-vitro* para obtener la levadura *Candida norvegensis* en mezcla de alfalfa con bagazo de manzana fermentado y sus efectos sobre la actividad microbiana ruminal. Tesis de Doctor en Philosophia. Universidad Autónoma de Chihuahua. México
- Castillo, J., Olivera, M., & Carulla, F. 2013. Descripción del mecanismo bioquímico de la biohidrogenación en el rumen de ácidos grasos poliinsaturados: Una revisión. Rev. U.D.CA. Act & Div. Cient 16 (2): 459-468
- Claps S., Galina, M.A., Rubino R., Pizzillo M., Morone G., Di Napoli M.A., Caputo A.R., Pineda L.J. 2015. Effect of grazing into the omega 3 and aromatic profile of bovine cheese. Journal of Nutritional Ecology and Food Research en prensa.
- Colavilla, G., Amadoro, C., & Mignona, R. 2014. Rapporto omega6/omega3 e GPA nel Latte Nobile in Molise en R.Rubino Il Modello Latte Nobile un'altra vie è possibile. Caseus Italia: 118-128
- Elías, A.; Chilibroste, P.; Michelena, J.B.; Iriñiz, J. & Rodríguez, D. 2010. Evaluación de ACTIVIOL y MEBA con ensilaje de sorgo y despunte de caña de azúcar: valor nutritivo, fermentabilidad *in-vivo* e *in-vitro* y pruebas con animales en crecimiento y vacas lecheras. Informe de avance Proyecto: "Potencial de uso de forrajes de baja calidad en la alimentación de rumiantes, con énfasis en subproductos de la caña de azúcar" República de Uruguay.
- Elías, A. & Herrera, F.R. 2008. El VITAFERT en el tracto gastro intestinal. En. Producción de alimentos para animales a través de

- procesos biotecnológicos sencillos con el empleo de microorganismos beneficiosos activados (MEBA) p. 8.
- Elías, A. 1983. Digestión de pastos y forrajes tropicales. En: Los pastos en Cuba. Tomo 2. Instituto de Ciencia Animal. Cuba. p. 187.
- Elias, A. 1971. The rumen bacteria of animals feed on molasses-urea diet. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias. Universidad Aberdeen. Escocia. p. 180.
- Flores, M.N. 2000. Elaboración de cultivos microbianos a partir de coco, su utilización en dietas para borregos en engorde. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias Pecuarias. Instituto Nacional de Nutrición. Salvador Zubiran. México.
- Galina, M., Guerrero, M., Pineda, J., Ortíz, M., Osnaya, F. 2013. Efecto de la biohidrogenación ruminal de probióticos lácticos, en la engorda de bovinos. Memorias del XXXVII Congreso Nacional de Buiatría, Acapulco, Guerrero: 533-538
- Galina, M.A., Guerrero, M., Pineda, J., Ortíz, Ma., Osnaya, F. 2012. Efecto de la biohidrogenación ruminal de probióticos lácticos en la calidad de la leche. XXXVI Congreso Nacional de Buiatría Mérida, Yucatán, México. Memorias: 753-761
- Galina, M.; Pineda, L.J. & Morales, R. 2010. Suplementación en pastoreo de cabras lecheras con una fuente de liberación lenta de nitrógeno (SLNN) con o sin la adición de un probiótico de bacterias lácticas. III Congreso de Producción Animal Tropical y I Simposio FOCAL. La Habana. Cuba. Memoria en soporte electrónico. ISBN: 978-959-7171-31-7.
- Galina M.A., M.A. Ortiz-Rubio, Mondragón, F., Delgado-Pertiñez, M & Elías A. 2009a. Rendimiento de terneros alimentados con silo de maíz o láctico con un promotor de la fermentación ruminal. Archivos de Zootecnia. 58
- Galina, M.A.; Delgado-Pertiñez, M.; Ortiz-Rubio, M.A.; Pineda, L.J. & Puga, D.C. 2009b. Cinética ruminal y crecimiento de cabritos suplementados con un probiótico de bacterias ácido-lácticas. Rev. Pastos y Forrajes. Estación experimental de Pastos y Forrajes. Indio Hatuey. 32: 4.

- Galina M.A., M.A. Ortiz-Rubio, Guerrero, M., Mondragón, D. F., Franco N.J.L., & Elías A. 2008a. Engorda de ovinos con silo de maíz, silo inoculado con un probiótico láctico, solo o adicionado con un suplemento de liberación lenta de nitrógeno. *Av. Inves. Agropecuarias* 12(2):23-34
- Galina, M.A.; Ortiz –Rubio, M.A.; Gerrero, M. & Elías, A. 2008b. Efecto de un ensilado de maíz solo o inoculado con probióticos lácticos y adicionado con un suplemento nitrogenado de lento consumo en ovinos. En: REDALYC . 12: 23.
- Galina, M.A.; Ortiz-Rubio, M.A. & Guerrero, M. 2007a. Desarrollo de cabras con o sin suplementación, con un probiótico de bacterias lácticas. Vº Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Mendoza. Argentina. p. 11.
- Galina, M.A.; Ortiz –Rubio, M.A.; Delgado- Pertínez, M. & Pineda, L.J. 2007b. Effect of a lactic probiotic supplementation on goat kids growth. 12th Seminar of the sub-NY FAO- CIHEAM on Sheep and Goat Nutrition. October. Thessaloniki (Greece). p.11.
- Galina, M., Guerro M., Puga, D.C. & Haenlein, G.F.W. 2004a. Effect of slow intake urea supplementation on Goat kids pasturing natural Mexican rangeland. Ruminal fermentation, feed intake and digestibility. *Small Rum. Res.* Vol 55:85-95
- Galina, M.A., Guerrero, M., Puga, D.C. & Haenlein, G.F.W. 2004b. Effect of a slow intake urea supplementation on growing kids feed corn stubble or alfalfa with a balanced concentrate. *Small Rum Res.* Vol 53, Núm 1-2:29-38
- Galina, M.A., Hummel, J. Sanchez, M., & Haenlein, G. 2004c. Fattening rambouillet lambs with corn stubble or alfalfa hay, slow urea intake supplementation or balanced concentrate. *Small Rum Res.* Vol 53, Núm 1-2:89-98
- Galina, M., F. Perez-Gil, F., Hummel, J.D., Ortiz, R.M.A. & Ørskov, E.R., 2003. Effect of slow intake urea supplementation on fattening of steers feed sugar cane tops (*Saccarum officinarum*) and maize (*Zea mays*) with or without SIUS, ruminal fermentation, feed intake and digestibility. *Lives Prod Sci.* 83 (1): 1-1

- Galina, M., Ruiz, G. & Ortiz, M.A. 2002. Ceba de bovinos con punta de caña y planta de maíz suplementados con bloque de urea o concentrado. Fermentación ruminal, consumo y digestibilidad. *Pastos y Forrajes*. 25 (3) 209-221
- Galina, M.A., Guerrero, C.M., Serrano, G., Morales, R. & Haenlein, G. 2000. Effect. complex catalytic supplementation with non protein nitrogen on ruminal ecosystem of growing goats pasturing shrub land in Mexico. *Small Rum. Res.* (36):33-42
- Galindo, J.; Marrero Y.; González, N. & Sosa, A. 2001. Uso de microorganismos viables y productos microbiales. En Manipulación de la fermentación microbiana ruminal. pp. 70-83.
- Gutierrez,D., Elías, A., Galina,M., García, R., Herrera, F., Jordán, H., & Sarduy, L. 2012a. Efecto del aditivo VITAFERT en el consumo de la materia seca y fibra en detergente neutro de cabras alimentadas con heno de *Brachiaria Brizanta*. II Foro internacional de Ciencia e Innovación Tecnológica: FOCAL, Colima, México. Memorias. 318-322 ISBN 978-607-95853-7-2
- Gutierrez,D., Elías, A., Galina,M., García, R., Herrera, F., Jordán, H., & Sarduy, L. 2012b. Influencia de un aditivo microbiano en el consumo voluntario de materia seca e indicadores de la fermentación ruminal en cabras alimentadas con heno de *Brachiaaria Brizanta*. II Foro internacional de Ciencia e Innovación Tecnológica: FOCAL, Colima, México. Memorias. 312-317 ISBN 978-607-95853-7-2
- Gutiérrez, B. R. 2005. Actividad probiótica de un producto biofermentado (VITAFER), en pollos de ceba. Tesis en Opción al Titulo de Master en Producción Animal para la Zona Tropical. ICA. La Habana. Cuba. p. 52.
- Hartfoot, C.G. & Hazlewood, G.P. 1997. Lipid metabolism in the rumen. In: Hobson, P.N., Stewart, C.S., (eds). *The rumen Microbial Ecosystem*, Ed Chapman and Hall, London, U.K: 382-426
- Herrera, J.A., Shahbudin, A.K.M., Faisal, M., Ersheng, G., Wei, J., Lixia, D., Gandaho, T., & López, P. 2004. Efecto de la suplementación

- oral con Calcio y ácido linoléico conjugado en primigrávidas de alto riesgo. Colombia Médica 35(1): 1-8
- INRA, 1995. Nutritons de ruminants domestiques. Ingestion et digestion. INRA. Paris 905 p
- Jin, G.L., Choi, S.H., Lee, H.G., Kim, Y.J., & Song, M.K. 2008. Effects of monensin and fish oil on conjugated linoleic acid production by rumen microbes in Holstein cows fed diets supplemented with soybean oil and sodium bicarbonate. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 21:1728-1735
- Khanal, R.C. 2004. Potential health benefits of conjugated linoleic acid (CLA): A review. Asian-Australian J. Anim. Sci 17(9):1315-1328
- Krause, K. M. & Oetzel, G. R. 2006. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. Animal. Feed Sci. and Techn. 126: 215–236.
- Ku Vera, J.C. 2010. Requerimientos de energía en ruminates en el trópico. Implicaciones del concepto de mantenimiento. Taller de fisiología y procesos fermentativos. III Congreso de Producción Animal Tropical y I Simposio FOCAL. La Habana. Cuba. Memoria en soporte electrónico. ISBN: 978-959-7171-31-7.
- Leichtle, S. & Cristian, J. 2005. Degradabilidad ruminal de henos de praderas de la zona sur de Chile. Tesis Lic. Agro. Univ. Austral de Chile. Fac. Cienc. Agrarias. Chile. p. 18.
- Lila, Z.A.; Mohammed, N. ; Ysui, T.; Kutokawa, Y.; kanda, S. & Itabashi, H. 2004. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* twin of live cells on mixed ruminal microorganism fermentation in vitro. J. Dairy Sci. 82: 1847.
- López, R. J. 2009. Efecto de la suplementación con concentrado en indicadores de la fisiología digestiva y consumo de nutrientes en becerros (*Bubalus bubalis*) alimentados con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Tesis en Opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. ICA, La Habana. Cuba. p. 140.
- Marrero, Y.R. 2005. Las levaduras como mejoradoras de la fermentación ruminal de dietas con alto contenido de fibra. Tesis pre-

- sentada en opción al grado científico de doctor en Ciencia Veterinaria. Inst. Ciencia Animal. Habana. Cuba. pp. 93-104.
- Newbold, C.J., López, S., Nelson, N., Ouda, J.O., Wallace, R.J., & Moss, A.R. 2005. Propionate precursors and other metabolic intermediates as posible alternative electron acceptors to methanogenesis in ruminal fermentation *in vitro*. Br. J. Nutr. 94:27-35
- O'Shea, M., Lawless, F., Staton, C., & Devery, R. 1998. Conjugated linoleic acid in bovine milk fat: a food-based approach to cáncer chemoprevention. Trends in Food Sci & Technol. 9:192-196
- Offer, N.W.; Bach, A. & Sauvant, D. 2003. Quantitative review of *in situ* starch degradation in the rumen. Anim. Feed. Sci: Techn. 106:81.
- Ørskov, E.R. & McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. Camb. 92:499.
- Ortiz-Rubio M. A., Ørskov, E. R., Milne, J., & Galina, M. A. 2007. Effect of different sources of nitrogen on *in situ* degradability and feed intake of Zebu cattle fed sugarcane tops (*Saccharum officinarum*) *Feed Science and Technology*. (139) 143-158
- Ortíz, R.M.A., Galina, M.A., & Carmona, M.M.A. 2002. Effect of a slow non-protein nitrogen ruminal supplementation on improvement of *Cynodon nlemfuensis* or *Brachiaria brizanta* utilization by Zebu steers. Livestock Production Sci. 78 (2) 125-131- 245
- Ortíz, R.M.A., Haenlein, G.F.W & Galina, M. 2001. Effects on feed intake and body weight gain when substituting maize with sugar cane in diets for Zebu steers complemented with slow release urea supplements. Intern. J. Animal Sci 16(2):239-
- Pérez-Infante, F. 2010. Estimado de la calidad del pasto y los forrajes verdes cuando la disponibilidad no es limitante. En: Ganadería del Futuro Producción y Eficiencia. Ed. Palcogra. La Habana. Cuba. p. 33.
- Peters, M.; Van der Hoek, R. & Schultze-Kraft, R. 2010. Los pastos y forrajes en el trópico - retos en el marco de un desarrollo sostenible. V Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. III Congreso

- de Producción Animal Tropical. La Habana. Cuba. Memoria en soporte electrónico. ISBN: 978-959-7171-31-7.
- Pfeuffer, M. & Schrezenmeir, J., 2000. Bioactive substances in milk with properties decreasing risk of cardiovascular diseases. *British Journal of Nutrition*, 84, 155–159.
- Puga, D.C. Galina, M.A., Pérez-Gil, F., Rosado, J. & Murillo, J.C. 2001c. Efecto de un Alimento Complejo Catalítico sobre el pH, amoníaco ( $\text{N-NH}_3$ ) ruminal y la desaparición in situ de *Cynodon nlemfuensis*, *Cynodondactylon*, *Panicum máximum* y *Brachiaria brizanta* en bovinos en Pastoreo en el Trópico Mexicano. *Pastos y Forrajes Cuba*. Vol 24, Número 2:157-166
- Puga, D.C., Galina, M., Pérez-Gil, R. F., Sanguinés, G.L., Aguilera, B. A., Haenlein, G.F.W., Barajas, C.R. & Herrera, H.J. 2001b. Effect of a controlled-release urea supplementation on feed intake, digestibility, nitrogen balanced and ruminal kinetics of sheep fed low quality tropical forage. *Small Rum. Res.* 41 (1):9-18
- Puga, D.C., Galina, M.A., Pérez-Gil, R.F., Sanguinés, G.L., Aguilera, B.A. & Haenlein, G.F.W. 2001a. Effect of a controlled-release urea supplement on rumen fermentation in sheep fed a diet of sugarcane tops (*saccharum officinarum*), corn (*Zea mays*) and king grass (*Pennisetum purpureum*). *Small Rum. Res.* 39 (3):269-276
- Ramírez, R.O.; Gonzalo, R. L. & López, F.G. 2002. Factores estructurales de la pared celular del forraje que afectan la digestibilidad. *CIENCIA UANL*. 2: 180.
- Ramos, N. y Antonio, J. 2009: Acidosis Ruminal y su Relación con la Fibra de la Dieta y la Composición de Leche en Vacas Lecheras. Seminario Avanzado de investigación Cajamarca. Sistema de Revisiones en Investigación Veterinaria de San Marcos (Sirives) pp. 2-3.
- Rubino, R. 2014. Il modello latte nobile. Un'altra via é possibile. *Casus Edit. Anfosc. Italia* 191 p
- SAGARPA, 2014. Estadísticas de Producción de leche, Secretaría de Agricultura y Ganadería, Gobierno de México.

- Secchiari, P.L. 2008. Nutritional and nutraceutical value of foods of animal origin. *Italian Journal Agronomy*, 1,73-101.
- Shen, X., Dannenberger, D., Nuernberg, K., Nuernberg, G., & Zhao, R. 2011. Trans 18:1 and CLA isomers in rumen and duodenal digesta of bulls fed n-3 and n-6PUFA- based diet. *Lipids*, 46:831-841
- Simalopos, A.P. 2002. The importance of the ratio of omega6/omega3 essential fatty acids. *Biomedical Pharmacoter* 56:365-379
- Smith, R.H. 1975. Nitrogen metabolism in the rumen and the composition and nutritive value of nitrogen compounds entering the duodenum. En: *Digestion and metabolism in the Ruminant*. (W. McDonald, A.C.I. Warner Eds.) New England University. Publishing Unit. Armidale, Australia. pp. 399-415.
- Strandvik, B. 2011. The omega-6/omega-3 ratio its of importance. *Prostaglanins, Laukotrienes and Essential Fatty Acids* 85:405-406
- Tittonell, P.; Rufino, M.C.; Janssen, B.H. & Giller, K.E. 2010. Carbon and nutrient losses during manure storage under traditional and improved practices in smallholder crop livestock systems – evidence from Kenya. *Plant and Soil*. 328: 253.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant: metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plant fibers. O. & B. Books. Corvallis. Oregon.p. 24.
- Vergara-López, J. y Araujo-Febres, O. 2006: Producción, composición química y degradabilidad ruminal in-situ de *Brachiaria humidicola* (rendle) schweick en el bosque seco tropical. *Revista Científica. FCV-LUZ .Venezuela*. 16:3 pp. 239-248
- Wencelová, M., Várdayová, M., Mihalikova, Z., Cobanová, K., Placha, I., Pristas, P., Jalac, D., & Kisidayová, S. 2015. Rumen fermentation pattern, lipid metabolism and the microbial community of sheep fed a high-concentrate diet supplemented with a mix of medicinal plants. *Small Rum Res on line*
- Williams, P.E. & Newbold, C.J 1990. Rumen probiotics: The effects of novel microorganisms on rumen fermentation and ruminant

productivity En: Harassing, W and A, D.J. Recent Advances in Animal Nutrition 3. Cornwall. 14:211.

Zened, A.; Enjalbert, F., Nicot, M.C., & Troedeler-Maynadier, A. 2013. Starch plus sunflower oil addition to the diet of dairy cows resulted in a trans-11 to trans-10 shift of

# Estrategias actuales para el control de nematodos gastroentéricos en los ovinos.

**Cuéllar O. Alfredo.**

*Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Estudios Superiores  
Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México.*

*jcuellar@unam.mx*

## **Introducción.**

La parasitosis provocada por nematodos gastroentéricos (NGE) es uno de los problemas sanitarios más grave a nivel mundial y que padece en forma continua el ganado ovino en pastoreo, principalmente en los animales jóvenes en desarrollo, afectan su crecimiento y productividad.<sup>1, 2</sup> La elevada prolificidad, adaptabilidad y resistencia a diversas condiciones climáticas hacen que los NGE tengan una amplia distribución geográfica y alta prevalencia, tanto en regiones con clima templado como tropical.<sup>3</sup>

Con la finalidad de contrarrestar los efectos negativos de los NGE, se han utilizado los antihelmínticos de manera indiscriminada para lograr un buen estado de salud de los animales, pero el uso excesivo y continuo, la aplicación de dosis menores a las terapéuticamente recomendada de uno o más antihelmínticos, aunado a los tratamientos cuando los parásitos tienen refugios pequeños (sobrepastoreo) se ha desarrollado resistencia hacia esos productos. La resistencia a los

antihelmínticos (RA) es un problema que tiene una gran repercusión económica, trayendo como consecuencia bajas utilidades al productor y favoreciendo el desaliento y abandono de la actividad pecuaria.<sup>4, 5, 6, 7, 8</sup> En muchos lugares del mundo se han reportado casos de cepas de NGE con RA, siendo actualmente un problema frecuente y grave en el continente americano.<sup>9</sup> En México existen investigaciones aisladas para detectar el problema de RA, principalmente en los estados de la costa del Golfo de México, siendo escasas en el altiplano mexicano. Los estudios llevados a cabo en ecosistemas cálidos y húmedos han demostrado una alta frecuencia de rebaños con RA<sup>10, 11, 12</sup>, mientras que en el altiplano y en los climas secos hay una baja frecuencia de RA.<sup>13, 14</sup> La situación de RA en los rebaños ovinos de Tabasco se considera como grave.<sup>12, 15</sup>

Para poder llevar a cabo medidas adecuadas de control de la RA se requiere de un diagnóstico para determinar su presencia o ausencia, esto se dificulta ante la falta de infraestructura necesaria para corroborar en el laboratorio los problemas sanitarios ocurridos a nivel de campo. Además, por parte del productor hay ausencia de comprensión o interés en el conocimiento del problema de la RA, aunado al escaso apoyo para la investigación del problema de RA en salud animal, situación que se ha venido agravando en los últimos años y que cierra el círculo de la falta de opciones para disminuir la dependencia de fármacos.<sup>16, 17</sup>

Se ha acuñado el término Control Integrado de Parásitos (CIP), particularmente cuando existe RA y se pretende controlar. Para el CIP se requiere de componentes importantes, como la disponibilidad de técnicas para el diagnóstico de RA, una verificación de la calidad de los antihelmínticos, el conocimiento de la epidemiología parasitaria local y el cambio en la mentalidad al utilizar métodos menos dependientes de los antihelmínticos, entre éstos existen diversos esfuerzos, con diverso grado de avance y algunos de ellos se describirán a continuación.<sup>17</sup>

El objetivo del presente escrito es describir las diferentes opciones actuales para el control de NGE, en especial las que requieren el uso mínimo de compuestos químicos y cuando se pretende evitar o contrarrestar el problema de RA.

## **Control no farmacológico de los nematodos gastroentéricos en los ovinos.**

### *Manejo del pastoreo.*

Al ser la pradera el medio externo natural para el desarrollo y supervivencia de las larvas de NGE, es posible su manipulación a efecto de reducir el riesgo de infección. De acuerdo con Barger (1996)<sup>1</sup>, esto puede ser realizado por descanso de potreros, que consiste en obtener pasturas seguras o eventualmente limpias de parásitos utilizando estrategias de manejo animal donde se busca minimizar la contaminación de praderas con larvas. Se requiere de un conocimiento epidemiológico de la NGE, conocer la supervivencia de los estadios libres no parásitos en los diversos tipos de praderas y ecosistemas, al no haber contacto del hospedador con el parásito se produce una baja en la reserva de larvas infectantes por acción directa de los rayos solares y de la desecación en los potreros, por lo que se requiere desocupar el potrero por un tiempo suficiente para que ocurra dicha mortalidad larvaria. La desventaja que presenta este tipo de manejo es que se requiere que los potreros permanezcan libres semanas o meses, por lo tanto, se produce una pérdida en la calidad del forraje y es extremadamente perjudicial en los sitios donde la alimentación depende del pastoreo, los ovinos son muy selectivos, requieren y consumen pasturas de excelente calidad y palatabilidad. También el pastoreo rotativo cuyo principio es que los animales no ocupan siempre toda el área de pastoreo sino que en momentos determinados, existen áreas que se mantienen libres de animales, los tiempos de pastoreo pueden variar dependiendo la calidad y disponibilidad de forraje. Si bien en estos sistemas las cargas parasitarias aumentan, los periodos de descanso pueden ser muy largos para hacer declinar drásticamente los niveles de contaminación de la pastura, en lugares templados la disponibilidad de larvas infectantes es relativamente baja, la supervivencia larvaria es mayor y la contaminación declina también más lentamente debido a que se necesita un periodo de descanso de los potreros de aproximadamente 90 días. En climas tropicales, se ha obtenido un adecuado control de NGE con tiempos de pastoreo de cuatro días y descansos de 30 días, por la mortandad de larvas entre las cuatro y seis semanas luego de la

contaminación. Una de las ventajas que tiene este manejo es la continua reducción en la contaminación de las pasturas con la consecuente disminución en la utilización de antihelmínticos.

Otra opción de interés es el pastoreo mixto entre distintos tipos de rumiantes, particularmente de bovinos y ovinos. Además del mejor aprovechamiento del recurso forrajero, el pastoreo mixto favorece una disminución de la contaminación con larvas infectantes de NGE en la pradera reduciendo el riesgo de adquisición de estos parásitos por parte de los ovinos. Al introducir primero al pastoreo a los bovinos, éstos al ser menos susceptibles a los NGE, permiten el desarrollo de sólo algunos NGE en su interior y, desde luego, la excreción de huevos disminuye. A este mecanismo se le ha denominado efecto aspiradora.

Una experiencia distinta, relacionada con el manejo del pastoreo, fue reportada en México al comparar a corderos que salían a pastorear o se mantuvieron confinados durante su etapa de lactación y posdestete. Hubo una menor eliminación de huevos de NGE y una mejor ganancia de peso en los corderos mantenidos en confinamiento comparados con los que pastorearon.<sup>18</sup>

### *Animales resistentes.*

En los rumiantes se presenta una gran variabilidad en la susceptibilidad individual a las enfermedades debidas a ectoparásitos, helmintos y protozoarios.<sup>19</sup> La variación genética puede ocurrir entre razas y dentro de razas. Así, algunos animales son más resistentes que otros a dichas enfermedades.

El término *resistencia a nematodos* es la habilidad de un hospedador para iniciar y mantener una respuesta que evite o reduzca el establecimiento de los parásitos o bien, elimine la carga parasitaria.<sup>20</sup> Los animales resistentes no son completamente refractarios a la enfermedad, solo albergan menos parásitos que los animales susceptibles y por lo tanto eliminan menos huevos en las heces y prácticamente no manifiestan signos de la parasitosis. Se ha demostrado que algunas razas de ovinos son más resistentes que otras a los nematodos gastroentéricos. Las razas en las que se ha demostrado esta resistencia son: Blackbelly

<sup>21</sup>, Florida<sup>22</sup>, St. Croix, Katahdin<sup>23</sup>, Red maasai<sup>24</sup>, Nali<sup>25</sup>, Polaca de lana larga<sup>26</sup>, Nativa de Louisiana<sup>27</sup>, Florida y sus cruza<sup>28</sup> y Castellana.<sup>29</sup>

Las evaluaciones dentro de raza han demostrando que existe una variabilidad genética individual que obliga a la selección de aquellos animales con una reducida eliminación de huevos en las heces.<sup>30</sup> Esa variabilidad probablemente está basada en la capacidad individual de un animal para responder inmunológicamente contra los parásitos<sup>31, 32</sup> y es una característica altamente heredable.<sup>33</sup>

Otro factor a considerar es la *capacidad de recuperación* o resiliencia, que puede definirse como la capacidad que tiene un hospedador de mantener casi el mismo nivel de producción ante un desafío parasitario.<sup>20</sup> No necesariamente los animales que eliminan menos huevos tienen la misma capacidad de recuperación, incluso animales con alta resistencia pueden tener baja capacidad de recuperación.<sup>34</sup> Por lo anterior, resulta evidente que para evaluar en forma integral algún tipo racial de ovinos, es necesario considerar las dos variables mencionadas. Cabe mencionar que un inconveniente de contar con animales resilientes es su acción contaminante de los potreros, efecto perjudicial para el resto de los animales, sobre todo los más jóvenes.

Aunque existen diferentes formas de evaluar la resistencia genética a nematodos gastroentéricos, dos son las más utilizadas, la primera y más común es medir la reducción en la eliminación de huevos en las heces, con todas las limitaciones que eso implica<sup>19</sup>, pues la cantidad de huevos eliminados no necesariamente está relacionada con la carga parasitaria en el animal. No obstante lo anterior, esta prueba se ha empleado para la selección de animales en Australia.<sup>31, 35, 36</sup> La segunda y más confiable para conocer el efecto racial sobre la resistencia a los nematodos gastroentéricos en los ovinos, es conocer la cantidad de parásitos (larvas y adultos) presentes en el tracto gastrointestinal de los animales evaluados<sup>30, 37, 38, 39, 40</sup>, sin embargo, se requiere de una gran inversión y el sacrificio de los animales a evaluar.

Los criterios para evaluar la resistencia a una infección por *H. contortus* consisten en medir el efecto patógeno de la enfermedad, por ejemplo, cambios en el peso corporal, conversión alimenticia, niveles plasmáticos de pepsinógeno, cantidad de glóbulos rojos, concentra-

ción de hemoglobina, cantidad de proteínas plasmáticas, porcentaje del volumen del paquete celular (por medio de la técnica de hematocrito), lesiones abomasales y presencia o ausencia de signos clínicos de la enfermedad.<sup>22, 30, 37, 41, 42</sup>

No son de todo conocidos los mecanismos de la resistencia o de la capacidad de recuperación en una infección por *H. contortus*. Algunos autores han sugerido que pueden tener una base inmunológica; se ha detectado una relación entre la resistencia genética a *H. contortus* y el número de células productoras de anticuerpos (IgA e IgG1) presentes en la mucosa del abomaso.<sup>43</sup> A nivel sistémico, se sabe que la inoculación de larvas de *H. contortus* induce un aumento de linfocitos en sangre, hipersensibilidad retardada hacia los antígenos del parásito<sup>39</sup>, proliferación de linfocitos T obtenidos de nódulos linfáticos de abomaso<sup>44</sup> y el aumento de algunas subpoblaciones de linfocitos de sangre periférica.<sup>26</sup> Por otro lado, se ha encontrado un mayor nivel de IgG sérica específica contra L-3 de *H. contortus* en ovinos Blackbelly (resistentes) en comparación a los de raza Columbia (susceptibles).<sup>45</sup> En otros casos los datos a este respecto son contradictorios, por ejemplo, no se ha encontrado una relación entre los niveles de IgG, IgM e IgA séricas con el estado de resistencia de los ovinos raza Castellana infectados con *H. contortus*.<sup>29</sup>

Otro de los factores asociados a la resistencia es el aumento de los eosinófilos sanguíneos y abomasales.<sup>31, 46</sup> Se ha reportado una diferencia entre la eliminación de huevos, porcentaje de hematocrito y eosinofilia en ovejas Red Maasai en comparación a la raza Dorper tras la infección artificial con *H. contortus*.<sup>47</sup> En México se ha demostrado que los ovinos de la raza Blackbelly, resistentes a la infección por *H. contortus*, tienen mayores niveles de eosinófilos que los animales de raza Columbia, susceptibles a la infección.<sup>48</sup> Adicionalmente, la inducción de eosinofilia en tejido abomasal y sistémica por la inoculación de un concentrado vesicular de la larva de *Taenia hydatigena* se traduce en un menor establecimiento de fases adultas de *H. contortus*, sin embargo, se demostró que existen otros mecanismos celulares (linfocitos T) que participan en el menor conteo de parásitos.<sup>49</sup> De igual manera, se ha comprobado que la respuesta inmunológica local (eosinófilos ti-

sulares, células plasmáticas y subpoblaciones de linfocitos) no es homogénea en toda la mucosa abomasal y es dependiente de la región anatómica (fúndica o pilórica) que se esté evaluando.<sup>50</sup>

La ventaja de los animales resistentes es que en ellos se da un aumento en su producción y una reducción en la utilización de antihelmínticos, sin embargo, una desventaja es que el proceso de selección de animales resistentes es lento.<sup>51</sup>

### *Vacunas.*

La vacunación contra NGE es la opción más atractiva para reducir el uso de antihelmínticos aún cuando no se haya establecido la RA.<sup>52, 53</sup> Los avances más importantes en las vacunas para los NGE han sido el caracterizar los antígenos protectores y antígenos ocultos, sin embargo, experimentalmente no se han logrado reducciones rápidas de la intensidad de NGE, lo que si consiguen los tratamientos antihelmínticos con la expectativa de que los efectos de la vacunación serían persistentes y los beneficios a largo plazo más grandes.<sup>54</sup>

El antígeno oculto H11 de *H. contortus* que es la designación abreviada para H110D, una glicoproteína integrante de la membrana obtenida de las microvellosidades intestinales de *H. contortus*, ha mostrado ser eficaz probablemente por la relación específica del anticuerpo que inhibe la actividad enzimática del antígeno.<sup>54</sup>

### *Desparasitación selectiva (Sistema FAMACHA).*

A principios de la década de los noventas del siglo anterior, en Sudáfrica se investigó si era posible conocer el grado de anemia clínica en la infección con NGE tomando en la coloración de la mucosa de las membranas oculares.<sup>55, 56</sup> Para tal fin se evaluaron de forma subjetiva las variaciones de color, sin estándares de color, cuando se obtuvieron los resultados, se desarrolló una tarjeta de colores (desde rojo intenso, pasando por rosa hasta prácticamente blanco) en la cual podían compararse los colores de la mucosa ocular del animal.<sup>57</sup> Esas coloraciones fueron preestablecidas con auxilio de la computación gráfica, representando cinco grados y pequeñas variaciones del estatus sanguíneo incluyendo la anemia, se comprobó que los diferentes grados del esta-

tus sanguíneo tienen una correlación de 0.8 con un grado de confiabilidad superior a 95% para las infecciones causadas por *H. contortus*. De ahí nació el método o sistema FAMACHA, cuyo término es un acrónimo formado por las sílabas iniciales del autor de la idea, Dr. **FA**ffa **MA**lan y la palabra **CH**Art, tarjeta, consistente en evaluar clínicamente a los animales de un rebaño para que indirectamente pueda conocerse el efecto de la parasitosis por *H. contortus* y, con base en eso, se tome la decisión de aplicar el tratamiento antihelmíntico.<sup>55</sup>

El objetivo es identificar clínicamente los animales resistentes, resilientes y susceptibles a las infecciones por NGE, en especial cuando *H. contortus* es la causa más frecuente de anemia, optimizando el tratamiento de forma selectiva en situaciones reales en el campo, sin la necesidad obligada de recurrir al diagnóstico de laboratorio. Cabe señalar que el sistema FAMACHA sólo debe ser utilizado en las infecciones donde previamente se ha demostrado mayoritariamente la presencia de *H. contortus* y se recomienda emplearlo en conjunción con otras medidas de control de helmintos.<sup>58</sup> En evaluaciones en campo se encontró una correlación muy alta ( $r = 0.80$ ) entre la coloración de la conjuntiva ocular, el valor del volumen del paquete celular (VPC) y la presencia del *H. contortus*.<sup>55</sup>

Un problema con la estimación de la precisión cuando se usa el sistema FAMACHA, es que sólo son asignadas cinco categorías (de la uno a la cinco; la primera es de color rojo intenso y la cinco es rosa pálido) mientras que los valores del VPC pueden variar más de 30 puntos porcentuales (entre 8 a 40%, siendo el rango normal del VPC de 25 a 35%). Sin embargo, una categoría de FAMACHA que es asignada a un animal en el cual el VPC cae en alguna división arbitraria entre las categorías de FAMACHA, podría ser asignada de manera casi igualmente correcta a la más alta o a la más baja. Las evaluaciones incorrectas son entonces relativas al grado en el cual cada evaluación clínica varía del VPC.<sup>59</sup>

En función a la categoría o índice del sistema FAMACHA deben tomarse diferentes decisiones. Con los índices 1 y 2 no es necesario desparasitar, se considera que los animales no están anémicos y su coloración es normal (rojo intenso o rojo). El índice 3 (mucosa rosa) se considera la frontera entre desparasitar o no, deben tomarse en

cuenta otros aspectos (condición corporal, estado fisiológico, presencia de edema submandibular) para aplicar o no un desparasitante. Los ovinos con los índices 4 y 5 (mucosa rosa claro y prácticamente blanca, respectivamente) deben recibir tratamiento, con la recomendación que debe ser un principio activo eficaz.<sup>57</sup> El sistema FAMACHA detecta animales que padecen algún problema de salud que cursa con anemia, pudiendo ser desde la malnutrición, pasando por enfermedades crónicas (paratuberculosis, linfadenitis caseosa), otras parasitosis (fascioliasis, cestodosis), problemas dentales y hasta deficiencias minerales (selenio, cobalto, cobre). Por lo tanto, hay animales sin parásitos que muestran una coloración muy pálida en sus mucosas conjuntivales, afortunadamente en la mayoría de los casos esos problemas no rebasan el 5% de los animales del rebaño.<sup>60</sup>

Es una buena herramienta de diagnóstico y toma de decisiones cuando los ovinos parasitados con *H. contortus* pastorean en una pradera con una calidad deficiente de energía y proteína, donde la parasitosis y la desnutrición se traducen en grados variables de anemia. Se ha demostrado que en animales infectados artificialmente con *H. contortus* y con buen estado nutricional, los coeficientes de correlación entre los parámetros de interés (eliminación de huevos, PVC e índice FAMACHA), son muy variables y pocos fueron significativos.<sup>61</sup>

En evaluaciones de campo efectuadas en México, se ha encontrado que mediante el uso mensual del sistema FAMACHA se logra disminuir la frecuencia de animales con mucosas oculares pálidas prácticamente desaparecen a los dos meses de aplicado el sistema.<sup>62</sup> Además sólo una mínima parte de los animales debe ser desparasitado, disminuyendo la presión de selección hacia la aparición de cepas de NGE con RA, lo que contribuye a incrementar la proporción de parásitos susceptibles en el refugio, definido éste como la subpoblación de estadios libres de NGE, especialmente de huevos y larvas que no son afectados directamente por un antihelmíntico<sup>17</sup> y como consecuencia, se disminuye la probabilidad de generar RA, que de hecho es uno de los principales objetivos del sistema FAMACHA<sup>58</sup>, pues solo los animales más susceptibles, aquellos que muestran mucosas pálidas, son los que deben recibir tratamiento y el resto del rebaño que está en estado de resistencia

o en resiliencia no es desparasitado. En este sentido, en el sur de Brasil, evaluando un rebaño ovino infectado durante un periodo de 9 a 12 meses, encontraron que se redujo hasta en un 86.1% el número de animales que debieron ser desparasitados y el 42.8% de los animales nunca requirieron el tratamiento antihelmíntico.<sup>60</sup>

El sistema FAMACHA, cuando se aplica por personal capacitado con experiencia, además de disminuir los tiempos de evaluación, permite un buen acercamiento para conocer indirectamente el estado parasitario y su efecto en el animal (grado de anemia). Lo anterior ya ha sido validado al evaluar el entrenamiento de médicos veterinarios en la apreciación de los colores de la mucosa ocular en animales en los que se conocía la eliminación de huevos y el porcentaje de hematocrito.<sup>63</sup>

#### *Hongos con actividad nematófaga.*

El principio de esta medida de control es que los hongos están destinados a combatir los estados libres de NGE que se encuentran en la materia fecal, estos poseen la capacidad de capturar larvas de NGE por medio de trampas adherentes, el hongo penetra al interior de su presa perforándole su cutícula y desarrollando un bulbo a partir del cual las hifas tróficas invaden progresivamente al parásito y absorben su contenido provocando su muerte.<sup>64</sup>

Se ha estudiado el efecto de la adición individual y simultánea de tres hongos nematófagos (*Monacrosporium eudermatum*, *Arthrobotrys oligospora* y *A. robusta*) en cultivos fecales de ovinos sobre el número de larvas infestantes de *Haemonchus contortus*. Con el primer hongo se observó una reducción del 97.7%, con el segundo del 98.2%, con el tercero del 10.1% y con la combinación de los tres del 97.4%.<sup>65</sup>

Por otro lado, se han utilizado las clamisoporas del hongo *Duddingtonia flagrans*, de amplia distribución mundial, que se adicionan al alimento, después de pasar por el tracto gastrointestinal, y ya en las heces, el hongo produce una red tridimensional, que atrapa a las larvas y las destruye.<sup>66</sup> En estudios de campo se ha encontrado que dosificando 500,000 clamidosporas de *D. flagrans* por kg de peso vivo en corderos y ovejas, se presenta una importante reducción (entre 24.2% y 49.2%) en la presencia de larvas infectantes en las praderas.<sup>67</sup>

También se ha evaluado el hongo *Arthrobotrys musiformis* que después de la ingestión de sus conidias encapsuladas o en forma acuosa y su paso por el tracto gastrointestinal, mantienen su efecto sobre las larvas infectantes de NGE en ovinos.<sup>68</sup>

La principal ventaja de este tipo de hongos es que si se utilizan correctamente no producirán una eliminación total de la población larvaria y permiten un aumento gradual de la inmunidad y una menor dependencia de los antihelmínticos.<sup>66</sup>

#### *Empleo de partículas o agujas de cobre.*

El sulfato de cobre (Cu) en algún momento se empleó para el control de los NGE en los rumiantes, sin embargo, para su correcto funcionamiento el sulfato necesita llegar directo al abomaso para encontrarse en un medio ácido donde los compuestos letales del Cu puedan ser liberados. Las partículas o *agujas* de óxido de Cu, al ser colocadas en cápsulas de gelatina y administradas por vía oral, pasan a través del rumen y se alojan en los pliegues del abomaso donde liberan iones de Cu, los cuales tiene efecto antiparasitario.<sup>69, 70</sup> A ovinos infectados artificialmente con *Trichostrongylus colubriformis*, *T. circumcincta* y *H. contortus*, se les administraron 5 g de pequeños alambres de óxido de Cu, observando una reducción en la población adulta del 96% para *H. contortus* y 56% para *T. circumcincta* pero sin reducción para *T. colubriformis*.<sup>71</sup> Lo anterior indica que esta estrategia sólo es de utilidad contra *H. contortus*. Apoyando lo anterior, en cabras lecheras infectadas artificialmente con *T. colubriformis*, *T. circumcincta* y *H. contortus* y que recibieron una dosificación de 4g de óxido de Cu se presentaron reducciones en las cuentas de huevos por gramo de heces entre 65% y 89%, sin embargo, el efecto fue sólo contra *H. contortus*, con una disminución de parásitos adultos de un 75% en comparación al grupo de animales que no recibieron el tratamiento.<sup>72</sup>

Por otra parte, con la administración de cápsulas comerciales con partículas de óxido de Cu (1.7 de óxido de Cu/cápsula) a ovejas de pelo en pastoreo durante la época se secas, en tres ocasiones (días 0, 60 y 120), se logró una reducción casi total en la población de *H. contortus*, sin embargo, no hubo un efecto favorable sobre la tasa de crecimen-

to.<sup>73</sup> Una situación similar ocurrió cuando a ovejas que pastoreaban en praderas irrigadas y se les dio suplementación alimenticia y cápsulas con óxido de cobre; existió un efecto sobre la carga parasitaria por *H. contortus*, pero no en los parámetros productivos ni hematológicos.<sup>74</sup>

Las agujas de óxido de Cu pueden representar una opción estratégica para el control de los NGE que permite reducir las pérdidas causadas por los NGE en los ovinos, especialmente cuando se asocia a otro tipo de control. Cuando se evaluó el efecto de las partículas de óxido de Cu sobre la capacidad depredadora del hongo nematófago *D. flagrans* en ovinos de pelo, se encontró que las partículas de Cu no afectaron la habilidad de *D. flagrans* para atrapar larvas residuales, existiendo un efecto aditivo benéfico para los corderos tratados.<sup>75</sup>

Finalmente, es necesario determinar el efecto de las dosis repetidas de agujas de Cu sobre el estado de salud de los ovinos para prevenir intoxicaciones debido a que esta especie es muy susceptible a la intoxicación crónica por Cu; no se han reportado efectos negativos en los corderos nacidos de ovejas a las que se les aplicaron partículas de Cu.<sup>76</sup>

#### *Uso de plantas con actividad antihelmíntica.*

La fitomedicina es una actividad humana milenaria, desde hace mucho tiempo algunos productores marginados, muchas veces indígenas, han identificado plantas que mejoran la condición y estado de salud de sus animales.<sup>77</sup> Muchos principios activos de medicamentos comerciales se han aislado o purificado de las plantas. No obstante lo anterior, se crea la necesidad de generar trabajos científicos para aislar principios activos, validar dosis terapéuticas, su acción y efectos adversos de los compuestos elaborados a partir de plantas sobre los animales. La mayoría de los datos disponibles se refieren a trabajos *in vitro*, faltando conocer la biodisponibilidad en animales parasitados. En general, en trabajos *in vivo* los compuestos vegetales han mostrado una baja eficacia y difícilmente igualan a los antihelmínticos disponibles.<sup>78</sup>

Son escasos los trabajos donde se ha logrado caracterizar químicamente los principios activos de las plantas que tienen actividad terapéutica, sin embargo, se han identificado enzimas (proteínasa de la cisteína) y metabolitos secundarios como alcaloides, glicósidos y tani-

nos. En algunos de esos compuestos se han encontrado factores anti-nutricionales.<sup>78</sup>

Trabajando específicamente con plantas taníferas (que poseen en su composición taninos condensados), al evaluar los extractos de cuatro plantas (*Sarothamnus scoparius*, genista; *Calluna vulgaris*, brezo; *Pinus sylvestris*, hojas de pino; *Castanea sativa*, frutas de castaña) que poseen polifenoles y taninos condensados, se ha demostrado que los extractos de pino, castaña y el brezo tenían un efecto de 90% sobre el desenvainamiento de L-3 de *H. contortus*, en el caso de la genista sólo se pudo retrasar pero no suspender el proceso de desenvainamiento.<sup>79</sup>

En una evaluación en corderos con una infección artificial con NGE, a los que se les ofreció un forraje con taninos condensados (*Sericea lespedeza*), se encontró una buena reducción (>75%) en la eliminación de huevos, sin embargo, sólo durante el periodo de administración del forraje (21 días), después ocurrió una elevación en la eliminación de huevos. Se concluyó que este tipo de forraje sólo tiene un efecto sobre la fertilidad de los NGE.<sup>80</sup>

Al emplear diferentes esquemas de aplicación de tres plantas (*Zanthoxylum zanthoxyloides*, fagara; *Newbouldia lavesi*; *Carica papaya*, semillas de papaya) en ovejas infectadas con NGE, se encontró una reducción importante en la eliminación de huevos del 87% para las que recibieron fagara y de 95% en las tratadas con *Newbouldia*.<sup>81</sup>

En trabajos realizados en México donde se evaluó el efecto de extractos de plantas medicinales (estafiate, epazote, semilla de calabaza, semilla de papaya y ajo) para el tratamiento de NGE en ovinos en pastoreo, se encontró una acción antiparasitaria muy variable y con eficacias de moderadas a bajas.<sup>82</sup> Adicionalmente, en una prueba controlada con infección artificial con *H. contortus* hubo una eficacia nula al emplear una solución acuosa de semillas de papaya.<sup>83</sup>

### Consideraciones finales.

La RA en los parásitos de importancia veterinaria es un problema mundial. Se sabe poco acerca de cómo esta resistencia se puede revertir. Mientras que no se desarrollen métodos novedosos de control de NGE,

es necesario aplicar las estrategias existentes para llevar al máximo la producción ovina.

De igual manera, es importante hacer los máximos esfuerzos para desarrollar, validar y utilizar sistemas del control integrado de parásitos para contrarrestar los efectos producidos por la resistencia.

La única estrategia práctica para el control de la resistencia a los antihelmínticos está enfocada a disminuir la utilización de éstos para el tratamiento de los NGE o, en su caso, utilizar un antihelmíntico eficaz de una manera más inteligente.

A menos que los enfoques para utilizar antihelmínticos en los pequeños rumiantes no cambien dramática y rápidamente en muchas áreas del mundo, es poco probable que haya un compuesto químico antihelmíntico eficaz para un futuro cercano.

Por otro lado, dado que cada vez más el consumidor demanda carne libre de cualquier compuesto químico (producción verde u orgánica), para el control de NGE se requiere del empleo de opciones no farmacológicas seguras, eficaces y sustentables.

Finalmente, se recomienda difundir entre los productores y sus asesores técnicos que la desparasitación a la totalidad de los animales del rebaño, además de representar un mayor costo, favorece el problema de RA; deben tener claro que al interior del rebaño existen animales resistentes, resilientes y susceptibles y sólo estos últimos deben recibir el tratamiento farmacológico. Es importante diagnosticar y valorar plenamente la situación que guarda el problema de RA en los pequeños rumiantes de México, dar a conocer las opciones no farmacológicas actuales y validarlas de acuerdo a la realidad nacional, para tal efecto es pertinente generar una infraestructura para el diagnóstico, generación y transferencia de tecnología al respecto.

## Referencias.

1. Barger IA. Prospects for integration of novel parasite control options into grazing systems. *Int J Parasitol* 1996; 26: 1001-1007.
2. Sykes A. Parasitism and production in farm animals. *Anim Prod* 1994; 59, 155-172.

3. Quiroz RH. Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. México, D.F. Ed. Limusa, 2003.
4. Waller PJ. Anthelmintic resistance. *Vet Parasitol* 1997; 72: 391-412.
5. Chartier C, Pors I, Hubert J, Rocheteau D, Benoit C, Bernard N. Prevalence of anthelmintic resistant nematodes in sheep and goats in Western France. *Small Rum Res* 1998; 29: 33-41.
6. Van Wyk JA, Van der Merwe JS, Vorster RJ, Viljoen PG. Anthelmintic resistance in South Africa: surveys indicate an extremely serious situation in sheep and goat farming. *Onderstepoort J Vet Res* 1999; 66 (4): 273-284.
7. Kaplan RM. Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. *Trends Parasitol* 2004; 20, 477-481.
8. Molento MB. Parasite control in the age of drug resistance and changing agricultural practices. *Vet Parasitol* 2009; 163, 229-234.
9. Torres-Acosta FJ, Mendoza-de-Gives P, Aguilar-Caballero AJ, Cuéllar-Ordaz JA. Anthelmintic resistance in sheep farms: Update of the situation in the American continent. *Vet Parasitol* 2012; 189: 89-96.
10. Torres-Acosta JFJ, Dzul-Canché U, Aguilar-Caballero AJ, Rodríguez-Vivas RI. Prevalence of benzimidazole resistant nematodes in sheep flocks in Yucatan, Mexico. *Vet Parasitol* 2003; 114: 33-42.
11. Torres-Acosta JFJ, López-Cervantes C, Martínez-Ortiz-de-Montellano C, Cámara-Sarmiento R, Rodríguez J, Canul-Ku HL, Tirado-Muñoz F, Aguilar-Caballero AJ, Roberts B. Prevalence of sheep farms with anthelmintic resistant nematodes in two states of tropical México. In: *Proceedings of First North American Parasitology Congress, Mérida, México. 2007.*
12. Nuncio-Ochoa GJ, Escobedo-Amezcuca F, Morteo-Gómez R, Magaña-Damian M, González-Garduño R. Resultados preliminares de la resistencia antihelmíntica de parásitos gastrointestinales en ovinos de Tabasco. En: *IV Seminario de Producción de ovinos Tropicales. Villahermosa, Tabasco, México. 2005.*

13. García-Flores A, Vázquez-Pratz V, López-Arellano ME, Liébano-Hernández E, Mendoza-de-Gives, P. *In vitro* and *in vivo* diagnosis of anthelmintic resistance in *Haemonchus contortus* infected sheep in Mexico. In: Proceedings of V International Seminary of Animal Parasitology, Mérida, México. 2003.
14. Montalvo-Aguilar X, López-Arellano ME, Vázquez-Prats VM, Liébano-Hernández E, Mendoza-de-Gives P. Resistencia antihelmíntica de nematodos gastroentéricos en ovinos a fenbendazol e ivermectina en la región noroeste del estado de Tlaxcala. Tec Pecu Mex 2006; 44: 81-90.
15. González-Garduño R, Torres-Hernández G, Nuncio-Ochoa MGJ, Cuéllar-Ordaz JA, Zermeno-García ME. Detección de eficiencia antihelmíntica en nematodos de ovinos de pelo con la prueba de reducción de huevos en heces. Livestock Res Rural Develop 2003; 15 (12): 12. Retrieved July 11, 2013, from <http://www.lrrd.org/lrrd15/12/gonza1512.htm>
16. Besier RB. Ecological selection for anthelmintic resistance: re-evaluation of sheep worm control programs. En: Managing anthelmintic resistance in endoparasites. Décima Sexta Conferencia Internacional de la W.A.A.V.P. Sun City, South Africa. 30-80. 1997.
17. Torres-Acosta JFJ, Hoste H. Alternative or improved methods to limit gastro-intestinal parasitism in grazing sheep and goats. Small Rum Res 2008; 77: 159-173.
18. Cuéllar OJA, Chávez HA, Fernández MS, Silva MR, Miranda MS. Evaluación de dos sistemas de manejo para el control de nematodos gastroentéricos de corderos en el trópico subhúmedo mexicano. En: Memorias XVIII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias (PANVET). La Habana, Cuba. 2004.
19. Stear MJ, Murray M. Genetic resistance to parasitic disease: particularly of resistance in ruminants to gastrointestinal nematodes. Vet Parasitol 1994; 54: 161-176.
20. Albers GAA, Gray GD. Breeding for worm resistance: a perspective. Int J Parasitol 1987; 17: 559-566.

21. Yazwinski TA, Goode L, Moncol DJ, Morgan GW, Linnerud AC. *Haemonchus contortus* resistance in straight bred Barbados Blackbelly sheep. J Anim Sci 1980; 51: 279-284.
22. Torres HG, Castillo RH, López LR. Resultados preliminares con ovinos Florida en el trópico mexicano. En: Memorias del Séptimo Congreso Nacional de Producción Ovina. Toluca, México. 1994.
23. Parker CF, Mc Clure KE, Herd RP. Hair sheep potential for specific environmental conditions and production system in North America. En: Memorias del Sexto Congreso Nacional de Producción Ovina. Cd Valles, san Luis Potosí. 1993.
24. Mugambi JM, Wanyangu SW, Bain RK, Kari M, Owango MO, Duncan JL, Otear MJ. Response of Dorper and red Maasai lambs to trickle *Haemonchus contortus* infection. Res Vet Sci 1996; (61): 218-221.
25. Singh S, Yadav CL, Banerjee DP. Comparison of the post-parturient rise in faecal egg counts of indigenous and cross-bred ewes. J Helminthol 1997; 71 (3): 249-252.
26. Bouix J, Krupinski J, Rzepecki R, Nowosad B. Genetic resistance to gastrointestinal nematode parasites in Polish long-wool sheep. Int J Parasitol 1998; 28 (11): 1797-1804.
27. Miller JE, Bahirathan M, Lemarie SL, Hembry FG, Kearney MT, Barras SR. Epidemiology of gastrointestinal nematode parasitism in Suffolk and Gulf Coast Native sheep with special emphasis on relative susceptibility to *Haemonchus contortus* infection. Vet Parasitol 1998; 74 (1): 55-74.
28. Amarante AFT, Craig TM, Ramsey WS, Davis SK, Bazer FW. Nematode burdens and cellular responses in the abomasal mucosa and blood of Florida Native, Rambouillet and crossbreed lambs. Vet Parasitol 1999; 80: 311-324.
29. Gómez-Muñoz MT, Cuquerella M, Gómez ILA, Méndez S, Fernández PFJ, de la Fuente C, Alunda JM. Serum antibody response of Castellana sheep to *Haemonchus contortus* infection and challenge: relationship to abomasal worm burdens. Vet Parasitol 1999; 81 (4): 281-293.

30. Hood V, Yadav CL, Chaudhri SS, Rajpurohit BS. Variation in resistance to haemonchosis: selection of female sheep resistant to *Haemonchus contortus*. J Helminthol 1999; 73 (2): 137-142.
31. Pernthaner A, Stankiewicz M, Bisset SA, Jonas WE, Cabaj W, Pulford HD. The immune responsiveness of Romney sheep selected for resistance or susceptibility to gastrointestinal nematodes: lymphocyte blastogenic activity, eosinophilia and total white blood cell counts. Int J Parasitol 1995; 25 (4): 523-529.
32. Pernthaner A, Stankiewicz M, Cabaj W, Pfeffer A, Green RS, Douch PGC. Immune responsiveness of nematode-resistant or susceptible Romney line-bred sheep to continuous infection with *Trichostrongylus axei*. Vet Immunol Parasitol 1996; 51: 137-146.
33. Sreter T, Kassai T, Takács E. The heritability and specificity of responsiveness to infection with *Haemonchus contortus* in sheep. Int J Parasitol 1994; 24 (6): 871-876.
34. Riffkin GG, Dobson C. Predicting resistance of sheep to *Haemonchus contortus* infections. Vet Parasitol 1979; 5: 365-378.
35. Woolaston RR. Factors affecting the prevalence and severity of footrot in a Merino flock selected for resistance to *Haemonchus contortus*. Aust Vet J 1993; 79 (10): 365-369.
36. Eady SJ, Woolaston RR, Mortimer SI, Lewer RP, Raadsma HW, Swan AA, Ponzoni RW. Resistance to nematode parasites in Merino sheep: sources of genetic variation. Aust J Agr Res 1996; 47: 895-915.
37. Todd KS, Mansfield ME, Levine ND. *Haemonchus contortus* infections in Targhee and Targhee-Barbados Black-belly cross lamb. Am J Vet Res 1978; 39: 865-866.
38. Gray GD, Barger IA, Le Jambre LF, Douch PGC. Parasitological and immunological responses of genetically resistant Merino sheep on pastures contaminated with parasitic nematodes. Int J Parasitol 1992; 22 (4): 417-425.
39. Gill HS. Cell-mediated immunity in Merino lambs with genetic resistance to *Haemonchus contortus*. Int J Parasitol 1994; 24 (5): 749-756.

40. Pfeffer A, Douch PGC, Shaw RJ, Gatehouse TK, Rabel B, Green RS, Shirer CL, Jonas WE, Bisset S. Sequential cellular and humoral responses in the abomasal mucosa and blood of Romney sheep dosed with *Trichostrongylus axei*. Int J Parasitol 1996; 26 (7): 765-773.
41. Romjali E, Pandey VS, Batubara A, Gatenby RM, Verhulst A. Comparison of resistance of four genotypes of rams to experimental infection with *Haemonchus contortus*. Vet Parasitol 1996; 65: 127-137.
42. Mugambi JM, Bain RK, Wanyangu SW, Ihiga MA, Duncan JL, Murray M, Stear MJ. Resistance of four sheep breeds to natural and subsequent artificial *Haemonchus contortus* infection. Vet Parasitol 1997; 69 (3-4): 265-273.
43. Gill HS, Husband AJ, Watson DL, Gray GD. Antibody-containing cells in the abomasal mucosa of sheep with genetic resistance to *Haemonchus contortus*. Res Vet Sci 1994; 56: 41-47.
44. Jacobs HJ, Ashman K, Meeusen E. Humoral and cellular responses following local immunization with a surface antigen of the gastrointestinal parasite *Haemonchus contortus*. Vet Immunol Immunopathol 1995; 48: 323-332.
45. Muñoz GMA, Cuéllar OJA, Valdivia AG, Buendia JJA, Alba HF. Correlation of parasitological and immunological parameters in sheep with high and low resistance to haemonchosis. Can Anim Scie 2006; 86: 363-371.
46. Douch PGC, Morum PE. The effect of age on the response of Romney sheep to gastrointestinal nematodes during grazing. Int J Parasitol 1993; 23: 651-655.
47. Wanyangu, S.W., Mugambi, J.M., Bain, R.K., Duncan, J.I., Murray, M., Stear, M.J. Response to artificial and subsequent natural infection with *Haemonchus contortus* in red Maasai and Dorper ewes. Vet Parasitol 1997; 69 (3-4): 275-282.
48. Cuéllar OJA, Muñoz GMA, Valdivia AG, Buendía JJA, Alba HF. Blood eosinophil numbers and their relationship with resistance to sheep haemonchosis. In: Proceedings of the Novel Approach-

- es to the Control of Helminths Parasites Livestock, 2005. *Worm control or worm management: New paradigms in integrated control*. Mérida, Yucatán, México. 2005.
49. Cuenca VC, Buendía JJA, Valdivia AG, Cuéllar OJA, Muñoz GMA, Alba HF. Decrease in establishment of *Haemonchus contortus* caused by inoculation of a *Taenia hydatigena* larvae vesicular concentrate. *Vet Parasitol* 2011; 117 (3-4): 332-338.
  50. Muñoz GMA, Cuenca VC, Valdivia AG, Cuéllar OJA, Alba HF. Differential immune response between fundic and pyloric abomasal regions upon experimental ovine infection with *Haemonchus contortus*. *Vet Parasitol* 2012; 185 (2-4) 175-180.
  51. Parker A. Heritability of and genetic correlation among faecal egg counts and productivity traits in Romney sheep. *J Agri Res* 1992; 35: 24-27.
  52. Smith WD. Prospects for vaccines of helminth parasites of grazing ruminants. *Int J Parasitol* 1999; 29: 17-24.
  53. Dalton JP, Mulcahy G. Parasite vaccines -a reality?. *Vet Parasitol* 2001; 98: 149-167.
  54. Newton SE, Munn EA. The development of vaccines against gastrointestinal nematode parasites, particularly *Haemonchus contortus*. *Parasitol Today* 1999; 15 (3): 116-122.
  55. Malan FS, Van Wyk JA. The packed cell volume and colour of the conjunctivae as aids for monitoring *Haemonchus contortus* infestations in sheep. In: Proceedings of the South Africa Veterinary Association Biennial National Veterinary Congress. Grahamstown, FAO. 139. 1992.
  56. Malan FS, Van Wyk JA, Wessels C. Clinical evaluation of anaemia in sheep: early trials. *Onderstepoort J Vet Res* 2001; 68: 165-174.
  57. Bath G, Malan F, Van Wyk J. The "FAMACHA" Ovine Anaemia Guide to assist with the control of haemonchosis. Proceedings of the 7<sup>th</sup> Annual Congress of the Livestock Health and Production Group of the South African Veterinary Association. Port Elizabeth, 5-7 June, 5. FAO. 1996.

58. Van Wyk JA. Refugia-overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance. Onderstepoort J Vet Res 2001; 68: 55-67.
59. Van Wyk JA, Bath GF, Malan FS. The need for alternative methods to control nematode parasites of ruminant livestock in South Africa War Rmz 1998. 91.
60. Sotomaíor C, Milczewski V, Moraes FR, Schwartz MG. Evaluation of FAMACHA system: Accuracy of anemia estimation and use of the method on commercial sheep flocks. In: Proceedings of the V International Seminar in Animal Parasitology. Mérida, Yucatán, México. 2003.
61. Pérez BS. Validación del método de observación del color de la mucosa ocular -FAMACHA-en ovinos Blackbelly y Columbia con infección artificial de *Haemonchus contortus*. (tesis de licenciatura). Cuautitlán Izcalli, México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. México. 2006.
62. Gervacio N, López M, Silva R, Cuéllar A. Validación del sistema FAMACHA para la detección de animales en ovinos parasitados con nematodos gastroentéricos en el centro de México. Memorias del XX Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias (PANVET). Santiago, Chile. 2006.
63. Milczewski V, Sotomaíor C, Schwartz MG, Barros FIR, Moraes FR, Schmidt PEMS. Evaluación del entrenamiento para la utilización del sistema FAMACHA. Memorias del Tercer Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Ruminantes y Camélidos Sudamericanos (ALEPRYCS). Viña del Mar, Chile. 2003.
64. Mendoza GPM, Flores CJ, Herrera RD, Vázquez PV, Liébano HE, Ontiveros FGE. Biological control of *Haemonchus contortus* infective larvae in ovine faeces by administering and oral suspension of *Duddingtonia flagrans* chlamydospores to sheep. J Helminthol 1998; 72 (4): 343-347.
65. Mendoza GP, Vázquez PVM. Reducción del número de larvas de *Haemonchus contortus* en heces de ovino adicionadas con hon-

- gos nematófagos. Memorias del III Congreso Nacional de Parasitología Veterinaria. Mérida, Yucatán. 1993.
66. Barnes EH, Dobson RJ, Barger IA. Worm control and anthelmintic resistance: adventures with a model. *Parasitol Today* 1995; 11: 55-63.
67. Jackson F, Mc Kenzie Y, Bartley D, Jackson E, Coop RL. Studies using the predatory fungus *Duddingtonia flagrans* in Scotland. In: Proceedings of the Novel Approaches to the Control of Helminths Parasites Livestock, 2005. *Worm control or worm management: New paradigms in integrated control*. Mérida, Yucatán, México. 2005.
68. Graminha EBN, Costa AJ, Oliveira GP, Monteiro AC, Palmeira SBS. Biological control of sheep parasite nematodes by nematode-trapping fungi: *in vitro* activity and after passage through the gastrointestinal tract. *World J Microbiol Biotechnol*. 2005; 21:717-722
69. Langlands JP, Donald GE, Bowles JE, Smith AJ. Trace element nutrition of grazing ruminants. III Copper oxide powder as a copper supplement. *Aust J Agric Res* 1989; 40:187-193.
70. Judson GJ, Brown TH, Gray D, Dewey DW, Edwards JB, McFarlane JD. Oxidized copper wire particles for copper therapy in sheep. *Aust J Agric Res* 1984; 33:1073-1083.
71. Bang KS, Familton AS, Sykes AR. Effect of copper wire particle treatment on establishment of major gastrointestinal nematodes in lambs. *Res Vet Sci* 1990; 49:132-137.
72. Chartier C, Etter E, Hoste H, Pors I, Koch C, Dellac B. Efficacy of copper oxide needles for the control of nematode parasites of dairy goats. *Vet Res Comm* 2000; 24: 389-399.
73. Pérez GM, Torres EFJ, Aguilar CA, Vargas MJJ, Canul KHL, May MM, Hoste H. Effect of copper oxide wire particles (COWP) on the growth rate of browsing hair sheep naturally infected with GIN. In: Proceedings of the Novel Approaches to the Control of Helminths Parasites Livestock, 2005. *Worm control or worm*

- management: New paradigms in integrated control*. Mérida, Yucatán, México. 2005.
74. Alexandre R, Torres AFJ, Aguilar CA, Hoste H, Vargas MJJ. Effect of copper oxide wire particles (COWP) in the hair sheep grazing irrigated pastures. In: Proceedings of the Novel Approaches to the Control of Helminths Parasites Livestock, 2005. *Worm control or worm management: New paradigms in integrated control*. Mérida, Yucatán, México. 2005.
75. Burke JM, Miller JE, Larsen M, Terrill TH. Interaction between copper oxide wire particles (COWP) and *Duddingtonia flagrans* in hair breed lambs. In: Proceedings of the Novel Approaches to the Control of Helminths Parasites Livestock, 2005. *Worm control or worm management: New paradigms in integrated control*. Mérida, Yucatán, México. 2005.
76. Burke JM, Miller JM. The use of copper oxide wire particles (COWP) in pregnant ewes. In: Proceedings of the Novel Approaches to the Control of Helminths Parasites Livestock, 2005. *Worm control or worm management: New paradigms in integrated control*. Mérida, Yucatán, México. 2005.
77. Alejandro OME, López VL, Hernández FA. Plantas de uso medicinal en ovinos en dos comunidades de Oaxaca. Memorias del XIII Congreso Nacional de Producción Ovina (AMTEO). Toluca, México. 2006.
78. Githiori JB, Thamsborg SM, Athanasiadou S. Use de plants in novel approaches to control of gastrointestinal nematodes in small ruminants. In: Proceedings of the Novel Approaches to the Control of Helminths Parasites Livestock, 2005. *Worm control or worm management: New paradigms in integrated control*. Mérida, Yucatán, México. 2005.
79. Chauveau S, Martinez OC, Frevot F, Torres AFJ. Effects of extracts from 4 tanniferous plants on the vitro exsheathment of third stage larvae of parasitic nematodes. In: Proceedings of the Novel Approaches to the Control of Helminths Parasites Livestock, 2005. *Worm control or worm management: New paradigms in integrated control*. Mérida, Yucatán, México. 2005.

80. Lange KC, Ocott DD, Miller JE, Mosjidis JA, Terrill TH, Burke JM. Effect of the condensed tannin containing forage, sericea lespedeza, fed as hay, on natural and experimental challenge infection in lambs. In: Proceedings of the Novel Approaches to the Control of Helminths Parasites Livestock, 2005. *Worm control or worm management: New paradigms in integrated control*. Mérida, Yucatán, México. 2005.
81. Hounzangbe AMS, Zinsou E, Hounpke V, Moutairrou K, Hoste H. Anthelmintic effects of three plants from South Benin on infections of the gastrointestinal tract of sheep with parasitic nematodes. In: Proceedings of the Novel Approaches to the Control of Helminths Parasites Livestock, 2005. *Worm control or worm management: New paradigms in integrated control*. Mérida, Yucatán, México. 2005.
82. Hernández HA, López MN. Efecto del tratamiento con extractos de plantas medicinales (estafiate, epazote, semilla de calabaza, semilla de papaya y ajo) sobre parásitos gastroentéricos en ovinos. (tesis de licenciatura). Tlaxcala, México. Universidad Autónoma de Tlaxcala, México. 2000.
83. Bautista CO, Ovalle LCP, Cuéllar OJA. Eficacia antihelmíntica de una solución acuosa de semilla de papaya (*Carica papaya*) contra *Haemonchus contortus* en ovinos con infección artificial. Memorias del VIII Congreso de la asociación Latinoamericana de especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos (ALEPRYCS). Campo Grande, Brasil. 2013.

# Reflexiones sobre el reinicio de la actividad ovárica posparto en vacas explotadas bajo condiciones tropicales.

**Galina Carlos**

*Departamento de Reproducción, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México  
cgalina@unam.mx*

## **Introducción**

El pronto reinicio de la actividad ovárica posparto es uno de los problemas más acentuados en la ganadería del trópico, varios estudios han demostrado que el anestro posparto puede ser tan prolongado como 100 días Abeygunawardena and Dematawewa, 2004, Anta et al., 1989, Baruselli et al., 2003. En una revisión sobre el tema Galina y Arthur 1989 concluyeron que factores como la raza del animal, la condición corporal al parto, la época del año en que ocurría este evento y el estímulo de succión producido en la madre por la cría eran los ítems más importantes que afectaban el reinicio de la actividad ovárica posparto. ( Hopster et al., 1995)

## Raza y Número de Parto

Hay varios estudios que han demostrado que la raza del animal juega un papel muy importante en el reinicio de la actividad ovárica posparto y este efecto esta en relación directa con la habilidad de mantener la condición corporal durante el amamantamiento de la cría, así razas como la Gyr o la Indobrasil tienden a perder más peso que razas como la Nelore y Guzarat, infelizmente existen pocos estudios que hagan un ensayo experimental donde se comparen las diferentes razas indicas en condiciones similares de manejo, sin embargo se ha demostrado que las crías de madres Cebú succionan a la madre con menos frecuencia conforme van creciendo pero su duración es similar a las vacas (Orihuela, 1990, Reinhardt and Reinhardt, 1981). Lo que sí es evidente en todas las razas es que las hembras de primer parto tienen una mayor dificultad en controlar su peso pues sufren de eventos estresantes como son el parir y lactar donde todavía no tienen experiencia previa, este efecto es más marcado cuando las hembras de primer parto se mezclan con multíparas pues a los factores anteriores hay que agregarles la competencia por alimento que generalmente favorece a las hembras adultas (Maquivar and Galina, 2010, Mukasa-Mugerwa et al., 1991). Por todos estos factores no es sorprendente que la vaca de primer parto tenga la peor eficiencia reproductiva del hato (Plasse, 1983). Es necesario que se realice mayor investigación sobre el manejo de la vaca de primer parto, en un estudio retrospectivo Enríquez de la Fuente et al., 1993 encontraron que solamente el 5% de las hijas de las vacas de primer parto se mantenían como hembras reproductoras cuando tenían oportunidad de ingresar al hato reproductivo, si esta apreciación es correcta, resulta poco rentable el utilizar hembras de primer parto como un semillero para producir animales de reemplazo y por ende el destino de las crías de vacas de primer parto tendrá que ser ajustado a otros menesteres que sean rentables para el productor.

## Condición Corporal al Parto

Mucho se ha escrito sobre el efecto de una pobre condición corporal sobre el reinicio de la actividad ovárica posparto (para revisión consultar Montiel y Ahuja 2005). Asimismo, un buen número de estrategias se han empleado para disminuir la pérdida de condición corporal; en-

tre los más populares esta la suplementación alimenticia en el período posparto. La cantidad de nutrientes utilizados así como el tiempo y duración de esta suplementación hace imposible obtener una conclusión de qué régimen o en qué tiempo posparto es mejor un suplemento alimenticio sobre otro (Ahmed, 2007). En general se está de acuerdo de que cualquier tipo de suplementación es mejor que dejar a los animales exclusivamente a pastoreo sobre todo si las condiciones del pasto no son las mejores. Estudios recientes han demostrado que el animal tiene que alcanzar su nadir para poder ciclar, en efecto Rubio et al., 2010 demostraron que el 85% de las vacas tienen que llegar a un fondo de pozo metabólico antes de empezar a recuperar peso y condición corporal. La rapidez con la que los animales alcanzan su nadir dependerá de la condición corporal al parto, la cantidad y calidad del pasto y el efecto de succión de la cría. Por ende, estudios que no reportan un valor adicional en utilizar la suplementación alimenticia, pueden interpretarse de que posiblemente el grupo testigo no perdió mucho peso, los animales ciclaron rápidamente, y por consecuencia el efecto de la suplementación no fue tan aparente (Ruas et al., 2000, Rubio et al., 2010). Debido a lo anterior, diversos estudios se han abocado a monitorear los cambios de condición corporal con el fin de estimar con mayor precisión cuando ocurre el nadir en promedio en el hato para decidir si es pertinente la suplementación y qué tipo de suplemento podría ser el más conveniente (Chimonyo et al., 2000, Nicholson and Sayers, 1987).

Debido a la variabilidad en la respuesta a la suplementación posparto un buen número de iniciativas se han centrado en suplementar durante el último tercio de gestación (Funston et al., 2010). Posiblemente esta estrategia sea más factible para evitar que el animal pierda peso consecuencia del crecimiento rápido y substancial de la cría en esta etapa

### **Época del Año en que Ocurre el Parto**

En general las hembras tienden a parir en la primavera, estudios ya antiguos han demostrado que a pesar de que las hembras están con los toros en un empadre continuo la mayor concentración de partos ocurrirá en la primavera (Willis and Wilson, 1974). Debido a lo anterior,

los programas reproductivos se establecen a finales de la primavera, principios del verano que generalmente coincide con el principio de la época de lluvias, en aquellas regiones donde la lluvia es estacional. El alejarse de este esquema natural implica riesgos para el productor en cuanto al éxito económico de la empresa. Existen otras dos variantes en este boceto de programa reproductivo y estas son el tiempo en el que ocurren los destetes y el último tercio de gestación de las vacas. Estos eventos generalmente se suceden en épocas desfavorables del año, ya sea por falta de precipitación pluvial o por bajas temperaturas coincidiendo con el otoño y principios del invierno.

### **Estímulo de la Succión de la Cría**

Este rubro es posiblemente donde se ha publicado mayor cantidad de información en los últimos 20 años, desde los primeros trabajos que demostraron que el anestro posparto no era exclusivamente producto del efecto de succión sino además de la presencia física de la cría (para revisión ver Williams et al., 1996), los investigadores han dedicado considerable cantidad de tiempo y recursos en manipular tanto el efecto del número de succiones como la forma en aplicar el estrés producido al separar la cría. Existen buenas compilaciones ilustrando varios experimentos sobre el tema (ver Quintans et. al. 2008, 2010). En general se está de acuerdo que a mayor tiempo de succión más profundo es el anestro, por ende la separación parcial de la cría mientras más prolongada sea, el efecto será más dramático. Hay resultados contradictorios, la mayoría en vacas lecheras que demuestra el efecto de la separación de las crías de sus madres lo cual varía de acuerdo a la edad de la cría y el grado de separación (Hopster et al., 1995). Una explicación de esta controversia puede ser encontrado en los estudios de Poindron and Le Neindre (1980) en ovejas quienes demostraron que al principio el interés materno por la cría es facilitado por medios hormonales. A unas horas de haber ocurrido el parto un control neurosensorial se desarrolla la unión materno-cría, como resultado de la información que la cría envía a la madre, el efecto hormonal del comportamiento materno es gradualmente reemplazado. Desde esta perspectiva, las vacas separadas de sus crías un poco después del parto posiblemente se vuelvan inquietas y vocalicen activamente (Hudson

and Mullord, 1977). En contraste cuando las vacas son separadas de sus crías por ejemplo al mes de nacidas la información sensorial producida por la cría (balar y caminar cerca de ella) hace que las vacas se vuelvan más excitables y nerviosas (Hill and Godke, 1987). Hopster et al., 1995 han propuesto que a edades más tardías cuando se retira a la cría de la madre la información sensorial se ha reducido y por ende el estrés es menor en la madre pero mayor en la cría. Qué efecto puede tener todos estos conceptos cuando en ganado de carne existen métodos tan radicales como separación temprana de la cría, destete parcial, amamantamiento restringido, colocar placas para evitar que los becerros mamen y otros más?. Toda esta investigación será necesaria pero de una manera integral, es decir tomando en cuenta el método de separación con la implicación etológica que esta acción puede tener en la unión maternal con su cría.

### Literatura Citada

- Abeygunawardena H. Dematawewa C. M. B. Pre-pubertal and post-partum anestrus in tropical Zebu cattle. **Animal Reproduction Science** 82-83: 373-387 (2004).
- Ahmed L. Overview of some factors negatively affecting ovarian activity in Large Farm Animals **Global Veterinaria** 1;53-66 (2007)
- Anta E., Rivera J. A., Galina C. S., Porras A., Zarco Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos. II. Parámetros reproductivos. L. **Veterinaria México** 20: 11-18 (1989).
- Baruselli P S, Marques M O, Nasser L F, Reis E L y Bo G A. Effect of eCG on pregnancy rates of lactating zebu beef cows treated with cidr-b devices for timed artificial insemination. **Theriogenology** 59: 214-219 (2003)
- Chimonyo M, Kusina NT, Hamudikuwanda H, Nyoni O Reproductive performance and body weight changes in draught cows in a smallholder semi-arid farming area of Zimbabwe. **Tropical Animal Health and Production** 32: 405-415 (2000).
- Enríquez de la Fuente B. A., Galina C. S., Navarro R. R., Gutiérrez A. C. Estimación de la época más propicia para un empadre estacio-

- nal en ganado Cebú bajo condiciones de trópico húmedo. **Avances en Investigación Agropecuaria** 2: 101-114 (1993).
- Funston R.N., Larson D.M., Vonnahme K.A., Effects of maternal nutrition on conceptus growth and offspring performance: Implications for beef cattle production. **Journal of Animal Science** 88: 205-215. (2010).
- Galina C. S., Arthur G. H. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 3. Puerperium. **Animal Breeding Abstracts** 57: 899-910 (1989).
- Hill, G.M., Godke, R.A. Limited nursing effects on reproductive performance of primiparous and multiparous cows and pre-weaning calf performance. **Canadian Journal of Animal Science** 67: 615-622 (1987)
- Hopster, H.; Oconnell, J.M., and Blokhuis, H.J. Acute Effects of Cow-Calf Separation on Heart-Rate, Plasma-Cortisol and Behavior in Multiparous Dairy-Cows. **Applied Animal Behaviour Science** 44:1-8. (1995)
- Hudson, S.J. and Mullord, M.M. Investigations of Maternal Bonding in Dairy-Cattle. **Appl Anim Ethol** 3:271-276. (1977)
- Maquivar M. Galina C.S. Factors Affecting the readiness and preparation of replacement heifers in tropical breeding environments **Reproduction in Domestic Animals** 45: 937-942 (2010)
- Montiel F. Ahuja C. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. **Animal Reproduction Science** 85: 1-26 (2005)
- Mukasa-Mugerwa, E., Tegegne, A., Franceschini, R., Influence of suckling and continuous cow-calf association on the resumption of post-partum ovarian function in *Bos indicus* cows monitored by plasma progesterone profiles. **Reproduction Nutrition Development** 71, 241-247 (1991).
- Nicholson M.J., Sayers A.R. Relationships between body weight, condition score and heart girth changes in Boran cattle. **Tropical Animal Health and Production** 19: 115-120 (1987)

- Orihuela, A.,. Effect of calf stimulus on the milk yield of Zebu type cattle. **Applied Animal Behavior Science** 26, 187-190 (1990).
- Plasse D. Crossbreeding results from beef cattle in the Latin America tropics. **Animal Breeding Abstracts** 51:779-787 (1983).
- Poindron, P., Le Neindre, P. Endocrine and sensory regulation of maternal behaviour in the ewe. In: Rosenblatt, J.S., Hinde, R.A., Beer, C., Busnel, M. (Eds.), *Advances in the Study of Behaviour*. Vol. 11, **Academic Press, New York**, pp. 76-119. (1980)
- Quintans G., Velazco J.I., Roig G. Seminario de Actualización Técnica: Cría Vacuna **Serie Técnica Nº 174**: INIA Treinta y Tres, Uruguay (2008)
- Quintans, G. Banchemo G., Carriquiry M., López-Mazz C., Baldi F Effect of body condition and suckling restriction with and without presence of the calf on cow and calf performance **Animal Production Science**, 50, 931–938 (2010).
- Reinhardt, V., Reinhardt, A., Natural suckling performance and age of weaning in Zebu cattle (*Bos indicus*). **Journal of Agricultural Science Cambridge** 96, 309-312 (1981).
- Ruas, J.R.M.; Torres, C.A.A.; Borges, L.E.; Marcatti Neto, A.; Machado, G.V.; Borges, A.M. Efeito da suplementacao protéica a pasto sobre eficiencia reprodutiva e concentracoes sanguíneas de colesterol, glicose e uréia, em vacas Nelore **Revista Brasileira de Zootecnia** 29: 2043-2050 (2000).
- Rubio I., Castillo E., Soto R., Alarcón F., Murcia C., Galina C.S. Postpartum follicular development in Brahman cows under two stocking rates. **Tropical Animal Health and Production** 42:539–545 (2010).
- Williams, G.L., Gazal, O.S., Guzman Vega, G.A., Stanko, R.L.,. Mechanisms regulating suckling-mediated anovulation in the cow. **Animal Reproduction Science** 42, 289-297 (1996).
- Willis M.B., Wilson A. Comparative reproductive performance of Brahman and Santa Gertrudis cattle in a hot humid environment 1. Fertility and descriptive statistics **Animal Production** 18: 35-42 (1974)



# Uso de sistemas de información automatizados para monitorear hatos bovinos: de lo particular hasta lo multi-poblacional

**\* Romero Z. Juan José, PhD., Rojas C. José, MATI.**

*Centro Regional de Informática para la Producción Animal Sostenible.*

*Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional, Costa Rica.*

*\*E-mail: [juan.romero.zuniga@una.cr](mailto:juan.romero.zuniga@una.cr).*

*Telefax: (506) 22602155.*

Los sistemas de producción animal son, hoy día, agronegocios en los cuales se invierten importantes sumas de dinero por parte de sus propietarios, pero a su vez, sistemas frágiles en los que múltiples factores pueden dar al traste con su sustentabilidad, tanto en lo económico como ambiental, con los costos sociales que pueda esto representar. Adicionalmente, en prácticamente todos los países del mundo, representan un importante porcentaje del producto interno bruto, de generación de empleos directos e indirectos y es, en sí mismo, un movilizador social. Entonces, la planificación administrativa en sus tres niveles (Figura 1): operacional (corto plazo), táctica (mediano plazo) y estratégica (largo plazo) se convierte en una obligación impostergable; en la que la información que el mismo sistema de producción genera, es el punto de partida para la toma de decisiones técnicas y administrativas buscando el máximo rendimiento del sistema, no solo en eficacia sino

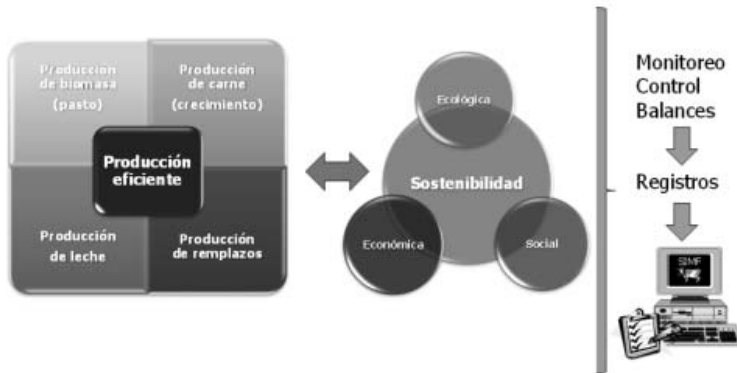
en eficiencia, o sea, buscando la máxima producción posible dentro de una dinámica de sustentabilidad; todo esto, sin dejar de tomar en cuenta la producción de alimentos seguros (inocuos) y de alta calidad nutricional sin descuidar el bienestar animal.

**Figura 1. Esquema general de planificación en un sistema de producción.**



Así, la calidad y cantidad (calidad con eficiencia) de los productos empieza desde la planificación de los procesos, de modo que el control y monitoreo son solo instrumentos para verificar su cumplimiento. En ese proceso, hacer un uso racional máximo posible de todos los componentes que conforman los sistemas de producción –o al menos de los mínimos necesarios- hará posible tener los elementos de juicio que apoyen la toma de decisiones adecuadas en el momento oportuno. Pero, para esto, se requiere de indicadores del proceso, que sin duda necesitan del apoyo de un sistema de información estable y consistente, sencillo, ágil, amigable y que permita la interacción fluida y directa con el usuario para facilitar sus quehaceres y optimizar los recursos, entre ellos tiempo, personal, alimentación, animales, infraestructura, etc., y reducir el uso de insumos (Figura 2).

**Figura 2. Esquema del rol que desempeñan los sistemas de información automatizados en la planificación, monitoreo y control de los sistemas de producción animal sostenibles.**



Tradicionalmente, los propietarios de las fincas han administrado su negocio tomando decisiones basados en apreciaciones, muchas veces, sin el sustento que datos fiables ofrecen, por tanto, con un alto margen de riesgo. Quizás un factor que ha incidido negativamente en este aspecto, es que, de alguna manera, el productor siempre tiene acceso a una cantidad de dinero proveniente de su negocio, lo que le hace pensar que la finca produce: en efecto lo hace, pero quizás no en el volumen y con la calidad que podría –y debería- hacerlo. Los datos generados en la misma finca, y en las otras de su zona, estado o país se convierten, así, en el principal aliado en la búsqueda de la eficiencia productiva. Nada de esto es posible sin un sistema de información confiable, que retroalimente al productor y sus técnicos asistenciales, en tiempo real y con informes del estado del sistema en tiempo real.

Hay, múltiples elementos que deben ser monitoreados y controlados por parte del productor, administradores y profesionales que dan asistencia técnica al sistema de producción, entre ellos: nutrición y alimentación, recursos humanos, reproducción, producción (leche, carne, crías), infraestructura, insumos, entre otros.

Se ha estimado que, en una finca lechera especializada, más de 200 tipos de actividades se realizan en un mes promedio. Por eso, es que surge la metodología de la Salud de Hato –hoy día, Salud de la Finca-,

basado en el uso de protocolos específicos para cada área y sub-áreas de trabajo del sistema (Figura 3). Lo que se busca es una forma estandarizada de trabajo, independientemente de quien lo realice y, junto con el trabajo, un registro adecuado y oportuno del producto de la actividad realizada. De este modo, cada actividad produce datos que deben ser sistematizados e introducidos en un sistema de información, ojalá automatizado, que permita el análisis riguroso, apropiado y oportuno para obtener la información que sea el sustento de la toma de decisiones.

**Figura 3. Esquema general de un protocolo de salud de hato con sus fases de planificación, implementación, monitoreo y evaluación.**



Normalmente, cuando se proponen las metas para los parámetros zootécnicos del sistema (productivos, reproductivos y de salud), estas se toman de la literatura –muchas veces internacional- y, con algunas excepciones, basado en los resultados de estudios nacionales que, en muchas ocasiones, lo que presentan son promedios generales que no toman en cuenta las particularidades del sistema, tales como ubicación por zona ecológica, raza y edad de los animales y nivel de intensificación del sistema, entre otras.

Reproducción, producción y salud son, usualmente, los elementos que más interesan al productor, y que más trabajan los técnicos, con un efecto directo sobre la economía y las finanzas del sistema, así como sobre el recurso humano del mismo. Especial importancia se le

ha concedido a la reproducción, quizás por la máxima de que “si la vaca no pare, no produce leche”; claro, no es lo mismo producir 2000 que 7000 kg de leche por lactancia; no obstante, la eficiencia productiva y los factores que influyen en ella, pocas veces son la causa de consulta o la puerta de entrada de un profesional, sea médico veterinario, zootecnista o agrónomo, a un sistema de producción: no al menos con la facilidad que la reproducción abre las puertas a una finca.

Es por esto, pero dejando sentado que no es la reproducción en sí misma el principal factor limitante de los sistemas de producción bovina, que ella puede ser un elemento trazador de la eficiencia del sistema y de la calidad de manejo que se da: la nutrición, las estrategias de alimentación, las prácticas de manejo de la ternera, el manejo del parto y el período seco, entre otras, se verán reflejados de manera directa en los parámetros reproductivos. Por esto es que, generalmente, la reproducción se utiliza como ejemplo del análisis que se puede hacer del sistema y de cómo se pueden identificar fortalezas y debilidades, así como dar luces de por dónde están las causas y, por ende, las soluciones al problema identificado. Sin embargo, cada área de la finca debe ser analizada de manera específica, pero viéndola dentro del contexto total del hato y la finca.

Tradicionalmente se mencionan como indicadores primarios de eficiencia reproductiva el intervalo entre partos (IEP), días abiertos (DA), el porcentaje de abortos y la edad al primer parto (EPP). Estos parámetros son puntos de encuentro de muchos otros elementos de manejo de la finca que influyen sobre ellos. Por ejemplo, una alta edad al primer parto puede ser el resultado de terneras nacidas con bajo peso, con enfermedades (diarrea o respiratorias) el primer mes de vida, nutrición deficiente o con malas estrategias de alimentación (ganancia diaria de peso por debajo de lo deseable), mala detección de celos, problemas de inseminación, infertilidad o abortos, por mencionar los principales. Claro está, cada uno de ellos, representa en sí mismo un componente complejo que requiere de su propio análisis.

Generalmente, al menos en los sistemas en que se existe un sistema de información (o de registros), el IEP, los DA, el porcentaje de abortos y la edad al primer parto (EPP) se utilizan como los principales elemen-

tos de juicio; pero hacerlo requiere de la habilidad de reconocer las relaciones intrínsecas que existen entre ellos, así como el hecho de que estamos en presencia de indicadores que son promedios de variables que, generalmente, se analizan sin tomar en cuenta su variación y su distribución estadísticas, y que, más serio aún, únicamente toman en cuenta a los animales que presentan los eventos reproductivos; o sea, solo las que paren entran en el IEP, las que son servidas en los DA, las que paren por primera vez en la EPP y las preñadas, en el denominador de las que pueden abortar. Esta situación, sin duda, podría llevar al consultor inexperto a cometer errores de análisis y, por ende, de recomendación de las medidas a tomar, con las consecuencias no deseables que podrían ocurrir.

Ante esta realidad, en los últimos años, se ha impulsado el uso de un indicador más “completo” pues toma en cuenta todas las hembras reproductivamente aptas y listas para el servicio: la tasa de preñez. Este parámetro incluye a todas las hembras que, según la decisión del finquero, están listas para ser servidas, sean novillas (edad en meses para iniciar el servicio) o las multíparas (días pos parto para iniciar el servicio). Así, en ellas se toma en cuenta el porcentaje de celos observados, el porcentaje de servicios realizados y el porcentaje de preñeces logradas, y lo hace para un período de 21 días. El cálculo de la tasa de preñez en forma continua permite monitorear el estado reproductivo, detectar y cuantificar un problema y tomar decisiones dentro de plazos más cortos respecto a las vacas vacías.

Por supuesto, decisiones de los productores respecto a la edad a la que una novilla entra a servicio, o a la que lo hace una vaca posparto, pueden afectar positiva o negativamente este indicador, pues entre más madura la novilla, y más avanzado el posparto cuando la vaca ha salido el balance energético negativo, más chance hay de que la vaca o la novilla queden gestantes con pocas inseminaciones; sin embargo, la detección de celos y la eficacia en la inseminación, siempre serán factores a considerar y de alta incidencia sobre el parámetro.

Tomar decisiones basados en esos elementos es un punto de partida, pero debemos reconocer muchos más elementos más de la finca; por ejemplo, y lo más sencillo de todo: el inventario y las calidades

(edad, sexo, raza, número de lactancias) de los animales que existen en el hato. Ni qué decir que conocer su nivel de producción, su historia del puerperio, las medidas de condición corporal, sus medidas para los “los diez puntos indicadores de la salud general de la vaca en producción”<sup>1</sup>, de la relación grasa/proteína en la leche, de los niveles de BUN o MUN en sangre o leche. No se trata solo de una cuestión de tener productos lácteos con mayor o menor calidad, sino de un balance metabólico que debe existir para evitar enfermedades metabólicas del animal.

Un punto de alta importancia es la mejora genética continua según los propósitos de los sistemas de producción. Por ejemplo, los sistemas tradicionales se concentran en la máxima producción de leche con el mejor balance de componentes que satisfaga a la planta procesadora que les compra el producto; así, se buscan vacas que tengan altas producciones, con altos contenidos de sólidos totales —especialmente proteína-, aunque pocas veces se toma en cuenta aspectos de salud como la incidencia de mastitis, de problemas metabólicos o la vida productiva. En el caso de los sistemas de producción orgánica, en que hay otros componentes de la leche que son de alta importancia como los ácidos grasos saludables como el Omega 3, y en que se busca vacas altamente eficientes en la conversión de pastos y forrajes sin el uso de suplementos ni complementos alimenticios no permitidos, la selección genética por las habilidades de transmisión predichas (PTA) pueden —y deben- ser indicadores monitoreados, registrados y analizados para obtener animales con las mejores PTA y, de ese modo, optimizar la producción hacia esos elementos específicos. Por esto, un sistema de información que capture esos datos, los integre y los analice de forma sistemática y confiable en tiempo real, es una necesidad y casi que una obligación. Tales sistemas ya existen, la cosa es acceder a ellos.

Ante toda esta realidad, tener esos elementos disponibles en un sistema de información automatizado, de alta calidad y fiabilidad, altamente amigable y de interactividad elevada y en tiempo real, posibilita una mejor interpretación de la realidad de la vaca, del sistema de pro-

---

<sup>1</sup> Condición corporal, llenado ruminal, consistencia de las heces, digestión de la fibra, estado de los esfínteres de los pezones, limpieza del tren posterior, estado de las pezuñas, posición de las patas, locomoción.

ducción individual, y de un grupo de sistemas de producción, sea de una región o de un país entero.

Respecto a este último punto, la integración de las bases de datos individuales de las fincas en una sola base de datos centralizada, ojalá administrada por una universidad o instituto de investigación, permite reconocer el panorama global de la producción, identificando aquellos aspectos que a la mayoría de los productores les representa un problema, así como identificar sistemas de élite que pueden servir de modelo para la transferencia de tecnología; asimismo, se puede identificar razas o cruces de rendimiento superior, vacas extraordinarias para transferencia de embriones o fertilización in vitro, toros con alta habilidad predicha de transmisión de características deseables probados en el mismo entorno del país o la región, conocer el rendimiento productivo y asociarlo con aspectos de manejo nutricional y sanitario, entre muchas otras bondades.

Estas y muchas otras cosas más se han logrado ya en Costa Rica por medio del programa informático VAMPP Bovino ([www.vampp-cr.com](http://www.vampp-cr.com)) que, producido y distribuido desde la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional, mediante el Centro Regional de Informática para la Producción Animal Sostenible (CRIPAS-UNA), es utilizado por cerca de 1500 fincas y permite la centralización de los datos en la Base Nacional de Datos VAMPP, que ha permitido la investigación local constante, alimentando con datos cerca de 10 tesis de doctorado, más de 20 de maestría y decenas de tesis de licenciatura de estudiantes de instituciones de Costa Rica, Centroamérica, Sur América, México, Estados Unidos y Europa. Además, los resultados de estas investigaciones llegan a los productores directamente mediante publicaciones especializadas, conferencias, talleres y congresos nacionales e internacionales, así como indirectamente mediante el uso de esos conocimientos logrados en los alumnos de la carrera de medicina veterinaria de la Universidad Nacional, quienes luego serán los médicos de las fincas, así como la capacitación constante de los médicos veterinarios practicantes mediante cursos de educación permanente. Esta experiencia se ha exportado también a Honduras y Panamá, en que los usuarios llegan a casi 250 y en que se empiezan a utilizar los datos para investigación poblacional, siempre con el apoyo de CRIPAS-UNA.

# La Latte Nobile: un modelo universal para el desarrollo local

*Rubino Roberto*

## **Del modelo único a el de la diversidad.**

El mundo de la zootecnia ha atravesado una serie de pequeños y grandes cuestionamientos que han quitado el sueño a los pequeños y los grandes productores de leche de vaca. El fin de las cuotas lecheras, la desaparición de ese paraguas que ha permitido, en los últimos veinte años, a las grandes empresas consolidar su posición, por supuesto, a expensas de las pequeñas explotaciones, que han sido diezmadas, y conducir el problema de producción durante al menos dos décadas. Los problemas que ahora les quitan el sueño. Nos referimos a la directrices sobre el bienestar animal, el manejo de las aguas residuales y el nuevo método de evaluación de la disponibilidad de tierras agrícolas, el aumento de la consanguinidad, con un porcentaje de endogamia, que aumenta los problemas reproductivos por un increíble abuso de FA, de reducido porcentaje de semen de pocos toros, y la persistencia de la infertilidad, que ahora es la única causa de la eliminación de las vacas por las empresas ganaderas. A todo esto se añade, en julio, la noticia de la caída del 6% en el consumo de leche en los primeros seis meses del 2014. Se podría decir que el sector está en crisis, salvo que la palabra ya estaba en el orden del día, cuando yo estaba en la universidad en los años setenta y la escuché repetidamente por todos estos años. Esta vez, sin embargo, la mayor parte de la crisis hay

una atmósfera de pánico, de impotencia. Los agricultores consideran que los cambios no serán sin dolor, que se aplicará la nueva normativa, que la competencia será aún más despiadada, pero no reaccionan. Una solución no se ve en el horizonte, si no es lo habitual y la letanía ahora obsoleta: “reducir los costos para bajar los precios de nuevo”. Curioso que una industria que ha tenido a su disposición, y que utiliza libremente al máximo la innovación tecnológica y el mundo de la investigación, sea incapaz incluso de desarrollar un modelo teórico de desarrollo para salir de la crisis.

La mejora genética continúa hasta el cansancio la selección de animales para perpetuar y sostener un sistema que en crisis económica, con el empleo de sementales, para mejorar algún aspecto de la cría y la vida animal. Estas máquinas de leche tan poderosas que deberían al menos tener fuentes de alimentación disponibles capaces de salvaguardar la salud de los animales y así mismo la calidad de la leche y la carne, pero ambos parámetros de calidad están en sus términos más bajos, debido a que una buena nutrición es demasiado cara y no se puede permitir ese lujo. De esta forma nos dirigen hacia el monocultivo, la utilización de subproductos y de suplementos, sin damos cuenta que, mientras tanto han desaparecido praderas permanentes, cultivos forrajeros, en fin la biodiversidad florística. Paradoja en este momento, en Europa, el nuevo calendario pone el objetivo primordial la ecologización.

### **Méritos (algunos) y limitaciones (muchas) del modelo de “alta calidad”**

En Italia, la última ancla del sistema intensivo, parece ser la certificación de alta calidad (establecido por una ley de 1988), lo que puede ser tomado como un símbolo y paradigma de la debilidad y la incapacidad de la industria de identificar nuevas soluciones. Esta certificación fue fuertemente respaldada por los expertos después del inicio de las cuotas lecheras, para frenar la importación de leche en el extranjero, debido por lo menos a que es costosa. Puesto que la leche empleaba más de unos pocos días para llegar al mercado italiano, también tuvo que ser pasteurizada dos veces, se decidió identificar los parámetros de algunos tipo de leche que no podían cumplir estas características.

En primer lugar la leche tuvo que ser recolectada y embotellada máximo después de veinticuatro horas del ordeño, y luego había que tener una cuenta bacteriana y un contenido de células somáticas tan bajo, como para ser capaz de soportar una sola pasteurización, que no tuviera consecuencias negativas para la calidad de la leche. A estos dos parámetros se les han añadido también el contenido de grasa y proteína, en ese momento considerado crucial para la calidad de la leche. Una leche así definida se le dio el plazo de cuatro días para llevarla al punto de venta y 6 más para su consumo, dándole la certificación de alta calidad. El éxito fue enorme, como era de esperar, Italia es uno de los pocos países europeos que tienen un alto consumo de leche fresca pasteurizada. Y también fue bueno para el consumidor, ya que, como se observa en las investigaciones realizadas a finales de los años noventa, el tratamiento térmico, la esterilización, deprime la calidad aromática y el valor nutricional de leche. Pero toda moneda tiene dos caras y, en nuestro caso, los efectos fueron de recuperación como un boomerang en el sector de la leche. Cuando se pretende producir alta calidad con este objetivo, en el cual la selección estaba persiguiendo la calidad y se le dio un premio a la vaca que daba más leche y que esta cantidad fue producto de un sistema de alimentación malo, basado en un solo forraje, y en especial en muchos concentrados, actualmente es donde hemos tratado de conciliar lo inconciliable, entonces el daño era incomparable y no había más directrices.

Los consumidores pierden gradualmente la percepción del sabor de la leche y van a la alabanza del “*insabor*” (sin sabor). Hoy, gracias a la disminución de la calidad, los quesos son cada vez más insípidos y se caracterizan por una falta de oxidación, que conduce a una alimentación desequilibrada, cuando el lácteo en las lecherías es de color amarillento no lo quieren y recurren al blanqueo con clorofila, los consumidores no quieren el queso amarillo.

Los industrializadores de lácteos siguen confundiendo el rendimiento, y por lo tanto el contenido de grasa y proteína, con la calidad. Estimulan a los ganaderos a mantener estos parámetros y no se dan cuenta que de esta manera la calidad del queso se desploma dramáticamente. Un ejemplo es el del queso “ricota”, para recuperar el sa-

bor, ya que se redujo al mínimo, los productores de leche han pensado agregar la crema. Y así, el “ricota”, que extrañamente la mayoría de los dietistas lo utilizan como un queso bajo en grasa, tiene ahora más grasa, pero no más aroma.

En el mercado hay una excepción que oferta una nueva luz el queso “cottage”, que, aunque más delgado, tiene, entre los ingredientes, la crema, que acreditan el sabor de la leche y el aroma que tienen muy pocos quesos.

Y entonces, la industria que embotella la leche para el consumo estaba atada en el rendimiento para la certificación de alta calidad y se vio limitada a sólo exigir una calidad higiénica de la leche. La industria recolecta diversas leches luego las mezclan, y posteriormente se introducen a la empresa donde se somete a diversos tratamientos para comercializarla, una gama de lo más diverso posible (eliminación de la grasa, añadido vitaminas, ácidos grasos omega 3, etc.). Y así, la leche, el alimento principal de la dieta que acompaña al hombre desde el nacimiento hasta la muerte, perdió el vínculo con su naturaleza territorial, no tiene más su propia especificidad, es todo lo mismo, la etiqueta es más o menos similar la del Norte y la del Sur, “La única diferencia es la industria” la marca comercial. Para el ganadero, cuando se paga en relación con la calidad, que es sólo en función de los cuatro parámetros: las proteínas, la grasa, las cuentas bacterianas y células somáticas. Numerosos estudios han demostrado que estos parámetros no tienen ninguna relación con la complejidad aromática y valor nutricional de la leche. Pero a veces hay que esperar a los resultados de la investigación para conseguir información confiable. En nuestro caso, basta con ver la mantequilla. En los animales de pastoreo la mantequilla tiene la misma cantidad de grasa que la mantequilla de los animales en el establo. Si la grasa era sinónimo de calidad, las dos mantequillas serían similares. En cambio las diferencias son enormes, y lo mismo podría decirse del queso “ricota”. Así, gracias a este método de pastoreo los ganaderos que han producido una buena leche, en los últimos años, los pequeños hatos en las montañas y en las colinas, o los que obstinadamente decidieron quedarse con la intensificación, no tenían nada que ofrecer de ventaja comparativa, fueron honrados y los que

no se han visto recompensados en su trabajo, son en realidad los que han mantenido plenamente el método intensivo. Las consecuencias eran previsibles, pero todos ellos fingieron no ver, pequeñas granjas han cerrado, en Basilicata, donde yo vivo, en los últimos diez años, se han cerrado tres mil puestos de venta (si se cerrara la Fiat de Melfi habría una revolución) entre la indiferencia general, sobre la calidad de la leche, el bienestar animal y el mejoramiento del medio ambiente como ya hemos discutido.

Por último, el ganadero ha perdido el contacto con los factores de la producción y la relación entre ellos. Continúan preocupándose por la grasa, proteínas, conteos de bacterias y células somáticas, sin darse cuenta de que todos estos los parámetros que no tienen nada que ver con la calidad. Asiste impotente a la caída de la fertilidad en el hato, con una compra acelerada de vacas, en riesgo continuo de impacto ambiental para obtener un anonimato de su producto, y la imposibilidad de intervenir en la formación de los precios de venta. Él continúa produciendo con la esperanza de que el precio de la leche subirá como consecuencia de la coyuntura internacional favorable, no por un aumento en la calidad de su producto; consciente de que el cierre de su unidad de producción, está a la vuelta de la esquina si “la situación continúa.”

La incapacidad de la industria para identificar nuevos caminos, bajo un modelo diferente de desarrollo. Su miopía cultural y económica es tal, que sigue atrapado en la “alta calidad” en lugar de tirar todo por la borda y empezar de nuevo. Como dijo Einstein: no resuelve un problema usando la misma lógica que la produjo. Tenemos que cambiar el modelo y sobre todo la lógica que era la base del sistema intensivo: la reducción de costos y precios. Nosotros en eso estamos...

### **El Modelo de “Latte Nobile”**

Partimos de la consideración de que, en un mercado donde existe una variedad más o menos amplia en casi toda la producción de alimentos el consumidor está acostumbrado a elegir entre productos por la calidad, y no sólo conservar el anacronismo de la leche de consumo

general, que renuncia a una amplia gama de variables, sobre la base de la materia prima, la leche, que se puede superar con facilidad y no sería difícil de convencer a los consumidores de adquirir calidad, y no sólo eso, serían capaces de pagar más, porque estarían felices de tener acceso a un producto de una calidad certificada. Qué mamá, nos preguntamos, aceptaría un precio más alto, en la elección de un alimento que sabe que tiene una mayor calidad nutricional y aromática? El reto está aquí: hemos asumido que no había espacio para un producto más caro, y esa pregunta era el menor de los problemas, porque el éxito de Slow Food y la viveza con la que las comunidades locales se están moviendo para promover y sacar a la luz los conceptos de calidad y regionalización específicas lo demuestran. Confiemos en una alerta al consumidor con ganas de un producto con una fuerte personalidad y mayor calidad.

Dejar de lado lo que parecía un problema insoluble, era necesario para ello construir el modelo de desarrollo, imaginar y planificar los distintos segmentos de la cadena de suministro, debido a que la leche, en contraste con el vino, el queso o el aceite, tiene una característica que no puede ser ignorado: el día que se ordeñó, debería ser comercializado y vendido. Por lo tanto, no sólo tiene que preocuparse de producir buena leche, embotellarla y separarla de la multitud de diferencias, sino que debe ponerse inmediatamente al consumidor, y que ellos estén conscientes de que la calidad vale bien un precio muy superior al de la leche más cara, que se encuentre en el momento en el mercado

En la Región de Campania en Italia, ahora se ha patrocinado el proyecto mediante la financiación Anfosc (Asociación Nacional de Queso cerca del Cielo), por ser una región de pastoreo de montaña, para permitir permear a los diversos segmentos de la industria. En la primera fase fue desarrollado bajo el nombre, “*Latte Nobile*” Leche Noble, (no sabíamos cómo hacerlo porque la ley 189 de Italia, ya habían bloqueado los nombres de las certificaciones que incluían la palabra “calidad”), elaboramos un protocolo de producción, que aprobaron socios embotelladores y una bibliografía exhaustiva sobre calidad de la leche. Durante la construcción del modelo, ANFOSC fue reuniendo a diferentes

actores incluyendo CORFILAC de Ragusa (Cooperativa de lecheros) y tuvo participación en un proyecto de investigación de la Región Campania (124HC). Este proyecto nos ha permitido controlar y definir las especificaciones del producto y las características organolépticas de la leche, para profundizar en la calidad de los derivados como el yogur y el queso y, sobre todo, para afinar estrategias para abordar con los diversos actores del sector. Estamos al final del proyecto, los resultados se presentan parcialmente en este trabajo y que los argumentos han sido discutidos en el “Salón del Gusto de Turín” en presencia muchos ganaderos y socios del proyecto, es decir los nuevos productores, ahora después de más de veinte años, que se han ido sumando gradualmente a la especificación “Latte Nobile”. Pero el resultado más satisfactorio es que el modelo funciona y que “Latte Nobile” no sólo está presente en el mercado, sino que se convirtió en un producto de élite, buscado por los consumidores y distribuidores un producto de calidad evidente. Y como ha sido esto posible: mediante una CALIDAD SUPERIOR CERTIFICABLE. Si la leche no es toda la misma, y si quisiera ofrecer al consumidor una leche de calidad, por la cual se debe desde luego pagar más, tendríamos que producir ese nivel de calidad, para que la diferencia fuera obvia, sería por lo tanto posible hacer que el consumidor quiera superar la barrera de precio del lácteo que hay en el mercado hoy en día?. Y entonces, el proyecto garantiza, además del sabor, que los consumidores estén consientes, de que la leche cumple con las características que se anuncian y que se encuentran en el etiquetado?.

El primer paso fue identificar el nivel de calidad para elegir el cartabón en los cual se enmarcarían los distintos factores de producción. Así que tuvimos que redactar el marco de condiciones y comprobar los resultados. Este camino fue relativamente fácil porque la experiencia que teníamos, más de veinte años de investigación sobre calidad de la leche y los intercambios continuos con los que, sobre todo en Italia y en Europa, se había ocupado de la calidad de la leche, nos habían permitido traer en síntesis una sumatoria de los muchos estudios realizados: sabíamos que la calidad de la leche y el queso es la expresión de un número de moléculas aromáticas: terpenos, fenoles, flavonoides y de componentes nutritivos: antioxidantes, vitaminas, ácidos grasos insaturados. Todos estos componentes dependen esencialmente

de la cantidad de hierba que el animal ingiere y, aún más, el número de plantas, ya que, como hemos observado en numerosos estudios, cada forraje trae diferentes componentes a la leche. De hecho, cuando la mayoría de las hierbas son naturales, espontáneas, y diríamos aún más, las llamadas malas hierbas que tienen una complejidad es importante. Esta fue la única premisa de cualquier modelo que tendríamos y era en papel fácil de practicarlo.

Necesitábamos a este punto para fijar los objetivos: ¿cuánta hierba se deben encontrar para tener una calidad percibida, una diversidad que los consumidores podrían entender, sabiendo que la leche es un líquido muy diluido y difícil de “leer”. Teníamos, desde los años noventa, datos de una investigación que llevamos a cabo sobre el uso de concentrados de animales de pastoreo y estabulación. Nos dimos cuenta de que en realidad este tipo de alimentación al ganado tenía esencialmente un efecto de dilución sobre la complejidad aromática y nutricional de la leche. También habíamos visto que la influencia en la reducción de la producción no era automática y constante, y que mucho dependía de la calidad del heno. Basándose en estos datos, nos centramos en una relación forraje / concentrado 70/30, una relación que ha demostrado su eficacia tanto para la calidad de la leche, cuya diversidad es percibida por el consumidor y las herramientas de análisis para el bienestar animal ( los resultados se presentan en varios de los trabajos del presente simposio).

Más difícil y en algunos aspectos más sorprendente, resultó ser la elección del número de hierbas. Si sabemos que cuanto mayor sea el número, más la calidad de la leche, entonces podríamos haber iniciado inmediatamente con un número alto. Después de todo, cualquier pasto permanece, incluso los pobres, tiene por lo menos una docena de especies. Pero en Italia no son las praderas, a menudo monocultivos o limitadas a sólo dos hierbas, sin embargo, eran muy pocos para darle un “shock” a la leche, que era necesario empezar por lo menos con cuatro, a costa de obligar al ganadero a comprar semillas o dos tipos de gramíneas. Y así fue; empezamos con cuatro hierbas y luego, a medida que íbamos hacia adelante y que el conocimiento acumulado sobre las diferentes regiones de Italia, se ve que se puede llegar a seis, sabiendo,

sin embargo, que el objetivo es empujar a cada agricultor a tener por lo menos una pieza de pastos polifita para que pueda establecer una ración de forraje con diferentes hierbas. Desafortunadamente pronto nos dimos cuenta de que el monocultivo había hecho más daño de lo que habíamos imaginado. Las praderas polifiti casi han desaparecido, la palabra en sí dice poco del pasto para muchos criadores, las fuentes de forraje se ha reducido a unas pocas especies, la biodiversidad es prácticamente nula. Luego cambiamos la estrategia, se centró este aspecto en las reuniones que tuvimos con los ganaderos.

También hemos incluido la prohibición de los OMG y los suplementos, inútiles si no es que perjudiciales para una leche sana y equilibrada.

Finalmente se quedó para definir el nivel de producción. ¿Era necesario prever o no? Después de todo lo que podía prescindir, ya que si un animal utiliza ese tipo de ración de la fuerza debe reducir la producción y luego no todos los animales dan la misma respuesta, y luego para algunos podría ser una limitación adicional. Sin embargo, preferimos poner un límite a 5.000 litros por lactancia, a sabiendas de que la especificación es algo que se puede mejorar durante su aplicación, si los resultados que se estén logrando lo pudieran sugerir.

También nos preocupa incluir algunas cláusulas relacionadas con el medio ambiente, tales como las distancias de los vertederos y el uso limitado de fertilizantes y herbicidas.

### **Índices de calidad**

En este punto, discutimos la cuestión de la trazabilidad. Lo cierto que la diversidad de la leche es bastante reconocible por todos, pero con que definiciones tendríamos que escribir esta diversidad? ¿y cómo se podría asegurar al consumidor que el productor cumpla con la especificación? Y entonces, ¿qué podríamos escribir en la etiqueta, ya que el Reglamento 1069/2011 que está en vigor a partir de 2014 es muy estricto y está diseñado para la industria, no para producciones de calidad?

La leche, el queso y la carne son lo mismo, alimentos y, por tanto, son comprados bajo premisas hedonistas, por el placer de comer algo

bueno y / o por razones puramente nutricionales. El sabor está vinculado a una serie de moléculas complejas, fenoles, terpenos, hidrocarburos aromáticos, los mismos flavonoides; ésteres, alcoholes, aldehídos. El valor nutricional depende de la calidad de la grasa y no de la grasa, la presencia de ácidos grasos insaturados, vitaminas, los antioxidantes. Estamos hablando de cientos de moléculas cuyos análisis son difíciles y costosos. Tenemos que pensar en los índices sintéticos que facilitan la cuenta y el control de lo que le permitiera controlar el cumplimiento de la especificación. Era más fácil decirlo que hacerlo, pero estábamos tratando de no solo decirlo.

### **La relación omega6 / omega3**

En el pasado, con colaboración con Laura Pizzoferrato y Pamela Manzi ex INRAN ahora CRA-NUT, empezamos a desarrollar algún índice. Gracias a algunas ideas de Laura Pizzoferrato, que trabajó en el Grado de Protección Antioxidante (ACP) y la relación Omega 6 / Omega 3. El primero es importante porque nos da la medida del grado de protección del colesterol en la oxidación de los radicales libres (con el contenido de colesterol igual aumenta su oxidabilidad con la disminución de la ACP). El segundo se estudia mucho en el mundo de la medicina de modo que ahora se ha señalado también el valor recomendado para la salud humana. Un estudio estadounidense reciente ha dejado el límite de 2.8 a 1, considerada como ideal. Sabíamos cuando empezamos que era necesario mantenerse por debajo 5 a 1. Fue lo que escribimos en el primer borrador de la especificación. Luego, con la entrada de otros ganaderos y cuando llegaron los resultados de diferentes trabajos, vimos que casi todos se situó en torno a 3, así que bajamos el valor de la relación de 4 a 1 omega 6 / omega 3 (Tabla 1).

**Tabla 1: Valor medio de  $\omega 6/\omega 3$  del 2012 al 2014  
(La Terra et al, 2014)**

| Productor | $\omega 6/\omega 3$ |      |      |
|-----------|---------------------|------|------|
|           | 2012                | 2013 | 2014 |
| A         | 5,2                 | 4,4  | 2,8  |
| B         | 7,0                 | 5,0  | 3,1  |
| D         | 6,0                 | 5,0  | 3,2  |
| F         | 4,7                 | 8,3  | 2,4  |
| G         | 4,0                 | 3,6  | 3,5  |
| H         | 4,0                 | 4,0  | 3,0  |
| I         | 4,0                 | 4,4  | 4,2  |
| L         | 5,1                 | 4,8  | 2,7  |

### **El GPA (El grado de protección antioxidante)**

Más complicado es el GPA. Los datos publicados con Laura Pizzoferrato señalaban que este índice varía de aproximadamente 4 en animales de granja, a más de veinte en los de pastoreo, pero ¿dónde ponemos el límite? Y luego estamos hablando de beta-caroteno y alfa-tocoferol cuyos análisis son más complejos de lo que podría parecer. Afortunadamente, durante el período en que se estaba desarrollando el proyecto en Campania, donde se llevó a cabo la investigación por CORFILAC, se iniciaron otros dos proyectos en Piamonte y Molise. Fue posible agrupar la Universidad de Turín y la de Molise, con el fin de hacer una prueba de anillo para el GPA. Nos dimos cuenta inmediatamente de que mientras que el beta-caroteno es bastante estable y depende mayoritariamente de su contenido en los forrajes, la vitamina E tiene menos dependencia porque es una vitamina soluble en grasa, ya que tiene diversos isómeros con diferente biodisponibilidad y, sobre todo, se da habitualmente como suplemento en los sistemas intensivos, es por lo tanto muy difícil de saber si su presencia en la leche, en las pruebas que se llevan a cabo, proviene de los forrajes o de su integración a la dieta.

Pero estos dos antioxidantes son importantes no sólo porque son capaces de bloquear la oxidación del colesterol. En los últimos años va

aumentando la frecuencia y el porcentaje de quesos industriales y, a veces, incluso en empresas, que se caracteriza por un sabor metálico molesto y a menudo muy persistente. El responsable de este defecto es una oxidación que, a su vez, puede depender de un desequilibrio entre los radicales libres y vitaminas antioxidantes en la leche. Jensen (1999) ha demostrado que la producción de beta-caroteno y alfa-tocoferol es independiente de la cantidad diaria de leche de un animal que produce. Así que si elevamos más y más el nivel de producción por la selección, el desequilibrio entre el objetivo molecular aumenta la oxidación y los antioxidantes más y más. Es cierto que la su adición se toma con suplementos (la especificación de *Latte Nobile* lo prohíbe, porque este equilibrio tiene que venir de forma natural con forraje), pero obviamente ahora esta situación está fuera de nuestro control, incluso para los nutricionistas porque la ración debe responder sólo a las necesidades del metabolismo, la producción de grasa y proteína, no a la calidad de la leche y el queso.

Por lo tanto, seguimos pensando que este índice es el más interesante, pero por el momento lo único que podemos hacer es seguir estudiando para tener datos más estables, para entender el papel de los suplementos y poder, finalmente, definir el valor de la GPA para ser incluido en la especificación del reglamento.

### **El IBC (Grado de isomerización de retinol)**

Para mejorar el índice nutricional, Laura Pizzoferrato también sugirió otro índice, el IBC (grado de isomerización de retinol) porque había visto que el tratamiento térmico de la leche determina un incremento en la forma *cis* que reduce la biodisponibilidad. Y “sin duda un índice interesante, pero en nuestro caso simplemente inútil, porque la calidad de la materia prima en la granja, todo lo que viene después, se refiere a otro segmento, la industria, que es técnico.

### **Tal vez se pudiera hacer un índice de complejidad aromática**

Y el sabor, como lo discutimos, de que depende? podemos encontrar un índice de síntesis? Aquí, también, las cosas son muy complicadas. Las moléculas en cuestión son cientos y, sobre todo, con umbrales de percepción diferente no sólo entre sí sino también entre los consumi-

dores. Tal vez una ayuda nos la daría para este análisis la “nariz inteligente”, instrumento que manejado por un operador entrenado, cerca de la masa de gas, permite detectar variables solo perceptibles por el hombre. Se podría de esta forma detectar el número de gases que dan la intensidad aromática.

Por el momento lo hemos incluido en la memoria (Rubino, 2014) y seguimos vigilando sólo la relación omega6 / omega 3, los cuales deben estar bajo 4. Los numerosos análisis que se han hecho y la variabilidad de los datos que han confirmado que esta cifra es bastante sensible a la ingesta de alimentos y la presencia de hierba tanto es así que cada vez que ha habido un aumento en el valor se encontró que el agricultor había cambiado la ración.

### **Un argumento en la evolución**

Un solo índice es suficiente para tranquilizar a los consumidores y la propia industria? Por supuesto que no, porque también puede intervenir artificialmente, por ejemplo, con el uso de paneles de semillas oleaginosas, para cambiar esta relación. Por tanto, debemos insistir en la investigación para localizar otros índices eficaces.

Por el momento hay dos puntos que nos permiten mirar con cierta tranquilidad y su trazabilidad de la cadena de suministro. La primera se refiere a las inspecciones que se llevarán a cabo en las empresas por ANFOSC afectando el nivel de producción de los animales, el uso ya la cantidad de concentrado y forrajes de la dieta. El segundo, más importante, en el supuesto de que el cuerpo es un sistema en equilibrio, donde “todo se mantiene unido” y, por lo tanto, si el animal come un buen forraje, la leche debe ser de buena calidad y las moléculas todas en equilibrio. Podemos, por lo tanto, hacer su seguimiento. En el fondo, observamos la segunda regla de Newton: dos efectos debe siempre tener la misma causa. Traducido por nosotros: si con una buena nutrición mejora un índice, todos los demás deben moverse en la misma dirección.

En este punto se tenían las herramientas para iniciar la producción de una leche diferente, superior a cualquier leche que se ofertara para consumo en el mercado. ¿Cómo conseguirlo? Teníamos dos caminos:

para tratar de convencer a algunos ganaderos que, cansados y desilusionados por el modelo intensivo, no tendría muchos reparos en probar el nuevo modelo o identificar los productores que, con ajustes menores, podrían participar ya que se encontraban en las condiciones cercanas a las previstas por la normativa. Para acelerar el tiempo optamos por la segunda solución. De acuerdo con la SESIRCA, el Servicio de Desarrollo de la Región Campania, hicimos un inventario de modelos de la agricultura en la región y, después de algunas encuestas, optamos por Castelpagano, un municipio del Alto Benevento, orientada casi exclusivamente hacia la ganadería, principalmente con las pequeñas unidades administradas por una familia.

Entre los muchos que fueron seleccionados de 4 ó 5, se analizó la leche y nos dimos cuenta de que en esa zona había todas las condiciones para la producción de leche de la calidad que buscábamos. Uno de los requisitos previos que nos propusimos, y que entonces también Slow Food planteaba cuando les propusimos colaborar en el proyecto, fue que los ganaderos habrían de colaborar, obteniendo un precio más justo para el productor de leche, con mayor rentabilidad. En ese momento el precio de mercado era de alrededor de 40 a 43 céntimos de euro / litro, decidimos licitar como punto de referencia 0.60 céntimos de euro / litro.

Se tenía la leche, los productores, pero no fue suficiente para vender una buena leche. La jornada era larga todavía. Era necesario encontrar una embotelladora, una compañía que se hiciera cargo de llevar a la industria la leche, un distribuidor o distribuidores disponibles, todos, para poder entrar en el mercado, con un producto más caro ya que menos caro, había sido la práctica.

### *La activación de los distintos actores del sector*

El primer obstáculo fue el embotellado. En Campania, como en otras regiones, los centros de embotellado son pocos y, como también pudimos comprobar había otros participantes en la cadena de suministro, que operan casi todas con su propia marca, ellos no tenían ningún interés en entrar en una iniciativa que se configura a primera vista, como un competidor para su propia producción. En esencia, mientras

que un productor de vino expande la gama de productos, centrándose principalmente en la diversidad de la materia prima, la uva, en busca de variedades autóctonas de uva o técnicas especiales de recolección, la industria láctea se limita a variar la oferta sólo dependiendo de la técnica de embotellado y haciendo caso omiso de la especificidad de la materia prima. Una actitud similar, tuvieron los recolectores de la leche, y en el Sur de Italia tienen un papel importante en la práctica, para gestionar y controlar el precio del lácteo y su relación con la industria. La debilidad del sistema es tal que incluso un pequeño cambio en el *status quo* crea pánico y muchas veces fuimos objeto de una recepción fría, casi amenazante. Una respuesta similar recibimos de un gran supermercado en Nápoles cuando tratamos de decirle al gerente de compras que la leche “Nobile” se vendiera a un precio mayor porque la calidad era superior, “vendemos cajas y no estamos interesados en lo que hay en el paquete” respondió.

Después de un primer intento abortado de embotellado, inmediatamente nos dimos cuenta de que si queríamos seguir adelante no se tenía que hablar con los participantes tradicionales de la cadena en el sector.

Por suerte en nuestro camino nos encontramos con una empresa de calidad, una compañía recién formada e integrada por empresarios pequeños principiantes, que se “casaron” con la filosofía del proyecto y, sin tener ninguna experiencia de la leche, el mercado y la distribución, aceptaron el reto. Una pequeña embotelladora se ha comprometido a ofrecer este servicio a terceros, siendo él mismo un productor de leche de alta calidad, y en este punto el embotellado de la leche, estaba listo. Mientras tanto habíamos definido el nombre, “Leche Noble”, porque queríamos dejar claro al consumidor de inmediato que se trataba de algo diferente y superior a lo que normalmente se encuentran en el mercado, y es el nombre y la marca que hemos registrado. Por supuesto que no era y no es nuestra intención de hacer la leche “Nobile” una marca comercial. Queríamos ofrecer a la industria un modelo de desarrollo alternativo al actual, que era más rentable para el productor, más respetuoso con el medio ambiente y el bienestar animal, y que podríamos dar a los consumidores la libertad de elegir la calidad de la

leche diferenciándolo de orgánico. De alguna manera él consumidor quiere tener un producto similar al natural biológicamente, con la diferencia de que lo orgánico está diseñado para obtener un sistema de cultivo más compatible con el medio ambiente y más respetuosa de la salud animal. Ése sistema no se preocupa por la calidad de la leche, no es sorprendente que su diversidad sea difícil de probar. La filosofía que subyace en la leche “Noble” parte de la calidad de la leche y de los factores que se deben tener en cuenta para que sea diferente. Si un animal come más alimento y más forrajes diferentes, si la cría está alejada de las fuentes de contaminación, la leche es siempre de mejor calidad, el animal come mejor, se produce menos leche pero tienen una calidad de vida productiva superior y más larga.

Hasta este punto tuvimos ganaderos que habían obtenido un precio atractivo y muy alentador, teníamos el embotellador y el envasador de la leche, otro elemento aunque menos importante, pero que aún está por hacer, de pensar, de formular es el empaquetado y etiquetado. Hasta estos momentos, la presentación y las etiquetas son todas similares, para fijar en el consumidor una idea. Tuvimos que informarles no sólo sobre la diversidad de materias primas, sino también los motivos por los que el consumidor tendría que pagar la leche a un precio más alto, que el de todas las leches que son ofertadas en los estantes de los supermercados. Y luego, con la nueva ley italiana, en el etiquetado, la interpretación, de los cuales debemos ser con especificidad, pero tener mucho cuidado, porque nunca se está seguro de lo que se puede o no puede escribir. Sin embargo también tuvimos que cumplir con esta obligación, aparentemente secundaria.

Después de haber decidido, sobre la base de la experiencia previa, se evitaron los supermercados y no es que fuera necesario explorar nuevas vías, dejamos ahora a “ANFOSC”, crear las expectativas entre los consumidores de esta leche “Noble”, de la calidad de la compañía, para pasar a activar el circuito de la distribución.

## **La Comunicación**

El “ANFOSC”, dentro del modelo, tuvo en la etapa inicial, el papel de animador, y conductor de los protagonistas de la cadena de suminis-

tro. Así como el control y difusión del conocimiento, que poco a poco se fueron adquiriendo. Investigación y estudios sobre los índices se hicieron por primera vez por “CORFILAC” de Ragusa que fueron enriquecidos gradualmente por la Universidad de Molise con Giampaolo Colavita, la Universidad de Torino con Andrea Cavallero y Giampiero Lombardi, la Universidad de Nápoles Federico Infascelli y Serena Calabrò y del Instituto Zooprofilattico de Lazio y Toscana con Antonio y Cristina Roncoroni Bean. Así que tuvimos todo el apoyo técnico y científico para desarrollar un método de comunicación y difusión del modelo que debería ser dado a conocer primero a los consumidores y luego a todos los demás actores del sector.

### **A quién dirigirse y cómo?**

Para beber leche natural, tal como es, el individuo en cuestión era el consumidor. ¿Cómo se preparará para su consumo, sabiendo también que la embotelladora no tiene una lechería, no podíamos permitir todo el proyecto de venta y tener una la leche no se vende? Se tendría que entregar leche entera para su venta y, por lo tanto, las estrategias fueron tomadas con gran precaución.

Primero desarrollamos [www.lattenobile.it](http://www.lattenobile.it) como un sitio activo y empezamos a participar en todos los eventos importantes de lácteos: Queso (Bra), Salone del Gusto (Turín), Terra Felix (Nápoles), Agrosud (Nápoles), el conocimiento y el sabor (Génova). Al mismo tiempo, en Nápoles y en el interior del país, fuimos organizando seminarios, degustaciones, reuniones en diferentes lugares con el fin de involucrar al mayor número de consumidores y grupos de profesionales de los más diversos. Desde el mundo de la medicina, con seminarios en las Facultades de Medicina y Veterinaria, escuelas, gastronómicas, al mundo de los restaurantes. La información que surgió de seminarios y artículos en la prensa nacional, que hizo referencia periódicamente en nuestro negocio y la leche “Nobile”, han contribuido a la curiosidad por este producto de nombre altisonante, el deseo de probar una leche por primera vez que se dijo ser diferente, porque es más sabrosa y nutricionalmente mejor.

Al mismo tiempo, la calidad de *Latte Nobile* Italia estuvo en contacto con todos los pequeños comerciantes de Nápoles con cuidado de no crear competencias en la misma zona. A los pocos meses la leche “Nobile” para la gastronomía más importante se ha convertido en un asunto de prestigio para adquirir y vender una leche de una ordeña diferente, más cara, que amaban los consumidores. Después de la gastronomía (restaurantes), se prestó la atención a las cafeterías, pastelerías y chocolaterías. En este caso, la historia era casi una de flujo superior. La leche tiene un sabor más marcado con suavidad y sin exceso, el contenido de grasa es ligeramente superior, así como mayor es el contenido de ácidos grasos insaturados. El camarero en las cafeterías era inmediatamente capaz de verificar que el “capuchino” tenía un sabor y una textura diferente, se sorprendió por el hecho de que el consumidor identifica la diferencia inmediatamente. Algunas industrias selectas que proponen para las cafeterías, leches con una tensión superficial y una espumalidad mayor, como es el caso de la alta calidad, encontraron que este parámetro, permite tener un “capuchino” con más espuma. Los gerentes de marketing, y quizás muchos camareros, están convencidos de que un buen “cappuccino” se caracteriza por la cantidad de espuma que cubre y no para el sabor. Leche “Nobile” tiene una espumalidad diferente de otras leches, el “capuchino” es diferente y con mayor personalidad.

Después de las cafeterías, llegó el turno de los fabricantes de helados, pasteleros y chocolateros. La acogida, incluso en este caso, estaban emocionados especialmente los fabricantes de helados, que obtenían el helado con un sabor, más fuerte, más “untable”, a igualdad de temperatura, ya que es cuanto más rica en ácidos grasos insaturados. Además, dado que la leche “Noble” siempre tiene un título más alto en grasa, el helado puede utilizar menos crema. Helados y pasteleros, al haber comprobado la diversidad de la leche, insisten ahora para obtener la crema y la mantequilla leche “Nobile”.

Al principio el acuerdo entre la Sociedad y los ganaderos del programa de calidad, era que sólo la leche que se vende como “Noble” se pagaría al precio fijado por el programa de 0,60 centavos de Euro por litro. El resto sería comprado por el embotellador a un precio más alto

que el precio de mercado, en alrededor de 5 centavos / litro. Con este mecanismo, los ganaderos que se han unido al proyecto y a la iniciativa no han sufrido una penalización económica y la calidad de Latte Nobile ha sido capaz de lidiar con un inicio incierto, sin costo adicional. De esta manera, dentro de unos pocos años, toda la leche de 8 ganaderos iniciales de Castelpagano, fue vendida como la leche “Nobile”, el mercado se ha ampliado a toda la Campania, aunque Nápoles es la cuenca más importante. La gama de productos va de leche, helados, yogur, queso y pronto será de crema y mantequilla. Pero lo más curioso es que la leche “Nobile”, al menos, en Nápoles, se ha convertido en un culto, una moda, un producto que no se puede tener mas que en una buena tienda de “delicatesen”, una pastelería que se considere importante no puede utilizar fuscella, una especie de queso típico de la zona que no sea producto de leche “Nobile”.

Una creciente demanda se responde normalmente mediante el ajuste al suministro. Y si, como he dicho antes, la leche “Nobile” no es una marca, sino un modelo de desarrollo y si el modelo es válido, esto debe ser extendido por todo el país y más allá de las fronteras de Italia. Y si hay necesidad de más leche, no debería ser difícil de encontrar, especialmente en si los ganaderos reciben un precio más alto del 50% en comparación con el mercado.

Así que, cómo se puede activar el modelo en áreas distintas a la inicial, ¿por dónde empezar y quienes debe ser los interlocutores?

### **Los puntos críticos de la cadena de suministro.**

#### **La debilidad de los segmentos de la cadena de suministro.**

A finales del año pasado los puntos críticos fueron: alimentación con pastos y diferentes forrajes con un nivel de producción inferior a 20 litros por cabeza / día, garantizan una leche cualitativamente diferente y en línea con nuestras expectativas, el sistema puede ofrecer a los ganaderos un precio significativamente más alto que el del mercado, los usuarios intermedios y finales (camareros, encargados de helados, minoristas y consumidores) pueden demostrar esta diversidad, mientras que el pago de un precio, que también puede ser de 50 céntimos / litro mayor que el producto de alta calidad en el mercado.

La demanda comenzó a superar a la oferta, se tenía que encontrar otra leche.

Dejamos Basilicata donde todavía hay pequeños productores, que con modificaciones menores, podrían hacerlas es su sistema agrícola, para poder cumplir con el reglamento de Leche Nobile. Empezamos a organizar algunas reuniones con los ganaderos en dos cuencas diferentes región lactífera: el Marmo-Melandro y el Vulture. La propuesta era bastante simple: se puede adaptar el sistema a sus sistemas de alimentación al ganado y regular la calidad de la empresa, que podría obtener un precio de alrededor de 50% más alto que el que ellos perciben actualmente. Al principio parecía que los “portadores de la buena noticia”, en un sector en crisis profunda, donde la próxima supresión de las cuotas está creando el pánico, la propuesta de un precio mucho más alto que tendría que parecerse a un salvavidas. Pero después de unas reuniones que tuvimos la impresión de que la propuesta había creado pánico, tanto es así que se me ocurrió la frase que Freud habló al aterrizar en Nueva York: “los estadounidenses no saben que estamos llevando a la peste.” Las indicaciones fueron que a estas reuniones asistieran: ganaderos con un máximo de 20 vacas en lactancia que ofertaban a los animales una cantidad de alimento tan alta, como para crear fuertes problemas de fertilidad, así como daños económicos obvios; colectores de leche, y en el Sur sabíamos tienen en la mano el mercado de la leche, ya que sirven como primeros compradores, son socios privilegiados y pueden convertirse en el elemento clave de la cadena de suministro.

Decidimos hablar con algunos de ellos. Éramos bien recibidos, hacer algunas reuniones, pero cuando se dan cuenta de que, de este modo, su papel podríamos llegar a ser secundario, como la palanca de precio pasaría de sus manos a las de la Sociedad de la “Latte Nobile” de Calidad, a continuación, sembrábamos en una tierra fértil y tuvimos reuniones exitosas. Nos dimos cuenta en este punto, que la estrategia debía ser adaptada con cambios.

El industrializador de leche, por lo menos en muchas partes de América Central y del Sur, es también es el primer comprador y entonces decide el precio, el generalmente no quiere aceptar para recolectar

la leche, para su industria, pagar precios más altos que los que se estén “garantizados o corriente” en esa zona. Por tanto, es necesario pasar por encima de esta cifra por sus propios medios para la venta de la leche. Entonces, ¿cómo superar la desconfianza inherente y, a menudo justificada a los ganaderos que deberían ofertar un precio más alto, debido a que las estafas en esta industria están a la orden del día? Para asegurarle a los ganaderos el precio, “Latte Nobile” Italia la Compañía de leche Noble, decidió comprar una cisterna para la recogida de la leche y firmar un contrato claro, con los métodos de pago y bonos de desempeño para superar la desconfianza de los ganaderos.

Sigue siendo sin embargo un elemento clave para determinar que se va a hacer en los próximos meses: diferenciar que la leche de “Noble” no es lo mismo, y exigir un precio superior para premiar la calidad de la leche. En los próximos meses vamos a definir un método de pago basado en los parámetros que se refieren a la relación omega 6 / omega 3 y la calidad sensorial de los forrajes. Todo esto se incluye en el contrato y sólo la parte relativa a los forrajes se decidirá en breve.

Con el tanque colector, el diálogo y el contrato con los ganaderos, se tuvieron los resultados esperados. Los contratos de calidad de la compañía, incluso mientras escribo estas notas, se firmaron en Molise, en la cuenca de lactíferos de Titerno, por lo menos contratos importantes con tres ganaderos, uno de los cuales acaban de comenzar un establo con vacas Jersey y de inmediato quiso producir leche “Nobile”. Una leche de calidad para empezar de la manera más adecuada la producción de crema y mantequilla.

### **El campo de la leche de búfala está en las mismas condiciones**

Pero el modelo no sólo ha afectado a la cría de vacas lecheras. Por razones sustancialmente similares, el búfalo está experimentando la misma crisis de ganado, aunque el problema no es la supresión de las cuotas lecheras, pero la deriva de la calidad de la leche, que a su vez conduce a una menor competencia, entonces una crisis de los precios, para muchos ya no es más remunerable. Para algunos de esos ganaderos el modelo leche Noble se presento como el último recurso. En el campo del búfalo no teníamos ninguna experiencia, pero la segun-

da regla universal de Newton nos permitió dormir a pierna suelta. Un agricultor de la provincia de Caserta quería probar, de los cuales sólo con 15 búfalas de Leche “Nobile”. La reglas de mercado han sido modificadas, el poder ha sido cambiado, adaptándose a estudiar la leche y después de un par de meses se han realizado controles analíticos de la leche. Fiel a su estilo, no sólo la relación omega 6 / omega 3 cayeron por debajo de 4, que asciende a alrededor de 3, pero la mozzarella ha expresado en su totalidad su diversidad: un sabor persistente y variado, más cremoso que el hecho de mozzarella con el grupo de la leche de búfalas alimentadas con el sistema tradicional se mejor valorado. Entonces intervino la Compañía de calidad “Latte Nobile” con el método ya bien establecido: un contrato con un precio superior al del mercado local, con opciones sobre mejoras de la calidad con un mecanismo premiativo.

En la provincia de Salerno, Eboli, otro criador ha revolucionado literalmente la ración de alimentos, la eliminación de ensilaje y de soya transgénica con una reducción de la cantidad de alimento. El resultado, pronto se hizo evidente: una calidad de mozzarella de búfala mas allá de las expectativas.

### **La calidad de los forrajes es precaria y modesta**

Si la calidad de la leche depende de la hierba y hay diferentes hierbas, entonces, cuando nos piden unirse a “Latte Nobile”, lo primero que hacemos es una visita a la granja. Ahora, la experiencia es que, hemos hecho muchos análisis en términos de calidad y con muchos diferentes niveles de producción de las vacas, sólo necesitamos hoy un análisis sensorial del forraje y la respuesta de la producción media diaria de leche, para hacer un diagnóstico creíble de la calidad aromática y nutricional de la leche. Estas visitas, sin embargo, terminan confirmando lo que se ha hecho evidente en el inicio de este proceso, cuando empezamos a hablar con los criadores de vacas lecheras y búfalos: el heno es un forraje sencillo abandonado, a lo sumo, bajo una lona, con un color verde casi nunca, como debe ser, pero que varía de amarillo a marrón y sin variabilidad de hierbas, e incluso no es ni la sombra de la biodiversidad. A medida que aumentaba el número de visitas, nos dimos cuenta que el heno se había convertido en un “mal necesario”, la siega

y recogida cuando se tiene tiempo, la calidad en la conservación no es necesaria. ¿Quién produce heno sabe que el comprador está interesado en la cantidad, el agricultor que tiene que distribuir a los animales está convencido de que el heno es sólo una comida que tiene que hacer fibra y proteína. Puede bastar una sola hierba, incluso si el color es amarillo. No es casualidad que la unidad de medida de la calidad del heno es el “camión”, la combinación de vehículos. Por supuesto que no en todo el mundo, la situación es como la descrita. En el sur de Italia es dramática, el centro un poco menos, al norte, y especialmente en los Alpes, la tradición es decididamente diferente.

Por otro lado, era de esperar. Durante años la comunidad científica ha animado monocultivo con el argumento de que era más barato y, sobre todo, que mejoran la calidad de la leche y el queso. Ellos fueron y son parte de, los tiempos de “grasa y proteína en la leche”, fibra y proteínas en el heno, con estos parámetros se expresa una opinión definitiva sobre la calidad. Yo era un estudiante y estuve usando el método de Van Soest para evaluar y medir la calidad de forraje. Estoy ahora jubilado, y este método todavía se considera como el “único confiable”. Como si existía una relación entre la posición de sabores y fragancias y la ingesta nutricional en términos de un buen heno y su contenido en fibra, celulosa y proteínas. Entonces ¿por qué hasta en el perfil del suelo, lo que da una menor producción debido a segar con antelación, ya que tiene menos de hierba, ¿por qué elegir el momento adecuado y mantenerlo en los graneros caros, ya que la proteína y la fibra reciben daño importante ?

Una nota para la próxima PAC y para la programación del desarrollo regional planea discutir: la calidad de la leche y la carne se debe principalmente a su alimentación con henos y los granos. Por tanto, es necesario implementar acciones en esta dirección: la financiación de los granos, en ecologización debe incluir también una clasificación de la calidad del heno. En Francia hay incluso una DOP sobre el heno, “le Foin de la Crue. Y todo esto se logrará si el heno también se pagará por la calidad.

En lo que a nosotros respecta, hemos desarrollado un método de evaluación sensorial del heno y los primeros resultados han sido informados por el grupo de Infascelli de la Universidad de Nápoles.

### **Empieza la larga marcha.**

Pero si el modelo no puede ser separado de los protagonistas que han determinado el desarrollo, y si no se pueden aplicar en otras áreas y otros temas.

Para nosotros la segunda fase del modelo de “Latte Nobile”.

Hasta ahora, el modelo de desarrollo tenía dos participantes claves: El ANFOSC y la Sociedad de la Calidad de producto “Sociedad Italiana de Latte Nobile”. Puede parecer una paradoja, pero el éxito del modelo será total y definitivo si la industria puede prescindir de las partes que han iniciado el desarrollo. Básicamente, si el modelo se puede aplicar en cualquier parte del mundo, siempre que se respete las normas de producción, entonces significa que el desarrollo será, como lo fue en la década de los ochenta, de auto-generación.

Actualmente, la ANFOSC desempeña el papel de coordinación, promoción, especialmente de control y certificación. PERO la ANFOSC es una organización sin fines de lucro y las habilidades son especialmente técnicas. Como el número de miembros aumentará, su papel será cada vez más marginal y limitado a los dictámenes científicos. La función de control puede y se hará por la certificación de muchas organizaciones que ya operan en todos los sistemas de producción del mundo. La conexión entre los actores en el campo de la leche “Nobile” y comunicaciones de marketing, se verán facilitados y supervisado por la Sociedad Italiana de Latte Nobile, una empresa que ANFOSC ayudó a crear pero de la cual no forma parte.

La Sociedad Italiana de latte nobile que supervisa la calidad de producto, es una empresa privada por ahora localizada en Campania y las regiones circundantes. Jugó un papel clave, continuará a hacerlo, pero en otra región y también en la misma región, otras partes pueden intervenir y utilizar la marca “Leche Noble” para iniciar y crear un éxito económico.

## **Y “ que es lo que está sucediendo “.**

La activación de la página web, los numerosos seminarios en todo Italia y los artículos publicados en la prensa nacional e internacional no han solamente impactado en los consumidores que buscan nueva fronteras gastronómicas y, en nuestro caso, la leche de verdad “ de una vez”, como debería ser en el envase, también a los ganaderos que están cansados de un modelo que, al menos para ellos, parece sin futuro y sin perspectivas. Hemos sido llamados por los criadores de Piamonte, Lacio, Apulia, Molise, Basilicata y Sicilia. La característica de todos estos ganaderos es que pueden actuar de manera individual para dejar de estar solamente confinados a la cadena de la empresa. No es que ellos tienen que vender a los intermediarios para que pueda llegar a la leche al mercado para la comida o para procesamiento. Pero también está cambiando el tipo de consumidor. En Campania y Molise son pequeños agricultores cuyos sistemas agrícolas ya se acercaron a la reglamentación de leche Nobile, pero que los cambios no fueron sustanciales. Pero ahora son los que quieren entrar en el cambio de la industria de manera espectacular, porque las perspectivas nos dan una visión de salidas positivas. Cito como ejemplo los dos casos muy interesante también para los resultados tecnológicos y científicos que nos han permitido adquirir.

## **A veces vuelven. Caso del valle del Po**

En Villastellone, en la provincia de Turín, los hermanos Masera tenían la unidad clásica de producción intensiva de vaca Frisia (Holstein) basada, como ya casi todas las empresas del valle del Po, en ensilaje de maíz y concentrados. La situación llegaba a su límite, el modelo no le gustaba a la nueva generación que se hizo cargo de la empresa y, en un seminario que celebramos en queso en Bra, oyeron hablar de leche Nobile. La solicitud de adhesión se produce después de unos pocos meses. Sin vacilación y con decisión, cambiaron toda la empresa y, bajo la dirección del Prof. Cavallero de la Universidad de Turín sembraron 25 hectáreas de pastos polifiti, adoptaron la reglamentación de “Latte Nobile”, recibieron la certificación después de un año, ya que era necesario esperar a la formación de pastos permanentes y ahora producen

y venden Leche Nobile, helados y yogur, en Villastellone y helados en el centro de Turín.

La vaca (Holstein) Frisian una máquina de producir leche, no es capaz ya de frenar la carrera

En Lazio, Segni, el agrónomo Andrea Colagiacomo trabajando con una empresa familiar estableció el modelo intensivo con leche produciendo vacas frisón de alta calidad. Tiene un pequeño derrame y también produce helados y yogur. Él es joven, dinámico, abierto a cosas nuevas. Es consciente del modelo y decide intentar. Plantea 150 vacas en lactancia, por lo que inicia una cría no sólo pequeña, y empieza la prueba mediante la separación de un grupo de 48 vacas y alimentación de acuerdo a la reglamentación de “Latte Nobile”. Todo el proceso de preparación y el control se lleva a cabo por la Unidad dirigida por Anthony Fagiolo del Instituto Zooprofilático de Lazio y Toscana y el Prof. Infascelli Universidad de Nápoles. El primer grupo supervisa el bienestar animal, el segundo es la calidad del heno y la leche. El ganadero está satisfecho, puede vender tanto la leche al mismo tiempo de alta calidad Nobile, por supuesto, a diferentes precios que su leche de estabulación. Veremos si en el futuro toda la empresa se utilizará para ordeñar “Nobile”. En la actualidad este modelo es de gran interés para nosotros porque nos permite estudiar e investigar los temas y los efectos de la “vuelta” a las técnicas del pasado sobre el bienestar animal, la fertilidad del suelo y la calidad de la leche. Una escuela de campo al aire libre, no tiene precio en estos días. Los primeros datos científicos han sido importantes que la vaca frisona, contrariamente a lo que se rige por el mundo de la selección, no se han reducido los niveles de producción, sólo sin problemas, pero ha recuperado acciones de bienestar.

**Leche Nobile ya no es solo una buena idea, es un modelo que funciona.**

La lección que proviene de modelo Leche Nobile es que el desarrollo de cualquier producto puede ser posible si su diversidad, su especificidad, puede ser recuperada, por una serie de condiciones, certificable, a través de controles contables dirigidos a través de la extrapolación y

el uso tanto de los factores que determinan esta diferencia y las dos palabras claves que le permiten decir ella ha cambiado. A menudo dicen que encontramos el agua tibia, que en el fondo todo el mundo sabe que la alimentación de los animales, así que volver al pasado, la calidad de la leche mejora. Claro, respondemos, pero, aparte de que incluso ahora la vaca lechera del mundo afirma producir leche con una selección de alto empuje y Calidad de los animales y las raciones alimenticias a base de una sola hierba y una cantidad desproporcionada de concentrados y subproductos y suplementos, y por lo tanto, para este mundo, incluso el agua tibia es una revolución, pero no lo suficiente como para producir una buena leche para vender “bien” una buena leche. Especialmente cuando ustedes no tienen recursos disponibles para ser dedicado a la comunicación. Este modelo nos dice que el desarrollo no llega sino por la participación aunque sólo sea de un segmento de la cadena de suministro y que no será reconocido si las diferencias no se conviertan en el principal consumidor, el único capaz de estimular y activar la cadena, lo que le permite eludir las diversas circunstancias que son el talón de Aquiles que está en el camino.

En los años ochenta se dijo-y en verdad muchos dicen incluso ahora- que los agricultores de la montaña deberían ser reconocidos y pagados, para tener su papel en la región y el mantenimiento de los deslizamientos de tierra sin colapsar. En definitiva, un poco de caridad que nos haga sentir bien, de los que estamos en las llanuras. Bastaría con que el consumidor pagara bien, los productos de estos agricultores para que ellos no dejaran de estar bien, sino vivir bien a sí mismo, ya que estos productos son nutricionalmente y aromáticamente más importantes.

No es casualidad que el resultado final de este modelo es un consumidor dispuesto a pagar un mayor precio por un buen producto y el ganadero feliz de recibir un precio justo por su trabajo y sus esfuerzos.

Añado que este modelo, si tuviera éxito, sería un salvavidas para muchos agricultores pequeños y grandes que están destinados a desaparecer y, sobre todo, es la única alternativa para todos los países del mundo en desarrollo, donde se penaliza el producto local de las importaciones que se aprecian cada vez más por los consumidores locales.

Pero esa es otra historia que esperamos contar en un futuro próximo. No es casualidad que la leche “Nobile” dio los primeros pasos en los Estados de Colima en México por Miguel Galina, la Universidad Nacional Autónoma de México ahora se extiende en Querétaro otro estado de México, poco a poco el modelo avanza.

Si alguna larga marcha supone un primer paso, el modelo Leche Nobile da pasos que ya han hecho más de uno.

El grupo de trabajo de Anfosc esta compuesto por el que suscribe además de Michele Pizzillo, Adriano Gallevi, Daniela Principalli, Mimmo Pontillo y Antonio Doronzio.

## Bibliografia

El tema tratado en esta nota aborda un tema demasiado amplio y requeriría una bibliografía tan difícil de reconciliar con la brevedad deseada del texto. Reducir a unas pocas publicaciones ha sido fundamental en la elección de algunos de los pasos clave del camino que hemos tomado y escribimos un libro para contar las razones que nos llevaron a concebir un modelo diferente de desarrollo de la industria láctea.

- Jensen, S.K., Anna Kirstin Bjornbak Johannsen, Jonn E. Hermansen, 1999. *Quantitative secretion and maximal secretion capacity of retinol, beta-carotene and alfa-tocoferol into cows' milk*. Journal of Dairy Research, 66: 511-522.
- C.Agabriel, A.Cornu, C.Journal, C.Sibra, P. Groller, B. Martin, 2007. *Tanker variability according to farm feeding practices: vitamins A and E, carotenoids, color and terpenoids*. J. Dairy Sci. 90: 4884-4896.
- L.Pizzoferrato, P.Manzi, S.Marconi, V.Fedele, S;Claps, R:Rubino, 2007. *Degree of antioxidant protection: a parameter to trace the origin and quality of goat's milk and cheese*. J.Dairy Sci. 90: 4569-4574.
- S. La Terra, T.Rapisarda, G.Belvedere, V.M.Marino, S.Carpino, G.Licitra, 2014. *Componenti salutistiche e aromatiche del Latte Nobile dell'Appennino campano*. Il Modello Latte Nobile, Caseus Editore, 108-117.

Pamela Manzi, Laura Pizzoferrato, Roberto Rubino, Michele Pizzillo, 2010. *Valutazione di composti della frazione insaponificabile del latte vaccino proveniente da diversi tipi di allevamento*. Atti convegno Ciset, 482- 486.

Pamela Manzi, 2011. *Come è cambiata la qualità del latte negli ultimi venti anni*. Caseus,

S.Claps, M.Pizzillo, R.Rubino, 2011. *Dalle stalle le stelle*, Caseus Editrice, Potenza, pp.135.

Tesi di Laurea

F. Manco, 2013. *Diversamente uguali: Il progetto Latte Nobile*. Relatore Prof. Nicoletta Murru, Università di Napoli, Corso di Laurea in Medicina Veterinaria.

F. Esposito, 2013. *Lo sviluppo e il lancio di un nuovo prodotto. Il caso del Latte Nobile*. Relatore Prof. Andrea Runfola, Università di Perugia, Corso di Laurea in Statistica ed Informatica per la Gestione delle Imprese.

D. Furio, 2013. *Una qualità "diversa" è possibile: il caso del latte nobile*. Relatore prof. Serena Calabrò, Università di Napoli, Corso di Laurea in Tecnologie delle Produzioni Animali.



# Compuestos bioactivos en productos lácteos con capacidad antiinflamatoria y antioxidante

**Delgadillo P. Claudia<sup>1</sup> Cuchillo H. Mario<sup>1</sup>**

*Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.  
Departamento de Nutrición Animal "Fernando Pérez-Gil Romo". Vasco  
de Quiroga No. 15 Col. Sección XVI. Tlalpan México DF. CP 14080. Tel:  
(55) 554 87 09 00 Ext. 2820/2824.  
e-mail: claudia.delgadillo@incmnsz.mx*

La obesidad y el sobrepeso se definen como una acumulación anormal de grasa perjudicial para la salud, son factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2, hipertensión arterial y cáncer. Se han reportado varios mediadores de estrés oxidante e inflamación relacionados con la obesidad. El incremento en la actividad metabólica del tejido adiposo durante la obesidad contribuye al incremento de las especies reactivas del oxígeno (ROS), regulándose permanentemente por los mecanismos antioxidantes endógenos. Cuando la producción de ROS rebasa la capacidad del sistema de defensa antioxidante se produce el estrés oxidante, alterando la función mitocondrial, induciendo a las señales del estado de inflamación. El tejido adiposo obeso produce un incremento local significativo de factor de necrosis tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ), resultado de la acumulación de macrófagos, contribuyendo a la producción de las citocinas inflamatorias como interleucina-6 (IL-6), a través de la activación de las vías de seña-

lización del factor nuclear (NF)- $\kappa$ B. Durante la obesidad, los adipocitos son capaces de incrementar la secreción de la proteína quimiotáctica de monocitos-1 (MCP-1), que en conjunto con TNF- $\alpha$  e IL-6 agudizan la inflamación (Siriwardhana *et al.*, 2013).

En condiciones normales, la insulina promueve la diferenciación de adipocitos incorporando lípidos neutrales como triglicéridos dentro de estas células, sobre regulando el metabolismo del factor de transcripción nuclear PPAR $\gamma$  y adiponectina; en condiciones patológicas esto conduce a una adipogénesis anormal, incrementando la inflamación y una mayor circulación de lípidos en la sangre (Freise *et al.*, 2013). Hasta el momento no se ha encontrado un tratamiento farmacológico efectivo en contra del estrés oxidante y la inflamación relacionado con la obesidad. Es por ello que la identificación de compuestos naturales capaces de incrementar la capacidad antioxidante y antiinflamatoria del organismo es de muy alto interés.

Los lípidos, isoprenoides y terpenos. Los lípidos son un grupo de diverso de biomoléculas, se pueden clasificar como: ácido grasos, triacilgliceroles, ceras, fosfolípidos, espingolípidos e isoprenoides; estos últimos contienen cadenas repetidas de cinco carbonos conocidas como unidades isopreno. Su biosíntesis comienza con la formación del isopentil pirofosfato formando a partir del acetil CoA. En las plantas se han reconocido más de 40,000 isoprenoides, formando parte de membranas, pigmentos fotosintéticos, transportadores de electrones, factores de crecimiento y hormonas (Mckee *et al.*, 2012). Dentro de este grupo se encuentran los terpenos y esteroides. En los aceites esenciales de las plantas se encuentran los terpenos, mientras que los esteroides se derivan de sistemas de anillos hidrocarbonados de colesterol, los isoprenoides de las plantas, son mejor conocidos como terpenoides, los cuales se comercializan como sustancias aromáticas empleadas en la industria de alimentos y bebidas, cosméticos, también como vitaminas e insecticidas naturales. La palabra terpeno deriva de turpetina (trementina), que es la fracción volátil obtenida de pino resinero; estos aceites esenciales se usan como perfumes, medicinas, narcóticos y conservadores. La unión del isopentil pirofosfato y el dimetil pirofosfato da lugar a un monoterpeno, los triterpenos se forman

a partir de dos equivalentes de farnesil pirofosfato, esta variedad de combinaciones y oxidaciones originan un amplia gama de terpenos, que se clasifican de acuerdo a las unidades de cinco carbonos como hemiterpenos ( $C_5$ ), monoterpenos ( $C_{10}$ ), sesquiteros ( $C_{15}$ ), diterpeno ( $C_{20}$ ), sesterpeno ( $C_{25}$ ), triterpeno ( $C_{30}$ ) y tetraterpeno ( $C_{40}$ ). Los triterpenos, se encuentran en plantas, frutas, cereales, legumbres, hierbas, hongos, bacterias, anfibios y en el cuerpo humano; pueden encontrarse en estado libre o bien glicósidos, han sido aislados evaluados como: antiinflamatorios, antibióticos, antimetastásicos, antivirales, antifúngicos y antitumorales (Guzmán-Juárez, 2011).

Los informes publicados en el pasado han descrito el mecanismo (s) molecular subyacente a las diversas actividades biológicas de triterpenoides que van desde la inhibición de la inflamación aguda y crónica, la inhibición de la proliferación de células tumorales, inducción de la apoptosis, supresión de la angiogénesis y metástasis. Sin embargo el análisis sistemático de diversas propiedades farmacológicas de estos compuestos no se ha hecho. Algunos triterpenoides sintéticos seleccionados, han sido evaluados estableciendo los mecanismos de señalización y los factores de transcripción implicados en la iniciación, progresión y promoción de diversos tipos de cáncer. Modulando moléculas diana como: citocinas, quimiocinas, productos intermedios de oxígeno reactivo, oncogenes, enzimas inflamatorias como: COX-2, 5-LOX y MMPs, proteínas anti-apoptóticas, factores de transcripción como NF- $\kappa$ B, STAT3, AP-1, CREB y Nrf2 que regulan la proliferación de células tumorales, transformación, supervivencia, invasión, angiogénesis, metástasis, quimioresistencia y radioresistencia (Shanmugam *et al.*, 2015).

De acuerdo con el número de anillos que los conforman se clasifican en acíclicos, tetracíclicos y pentacíclicos; los cuales a su vez se encuentran subclasificados por grupos:  $\alpha$ -amirina,  $\beta$ -amirina y lupeol entre otros. El lupeol ( $C_{30}H_{50}O$ ) es un compuesto sólido que forma cristales blancos, presentan una gran cantidad de enlaces covalentes entre C-C y C-H, lo que lo hace soluble en disolventes no polares (hexano, cloroformo, dietileter). Este triterpeno pentacíclico esta presente en pepino, tomate, zanahoria, soya, té negro, fresas, uvas, moras, aceitunas,

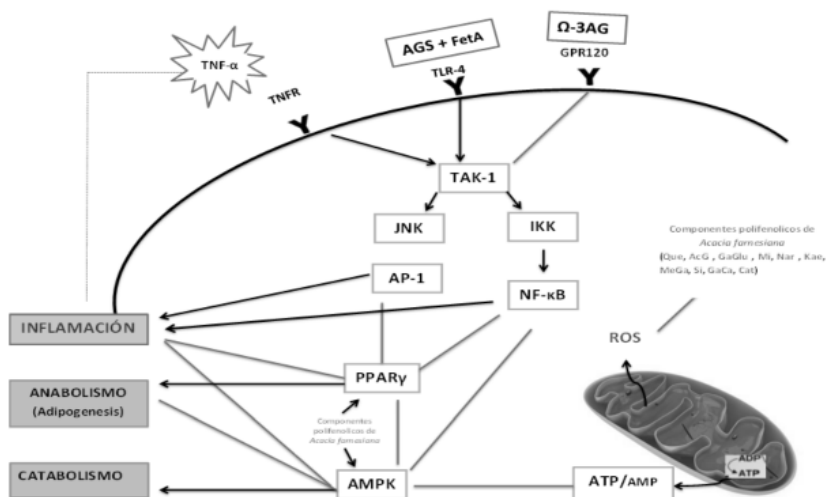
mango, y en una amplia gama de plantas medicinales lupeol presenta propiedades antioxidantes, antimutagénicas, anticancerígenas y antiinflamatorias (Saleem, 2009; Laghari et al., 2011; Akihisa et al., 2010); además de antiadipogénicas (Srivastava et al., 2013). Nuestro equipo de trabajo recientemente ha identificado la presencia  $\alpha$ -amirina,  $\beta$ -amirina y lupeol, en los frutos de *Acacia farnesiana*, sometidos a una extracción con hexano y cloroformo, utilizando anisaldehído como revelador sobre cromatoplasmas con gel sílice. La importancia de haber caracterizado estos metabolitos radica en que algunos estudios han demostrado la propiedad antiinflamatoria que presentan, Pedernera y colaboradores en 2010, trabajaron con extractos acuosos y orgánicos obtenidos de las hojas de *Acacia visco* para probar la actividad antiinflamatoria en ratas, dichos extractos revelaron efectos antiinflamatorios contra el edema inducido por carragenina y gracias a un estudio fitoquímico realizado a las hojas, se encontraron compuestos como triterpenoides 20(29)-lupen-3b-ol (lupeol), 12-3b-ol Ursen ( $\alpha$ -amirina) y 12-oleanen-3b-ol ( $\beta$ -amirina) a los cuales les atribuyeron ser los principales responsables de la actividad farmacológica, en el estudio se sugirió que los extractos ensayados probablemente poseen actividad antiinflamatoria mediante la inhibición de la liberación o síntesis de diversos mediadores de la inflamación como histamina, serotonina, bradiquinina y prostaglandinas. Por su parte, Dupuy et al. (2013) demostraron la actividad supresora sobre células T, inhibiendo la producción de interleucina 2 (IL-2), disminuyendo la secreción del factor de necrosis tumoral e interferón gamma y reducción de la fagocitosis.

En los vegetales, se han identificado más de 5,000 moléculas de polifenoles clasificándose en ácidos fenólicos, flavonoides, estilbenos, lignanos y curcuminoides, algunos de ellos con propiedades antibacteriales, antivirales, antioxidantes y antiinflamatorias. Por otra parte, a través de la alimentación animal durante el pastoreo, estos compuestos bioactivos se transfieren al organismo animal y posteriormente a sus productos. En leche, carne y derivados (queso, jamón y salchicha) provenientes de animales rumiantes alimentados en pastoreo y con dietas convencionales hemos demostrado la presencia de polifenoles con actividad antioxidante (Cuchillo et al., 2010; Puga et al., 2011ab); además de otros compuestos con propiedades funcionales como:

ácidos hidroxicinámicos (cafeico, clorogénico y ferúlico), flavonoides (catequina y quercetina), terpenos (Galina *et al.*, 2007), ácidos grasos como EPA, DHA, ALA y CLA (Puga *et al.*, 2009; Cuchillo *et al.*, 2010; Puga *et al.*, 2014).

Las acacias son vegetales (arbustos y árboles) de la familia Leguminosae, subfamilia Mimosoideae ricos en metabolitos secundarios como alcaloides, glucósidos cianogénicos, cumarinas, terpenos, flavonoides, taninos, esteroides, carotenoides, ácidos hidroxicinámicos y ácidos grasos (palmítico, linoleico, oleico, esteárico escualeno y mirístico). En la medicina tradicional esta especie se usa como: hipoglucemicante, cestocida, antibacteriana, antioxidante, anti-inflamatorio, antihipertensivo, antiviral y antiespasmódico. En las zonas áridas y semiáridas de México se emplean como adhesivo, aromatizante, leña, sombra, cercos vivos. Los frutos y hojas son un importante recurso forrajero para la alimentación animal. En un estudio previo, realizado en una región del semiárido Mexicano identificamos y evaluamos a 25 especies vegetales consumidas por los caprinos en pastoreo, encontrando significativas concentraciones de compuestos bioactivos en *Acacia farnesiana* (frutos) y *Acacia schaffneri* (hojas, tallos, flores y frutos) las cuales mostraron una actividad antioxidante cualitativa y cuantitativa muy alta; con un contenido de polifenoles totales de 38.2 y 2.7 g de equivalentes de ácido gálico (EAG)/kg materia seca, respectivamente (Cuchillo *et al.*, 2013), siendo valores especialmente altos frente a los reportados en otros vegetales (plantas medicinales, frutas, especias, extractos de hierbas). En los frutos o vainas de *Acacia farnesiana* (AF) se concentran la mayor cantidad de compuestos bioactivos; ya que evaluaciones previas en hojas y corteza se reportan valores inferiores a los señalados. Nuestro grupo de trabajo reportó una concentración de polifenoles de 1.7 mg de EAG/100 g de hoja de AF (Barranco, 2010). En otro estudio, nuestros colaboradores identificaron y aislaron a metil galato de la corteza de AF, reportando una potente actividad antimicrobiana frente a *Vibrio cholera* (Sánchez *et al.*, 2013). Hannachi *et al.* (2011) valoraron la capacidad antioxidante de los frutos de AF frente a los radicales ABTS y DPPH. En la Figura 1. Se muestra la participación de diferentes compuestos bioactivos reportados en *Acacia farnesiana*

y sus implicaciones en la regulación del estrés oxidante y algunos mecanismos de la inflamación.



**Figura 1.** Participación de algunos fitoquímicos en las vías de señalización inflamatorias del adipocito. La producción de especies reactivas del oxígeno ( $ROS$ ), el factor de necrosis tumoral ( $TNF-\alpha$ ), la proteína fetuín-A ( $FetA$ ) y los ácidos grasos saturados ( $AGS$ ) son capaces de inducir, o en el caso particular de los ácidos grasos  $\omega-3$  ( $AG$ ) inhibir, la activación de  $JNK$  (quinasas c-Jun N-terminal) y la cascada de señalización  $IKK$  (complejo cinasa) a través de factor de crecimiento ( $TAK-1$ ), activando a los factores de transcripción nuclear  $AP-1$  (proteína activadora 1) y  $NF-\kappa B$  (factor nuclear kappa B) para modular la expresión de los genes pro-inflamatorios; sin embargo pueden ser inhibidos por los receptores de proliferación de peroxisomas gama ( $PPAR\gamma$ ), los cuales por otra vía, activan la adipogénesis. La cinasa activada por AMP ( $AMPK$ ) es el principal regulador del metabolismo celular, el cual modula las vías catabólicas e inhibe en ausencia de energía las vías anabólicas de la célula; esto ocurre por un alto nivel de AMP e impactos inflamatorios. Los fitoquímicos como quercetina ( $Que$  <sup>1,2,5,7</sup>), ácido gálico ( $AcG$  <sup>1,4,6</sup>), galoil glucósido ( $GaGlu$  <sup>2,8</sup>), mirecetina ( $Mi$  <sup>3,8</sup>), naringenina ( $Nar$  <sup>8</sup>), kaemplerol ( $Kae$  <sup>2</sup>), metil galato ( $MeGa$  <sup>3,4,5,8</sup>), sitosterol ( $Si$  <sup>6</sup>), galocatequina ( $GaCa$  <sup>8</sup>) y catequina ( $Cat$  <sup>8</sup>) provenientes de los frutos de *Acacia farnesiana*.

siana están involucrados en la modulación de algunos procesos señalados. <sup>1</sup>Cuchillo *et al.*, 2010. *Journal of Dairy Research*. 77(1):20-26. <sup>2</sup>Ramli *et al.*, 2011. *Farmacognosia Diario*. 3 (23):50-58. <sup>3</sup>Sánchez *et al.*, 2013. *Journal of Applied Microbiology*. 115(6): 1307-1316. <sup>4</sup>Barranco, 2010. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química. México D.F. 10-13<sup>]</sup>. <sup>5</sup>Manríquez *et al.*, 2007. *Journal of the Mexican Chemical Society*. 51 (4): 228-231. <sup>6</sup>Hannachi, *et al.*, 2011. *Journal of Medicinal Plants*. 5 (31): 6869-6875. <sup>7</sup>Seigler, 2002. *Bioquímica Sistemática y Ecología*. 31 (8):845-873. <sup>8</sup>Maldini *et al.*, 2011. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 56: 228-239.

Como ya se menciona, la obesidad es un problema de salud pública en todo el mundo, llegando a condición de epidemia en los países en desarrollo asociados a las enfermedades crónicas. El daño oxidativo es otro efecto secundario de la obesidad. La actividad antioxidante de los componentes de las plantas regula en cierta medida este desequilibrio. En este sentido, nuestro equipo de trabajo (Puga *et al.*, 2015) identificó que los frutos o vainas de *Acacia shaffneri* (AS) y *Acacia farnesiana* (AF) presentan una capacidad de antioxidante frente a los radicales libres ABTS•+ y DPPH+, además de reducir la formación de TBARS *in vitro*. Al evaluar el efecto protector de estos frutos se identificó que sus extractos, no tienen efectos pro-oxidantes cuando evaluaron sobre el cultivo celular de celulares renales porcinos. Cuando este cultivo celular fue agredido con peróxido de hidrogeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), los extractos de estos frutos añadidos a 50 o 200 ppm, protegieron del daños oxidativo exitosamente a las celular. Para evaluar si estas propiedades pudieran extenderse en un modelo animal; los extractos fueron administrados oralmente al jerbo (*Meriones unguiculatus*), donde el plasma de los animales dosificados con AF y AF presentaron un efecto antioxidante frente al radical libre DPPH, respecto al grupo control.

La protección antioxidante de los extractos de vainas de acacia sugiere la posible transferencia de componentes antioxidantes y efectos protectores a los productos de origen animal (leche y subproductos), por lo que la incorporación de estos recursos no convencionales en la alimentación de rumiantes es una buena oportunidad para mejorar la calidad funcional de la leche y sus derivados que se sumarán

a la aproximaciones preventivas al formar parte de la dieta correcta; contribuyendo al conjunto de acciones en salud que buscan reducir el riesgo de desarrollar enfermedades relacionadas con la obesidad.

Hasta ahora los autores de este documento hemos establecido un marco sobre los riesgos involucrados por la oxidación e inflamación además de ofrecer información general sobre el desarrollo de algunas estrategias para incidir en la calidad funcional de los alimentos. Centrándonos en papel de los compuestos bioactivos en los productos lácteos, nos permitimos generar el siguiente cuestionamiento: **¿Se deben eliminar los lácteos de la dieta habitual?**. Y proporcionar algunos datos técnicos:

La leche materna es y debe ser el alimento principal en los primeros meses de vida de un ser humano, la recomendación actual sobre este punto es que los bebés deben ser alimentados por un periodo mayor a los primeros 6 meses de vida, de preferencia alcanzado el primer año (NOM-043-SSA2-2005).

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana 155-SCFI-2012 la leche de vaca, oveja y cabra, es el producto de excreción de la glándulas mamarias de las hembras mamíferas sanas, que debe ser sometido a un tratamiento térmico o cualquier otro proceso que garantice la inocuidad del producto, además puede someterse a otras operaciones como clarificación, homogenización y estandarización. La leche se compone de diferentes sustancias de relevancia como el agua (90.5%), proteínas (3.2%), donde se ubican las caseína y enzimas, minerales como: calcio (302 mg/taza de 250 ml), hierro y fósforo, además de azúcares (lactosa 12 g/taza) y la grasa (3.4-4.7%) que en su mayoría esta formada por triglicéridos 98%, y tan solo 0.5% de colesterol. La grasa le confiere a la leche características únicas de sabor; adicionalmente en esta fracción se encuentran las vitaminas liposolubles A, D, E, y K, sin olvidar a los ácidos grasos omega 3 DHA (ácido eicosapentaenoico), ALA (ácido alfa linolénico), EPA (ácido docosahexaenoico), omega 6 (ácido gamma linoléico), omega 9 (ácido oleico) y CLA (ácido linoleico conjugado). Es importante señalar que el contenido de estos últimos compuestos en la leche puede variar dependiendo del manejo alimenticio que reciban

los animales, y que la alimentación en pastoreo favorecerá su presencia.

Entre los minerales más importantes de la leche está el calcio que junto con las proteínas de alto valor biológico, se vuelve un alimento importante en algunas etapas de la vida. La leche se clasifica de acuerdo con su contenido de grasa en: entera, parcialmente descremada y descremada; pudiendo ser en polvo, deshidratada, hidratada, deslactosada, evaporada e incluso adicionada con grasa vegetal (NOM-155-SCFI-2012). Se encuentran también productos lácteos, que pueden ser acidificados o fermentados. Y las formulas infantiles, formulas especializadas (con prebióticos-fibra dietética, probióticos, ácidos grasos omega 3.

La leche de vaca es un alimento popular en todo el mundo, los grupos de personas que se ven beneficiados con este alimento, son aquellos en los que sus necesidades de proteínas, calcio y vitamina D suelen ser altos, como los son los infantes y los adolescentes, las mujeres embarazadas y lactantes sobretodo menores a dos años y probablemente los adultos mayores (Wardlaw, 2010).

A partir de la leche se obtienen diversos productos como los quesos (fresco y maduros, donde en su principal característica se ubica en contenido de humedad y grasa; la crema, la mantequilla (con grasa butírica con 80%) y el yogurt. Este último y por ser un producto que actualmente se consume de manera importante en nuestro país, es necesario que se describa cabalmente tanto en sus propiedades químicas como su aplicación en la salud. El yogurt es un lácteo fermentado a partir de cultivos de *Streptococcus* y *Lactobacillus* que le confieren ese sabor ácido. En el mercado mexicano se encuentra un amplia gama alternativas que se ajustan a las necesidades del consumidor se han ubicado 12 categorías donde los cuales se presentan como batido o líquidos pudiendo se deslactosados, adicionados con antioxidantes, vitaminas A, E y C así como prebióticos y probióticos, con cereales, frutas, vegetales, bajo en grasa y azúcares, adicionados con ácido fólico, selenio, coenzima Q10 y diversos saborizantes (Delgadillo, 2013).

Se ha evaluado el papel del yogurt en la salud digestiva y muchos estudios han mostrado que ofrece beneficios sobre la digestión y la ge-

neración de algunos nutrimentos esenciales, incluso llega a modificar de manera favorable la flora intestinal (ahora conocida como microbiota intestinal con consecuencias benéficas en la salud y en el estado de nutrición (Wang, 2012).

A pesar de ser la leche y sus derivados, alimentos consumido milenariamente, en la actualidad existe una tendencia a evitar su consumo por relaciones poco demostradas desde el punto de vista científico, sin embargo adelante comentaremos sobre algunas enfermedades tanto a nivel preventivo como de tratamiento. Con respecto a la obesidad, de manera sistemática en diversos estudios epidemiológicos se ha visto que el consumo de 3 porciones de lácteos en la dieta diaria puede mejorar el peso corporal y la cantidad de grasa corporal, de hecho la evidencia hasta el momento señala que el consumo moderado de productos lácteos (leche, yogur y queso) pueden ayudar en el control de peso (Mozzafarian *et al.*, 2011). Tanto la leche descremada como la semidescremada y la leche entera tienen los mismos nutrientes y lo que cambia es el contenido de grasa y por tanto de calorías.

No es sencillo evaluar el impacto de un grupo de alimentos sobre el desarrollo del cáncer, dado que no solo la alimentación es factor de riesgo. Sin embargo, la evidencia de estudios indican que los efectos benéfico del consumo de leche y productos lácteos sobre la prevención del cáncer son considerablemente mayores que las de indican efectos perjudiciales. Un consumo de 2 a 3 raciones de lácteos diarios, preferiblemente en sus formas descremadas, fermentadas y yogurt es segura, es decir que no representa un riesgo para padecer cáncer (Kushi *et al.*, 2012; Chagas *et al.*, 2012; Davoodi *et al.*, 2013; Melnik *et al.*, 2012).

Hablando de diabetes, en múltiples estudios agrupados en una revisión sistemática de la literatura concluyen que el consumo de leche y productos lácteos está asociado con la reducción del riesgo de diabetes tipo 2. De hecho algunos estudios se atreven a señalar que el yogurt y el queso pueden ser factores de protección para la diabetes (Martin y Wood, 2009; Pitta *et al.*, 2007).

Se ha visto que algunas proteínas de los lácteos tienen actividad fisiológica y que se relacionan con la regulación de la presión arterial, sin embargo sería atrevido afirmar que disminuyen el riesgo de la hiper-

tensión arterial ya que depende de la estabilidad de los péptidos, de procesos fisiológicos de su ingestión, de las formas en que son activas en el organismo así como los mecanismos de acción que contribuyen a la regulación de la presión arterial. La leche y algunos productos de ella contienen grasas saturadas por lo que el consumo de éstos se ha asociado sin evidencia seria, que son un factor de riesgo para enfermedades coronarias cardíacas o enfermedad cardiovascular, pero algunos estudios poblacionales no han encontrado dicha evidencia, incluso se considera que la presencia de ese tipo de grasas no se relaciona con la aparición de dichas enfermedades (Mulero *et al.*, 2011; Samaranayaka y Chian, 2011).

Lo que sí es un hecho es que la leche, el queso y el yogurt proveen de una buena cantidad de calcio en la dieta diaria que potencialmente constituye parte de dicho mineral generador de hueso y que evita la osteoporosis en los infantes y en la edad adulta así como la salud de los dientes en cualquier edad (Heaney, 2000; Mill *et al.*, 2011; Wadolowska *et al.*, 2013; Shin y Joung, 2013).

Un tema bastante nuevo es el papel que juegan los lácteos en el sistema nervioso central y se ha visto que la presencia de estos alimentos en la edad infantil está asociado con su buen desarrollo pero que también parecen potenciar importantes beneficios en el mantenimiento de la salud cognitiva y la memoria durante la edad adulta y el envejecimiento (Park y Fulgoni, 2013; Solfrizzi *et al.*, 2011).

Finalmente con respecto al síndrome metabólico una de las entidades más comunes en nuestro país dada la alta frecuencia del principal factor de su desarrollo (obesidad central) se propone que una buena estrategia dietética es el consumo de lácteos bajos en grasa (hasta 3 raciones/ día) ya que algunos estudios han señalado que pueden contribuir a disminuir la circunferencia de la cintura y las dislipidemias así como la inflamación producto de la obesidad central (Beydoun *et al.*, 2008; Andersen y Fernández, 2013).

## Conclusiones

Es responsabilidad de todos como consumidores realizar las acciones necesarias para alimentar nuestra información. Y no trasladar nuestra

responsabilidad en otros, es necesario ser mucho más proactivos para cuidar nuestra salud. Sin olvidar que cualquier estrategia de alimentación, debe estar acompañada de la realización de actividad física, para logra un estilo de vida saludable. El lector de esta breve nota cuenta ahora con algunos elementos suficientes, para que en un ejercicio de reflexión pueda responder al cuestionamiento ¿Se deben eliminar los lácteos de la dieta habitual?

## Referencias

- Akihisa, T., Kojima, N., Kikuchi, T., Yasukawa, K., Tokuda, H., Masters, E. T., Manosroi, A., Manosroi J. (2010). Anti-Inflammatory and Chemopreventive Effects of Triterpene Cinnamates and Acetates from Shea Fat. *Journal of Oleo Science*, 59(6), 273–280. doi:10.5650/jos.59.273
- Barranco, P.K. (2010). Componentes bioactivos en recursos alimenticios y forrajeros tropicales no convencionales. (Estancia estudiantil). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química. México D.F. 10-13.
- Chagas, C.E., Rogero, M.M., Martini, L.A. (2012). Evaluating the links between intake milk/dairy products and cáncer. *Nutrition Reviews*. 70 (5) 294-300.
- Chávez, V. A., Ledesma, S. J.A., Pérez-Gil R. F., Mendoza, M. E., Calvo, C. C. (2013). Composición de Alimentos. Valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo. Segunda Edición. Editorial McGraw Hill Interamericana. México D.F. pp.
- Cuchillo, H.M., Puga, D.C., Wrage-Mönning, N., Espinosa, M.J.G., Montañó, B.S., Navarro-Ocaña, A., Ledesma, J.A., Díaz, M.M., Pérez-Gil, R.F. (2013). Chemical composition, antioxidant activity and bioactive compounds of vegetation species ingested by goats ton semiarid rangelands. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 22: 106-115.
- Cuchillo, M., Delgadillo, C., Navarro, A., Pérez-Gil, F. (2010). Antioxidant activity, bioactive polyphenols in Mexican goats' milk cheeses on summer grazing. *Journal of Dairy Research*. 77(1):20-26.

- Cuchillo, M., Delgadillo, C., Navarro, A., Pérez-Gil, F. (2013). Chemical composition, antioxidant activity and bioactive compounds of vegetation species ingested by goats on semiarid rangelands. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 22(2):106-115.
- Davoodi, H., Esmaeii, S., Mortazavian, A.M. (2013). Effects of milks and milk products consumption on cancer. A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 12(3) 249-264.
- Delgadillo, P.C. (2013). Capítulo 13. Productos lácteos. 235-281 p. En Chávez, V. A., Ledesma, S. J.A., Pérez-Gil R. F., Mendoza, M. E., Calvo, C. C. 2013. *Composición de Alimentos. Valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo*. Segunda Edición. Editorial McGraw Hill Interamericana. México D.F.: 365 pp
- Dupuy, L., bonilla, V., Murillo, R., Taylor, P., Adad, M., Gozález, L., Juliao A. (2013). Efecto in vitro de los terpenos lupeol y casearina G sobre células sanguíneas y tumorales. In vitro effect of lupeol and casearin G on peripheral blood mononuclear and tumor cells. *Revista Médica de Chile*. 141 (9):1150-1157.
- García-Albiach R, José M, de Felipe P, et al. (2008). Molecular analysis of yogurt containing *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* in human intestinal microbiota. *Am J Clin Nutr*; 87:91–6.
- Guzmán-Juárez, (2011). Fraccionamiento biodirigido del extracto etanólico de *Rosmarinus officinalis* L. en modelos de nocicepción en roedores. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México DF. 32-33p.
- Hannachi, H., Elfalleh, W., Ennajeh, I., Laajel, M., Khouja, M., Ferchichi, A., Nasri, N. (2011). Chemicals profiling and antioxidants activities of Acacia seeds. *Journal of Medicinal Plants*. 5 (31): 6869-6875.
- Heaney, R.P. 2000. Calcium, dairy products and osteoporosis. (2000). *J. Am Coll Nutr*. 19 (Suppl) 83s-99s.
- Kushi, L.H., Doyle, C., McCullough, M., Rock, C, L., Demark-Wahnefried, W., Bandera, E.V., Gapstur, S., Patel, A.V., Andrews, K., Gansler, T., The American Cancer Society. (2010). Nutrition and

- Physical Activity Guidelines Advisory Committee. 2012. American Cancer Society Guidelines on Nutrition and Physical Activity for Cancer Prevention. Reducing the risk of cancer with healthy food choices and physical activity CA. A Cancer Journal for Clinicians. 62 (1) 30-67.
- Laghari, A. H., Memon, S., Nelofar, A., Khan, K. M. (2011). Alhagi maurorum: A convenient source of lupeol. *Industrial Crops and Products*, 34(1), 1141–1145. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.03.031>
- Maldini, M., Montoro, P., Hamed, A.I., Mahalel, A., Oleszek, W., Stochmal, A., Piacente, S. (2011). Strong antioxidant phenolics from *Acacia nilotica*: Profiling by ESI-MS and qualitative-quantitative determination by LC-ESI-MS. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 56: 228-239.
- Martini, L.A., Woods, R.J. (2009). Milk intake and the risk of type 2 diabetes mellitus, hypertension and prostate cancer. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*. 53 (5) 688-694.
- Mckee, T., Mckee R. (2012). *Biochemistry the molecular basis of life*. Ed. Oxford University Press, New York. USA. Vol. 5: 369-40 p.
- Melnik, B.C., John, S., Carrera-Bastos, P., Cordain, L. (2012). The impact of cow's milk-mediated mTORC1 signaling in the initiation and progression of prostate cancer. *Nutrition & Metabolism*. 9, 74-98.
- Mills, S., Ross, R.P., Hill, C., Fitzgerald, F.G., Stanton, C. (2011). Milk intelligence. Mining milk for bioactive substances associated with human health. *International Dairy Journal*. 21 377-401.
- Mozzafarian, D., Hao, T., Rimm, E.B., Willet W.C., Hu, F.B. (2011). Changes in diet and lifestyle and long-term weight gain in women and men. *N. Engl. J. Med*. 365 (25) 2392-2404.
- Mulero, J., Zafrilla, P., Martínez-Cachá, Leal, M., Abellán, J. (2011). Péptidos bioactivos. *Clinical Investigation in Arteriosclerosis* 23 (5) 219-227.

- NORMA Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2012, Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2012, Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.
- Park, K.M., Fulgoni, V.L. (2013). The association between dairy product consumption and cognitive function in the National Health and Nutrition Examination Survey. *Br. Journal of Nutrition*, 109 (6) 1135-1142.
- Pedernera, A.M., Guardia, T., Guardia, C. E., Rotelli, A. E., De La Rocha, N. E., Saad, J. R., López, M.A., García, S., Pelzer, L. E. (2010). Anti-inflammatory effect of Acacia visco extracts in animal models. *Inflammopharmacology*. 18:253–260.
- Pittas, A.G., Lau, J., Hu, F.B., Dawson-Hughes, B. (2007). The role of vitamin D and calcium in type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 92. 2017-2029.
- Puga D.C., Cuchillo, H.M., Pérez-Gíl, R.F. (2009). Effect of feeding management and seasonal variation on fatty acid composition of Mexican soft raw goats' milk cheese. *Italian Journal of Animal Science* Accepted: April 29, ISSN 1828-051X Vol. 8 (Suppl. 2): 402-404.
- Puga D.C., Cuchillo, H.M., Pérez-Gíl, R.F. (2011a). Performances and nutritive value of creole goat kids meat under low input system. *Proceedings of the Scientific Association of Animal Production (ASPA) 19th Congress*, June 7-10. Cremona, Italy. *Italian Journal of Animal Science*. 2011 Volumen 10: Supplement 1. 31 pp. ISSN: 1594-4077
- Puga D.C., Sánchez-Muñoz, B., Nahed-Toral, J., Cuchillo-Hilario, M., Díaz-Martínez, M., Solís-Zabaleta, R., Reyes-Hernández, A., Castillo-Domínguez, R.M. (2014). Fatty acid content, health and risk indices, physicochemical composition and somatic cell counts of milk from organic and conventional farming systems in tropical

- southeastern Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. ISSN: 0049-4747 DOI 10.1007/s11250-014-0581-x 46:883-888. 46 (5): 883-888.
- Puga, D.C., Cuchillo, H.M., Espinosa, M., J.G., Medina, C.O., Molina, J.E., Díaz, M.M., Montaña, B.S., Álvarez, I.M.A., Ledesma, S. J.A., Pedraza, C. J. (2015). Antioxidant activity and protection against oxidative-induced damage of *Acacia shaffneri* and *Acacia farnesiana* pods extracts: in vitro and in vivo assays. ID 2190315431760591. BMC complementary and Alternative Medicine. ISSN: 1472-6882. Enviado.
- Puga, D.C., González, G., Mireles, E., Tuz, D.F., López, G., Pérez-Gil, R., Tecante, A., Cuchillo, H.M., Ledesma, S. A. (2011b). Chemical, Instrumental, sensory and microbiological characteristics of goat meat sausages and ham. Proceedings of the Scientific Association of Animal Production (ASPA) 19th Congress, June 7-10. Cremona, Italy. *Italian Journal of Animal Science*. 2011 Volumen 10: Supplement1. 130 pp. ISSN 1594-4077.
- Ramli, S., Harada, K., Ruangrunsi, N. (2011). Antioxidant, antimicrobial and cytotoxicity activities of *Acacia farnesiana* (L.) Willd. leaves ethanolic extract. *Journal Pharmacognosy*. 3(23): 50-58.
- Saleem, M. (2015). Lupeol, a novel anti-inflammatory and anti-cancer dietary triterpene. *Cancer Letters*, 285(2), 109-115. doi:10.1016/j.canlet.2009.04.033
- Samaranayaka, A.G.P., Li-Chan, E.C.Y. (2011). Food-derived peptidic antioxidants. A review of their productions, assessment and potential applications. *Journal of Functional Foods*. 3, 229-254.
- Sánchez, E., Heredia, N., Camacho-Corona, M. del R., García, S. (2013). Isolation, characterization and mode of antimicrobial action against *Vibrio cholera* of methyl gallate isolated from *Acacia farnesiana*. *Journal of Applied Microbiology*. 115: 1307-1316.
- Shanmugam, M. K., Nguyen, A. H., Kumar, A. P., Tan, B. K. H., & Sethi, G. (2015). Targeted inhibition of tumor proliferation, survival, and metastasis by pentacyclic triterpenoids: Potential role in pre-

- vention and therapy of cancer. *Cancer Letters*, 320(2), 158–170. doi:10.1016/j.canlet.2012.02.037
- Shin, S., Joung, H. (2013). A dairy and fruits dietary pattern is associated with a reduced likelihood of osteoporosis in Korean postmenopausal women. *British Journal of Nutrition*.110, 1926-1933.
- Shishir Srivastava, Ravi Sonkar, Sunil Kumar Mishra, Avinash Tiwari, Vishal Balramnavar, Snober Mir, Gitika Bhatia, Anil K. Saxena, Vijai Lakshmi (2013). Antidyslipidemic and antioxidant effects of novel Lupeol-derived chalcones. *Lipids*. 48 (10): 1017-1027
- Solfrizzi, V., Panza, F, Frisardi, V., Seripa, D., Logroscino, G., Imbimbo, B.P., Pilotto, A. 2011. Diet and Alzheimer's disease risk factor and prevention. The current evidence. *Expert Rev. Neurother*, 11 677-708.
- Wadolwska, L., Sobas, K., Szczepanska, J.W., Slowinska, M.A., Czlapka-Matyasik., Niedzwiedzka, E. (2013). Dairy products, dietary calcium and bone health. Possibility of prevention of osteoporosis in women. The polish experience. *Nutrients*. 5, 2684-2707.
- Wang, S., Zhu, H., Lu, C., Kang, Z., Luo, Y., Feng, L., Lu, X. (2012). Fermented milk supplemented with probiotics and prebiotics can effectively alter the intestinal microbiota and immunity of host animals. *Journal of Dairy Science*, 95(9), 4813–4822. doi:http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5426
- Wardlaw Gordon. (2010). *Perspectivas en Nutrición*, 8ª. Ed., McGraw-Hill.



# Sistemas de base agroecológica para la producción ganadera en Cuba

***Milera Milagros, López Onel, Sánchez Tania, Arece Javier, Alonso Osmel, Soca Mildrey, Sánchez Saray, Suárez Jesús y Díaz Maykelis.***

*Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”.*

*Matanzas. Cuba. mmilera@ihatuey.cu*

## **Resumen**

En el presente artículo se exponen resultados generalizadores, producto de varias décadas de investigaciones ininterrumpidas, en los que puede observarse la transformación de sistemas con altos insumos hacia sistemas con bajos insumos, manejados sobre bases agroecológicas con la premisa fundamental de producir alimentos sanos para el bienestar del hombre. Se agrupan en tres temas: la conservación de la diversidad biológica a partir de la adaptación de prácticas de manejo en los agroecosistemas, el empleo de alimentos no convencionales que contribuyan a disminuir los insumos importados y la disminución de la contaminación en los sistemas productivos, sobre la base de un manejo agroecológico.

## **Palabras claves**

Sistemas de alimentación, agroecológico, producción de leche.

## Introducción

En Cuba ha ocurrido una transición de los sistemas con altos insumos, en monocultivo de gramíneas con riego y fertilización, a sistemas agroecológicos diversificados. Sirvieron de plataforma las investigaciones realizadas en el programa de introducción evaluación y utilización de recursos fitogenéticos forrajeros, ya que a partir de las mismas se generaron principios en el manejo en pastoreo, aplicables a los sistemas con bajos insumos (Milera *et al.*, 2014).

El empleo de diferentes recursos fitogenéticos forrajeros y arbóreos de las familias de las gramíneas, las leguminosas y otras, han sido estudiados y utilizados en Cuba como mejoradores del suelo, de la sanidad agropecuaria, para la elaboración de compuestos medicinales, en la alimentación animal, polinizadoras y productoras de biocombustibles, entre otros usos (Sánchez, *et al.*, 2011; Alonso, *et al.*, 2011a; Díaz, *et al.*, 2010; Sánchez *et al.*, 2008; Suárez *et al.*, 2012). También han sido estudiados otros recursos locales, como alimentos alternativos, subproductos de la industria azucarera, tubérculos como alimentos energéticos, microorganismos nativos, probióticos y otros, que contribuyen al desarrollo local y a la soberanía alimentaria (Martín, 2004; Martín *et al.*, 2000; Gutiérrez, 2012).

Un cambio de paradigma, ha desplazado paulatinamente los sistemas intensivos basados en el uso de altos insumos externos, por tecnologías y sistemas de producción sostenibles, en un proceso que evolucionó de la Generación-transferencia-utilización de la tecnología, hacia un proceso complejo de Innovación rural-con facilitación de acciones colectivas y alianza de actores-que promueven cambios institucionales, nuevos roles y capacidades profesionales-. (Machado y Miranda, 2015).

La adaptación y la innovación de prácticas de manejo en las fincas, han demostrado que es posible preservar la diversidad biológica. El movimiento agroecológico agrupa a más de 100 mil familias campesinas, que desarrollan estas prácticas, además también participan más de 450 mil personas en la agricultura urbana, las cuales generan producciones continuas que aparte de autoabastecerse, en muchos casos

comercializan sus excedentes, en áreas marginales de tierra (Martín, 2015).

Estos agroecosistemas con bajo uso de insumos externos, poseen mayor capacidad para la recuperación a partir de eventos meteorológicos extremos y en muchos casos la diversidad en los cultivos los hace menos vulnerables (resiliencia), aspecto que es importante estudiar para adaptar estas prácticas a zonas similares. Estos sistemas permiten cumplir el principal objetivo de la agroecología, producir alimentos sanos para el hombre.

Por otra parte la calidad de los alimentos producidos con manejo agroecológico es superior, no sólo por los contenidos de nutrientes sino por la ausencia de agrotóxicos.

Los esfuerzos de las investigaciones deben encaminarse hacia el cuidado del agroecosistema, con mayor resiliencia, es decir más resistentes al cambio climático, con capacidad de recuperación de los eventos pronosticados como violentos (Walker, *et al.*, 2004), especialmente en una isla como Cuba.

En el presente artículo se exponen resultados generalizadores, producto de varias décadas de investigaciones ininterrumpidas, con un enfoque sistémico, que tienen como base, los principios generados en la primera etapa de los estudios en producción de leche, a partir de las investigaciones realizadas con las gramíneas mejoradas en monocultivo. Como colofón, se desarrolla una nueva filosofía en la concepción y el manejo agroecológico de los sistemas pecuarios, en los que la diversidad de especies, la productividad y el cuidado del ecosistema constituyen la ecuación que soporta la sostenibilidad y la inocuidad del proceso de producción, así como los resultados de la innovación en áreas rurales de la producción de energía renovable, que además de evitar la contaminación, se alcanzan producciones de alimento en áreas marginales en Cuba, con el propósito de mejorar el bienestar humano.

## Contribución de los sistemas utilizados en Cuba

*Conservar la diversidad biológica a partir de la adaptación de prácticas de manejo para transitar del monocultivo a sistemas multiespecies-multiestratos.*

En Cuba se incrementó la foresta, de un 14% en 1960, a 26% en el 2014. No obstante el incremento no es significativo, ya que los suelos presentan el 65 % de sus áreas afectadas por procesos de degradación y el 76,8% posee factores limitantes para producir alimentos, fundamentalmente en la áreas dedicadas a la ganadería (Anon, 2012). Por otra parte los problemas de sequía extrema en algunas partes del país, y la sequía en general, se han agudizado en casi todas las zonas, debido al cambio climático.

Solo el 19% de las áreas poseen pastos mejorados y más de 30%, está cubierta de especies invasoras. No obstante muchos campesinos poseen la convicción, de la importancia que para sus fincas tiene la conservación y el aumento de la biodiversidad, con lo cual contribuyen a mejorar las condiciones del suelo y el agua, además de ofertar un alimento de mayor calidad al ganado, entre otros beneficios.

A continuación se describen los sistemas utilizados durante el tránsito del sistema con monocultivo de gramíneas a sistemas con diversidad de especies.

*Sistemas con gramíneas mejoradas, riego y fertilización.* Los estudios desarrollados con los pastos y forrajes como principal alimento del ganado en sistemas intensivos en la década del 70 y 80, tenían el objetivo de conocer la potencialidad de las especies y su manejo, para emplear la menor cantidad de suplementos importados. Estas investigaciones sirvieron de base para las futuras proyecciones del trabajo científico, y las mismas generaron los principios para el manejo en pastoreo.

En estas investigaciones se demostró que el comportamiento de las especies depende de las condiciones edafoclimáticas, el manejo agrotécnico, la población o el área cubierta, la carga en función de la disponibilidad de materia seca por animal, el número de cuartones, los días de estancia y el reposo para su recuperación. También se observó

que la mayor intensificación se logra con la segregación de las áreas en pastoreo para conservar como ensilaje o heno, pero debe cumplir un conjunto de requisitos, para no afectar la producción y la persistencia (Milera *et al.*, 2014).

*Sistemas con gramíneas mejoradas sin riego y bajas o nulas aplicaciones de fertilizantes.* Con bajos insumos, no cambiaron los principios que fueron generados a partir de altos insumos y además de cumplirse lo antes expuesto, las gramíneas necesitaron en el período poco lluvioso mayores tiempos de reposo y menores tiempos de pastoreo (pastoreo restringido), así como la complementación de alimentos. Las altas cargas instantáneas propician una alta descarga de excretas que beneficia el incremento de la biota edáfica y el crecimiento de un rebrote con calidad; pero requiere de largos tiempos de recuperación en el período poco lluvioso. La diversidad de especies no solo se mantuvo, sino que se incrementó a partir de un manejo cuidadoso del reposo hasta la recuperación del pastizal. Los principios generados para el manejo de la pradera en los sistemas con monocultivo de gramíneas con bajos insumos y manejo racional de la pastura (PRV), así como en sistemas arboles-pastos, en los que no se aplica riego ni fertilizantes, son modelos de sistemas manejados sobre principios agroecológicos (Milera *et al.*, 2011).

*Sistemas silvopastoriles (SSP con L. leucocephala-gramíneas mejoradas).* Los elementos del manejo tales como; reposo del pasto después del pastoreo hasta recuperarse, tener en cuenta la capacidad de carga o presión de pastoreo para la estancia en el potrero, restricción del pastoreo y complementación para cubrir los requerimientos especialmente en el período poco lluvioso; son claves en cualquier sistema con bajos insumos.

La inclusión de los árboles y las leguminosas herbáceas en el pastizal de gramíneas, requiere además de lo expuesto, del cumplimiento de un conjunto de requisitos para la adaptación y el mantenimiento de la diversidad con la persistencia del nuevo sistema en el tiempo. Requerimientos de estos sistemas: a) se considera establecida la arbórea cuando alcanza una altura de 2 m promedio, la poda de los árboles se realiza cuando la mayor parte del follaje no es accesible al animal

con una altura no menor a 3 m; b) se corta anualmente el 50 % de las plantas; c) la poda se efectúa a una altura entre 1,5 y 2 m en el período poco lluvioso (marzo-mayo) y se hacen los cortes en cada rotación de forma escalonada, de manera que el follaje sirva como un complemento proteínico de la dieta (1-2 kg MS/vaca/día); d) el tiempo de reposo en el período poco lluvioso debe manejarse por la recuperación de la arbórea y no con relación a la gramínea (en Cuba en suelos de mediana fertilidad osciló entre 60-70 días o más).

Las asociaciones de *L. leucocephala* con gramíneas mejoradas (*P. maximum* y *C. nlemfuensis*) en suelos de mediana fertilidad permiten un consumo de PB entre un 20 y un 35 % por encima de las necesidades de los animales; mientras que la energía es deficitaria entre un 3 y un 10 % para vacas de mediano potencial en lactación. El alto contenido de PB de la dieta de los animales en los sistemas asociados, estimulan el incremento en la producción de leche al inicio de la lactancia, debido a que las vacas son capaces de movilizar sus reservas corporales de energía para satisfacer las demandas de nutrientes requeridos para producirla. Se observan producciones de leche de 8 a 12 kg/vaca/día en función de las condiciones edafoclimáticas, el potencial de las vacas y la densidad de la arbórea, debido a una mayor disponibilidad y calidad de la biomasa al compararlo con sistemas en monocultivo de gramíneas mejoradas (Sánchez, 2009).

En la multiasociación (Sistemas silvopastoriles intensivos, SSPi) de numerosas especies (gramíneas y leguminosas herbáceas y arbóreas) con alta densidad de plantas arbóreas (más de 10 000 plantas/ha), la gran diversidad de la dieta ofrecida y consumida, con un mayor componente de leguminosas que de gramíneas, tiene una influencia sobre la calidad nutritiva del alimento, por lo que con 25 kg de MS/vaca/día se pueden alcanzar los mismos resultados que con ofertas entre 30 y 50 kg de MS/vaca/día en los sistemas con riego y fertilización sin suplementos concentrados (Hernández *et al.*, 2011).

Con relación al suelo, su recuperación es una de las prioridades para la sostenibilidad de los sistemas, esta depende de la biocenosis. La macrofauna edáfica, en los SSP es significativamente superior, a la de los sistemas con monocultivo de gramíneas, además se observaron

mayores índices de diversidad y uniformidad de estos; lo que indica que la presencia de los árboles permite potenciar la actividad biológica del suelo y garantizar la estabilidad del sistema (Sánchez, *et al.*, 2011).

Las asociaciones árboles-pastos mejorados (específicamente la de leucaena-guinea) proveen de una cantidad de refugios y hábitats adecuados, así como de un microclima propicio para el desarrollo de insectos beneficiosos y entomopatógenos, respectivamente. Lo que permite que se establezcan interacciones complejas que implican un mayor equilibrio entre fitófagos y biorreguladores, favoreciendo a estos últimos, así como a otros benéficos entre los que se encuentran los polinizadores, coprófagos y descomponedores de la materia orgánica, que son los responsables de mantener la estabilidad biológica de estos sistemas, a nivel del pastizal (Alonso, *et al.*, 2011 a). Además, hace posible que se explique en parte el hecho que las poblaciones de organismos nocivos de interés no expresen la magnitud del daño que pueden causar al cultivo de la leucaena en el país, como ha ocurrido con *Heteropsylla cubana* Crawford. De ahí que se sugiera valorar la utilización de la asociación leucaena-guinea cuando las condiciones de suelo y el tipo de explotación lo permitan, pues con la compensación que se alcanza respecto a la entomofauna presente, se pudiera garantizar que perduren estas plantaciones en el tiempo (Alonso, *et al.*, 2011 b).

El manejo agroecológico además de conservar el ecosistema, producir, cumplir los preceptos del bienestar animal, tiene como salida un alimento de mayor calidad biológica.

Voisin en 1963 afirmó: ... *dar un curso de agronomía, a decir verdad, bastante particular y que no existe todavía. Su título sería: "Agronomía orientada hacia la Salud del Animal y del hombre"; mientras que nuestros tratados actuales pueden titularse: "Agronomía orientada hacia los altos rendimientos de las plantas"...*

...Hemos descuidado demasiado la "calidad biológica" a expensas del bajo costo de producción del producto vegetal, lo que frecuentemente significa un costo de producción elevado para la producción animal. "La salud es un estado natural", que se traduce, en la capacidad de resistencia del organismo contra los ataques microbianos. La base primera de la salud y de la resistencia contra las enfermedades micro-

bianas es la alimentación... Aunque una alimentación, por perfecta que sea, no puede permitir resistir a todas las enfermedades bacterianas; en todas las condiciones, hay el derecho de afirmar que la alimentación representa el factor más importante para aumentar la resistencia del organismo contra los ataques microbianos.

Y la idea esencial de la Medicina Preventiva de la cual escribe Voisin en el libro *Suelo, Hierba y Cáncer*, es, precisamente, la Medicina Preventiva basada en la calidad biológica de los alimentos que el Hombre consume... De ahí la importancia de la inocuidad.

El manejo agroecológico de los pastos, basado en la no perturbación del suelo, el pastoreo racional, el reciclaje suelo-planta-animal, la aplicación de abonos orgánicos, conservar e incrementar la diversidad, no contaminar, cumplir los preceptos del bienestar animal, entre otros, son las base para producir con inocuidad, lo que implica convicción y se logra cuando en la toma de decisiones participa el productor.

### **Empleo de alimentos no convencionales que contribuyan a disminuir los insumos importados**

Los alimentos no convencionales se emplean en la complementación de los sistemas con gramíneas mejoradas sin riego y fertilización y en los SSP. La aplicación de sistemas de producción ganaderos para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria, se basa en la concepción holística de utilizar alimentos alternativos producidos localmente. El fin principal, es lograr el incremento y preservación de la biodiversidad, reducir los recursos importados, fortalecer la resiliencia, reducir riesgos de contaminación, gestionar de forma integrada la genética y sanidad animal, lo cual abre oportunidades para la inserción de los sistemas agroecológicos diversificados.

Los alimentos pueden agruparse en; **energéticos, proteínicos, voluminosos y aditivos** entre otras clasificaciones. En Cuba se emplean en el primer grupo los granos de cereales y los subproductos como las mieles, las raíces y tubérculos, la caña; en el segundo los forrajes y las harinas de arbóreas, levaduras, en el tercero, los pastos, forrajes, pajas, cáscaras, hollejos y en el cuarto, los zootécnicos; mejoradores

de la flora intestinal, promotores del crecimiento no microbianos que se denominan probióticos y microorganismos (Ojeda y Milera, 2012).

En relación con los **alimentos energéticos**, la caña de azúcar, posee múltiples resultados a partir de sus subproductos, entre los que se encuentran: la Saccharina Seca, el Bagazo y Bagacillo, estos últimos se utilizan después de someterlos a tratamiento químico (hidróxido de sodio, hidróxido de cal o sosa), para formar parte de raciones, así como en bloques multinutricionales para rumiantes. Martín (2004), reportó que el bagazo y el bagacillo tratado con 5-6% de hidróxido de sodio, puede aportar al ganado vacuno tanta energía como las gramíneas fertilizadas y regadas. En sistemas de pastoreo y formando parte de una mezcla con melaza/urea, el bagacillo predigerido puede soportar producciones de leche de 13 kg/vaca/d cuando se suministra la proteína necesaria.

La Cachaza: fresca o deshidratada es utilizada en las raciones de los rumiantes, con un importante aporte en minerales y en proteínas; existen diversos alimentos que han mejorado su valor nutritivo, como son: GICABU (que se obtiene a partir de la cachaza), Cachaza bioprocesada, entre otros, así como las mieles de caña; excelentes fuentes de energía para rumiantes, se puede acompañar de fuentes de nitrógeno de rápida degradación en el rumen, como la urea, el amoníaco, así como el follaje de plantas proteínicas, sales; las cuales se acompañan con dietas de pastos y/o forrajes.

Entre los tubérculos la harina de yuca ha sido utilizada en sustitución del maíz y el sorgo con excelentes resultados en producción de leche (García-López, 2007).

Para la sustitución tanto parcial como total de la caña de azúcar por pulpa de cítrico (PC), como complemento energético de la dieta en base a *P. maximum* y *L. leucocephala*, se formularon tres raciones que se ajustaron para suplir los requerimientos nutricionales de vacas lecheras (480 kg PV) de tercera lactancia con una producción de 10 kg/vaca/d. La sustitución de la caña por PC, incrementó la producción de gas in vitro y mejoró los parámetros de la fermentación ruminal, entre ellos, la EM y la producción de ácidos grasos de cadena corta (López, et al., 2014).

También se han estudiado diferentes **alimentos proteínicos**, entre los más empleados están los bancos de proteína de leguminosas herbáceas tales como la *Neonotonia Wightii*, el *Teremnus labialis*, *Canna-valia enciformis* y el *Lablab purpureus* (estos últimos intercalados), con producciones por encima de los 10kg/vaca/día. También se emplea el forraje de Leucaena, Moringa, Tithonia y Morera, con alentadores resultados en la producción de leche y los SSP ya expuestos anteriormente (Milera, *et al.*, 2012).

La utilización de arbóreas se basa en: crecen bien en épocas de sequía, mejoran las características del suelo, menor producción de metano en rumiantes, proporcionan servicios ambientales como el secuestro de carbono, el aumento de la biodiversidad, la conservación del agua y sus altos contenidos de proteína.

Al comparar la harina de cuatro especies de arbóreas con un concentrado comercial (*L. leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Albizia lebbek*, *Morus sps* vs concentrado) el aporte en proteína en una tonelada de harina fue; 0,18; 0,24; 0,23; 0,24; vs 0,16 respectivamente (Ojeda *et al.*, 2006).

En relación con los **alimentos voluminosos**, los forrajes de Pennisetum y la Caña de azúcar fueron los más estudiados. En la conservación se realizaron múltiples investigaciones que se llevaron a la práctica en silos de gran tonelaje de pastos y forrajes, no obstante los principios generados en su manejo con y sin aditivos se aplican hoy en silos denominados de anillo de pequeñas proporciones aplicables a fincas pequeñas, lecherías y otros, en los que los aditivos pueden sustituirse por follaje de leguminosas arbóreas.

También se utilizó la conservación en los subproductos de frutales tales como ensilajes (cítrico) y la pulpa de henequén, el yogurt (árbol del pan, yuca, boniato), las cuales se pusieron en práctica a finales del siglo con buenos resultados en la producción vacuna. El hollejo contamina el medio ambiente y es una opción para la alimentación de rumiantes (Ojeda *et al.*, 2009).

En el caso del árbol del pan, también se utiliza la harina del fruto (Ortíz, *et al.*, 2011) y el yogurt, el cual posee alrededor de 25% de ma-

teria seca (MS), la proteína bruta (PB) varía entre 5 y 15% en base seca en dependencia si se adiciona o no, una fuente proteica.

El empleo de **aditivos** en nutrición animal mejora los rendimientos productivos, no solo por incrementar los niveles de producción, sino también mejorando los parámetros reproductivos y el estado sanitario de los animales y los alimentos producidos.

Uno de los aditivos más utilizados en Cuba es el VITAFER; un producto con actividad biológica y rico en lactobacillus, levaduras, ácidos orgánicos de cadenas carbonadas cortas y pH bajo (Elías y Herrera, 2008). Reduce la incidencia de diarreas en animales jóvenes, estabiliza la flora del TGI, e incrementa la digestibilidad de la materia seca y de la pared celular (Elías *et al.*, 2010). Su inclusión en la ración de cabras, mostró ventajas financieras en la rentabilidad bruta por animal por el incremento en la producción y calidad de la leche (Gutiérrez, 2012).

También se ha generalizado en las fincas la producción de microorganismos nativos (BIOHplus), el cual se basa en coleccionar microorganismos, que de forma espontánea se desarrollan sobre un suelo no perturbado (bosque natural), el cual contiene: *hongos, levaduras, lactobacillus y bacterias fototrópicas*, que son potenciados para actuar por competencia y colonización en la materia orgánica. Se desarrollan estudios de caracterización y se produce en las fincas, aplicándose con éxitos en el rendimiento de cultivos agrícolas y en la ganancia y salud de cerdos de engorde (Blanco *et al.*, 2012).

### **Disminución de la contaminación en los sistemas productivos**

En este epígrafe se aborda la captura de carbono en SSP, el efecto de los extractos de plantas en la salud de los animales, y la producción de energía renovable en sistemas agropecuarios, aspectos que están contribuyendo notablemente a mantener agroecosistemas más sanos, producción de alimentos inocuos y contribuir al bienestar del hombre.

El *secuestro de carbono* en los SSP, se estimó a partir de ecuaciones alométricas (Alvarez y Mercadet, 2008), y se observó que cuando se utilizaban densidades de 595 plantas de *Leucaena*/ha, el secuestro era de 157,5 t C/ha/año, pero cuando se aumentó la densidad a más de 15 mil plantas/ha este se incrementó a 425,28 t C/ha/año, sin embargo al

campararlo con un área con monocultivo de gramíneas solo se alcanzaron 9,5 t C/ha/año (Milera, *et al.*, 2010).

En estudios con *extractos* de morera (hoja, corteza y raíz) para determinar su incidencia en la salud de animales a nivel de laboratorio se observó que el extracto fresco fue el que presentó mayor inhibición de lesiones gástricas provocadas por la administración de etanol, también tuvieron actividad cicatrizante, actividad antiinflamatoria (con los extractos de hoja y raíz) y actividad antimicrobiana (en hojas de 2 variedades y 2 híbridos) frente a 5 patógenos (Díaz, *et al.*, 2009).

El parasitismo gastrointestinal en rumiantes (ovinos, caprinos y bovinos jóvenes) constituye una de las principales limitantes para la producción de estas especies en Cuba.

Soca *et. al* (2011), desarrolló estudios comparativos entre *sistemas convencionales con gramíneas y SSP* con densidades de arbóreas de 800 plantas/ha para estudiar la nematodosis gastrointestinal en terneros mestizos (5/8 Holstein x 3/8 Cebú) con una edad promedio entre 5 y 6 meses. El sistema tradicional con pastos solamente, presentó una significativa infestación parasitaria al compararlo con el SSP en lluvia y seca, respectivamente y se registraron diferencias significativas en las ganancias de los animales a favor del SSP. El conteo fecal de huevos (hpg) fue inferior en el SSP, en el período poco lluvioso (471 vs 1 183) al compararlo con el lluvioso (596 vs 1 814).

Se realizaron estudios en diferentes estrategias de control parasitario en rumiantes menores: **métodos selectivos de tratamiento** (FAMACHA®, mediante la coloración de la mucosa ocular), **tratamientos tácticos, uso de controles biológicos** (*Psukamurella paurometabola*) y **fitoterapia** con resultados positivos.

Se encontró, que la aplicación de tratamientos antiparasitarios selectivos (animales con mucosas pálidas y estado físico deteriorado) contribuyó a mantener los indicadores sanitarios y productivos de ovejas lactantes y sus crías y una reducción de más de un 80% de medicamentos. También se demostró la eficacia in vitro de plantas de la región en la inhibición de la eclosión de huevos de nematodos, con mejores perspectivas para trabajos futuros en Vetiver (*Vetiveria zizanoides* (L.) Nash), Piñón mexicano (*Ficus auriculata*) y Marabú (*Di-*

*chrostachys cinerea*) con CL 50 de 0.39, 2,77 y 4.08 mg/mL, para cada uno, respectivamente.

Por otra parte, se demostró in vivo la eficacia de la suplementación de harina de *Lysiloma acapulcensis* en la reducción de la infestación parasitaria. La suplementación de esta planta en niveles de 37.5 mg de taninos /animal cada tres días, permitió disminuir la infestación parasitaria en un 80% a los 42 días de aplicación. A su vez, se demostró la eliminación de los vermes adultos en el abomaso lo cual contribuyó de forma directa e indirecta a mejor comportamiento productivo de los animales comparados tanto con animales parasitados o desparasitados (Arece, *et al.*, 2015).

También se incluyen en estos sistemas la **producción de alimentos y energía** a partir de fuentes renovables, con el propósito de adaptar la agricultura al cambio climático y mitigar los efectos del mismo (Suárez, *et al.*, 2014). Al respecto, el sistema fue definido por la FAO (2008) de la forma siguiente: alimento-clima-energía, una nueva ecuación, en la cual se concede gran importancia a los tres factores. La energía no renovable además de los altos precios no es una opción sostenible, ni eficiente en la producción ganadera, es una de las principales responsables de la contaminación.

Los biocombustibles son considerados por gobiernos e instituciones internacionales como una alternativa ecológica a los combustibles fósiles, por su capacidad de reducción en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), aspecto muy controvertido, con defensores y detractores.

Desde 2009, en Cuba se implementan acciones de I+D+i, en el marco de proyectos internacionales, enfocadas a la producción de alimentos y energía, en el último caso la generación de energía a partir de la biomasa en el medio rural, se integró a la producción de alimentos de origen vegetal y animal en varias provincias. Estos procesos innovadores se insertan en el sector ganadero con tecnologías como la biodigestión anaeróbica, la gasificación de biomasa y la producción de biodiesel a partir de *Jatropha curcas*, una arbórea no comestible, intercalada con cultivos de ciclo corto.

En el caso de la biodigestión anaeróbica, es una tecnología que permite, tanto tratar las excretas animales contaminantes de las cuencas hídricas y emisoras de metano ( $\text{NH}_4$ ) –un gas de efecto invernadero, 21 veces más contaminante que el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )–, como producir biogás, un gas de uso energético, y bioabonos, a partir de los efluentes tratados.

En Cuba existen diversas experiencias, tanto de diseño y construcción de biodigestores de cúpula fija y flotante, tubular plástico y de laguna tapada, como de la utilización del biogás en cocción de alimentos y, en menor medida, en generación de electricidad (Suárez *et al.*, 2012); recientemente, se han desarrollado experiencias de su utilización en ollas arroceras, lámparas de iluminación y refrigeradores por absorción, así como en la creación de redes de distribución a viviendas (López, 2014).

Con el propósito de utilizar los residuos de las podas de los sistemas agroforestales pecuarios se instaló desde el año 2010 un gasificador con potencia de 20 kW en la Estación Experimental “Indio Hatuey”, que utiliza residuos de los sistemas silvopastoriles y de los bancos forrajeros con morera (*Morus spp.*), así como de una planta invasora, el marabú (*Dichrostachys cinerea*) (Cepero *et al.*, 2012).

Referente al biodiesel, desde 2009 se han desarrollado experiencias en diferentes provincias cubanas en el establecimiento de la arbórea *Jatropha curcas* asociada a cultivos, cuyos frutos son utilizados para la producción de biodiesel, destinado a equipamiento agropecuario. Se han instalado plantas de procesamiento en la Granja Paraguay y en la EEPF “Indio Hatuey”, en Guantánamo y Matanzas, respectivamente (Suárez *et al.*, 2013; 2014), está previsto el montaje de otras tres plantas en el país.

364 hectáreas de *J. curcas* asociadas a cultivos se han establecido en siete municipios cubanos de seis provincias, principalmente en suelos no utilizables para otras producciones agrícolas. En este sentido se han evaluado 21 cultivos y las producciones de alimentos oscilan entre 3,0 y 15 t/ha-año, en un 70% del área (la restante es ocupada por la *jatropha*), bajo condiciones de riego de supervivencia y fertilización con bioabonos (Suárez *et al.*, 2012).

A partir de los principios y experiencias generadas en investigaciones con monocultivo de gramíneas, se transitó hacia sistemas con diversidad de especies, menos insumos importados, más resilientes al cambio y menos contaminantes, lo cual facilita un producto biológico con mayor inocuidad.

### **Consideraciones finales**

A partir de los principios y experiencias generadas de las investigaciones con gramíneas en monocultivo con el empleo de altos insumos externos, se ha logrado un adecuado ajuste y tránsito hacia sistemas con bajos insumos, diversificados e integrados con manejo agroecológico.

El empleo de sistemas árboles-pastos (SSP-multiespecies-multies-tratos), superiores en diversidad, contribuyen al cuidado del suelo, la producción y sanidad agropecuaria, la producción animal, con mayores posibilidades de adaptación a un clima cambiante.

La utilización de alimentos no convencionales, sustituye importaciones, contribuye al aprovechamiento de subproductos que pueden convertirse en contaminantes para el medio y se logra el adecuado aprovechamiento del recurso local, entre otros.

Se demostró a escala local que pueden emplearse plantas que no compiten con la alimentación humana, producen biodiesel a la vez que se produce alimentos para la población en la misma área. La utilización de biodigestores y gasificadores para producir energía eléctrica a partir de la biomasa es otra opción rentable que contribuye a disminuir la contaminación.

### **Referencias**

- Alonso, O; Lezcano, J.C. & Milera, Milagros de la C. 2011a. El contexto fitosanitario en sistemas de pastoreo racional con gramíneas y en silvopasturas. En: André Voisin: Experiencia y aplicación de su obra en Cuba. Editora: Milagros de la C. Milera. SOCUP-ACPA-EEPFH. p. 443
- Alonso, O; Lezcano J.C. & Moraima Suris. 2011 b. Composición trófica de la comunidad insectil en dos agroecosistemas ganaderos

- con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit y *Panicum maximum* Jacq. *Pastos y Forrajes*. 34(4):433-444
- Álvarez, A. & Mercadet, Alicia. 2008. El cambio climático y la actividad agraria. Memorias del VIII Taller Internacional Silvopastoril. "Por un desarrollo ganadero sostenible". EE "Indio Hatuey". Plaza América. Varadero. Cuba
- Anon. 2012. Informe de Cuba a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible Río +20. Actuando a tiempo. Cuba hacia Río 20. La Habana, 2012. 32p
- Arece, J. *et al.* 2014. Estrategias integrales para el control parasitario en ovinos. Informe anual al Consejo Científico. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba.
- Blanco *et al.* 2012. IHplus®, un bioproducto de amplio uso agropecuario basado en microorganismos nativos. En Suárez, J. & Martín, G.J. (Eds.): La biomasa como fuente renovable de energía en el medio rural. La experiencia del proyecto internacional BIOMAS-CUBA. Estación Experimental "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba, p. 144-173
- Cepero, L.; Recio, A.; Palacios, A.; Iglesias, Y. & Suárez, J. 2012. Gasificación de biomasa para la producción de electricidad. En Suárez, J. & Martín, G.J. (Eds.): La biomasa como fuente renovable de energía en el medio rural. La experiencia del proyecto internacional BIOMAS-CUBA. Estación Experimental "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba, p. 143-149.
- Díaz, Maykelis, Cazaña, Yanet & Pérez, Y. 2010. Estudio de extractos de morera (hoja, corteza y raíz) y su incidencia en la salud animal a nivel de laboratorio. Informe final de investigaciones. EE "Indio Hatuey". Cuba.
- Elías, A. & Herrera, F.R. 2008. Producción de alimentos para animales a través de procesos biotecnológicos sencillos con el empleo de microorganismos beneficiosos activados (MEBA) p. 8.
- Elías, A. & Chilbroster, P. 2010. Experiencias en la producción de alimentos por vías biotecnológicas en sistemas pecuarios de la República del este de Uruguay. V Encuentro Regional de Exten-

- sión. Transferencia de tecnología y desarrollo rural. III Congreso de producción Animal Tropical. La Habana. Cuba. Memoria en soporte electrónico. ISBN: 978-959-7171-31-7.
- FAO. 2008. Alimentos, energía y clima: una nueva ecuación. La FAO en Acción 2007 - 2008. FAO, Roma, 18 p.
- García- López R. 2007. Alternativas tropicales de alimentación que permitan una producción de leche más ecológica. Taller nacional ganadería y medio ambiente: sistematizando experiencias de éxito. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba
- Gutiérrez, D. 2012. Efecto del aditivo biológico VITAFERT en dietas de forrajes de baja calidad para la alimentación de cabras lecheras. Tesis presentada en opción al título de Dr. en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal. 124p
- López, A. 2014. Estudio sobre distribución y consumo de biogás en la comunidad El Colorado, proyecto BIOMAS-CUBA, municipio Cabaiguán, provincia de Sancti Spíritus. Memorias de la III Convención Internacional Agrodesarrollo 2014, 21-24 de octubre, Varadero, Cuba.
- López, O. *et al.* 2014. Influencia de la complementación con caña y/o pulpa de cítrico en la degradabilidad in vitro de dietas basadas en *Panicum maximum* y *Leucaena*. *Pastos y Forrajes*. 37:4. p426-434.
- Machado, Hilda & Miranda, Taymer. 2015. El Desarrollo local y los procesos de innovación agrícola. Curso-Taller Internacional de Agroecología. Estación Experimental "Indio Hatuey". Universidad de Matanzas. Ministerio de Educación Superior. Matanzas. Cuba
- Martín P. C. 2004. Bagazo y bagacillo. En: La alimentación del ganado con caña de azúcar y sus subproductos. Ed. María e. Morffi. P95-129
- Martín, G.; García, F.; Reyes, F.; Hernández, I; González, T. & Milera, Milagros. 2000. Estudios agronómicos realizados en Cuba en *Morus alba*. *Pastos y Forrajes*. 23:323
- Martín, G. 2015. Avances en el desarrollo de modelos agroecológicos. Curso-Taller Internacional de Agroecología. Estación Experi-

- mental “Indio Hatuey”. Universidad de Matanzas. Ministerio de Educación Superior. Matanzas. Cuba.
- Milera Milagros *et al.* 2010. Los recursos forrajeros herbáceos y arbustivos en la alimentación de rumiantes para mitigar el cambio climático. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. (Ed: Muhammad Ibrahim y Enrique Murgueito). Panamá. p. 45
- Milera Milagros *et al.*, 2012. Importancia de las plantas proteínicas para la producción animal en Cuba. AGRODESARROLLO 2012. EEIH. Varadero, Cuba.
- Milera, Milagros, López, O. & Alonso, O. 2014. Sistemas ganaderos para la producción de leche vacuna en Cuba: del monocultivo a la biodiversidad. *Pastos y Forrajes*. 37:4. p382-391
- Ojeda, F. *et al.* 2009. Uso integral del hollejo de cítrico en la alimentación animal. Una solución para eliminar la contaminación ambiental. [cd rom]. II Simposio Internacional “Extensionismo, transferencias de tecnologías, aspectos socioeconómicos y desarrollo agrario sostenible”. AGRODESARROLLO’09. EEPFIH. Plaza América. Varadero, Cuba
- Ojeda, F. & Milera, Milagros. 2012. Importancia de los alimentos no convencionales para la producción ganadera. AGRODESARROLLO 2012. EEIH. Varadero, Cuba.
- Ojeda, F.; Esperance, Milera, Milagros & Cáceres, O. 2006. Conservación de Pastos y Forrajes en Zonas Tropicales. En: Recursos Forrajeros Herbáceos y Arbóreos. Ed. Milagros Milera. P 269
- Ortiz, A.; Martí, O.; Valdivié, M. & Leyva, C. 2011. Utilización de la harina de frutos del árbol del pan (*Artocarpus altilis*) en dietas para cerdos en ceba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45: 2. P 145
- Sánchez, Saray *et al.* 2011. La macrofauna y su importancia en los sistemas de producción ganaderos. En: André Voisin: Experiencia y aplicación de su obra en Cuba. Ed: Milagros de la C. Milera. SOCUP-ACPA-EEPFH. P 316-348

- Sánchez, Tania; Lamela, L.; López, O. y Benítez, M. 2008. Comportamiento productivo de vacas lecheras Mambí de Cuba en una asociación de gramíneas y *Leucaenaleucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes*. 31(4):371
- Soca, Mildrey, *et al.* 2011. Influencia de la biota del suelo en la carga parasitaria de las excretas y los animales en sistemas silvopastoriles. En: André Voisin: Experiencia y aplicación de su obra en Cuba. Ed: Milagros de la C. Milera. SOCUP-ACPA-EPEFIH. P 349-368
- Suárez, *et al.* 2013. Procesos de innovación local en Agroenergía enfocados al desarrollo rural en Cuba. *Revista Nueva Empresa*, 9 (3): 94-99.
- Suárez, *et al.* 2014. Local innovation processes in Agroenergy directed at the mitigation and adaptation to climate change in Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 48 (1): 17-20.
- Suárez, J.; Martín, G.J.; Sotolongo, J.A.; Cepero, L. & Hernández, R. 2012. Impacto de la producción integrada de alimentos y de energía a partir de la biomasa. Contribución de BIOMAS-CUBA a la seguridad alimentaria, ambiental y energética. En Suárez, J. & Martín, G.J. (Eds.): La biomasa como fuente renovable de energía en el medio rural. La experiencia del proyecto internacional BIOMAS-CUBA. Estación Experimental "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba, p. 196-207.
- Voisin, A. 1961. Suelo, hierba y cáncer. Editorial Tecnos S.A. Madrid. 384 p.
- Walker, .B. H.; Holling, C. S.; Carpenter, S. C. & Kinzig, A. P. 2004. Resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society* 9 (2), Article no. 5, 9pp.



# Healthy characteristics of Latte Nobile

***Infascelli Federico***

*Addi L., Calabrò S., Cutrignelli M.I., Grazioli R.,  
Grossi M., Musco N., Tudisco R. (Animal Nutrition sector)  
Lombardi P., Mastellone V., Vassalotti G. (Animal Welfare sector) De-  
partment of Veterinary Medicine and Animal Production,  
University Federico II of Naples, Italy  
Fagiolo A., Lai O., Alfieri L., Roncoroni C., Galli T.  
Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Lazio  
e della Toscana, Rome, Italy  
Mollica M.P., Crispino M., Trinchese G., Cavaliere G., De Filippo C.  
Department of Biology, University Federico II of Naples, Italy*

Latte Nobile breeding model for milk production, recently introduced in Southern Italy (Campania region) and now spreading across Italy, provides the following feeding scheme: the forage/concentrate ratio must be 70:30, forage must contain at least five different herbs, the use of silage, genetically modified feed and additives (including vitamins and minerals) is completely forbidden. The concept is that, by feeding animals with a more natural system, it is possible to obtain a high quality milk, mainly in terms of taste and nutritional value (optimal  $\omega$ -6: $\omega$ -3 ratio, high CLA level), with no negative effects on cow metabolic homeostasis.

## GM feeds

Concerning genetically modified feeds, their use is not allowed on the basis of several concerns. One of the most important questions is the possible transfer of modified DNA from plants to animal products or to bacteria, with harmful consequences (Tudisco et al., 2006a, 2007). The gastrointestinal tract is constantly exposed to digested feed/food DNA and/or DNA from ingested microbes and intestinal microflora. Ingested food is mechanically disrupted and the released DNA, although poorly digested, is cleaved through acid hydrolysis and enzymatic digestion into small DNA fragments. Eventually some of these fragments are converted to single nucleotides. The breakdown DNA products are absorbed for using at the cellular level for synthetic processes as they may be found in blood and tissues.

On ments in rabbit tissues, and the possible health effects of a GM diet by studying the activity of organ specific enzymes (Tudisco et al., 2006b, 2010a). 30-day-old New Zealand rabbits were equally assigned to control and treated groups fed diet constituted (per kg) of 800 g concentrate and 200 g soya-bean meal (solved extracted) which was from conventional or genetically modified (Roundup Ready) beans, respectively. The rabbits were slaughtered at 70 days of age (2 kg live weight), blood was withdrawn just before slaughtering and small pieces of liver, muscle, kidney and heart were collected. We had negative results in detecting single copy gene from Roundup Ready soybean. In contrast, significant different were detected kidney's ALT, GGT and LDH acitivity between animals fed GM or conventional soybean, whereas in the heart such result was seen only for LDH. Significant differences between control and treated animals were detected also for LDH iso-enzyme distribution. Subsequently (Tudisco et al., 2010b) we investigated the presence of DNA fragments in blood and milk from goats fed conventional (control) or Roundup Ready soybean and in blood, skeletal muscle and organs from their offspring. Moreover, the possible effects on cell metabolism were evaluated by determination of several specific enzymes in serum, heart, skeletal muscle, liver and kidney. Briefly, 2 months before kidding, pregnant dairy goats were equally assigned to control and treated groups. All goats had twin deliveries

each of them with at least one male kid. Immediately after kidding, 10 male kids, were randomly selected from each group and allowed into individual cages positioned in a separate room. Each kid was fed only milk from its mother using a milk feeder and slaughtered at 60 days of age. Transgenic target DNA sequences (35S and CP4 EPSPS) were detected in blood and milk from goats fed transgenic soybean as well as from some samples of their offspring. Thus, plant DNA fragments are likely to survive digestive processes to some extent (Duggan et al., 2003; Einspanier et al., 2004), as well as their transfer to blood and milk. Additionally, the detection of plant DNA in tissues and organs of kids could support the hypothesis of a gene transfer through milk. Recombinant plant DNA has also been found by other authors (Chowdhury et al., 2003; Mazza et al., 2005; Sharma et al., 2004) in organs and tissues of animals fed GM feeds. Concerning enzyme activity, AST and ALT were significantly lower in serum from goats fed GM soybean but enzyme levels were in the normal range. Statistical differences were detected in kid's kidney for GGT and LDH, whereas in the heart and skeletal muscle this result was seen only for LDH. The increase in LDH activity, as well as that of GGT (Mastellone et al., 2013) was confirmed by histochemistry. In addition, significant differences between control and treated animals were detected for heart, muscles and liver LDH isoenzyme distribution, particularly concerning the LDH1, as found previously in the rabbits. Since LDH1 is known to be involved in cell metabolism by favouring the reaction of lactate to pyruvate (Van Hall, 2000), our results could indicate a general increase in cell metabolism. This hypothesis is in agreement not only with results previously obtained in rabbits (Tudisco et al., 2006b) but also with those who found significant modifications of some nuclear features in GM-fed mice suggesting a high metabolic rate and intense molecular trafficking (Malatesta et al., 2002a), signs of hepatorenal toxicity in rat fed transgenic corn MON863 (Seralini et al, 2007), changes in nucleic transcriptional activity, such as chromatin-associated elements in the cell nuclei of liver and pancreas of mice fed diets containing soybean genetically modified for CP4 EPSPS (Malatesta et al., 2002b; Malatesta et al., 2003; Malatesta et al., 2005; Vecchio et al., 2004), enlarged spleen and possible impaired spleen function in GM soybean fed Atlantic salmon (Hemre et

al., 2005), as well as other several researchers. Finally, we evaluated (Tudisco et al., 2015) the *in vivo* and *post mortem* performance and serum immunoglobulin G (IgG) concentration in kids born from goats fed conventional (group C) or genetically modified (group T) soybean meal. The goat colostrum quality, in terms of chemical composition, as well as immunoglobulin concentration, and the presence of feed DNA fragments were also investigated. Kid birth weights were similar, while significantly ( $P < 0.05$ ) higher in those born from goats in group C at day 30 and at slaughtering. In addition, kids from mothers fed conventional soybean recorded significant ( $P < 0.05$ ) higher height at the withers and chest width. Concerning the post mortem measurements, only carcass weights were significantly affected by the treatment resulting in lighter T kids ( $P < 0.05$ ). Colostrum from the treated groups recorded a significantly ( $P < 0.01$ ) lower percentage of protein and fat. Both colostrum and kids serum IgG concentration were significantly ( $P < 0.01$ ) lower in the treated groups. Transgenic target DNA sequences (35S and CP4 EPSPS) were amplified ( $P < 0.05$ ) in samples from goats fed transgenic soybean.

As regards the safety assessment of GM food and feed an approach is based on the concept of “substantial equivalence” (Konig et al., 2004; Kuiper and Kleter, 2003). Application of this concept requires the comparison of the GM crops with an appropriate control or “safe” comparator (traditional crops and parental varieties crops) aimed to identify similarities and potential differences between the existing feed/food and the new GM products (Cockburn, 2002). As reported by Bizzarri (2012), the concept of substantial equivalence is a reducing concept because it ignores the context in which these products have been produced and brought to the consumer at the end of the food chain. In addition, the impossibility of predicting unexpected effects in GMOs, make the concept of substantial equivalence completely aleatory. In this contest, we performed a trial aimed to compare the fermentation kinetics of Bt corn (Mon 810) and Roundup Ready defatted soybean to their respective conventional counterpart (Tudisco et al., 2004) by the *in vitro* gas production technique (Theodorou et al., 1994) (IVGPT), commonly used in order to evaluate the nutritive value of feeds for ruminants (Calabrò et al., 2005, 2007, 2008, 2009, 2012; Guglielmelli et

al., 2010; Tudisco et al., 2009; Zicarelli et al., 2011). IVGPT is based on the assumption that the accumulated gas production by a substrate, incubated in rumen fluid, is proportional to the amount of digestible carbohydrates, and thus highly correlated to the energy value of feeds. In addition, IVGPT allows to study also the fermentation kinetics of feeds. The genetic modification, although did not affect the chemical composition of both feeds, in the case of corn led to significantly faster fermentation kinetics while for soybean, genetic modification led to a significantly lower cumulative gas production and volume per gram of incubated organic matter. We hypothesized that the genetic modification may lead to pleiotropic effects (effect of a single gene on multiple phenotypic traits) that may alter the starch and/or protein structure. Alternatively, the results could be explained with a plant DNA transfer to ruminal bacteria which may modify their fermentation activity. In any event, these results arouse concerns in term of food safety: indeed, other unpredictable metabolic effects, such as metabolic interferences, or direct or indirect insertional mutagenesis cannot be excluded. With this regards Seralini et al. (2011) report that by insertion of the transgene in varieties producing Cry1Ab toxin caused a complex recombination event, leading to the synthesis of new RNA products encoding unknown proteins, or/and to metabolic pathways variations which caused up to 50% changes in measured osmolytes and branched aminoacids. Subsequently, we performed an other trial (Tudisco et al., 2014b) aimed to evaluate the ability of the IVGPT in estimating the fermentation characteristics and kinetics of the organic matter in genetically modified corn (MON810) and several conventional corn cultivars. The genetic modification affected the structural and non-structural carbohydrates contents and mainly the cumulative volume gas production per gram of incubated organic matter (OMCV: ml/g 325), propionate (% total VFA 35.8) yield and the kinetics of fermentative process.

### **Milk $\omega$ -6: $\omega$ -3 ratio and CLA level**

The importance of diet for human health, mainly concerning lipids content and fatty acid profile, is known: an excessive energy intake as well as an inadequate processing of fat may determine several biochemi-

cal processes such as inflammation, oxidative stress, and impairment of mitochondrial function, the main factors that underlie aging and noncommunicable diseases (NCDs). The four main types of NCDs are cardiovascular diseases, cancers, chronic respiratory diseases and diabetes. Indeed, unhealthy diet often leads to obesity and metabolic disturbances that have become a serious worldwide public health issue, reaching alarming proportions in some countries. Therefore, to understand the cellular and molecular mechanisms underlying these metabolic diseases is a crucial step for their prevention and treatment. Mitochondria, the primary energy-generating system in most eukaryotic cells, also participate in intermediary metabolism, are able to synthesize key molecules in the processes of inflammation and oxidation, and are the main source of free radicals. Thus, mitochondrial dysfunctions could be associated with inflammation and other energy-dependent disturbances with cellular oxidative damages caused by the generation of reactive oxygen species (ROS) exceeding the natural antioxidant activity. Several nutritional components are known to modulate the inflammatory state, mitochondrial function, and ROS production, thus influencing metabolic homeostasis. In order to prevent metabolic disorders, appropriate nutritional strategies have to be chosen. Concerning lipids diet fraction,  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6 fatty acids have to be provided through the diet; indeed, they have double bonds in positions greater than C9, and humans cannot synthesize them due to the lack of the enzymes  $\Delta$ -12 and  $\Delta$ -16 desaturase. The main  $\omega$ -6 fatty acid in milk fat,  $\alpha$ -Linoleic acid (C18:2), is an essential fatty acid required for the synthesis of arachidonic acid (C20:4, n-6) and eicosanoids.  $\alpha$ -Linolenic acid (C18:3,  $\omega$ -3) can be converted to more biologically active polyunsaturated fatty acids (PUFA) with very long-chain: EPA and DHA. For human health, the recommended ratio of  $\omega$ -6 to  $\omega$ -3 fatty acids is between 2:1 and 4:1. Recent studies have shown that the animal diet is the decisive factor determining the fatty acid profile of cow milk. The  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 ratio in the milk of cows fed with high percentage of forage is closer to the recommended ratio for human health, while its value is more than two times as high as in the milk produced in intensive dairy farms, where animal diets have lower forage/concentrate ratio. Similarly, high importance has been given to the conjugated linoleic

acids (CLA), that are reported to have immunomodulating, anticarcinogenic and antiatherosclerosis properties (Pastuschenko et al., 2000; Whigham et al., 2000). They form a group of positional and geometric fatty acid isomers derived from linoleic acid of which milk fat is the richest dietary source (Parodi, 1999). The major isomer of CLA is cis-9, trans-11, also called rumenic acid, and represents up to 80% of total CLA in the food. Ruminant CLA comes from two sources: (1) rumen biohydrogenation, (2) endogenous synthesis in the mammary gland and in the adipose tissue by the activity of Stearoyl-CoA desaturase (SCD) on trans-11 C18:1 (TVA, transvaccenic acid), the intermediate product of several PUFA biohydrogenation (Griinari et al., 2000).

Recent studies have shown that the most important factor determining the fatty acid profile of cow milk is the diet of the animal itself. The  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 ratio in milk from cows fed with high percentage of forage is closer to the recommended ratio for human health (Ellis et al., 2006), while its value is more than two times as high as in the milk produced in intensive dairy farms, where animals diets has a lower forage/concentrate ratio (Harvatine et al., 2001). Similarly, the CLA level in the milk of sheep (Meluchová et al., 2008), cows (White et al., 2001) and goats (D'Urso et al., 2008; Tsiplakou et al., 2006; Tudisco et al., 2010, 2012, 2014) are known to be significantly higher when animals are fed with fresh forage. As seen, it seems that milk quality, in terms of human health needing, can be improved by increasing the forage/concentrate ratio, on the other hand, feeding and hence nutrition may be of major importance for the health of the dairy cow and act as an indirect effect through health on the production of the cow (Østergaard and Sørensen, 1998). The forage:concentrate ratio affects the rumen and metabolic status (Bjerre-Harpoth et al. 2012) and, consequently, the nutrient supply used for synthesis of milk components (Aguerre et al. 2011; Neveu et al. 2013). A higher proportion of concentrates to forage increases DM and digestible carbohydrate intakes, milk yield and alters volatile fatty acid (VFA) patterns. On the other hand, it may reduce fibre digestibility, chewing activity, and hence saliva production, decreasing rumen pH (Yang and Beauchemin 2009; Lechartier and Peyraud 2010), thus increasing the risk of subclinical or clinical rumen acidosis (Wang et al. 2013). There is a complex interrelationship

between nutrition and metabolic disorders (Goff, 1997) and it mainly regards the forage/concentrate ratio. From the above, it is clear that, when changing forage/concentrate ratio, a number of factors, that range from animal welfare to milk production and quality should be considered, otherwise, it is not possible neither exclude nor substantiate a positive effect of feeding hay on the health of the lactating dairy cow.

Based on this, we performed a study (Lombardi et al., 2015) aimed to evaluate the effects of two different milk production breeding model (typical semi-intensive one - forage concentrate ratio 60:40; UFL/kg D<M 0.91; CP/DM 15% vs. the *Latte Nobile* – forage concentrate ratio 70:30; UFL/kg DM 0.83; CP 13%) in mid-lactation dairy cows on milk yield and characteristics, and blood metabolic profile. Results showed expected differences, mainly regarding higher levels of NEFA in the blood profile of the *Latte Nobile* model group where the increase of forage concentrate ratio determined less available energy, thus alternative energy sources were needed. Glucose was significantly lower in treated animals and, being essential for milk production, it was compensated by the mobilization of NEFA from adipose tissues. However, the increase of NEFA seemed to be sufficient to provide enough energy to animals of group B where no increase of BHBA was detected. Further, the same group showed an improvement of oxidative status (lower levels of d-ROMs, higher levels of BAP and anti-ROMs2). In milk, a lower production was registered for the *Latte Nobile* model group whereas the  $\omega 6:\omega 3$  ratio was significantly lower and, also, significantly higher total CLA were detected (Table 1). Results suggested that the *Latte Nobile* model is able to improve milk quality, mainly in terms of human health, with positive effects on cow health and an affordable decrease of milk yield.

Finally, we hypothesized that *Latte Nobile* (LN) fatty acid profile, modulating mitochondrial function, may ameliorate the inflammatory state and oxidative stress. To test this hypothesis, we evaluated, in animal model, the effects of drinking LN on energy balance, lipid metabolism, anti-inflammatory and antioxidant defenses, compared to that produced by intake of isoenergetic amount of cow milk (Mollica et al., 2015). Young animals (60 days old) were used; one group was sacrificed at

the beginning of the study to establish baseline measurements. The remaining animals were divided into three experimental groups: two groups were supplemented with equicaloric intake (82kJ) of cow milk or LN milk (22 ml/day) for 4 weeks; the group that did not receive milk supplement was used as control. Glucose and insulin serum levels, homeostasis model assessment index (HOMA), triglycerides, total cholesterol and ALT levels were not significantly different in the three group of animals indicating that these parameters are not affected by both milk administration (Table 2). Interestingly, TNF- $\alpha$ , and IL1 concentrations were significantly decreased in LN-fed when compared with the control and HQ-fed animals, indicating a possible anti-inflammatory role of LN. This hypothesis has been further supported by results related to IL10. This anti-inflammatory cytokine was found to increase by two-fold in the HQ group and 2,5-fold in the LN group in comparison with the control. Mitochondrial state 3 and state 4 respiration using succinate or palmitoyl-carnitine as a substrate (to detect fatty acid oxidation) was increased in Cow Milk- and LN-fed animals in comparison with the control. CPT activity was increased in LN-fed animals when compared with the other two groups (Table 3). Mitochondrial basal and free fatty acid (FFA)-induced proton-leakage was increased in HQ and LN-treated animals in comparison with the control. These results indicate a decrease in mitochondrial energy efficiency due to milk supplementation. Finally, the beneficial effects produced by the LN treatments on liver redox status were clearly indicated by the marked decline in the H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yield and the significantly increased Aconitase and SOD activity (Table 4).

In conclusion our results indicate that dietary supplementation with Latte Nobile decreases liver lipid accumulation, through an increase in fatty acid oxidation, as well as decreases inflammation and oxidative stress. The beneficial effects of Latte Nobile resemble those resulting from  $\omega$ -3 fatty acids and CLA intake, allowing us to hypothesize that they may be some of the Latte Nobile key components.

## References

- Aguerre, M.J.; Wattiaux, M.A.; Powell, J.M.; Broderick, G.A.; Arndt, C., 2011: Effect of forage-to-concentrate ratio in dairy cow diets on emission of methane, carbon dioxide, and ammonia, lactation performance, and manure excretion. *Journal of Dairy Science* **94**, 3081-3093.
- Bizzarri M. 2012. '*The New Alchemists - The Risks of Genetic Modification*' Wit Press, Southampton, UK
- Bjerre-Harpøth, V.; Friggens, N.C.; Thorup, V.M.; Larsen, T.; Damgaard, B.M.; Ingvarsen, K.L.; Moyes, K.M., 2012: Metabolic and production profiles of dairy cows in response to decreased nutrient density to increase physiological imbalance at different stages of lactation. *Journal of Dairy Science* **95**, 2362-2380.
- Calabrò S., Cutrignelli M.I., Bovera F. *et al.* .2005. In vitro fermentation kinetics of carbohydrate fractions of fresh forage, silage and hay of *Avena sativa*' *Journal of the Science of Food and Agriculture* Vol. 85, pp. 1838-1844
- Calabrò S., Tudisco R., Grossi M. *et al.* .2007. In vitro fermentation characteristics of corn and sorghum silages' *Italian Journal of Animal Science* Vol. 6, pp. 559-562
- Calabrò S., Moniello G., Piccolo V. *et al.* 2008. Rumen fermentation and degradability in buffalo and cattle using the in vitro gas production technique' *J of Anim Phys and Ani Nut* 92, 356-362.
- Calabrò S. , Tudisco R., Balestrieri A. *et al.* 2009 Fermentation characteristics of different grain legumes cultivars with the in vitro gas production technique' *Italian J Anim Sci* 8, 280-282
- Calabrò S., Guglielmelli A., Iannaccone F. *et al.* 2012. Fermentation kinetics of sainfoin hay with and without PEG' *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* Vol. 96, pp. 842-849
- Chowdhury EH, Mikami O, Nakajima Y *et al.* 2003. 'Detection of genetically modified corn DNA fragments in the intestinal contents of pigs fed StarLink CBH351' *Veterinary Human Toxicology* Vol. 45, pp. 95-96.

- Cockburn A. 2002. Assuring the safety of genetically modified (GM) foods: the importance of an holistic, integrative approach'. *Journal of Biotechnology* Vol. 98, pp. 79-106.
- Duggan PS, Chambers PA, Heritage J *et al.* (2003) Fate of genetically modified corn DNA in the oral cavity and rumen of sheep' *British Journal of Nutrition* Vol 89, pp. 159-166.
- D'urso, S.; Cutrignelli, M.I.; Calabrò, S.; Bovera, F.; Tudisco, R.; Piccolo, V.; Infascelli, F., 2008: Influence of pasture on fatty acid profile of goat milk. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* **92**, 405-410.
- Ellis, KA.; Innocent, G.; Grove-White D *et al.*, 2006. Comparing the fatty acid composition of organic and conventional milk. *Journal of Dairy Science* **89**, 1938-1950.
- Einspanier R, Lutz B, Rief S *et al.* 2004. Tracing residual recombinant feed molecules during digestion and rumen bacterial diversity in cattle fed transgene corn' *European Food Research and Technology* Vol. 218, pp. 269-273.
- Goff, J.P.; Horst, R.L., 1997: Physiological Changes at Parturition and their Relationship to Metabolic Disorders. *Journal of Dairy Science* **80**, 1260-1268.
- Griinari, J.M.; Corl, B.A.; Lacy, S.H.; Chouinard, P.Y.; Nurmela, K.V.V.; Bauman, D.E., 2000: Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by  $\Delta 9$ -desaturase. *Journal of Nutrition* **130**, 2285-2291.
- Guglielmelli A., Calabrò S., Cutrignelli M. *et al.* 2010. 'In vitro fermentation and methane production of fava and soy beans' *EAAP Scientific Series* Vol. 127, pp. 457-460
- Harvatine, KJ; Boisclair, YR; Bauman, DE, 2009. Recent advances in the regulation of milk fat synthesis. *Animal* **3**, 40-54.
- Hemre GI, Sanden M, Bakke-McKellep AM *et al.* 2005. 'Growth, feed utilization and health of Atlantic salmon *Salmo salar* L. fed genetically modified compared to non-modified commercial hybrid soybeans' *Aquaculture Nutrition* Vol. 11, pp. 157-167.

- Konig A, Cockburn A, Crevel RWR *et al.* 2004. 'Assessment of the safety of foods derived from genetically modified (GM) crops' *Food Chemical Toxicology* Vol. 42, pp. 1047-1088.
- Kuiper HA. & Kleter GA. 2003. 'The scientific basis for risk assessment and regulation of genetically modified foods' *Trends Food Science Technology* Vol. 14, pp. 277- 293.
- Lechartier, C.; Peyraud, J.L. 2010: The effects of forage proportion and rapidly degradable dry matter from concentrate on ruminal digestion in dairy cows fed corn silage-based diets with fixed neutral detergent fiber and starch contents. *Journal of Dairy Science* **93** , 666-681.
- Lombardi P., S. Calabrò, C. Roncoroni, O. Lai, L. Alfieri, M.I. Cutrignelli, T. Galli, M.Grossi, V. Mastellone, N. Musco, R. Tudisco, F. Infascelli. 2015. The Latte Nobile™ milk model: milk quality and animal welfare of Anim Phys and Anim Nutr. *In press*
- Malatesta M, Caporaloni C, Gavaudan S *et al.* 2002a. 'Ultrastructural morphometrical and immunocytochemical analyses of hepatocyte nuclei from mice fed on genetically modified soybean' *Cell Structural Function* Vol 27, pp. 173-180.
- Malatesta M, Caporaloni C, Rossi L *et al.* 2002b. 'Ultrastructural analysis of pancreatic acinar cells from mice fed on genetically modified soybean' *Journal of Anatomy* Vol. 201, pp. 409-415.
- Malatesta M, Biggiogera M, Manuali E *et al.* 2003. 'Fine structural analyses of pancreatic acinar cell nuclei from mice fed on genetically modified soybean' *European Journal of Histochemistry* Vol. 47, pp. 385-388.
- Malatesta M, Tiberi C, Baldelli B *et al.* 2005. 'Reversibility of hepatocyte nuclear modifications in mice fed on genetically modified soybean' *European Journal of Histochemistry* Vol. 49, pp. 237-242.
- Mastellone V., Tudisco R., Monastra G., Pero ME, Calabrò S., Lombardi P., Grossi M., Cutrignelli MI, Avallone L., Infascelli F. 2013. Gamma-Glutamyl Transferase Activity in Kids Born from Goats

- Fed Genetically Modified Soybean. *Food and Nutrition Sciences* 4 No.6° DOI:10.4236/fns.2013.46A006
- Mazza R, Soave M, Morlacchini M, Piva G, Marocco A. 2005. 'Assessing the transfer of genetically modified DNA from feed to animal tissues' *Transgenic Research* Vol. 14, pp. 775-784.
- Meľuchová, B.; Blaško, J.; Kubinec, R.; Górová, R.; Dubravská, J.; Margetín, M.; Soják, L., 2008. Seasonal variations in fatty acid composition of pasture forage plants and CLA content in ewe milk fat. *Small Ruminant Research*. **78**, 56-65.
- Mollica MP, Lombardi P, Crispino M., Calabrò S., Grossi M., Cutri-gnello MI, Tudisco R., Infascelli F. (2015) Latte Nobile™ improves inflammatory state and oxidative status. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Disease*, in press.
- Neveu, C.; Baurhoo, B.; Mustafa, A., 2013: Effect of feeding extruded flaxseed with different forage: Concentrate ratios on the performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science* **96**, 3886-3894.
- Østergaard, S.; Sørensen, J.T., 1998: A review of the feeding-health-production complex in a dairy herd. *Preventive Veterinary Medicine* **36**, 109-129.
- Parodi, P.W., 1999: Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. *Journal of Dairy Science*. **82**, 1339-1349.
- Pastuschenko, V.; Matthes, H.D.; Hein, T.; Holzer, Z., 2000: Impact of cattle grazing on meat fatty acid composition in relation to human nutrition. Proc. 13<sup>th</sup> Int. IFOAM Scientific Conf., 28-31 Sept. 2000, Basel, Switzerland. T. Alföldi, W. Lockeretz, U. Niggli (Eds) 293-296.
- Seralini GE, Cellier D., Spiroux de Vendomois J. 2007. 'New analysis of a rat feeding study with a genetically modified corn reveals signs of hepatorenal toxicity' *Archive Environ Contamination Toxicology* Vol. 52, pp. 596-602.
- Seralini GE, Mesnage R, Clair E, Gress S, Spiroux de Vendomois J, Cellier D. 2011 'Genetically modified crops safety assessments:

- present limits and possible improvements' *Environmental Sciences Europe* 2011, 23:10 doi:10.1186/2190-4715-23-10
- Sharma R, Alexander TW, John SJ *et al.* 2004. 'Relative stability of transgene DNA fragments from GM rapeseed in mixed ruminal cultures' *British Journal of Nutrition* Vol. 91, pp. 673-681.
- Theodorou MK, Williams BA, Dhanoa MS *et al.* 1994. 'A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds' *Animal Feed Science and Technology* Vol. 48, pp. 185-197.
- Tsiplakou, E.; Mountzouris, K.C.; Zervas, G., 2006: Concentration of conjugated linoleic acid in grazing sheep and goat milk fat. *Livestock Science* **103**, 74-84.
- Tudisco R., Calabro' S., Terzi V..... Infascelli F. 2004. 'In vitro fermentation kinetics of some genetically modified feeds' *2<sup>nd</sup> International Meeting on Veterinary morpho-functional Biotechnologies* Naples, Italy. p. 68.
- Tudisco R., Infascelli F., Cutrignelli M.I. *et al.* 2006a. 'Fate of feed plant DNA monitored in water buffalo (*Bubalus bubalis*) and rabbit (*Oryctolagus cuniculus*)' *Livestock Sci.* Vol. 105, pp. 12-18.
- Tudisco R., Lombardi P., Bovera F. ....Infascelli F. 2006b. 'Genetically modified soya bean in rabbit feeding: detection of DNA fragments and evaluation of metabolic effects by enzymatic analysis' *Animal Science* Vol. 82, pp. 193-199
- Tudisco R, Cutrignelli MI, Bovera F.....Infascelli F. 2007. 'Influence of pellet process of concentrate on the fate of feed plant DNA in the rabbit' *Veterinary Research Communication* Vol. 31, pp. 409-412.
- Tudisco R., Calabrò S., Terzi V. ....Infascelli F. 2009. 'In vitro fermentation of ten cultivars of barley silage' *Italian Journal of Animal Science* Vol. 8, pp. 343-345
- Tudisco R., Calabrò S., Bovera F. ....Infascelli F. 2010a. 'Detection of plant species-specific DNA (barley and soybean) in blood, muscle tissue, organs and gastrointestinal contents of rabbit' *World Rabbit Sci.* Vol. 18, pp. 83 - 90

- Tudisco R, Mastellone V, Cutrignelli MI .....Infascelli F. 2010b. 'Fate of transgenic DNA and evaluation of metabolic effects in goats fed genetically modified soybean and in their offsprings' *Animal* Vol. 4, pp. 1662-1671.
- Tudisco, R.; Cutrignelli, M.I.; Calabrò, S.; Piccolo, G.; Bovera, F.; Guglielmelli, A.; Moniello, G.; Infascelli, F, 2010b. Influence of organic systems on milk fatty acid profile and CLA in goats . *Small Ruminant Research* **88**, 151-155
- Tudisco, R.; Calabrò, S.; Cutrignelli, M.I.; Moniello, G.; Grossi, M.; Gonzalez, O.J.; Piccolo, V.; Infascelli, F., 2012: Influence of organic systems on Stearoyl-CoA desaturase gene expression in goat milk . *Small Ruminant Research* **106**, S37-S42.
- Tudisco, R.; Grossi, M.; Calabrò, S.; Cutrignelli, M.I.; Musco, N.; Addi, L.; Infascelli, F., 2014: Influence of pasture on goat milk fatty acids and Stearoyl-CoA desaturase expression in milk somatic cells . *Small Ruminant Research* **122**, 38-43.
- Tudisco, S. Calabrò, V. Terzi, M. I. Cutrignelli, M. Grossi, N. Musco, L. Addi, and F. Infascelli 2014b. Comparison Among Bt-Corn and Several Corn Cultivars by In Vitro Gas Production Technique. *J. Nutr. Ecol. Food Res.* 2, 64-68
- Tudisco, R.; Calabrò, S.; Cutrignelli, M.I.; Moniello, G.; Grossi, M.; Mastellone, V.; Lombardi, P.; Pero, M.E.; Infascelli, F., 2015: Genetically modified soybean in goat diet: influence on kid performance. *Small Ruminant Research* 126, 67-74.
- Van Hall G. 2000. 'Lactate as a fuel for mitochondrial respiration' *Acta Physiologica Scandinavica* Vol. 168, pp. 643-656.
- Vecchio L, Cisterna B, Malatesta M *et al.* 2004 'Ultrastructural analysis of testes from mice fed on genetically modified soybean'. *European Journal of Histochemistry* Vol. 48, pp. 448-454.
- Wang, D.S.; Zhang, R.Y.; Zhu, W.Y.; Mao, S.Y., 2013: Effects of subacute ruminal acidosis challenges on fermentation and biogenic amines in the rumen of dairy cows. *Livestock Science* **155** , 262-272.

- White, S.L.d; Bertrand, J.A.b.; Wade, M.R.c; Washburn, S.P.d; Green Jr, J.T.a; Jenkins, T.C.b, 2001: Comparison of fatty acid content of milk from jersey and holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science* **84**, 2295-2301.
- Whigham, L.D.; Cook, M.E.; Atkinson, R.L., 2000: Conjugated linoleic acid: implications for human health. *Pharmacological Research* **42**, 503–510.
- Yang, W.Z.; Beauchemin, K.A., 2009: Increasing physically effective fiber content of dairy cow diets through forage proportion versus forage chop length: Chewing and ruminal pH. *Journal of Dairy Science* **92**, 1603-1615.
- Zicarelli, F.; Calabrò, S.; Cutrignelli, M.I.; Infascelli F.; Tudisco R.; Bovera, F.; Piccolo, V., 2011: In vitro fermentation characteristics of diets with different forage/concentrate ratios: Comparison of rumen and faecal inocula . *Journal of the Science of Food and Agriculture* **91** , 1213-1221.

**Table 1 Fatty acids profile (% of total FA) of milk samples from animals fed standard (group A) and Latte Nobile (group B) diet.**

| FATTY ACID   | GROUP A     | GROUP B    |
|--------------|-------------|------------|
|              | %           | %          |
| C6:0         | 1.31±0.23   | 1.13±0.18  |
| C8:0         | 0.99±0.20   | 0.91±0.12  |
| C10:0        | 2.52±0.40   | 2.45±0.46  |
| C11:0        | 0.27±0.07   | 0.28±0.08  |
| C12:0        | 3.07±0.50   | 3.21±0.50  |
| C13:0        | 0.07±0.001  | 0.08±0.001 |
| C14:0        | 11.01±1.03  | 11.34±1.10 |
| C14:1        | 0.00±0.00   | 0.30±0.01  |
| C15:0        | 0.52±0.01   | 0.60±0.01  |
| C16:0        | 32.82±2.27  | 32.98±2.15 |
| C16:1        | 1.71±0.12   | 2.11±0.10  |
| C17:0        | 0.11±0.02   | 0.15±0.01  |
| C18:0        | 12.05±1.94  | 10.55±1.88 |
| C18:1 n9c    | 26.87±2.90  | 26.43±3.01 |
| C18:1 n9t    | 0.27±0.01   | 0.15±0.01  |
| C18:2 n6c    | 0.18±0.01   | 0.09±0.02  |
| C18:2 n6t    | 0.24±0.01   | 0.09±0.02  |
| C18:3 n6     | 0.18±0.03   | 0.19±0.03  |
| C18:3 n3     | 0.02±0.001b | 0.12±0.01a |
| C20:0        | 0.002±0.01  | 0.02±0.01  |
| C20:1        | 0.09±0.01   | 0.01±0.01  |
| C20:2 n6     | 0.00±0.00   | 0.03±0.01  |
| C20:3 n3     | 0.01±0.001  | 0.02±0.001 |
| C20:4 n6     | 0.01±0.001  | 0.14±0.001 |
| C20:5 n3     | 0.05±0.002  | 0.05±0.001 |
| C22:0        | 0.01±0.001  | 0.02±0.001 |
| C22:5 n3     | 0.03±0.002  | 0.03±0.002 |
| C22:6 n6     | 0.01±0.001  | 0.04±0.001 |
| SFA          | 64.64±6.40  | 63.58±6.32 |
| MUFA         | 28.68±3.80  | 28.85±3.77 |
| PUFA         | 0.73±0.01   | 0.80±0.01  |
| ω3           | 0.12±0.01b  | 0.22±0.01a |
| ω6           | 0.62±0.03   | 0.59±0.03  |
| ω6/ω3        | 5.00±1.13 A | 2.65±0.09B |
| c9 t11 CLA   | 0.41±0.01 b | 0.73±0.01a |
| t10 c 12 CLA | 0.03±0.001  | 0.04±0.001 |
| c9 c11 CLA   | 0.01±0.001  | 0.02±0.001 |
| ΣCLA         | 0.48±0.02 b | 0.82±0.02a |

**Table 2. Immunomodulatory markers**

|                         | <b>control</b>           | <b>Cow Milk</b>          | <b>LN</b>                |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Glucose mg/dl           | 135±1.51 <sup>a</sup>    | 131.1±4.8 <sup>a</sup>   | 128.1±1.9 <sup>a</sup>   |
| Insulin µg/l            | 0.268±0.02 <sup>a</sup>  | 0.271±0.015 <sup>a</sup> | 0.265±0.02 <sup>a</sup>  |
| HOMA index              | 2.08±0.12 <sup>a</sup>   | 2.04±0.13 <sup>a</sup>   | 1.95±0.12 <sup>a</sup>   |
| Triglycerides, mg/dl    | 116±8.9 <sup>a</sup>     | 135±11 <sup>a</sup>      | 127±8.7 <sup>a</sup>     |
| Tot. Cholesterol, mg/dl | 60±2.5 <sup>a</sup>      | 61±2.4 <sup>a</sup>      | 59±1.8 <sup>a</sup>      |
| ALT, U/l                | 65±2.0 <sup>a</sup>      | 68±3.2 <sup>a</sup>      | 67±2.5 <sup>a</sup>      |
| TNFα, ng/ml             | 0.092±0.004 <sup>a</sup> | 0.094±0.005 <sup>a</sup> | 0.075±0.005 <sup>b</sup> |
| IL1, pg/ml              | 55±3.1 <sup>a</sup>      | 63.0±2.8 <sup>a</sup>    | 40±2.9 <sup>b</sup>      |
| IL10, ng/ml             | 0.060±0.004 <sup>a</sup> | 0.128±0.007 <sup>b</sup> | 0.158±0.009 <sup>c</sup> |

TNF-α: tumour necrosis factor-α; MCP-1: monocyte chemo attractant protein-1; IL1: interleukin-1; IL10: interleukin-10; LPS: lipopolysaccharides. Data are the means ± SE. Data with different superscripted letters are significantly different (p<0.05).

**Table 3. Hepatic Mitochondrial respiration**

| ng atoms oxygen/min/<br>mg    | <b>control</b>          | <b>Cow Milk</b>          | <b>LN</b>                |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Succinate</b>              |                         |                          |                          |
| State 3                       | 130±5.8 <sup>a</sup>    | 150±5.2 <sup>b</sup>     | 155±7.6 <sup>b</sup>     |
| State 4                       | 17±1.2 <sup>a</sup>     | 21±1.0 <sup>b</sup>      | 22±1 <sup>b</sup>        |
| RCR                           | 7.6±0.2 <sup>a</sup>    | 7.1±0.3 <sup>a</sup>     | 7.0±0.5 <sup>a</sup>     |
| <b>Palmitol-CoA</b>           |                         |                          |                          |
| State 3                       | 71.1±2.1 <sup>a</sup>   | 91.2±7.2 <sup>b</sup>    | 99.0±4.8 <sup>b</sup>    |
| State 4                       | 11.2±0.5 <sup>a</sup>   | 15.2±1.2 <sup>b</sup>    | 16.2±0.8 <sup>b</sup>    |
| RCR                           | 6.3±0.1 <sup>a</sup>    | 6.1±0.8 <sup>a</sup>     | 6.1±0.5 <sup>a</sup>     |
| CPT, nmol/min x<br>mg protein | 8.79±0.544 <sup>a</sup> | 8.613±0.739 <sup>a</sup> | 11.77±0.549 <sup>b</sup> |

State 3 (ADP-stimulated respiration) ; State 4 (ADP-limited respiration; **RCR** = respiratory control ratio (State3/State4).

CPT = carnitine palmitoyl transferase;

Differing superscript letters indicate statistically significant differences (P < 0.05).

**Table 4. Redox Status**

|                                | <b>control</b>         | <b>Cow Milk</b>        | <b>LN</b>              |
|--------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Basal/total Aconitase activity | 0.78±0.01 <sup>a</sup> | 0.77±0.01 <sup>a</sup> | 0.85±0.02 <sup>b</sup> |
| H2O2<br>pmoli/mLmgProt         | 0.40±0.03 <sup>a</sup> | 0.57±0.04 <sup>b</sup> | 0.41±0.02 <sup>a</sup> |
| SOD units/mg protein           | 35.85±2.4 <sup>a</sup> | 36.54±1.6 <sup>a</sup> | 54.64±2.5 <sup>b</sup> |

Differing superscript letters indicate statistically significant differences ( $P < 0.05$ ).



# Efecto del silvopastoreo sobre el control de nematodos gastrointestinales en vacas Cebú

**Pineda<sup>2</sup>, L.J., Ortiz R. M.A<sup>1</sup>, Galina, M<sup>1</sup>, Cuellar, A<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM.

<sup>2</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad de Colima

## Resumen

Dentro de las estrategias de control de parasitosis gastrointestinales, se han comenzado a evaluar las propiedades antihelmínticas de los taninos. El objetivo del trabajo fue estudiar el efecto del ramoneo de plantas taniníferas sobre la carga parasitaria gastrointestinal en vacas lecheras. El estudio se realizó en Colima, México. Se formaron dos grupos de vacas cruzas Cebú, a mitad de lactación. El primer grupo un sistema silvopastoril (SP) sobre *Cynodon sp*, *Brachiaria sp* y bosque subtropical caducifolio. El segundo en pastoreo tradicional (PT) de *Cynodon sp* y *Brachiaria sp*. Se determinó la concentración de taninos condensados (TC) en forrajes consumidos, el recuento de huevos por gramo de heces (HGH), identificación de especies de nematodos, condición corporal (ICC), volumen del paquete celular (VPC) y producción de leche. La concentración de TC fue de 3 a 12% MS. HGH fue mayor en PT. El VPC fue de 24% al 46%. La tendencia estimada para ICC en SP fue 3.4 y en PT: 2.9 ( $p = 0.011$ ). La producción de leche (l) fue mayor en SP ( $p < 0.05$ ). Se identificaron en SP los géneros: *Oesphagostomum spp*,

*Hoemonchus contortus*, *Trichostrongylus culobriiformis* y *Cooperia* spp y en PT *Hoemonchus contortus*, *Oesophagostomum* spp, *Chabertia* spp y *Strongyloides* spp. El sistema silvopastoril es una buena alternativa para la producción bovina de leche, debido al ramoneo de plantas taniníferas se disminuye la carga parasitaria en los animales, conservándolos en mejores condiciones de salud y bienestar.

## Palabras clave

Taninos, bovinos, nematodos, silvopastoreo

## Introducción

En muchas regiones del trópico en América Latina, se han venido introduciendo con mayor frecuencia, alternativas de pastoreo que cambian el concepto de la pradera basada exclusivamente en gramíneas, hacia un uso de diversas especies vegetales, que incluyen herbáceas, arbustivas y arbóreas, brindando un esquema multi-estrato de aprovechamiento de la energía solar (Preston, 1990). Los sistemas de producción de rumiantes basados en el uso de pastos, encuentran en las parasitosis gastrointestinales, una de las limitantes más importantes para la producción siendo los géneros de nematodos *Haemonchus*, *Cooperia*, *Ostertagia*, *Trichostrongylus* y *Oesophagostomum* considerados como los más importantes desde el punto de vista de la patogenia y epidemiología (García-Romero *et al.*, 1994). Han sido diversas las alternativas de control para estos parásitos, entre las que se ha destacado el uso de los antihelmínticos, que mejoran tanto la producción como el bienestar de los rumiantes en todo el mundo. Pero la sustentabilidad de estos beneficios a largo plazo se ha puesto en duda por el surgimiento de la resistencia anti-helmíntica, la toxicidad y la residualidad que tienen estos químicos en los productos de origen animal (Waller, 2003). Dentro de las nuevas estrategias de control de parasitosis gastrointestinales, se han comenzado a evaluar las propiedades antihelmínticas de los metabolitos secundarios presentes en algunos los forrajes, como son los taninos, compuestos polifenólicos de estructura química variada (Makkar y Goodchild, 1996). Aunque abunda mayor información de los estudios que explican el efecto negativo de los taninos, existe consenso en la literatura que tienen un grupo de atributos positivos

para la nutrición de los rumiantes (Aerts *et al.*, 1999). Está establecido que la concentración ideal de taninos condensados en las leguminosas debe oscilar entre 2 y 6 % de MS, para proteger a las proteínas del ataque microbiano en el rumen y contribuir con una mayor cantidad de proteínas en intestino (Waghorn, 1990). Los taninos condensados pueden favorecer la disminución de los parásitos intestinales (Thi Mui Nguyen *et al.*, 2005). Este control puede ser indirecto, por una mejora en el estado nutricional y la respuesta inmune de los animales o directo, por interacciones de los taninos con los parásitos, que afectan su fisiología y la incubabilidad de sus huevos. Los taninos pueden mejorar la resiliencia (menos signos clínicos, mejor crecimiento y producción de lana) y resistencia (menor cantidad de huevos de nematodos en heces, menor carga parasitaria y menor fertilidad de hembras parásitas) de animales infectados con nematodos gastrointestinales (Hoste *et al.*, 2006). Pocos estudios han tratado esta hipótesis indirecta midiendo los parámetros específicamente locales o generales en relación con la inmunidad del hospedador, y los resultados siguen siendo en gran parte poco concluyentes. Sin embargo, la posibilidad de los mecanismos indirectos que contribuyen a las características antihelmínticas de los taninos condensados no pueden ser desechados (Hoste *et al.*, 2006). El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto del sistema silvopastoril y los taninos sobre la carga parasitaria de nematodos gastrointestinales en un rancho bovino.

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en el trópico seco de mayo a enero, en Colima, México, a 19°23' latitud norte, 103°41' longitud oeste y 1,400 msnm. El clima es Aw1 (w) con lluvias de julio a octubre, precipitación pluvial anual de 1,048mm, temperatura promedio de 25°C. La comunidad arbórea característica es bosque subtropical caducifolio, la composición florística incluye a la mayor parte de las especies de *Pinus*, otras especies, *Quercus*, *Carpinus*, *Chaetoptelea mexicana* y *Ostrya*. Se formaron dos grupos de 8 animales con dos repeticiones cada uno, vacas cruza Cebú de tres a cinco años de edad, a mitad de lactación (457 ±25 kg PV). El primer grupo se mantuvo en un sistema silvopastoril (SP), en 16.8 ha de *Cynodon sp*, *Brachiaria sp* y 10 ha de bosque subtropical

caducifolio. El segundo grupo en pastoreo tradicional (PT) de 19 ha de *Cynodon sp* y *Brachiaria sp*. Las vacas tuvieron agua *ad libitum* y 2.5 kg/animal/día de un alimento nitrogenado de lento consumo. La carga animal varió de 3.6 a 5.9 UA/ha. Todos los animales tuvieron seis meses de pastoreo previo para asegurar el contacto con la fuente infestante.

Mensualmente durante nueve meses, al azar se tomaron muestras del 20% de la población, para realizar el muestreo de materia fecal para hacer el recuento de huevos por gramo de heces (HGH) mediante la técnica de McMaster, tomando las muestras de heces directamente del recto de los animales, efectuando cultivo larvario para la identificación de las especies de nematodos (Hansen y Perry, 1994), para determinar la carga parasitaria inicial se tomó como día cero, primer día de toma de muestras. Condición corporal (ICC), empleando una escala de 1 (muy flaco) a 5 (obeso); volumen del paquete celular (VPC) por la técnica del microhematocrito por centrifugación (Camus, 1983), obteniendo la sangre directamente de la vena coccígea, empleando tubos al vacío con anticoagulante EDTA. Los animales en el silvopastoril fueron seguidos por el observador y se tomó una muestra representativa de las arbóreas consumidas y durante la floración mediante la colecta de las flores, las especies utilizadas por los rumiantes fueron identificadas.

Los forrajes fueron analizados individualmente para materia seca (24h a 105°C), Fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) (Van Soest y Wine, 1967) y concentración de taninos condensados (TC) (Barahona *et al.*, 2003). La producción láctea se determinó midiendo la producción en litros de cada vaca diariamente.

Se utilizó el método de regresión lineal para estimar la tendencia en el incremento del número de HGH, el VPC, el ICC y la producción láctea, comparando las pendientes de regresión lineal obtenidas en el SP respecto al PT; se obtuvo la correlación entre las variables para estimar la significancia. Se utilizó la prueba de hipótesis mediante el estadístico T para comparar la media de dos muestras emparejadas (Carmona *et al.*, 2002).

## Resultados y discusión:

Se ha documentado que los efectos beneficiosos de plantas taniníferas contra parásitos internos podrían ser debido al efecto antihelmíntico directo sobre ellos (Thi Mui Nguyen *et al.*, 2005). La concentración de TC (3-6% MS) presente en los forrajes evaluados en este estudio (Tabla 1) se encuentra dentro del rango reportado en la literatura (Waghorn 1990) para tener un efecto antiparasitario.

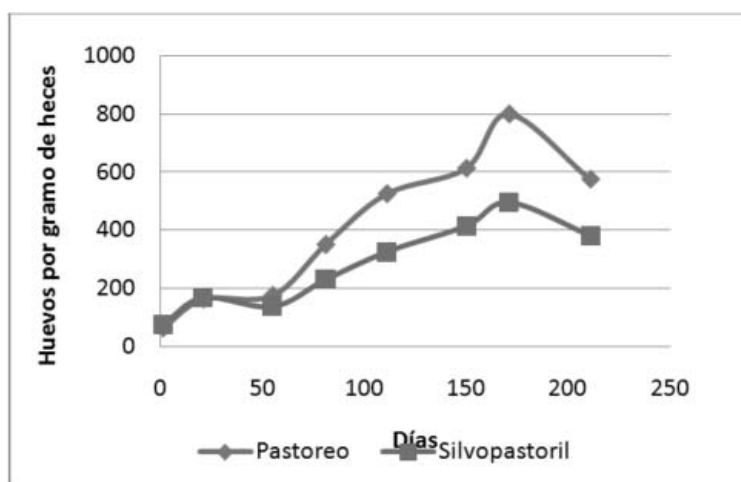
**Tabla 1. Composición química de los forrajes consumidos por vacas Cebú en pastoreo tradicional o silvopastoreo.**

| Forrajes                          | MS (%) | MO (%) | PC (%) | FDA (%) | FDN (%) | TC (% MS) | Parte consumida    |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|-----------|--------------------|
| <i>Mimosa púdica</i>              | 25.4   | 93.3   | 19.8   | 37.6    | 50.4    | 8.30      | hojas              |
| <i>Plumera rubra.</i>             | 32.3   | 91.7   | 19.0   | 36.2    | 54.5    | 12.50     | Hojas              |
| <i>Bunchosia palmeri</i>          | 37.6   | 89.9   | 23.8   | 16.8    | 23.1    | 11.30     | Hojas              |
| <i>Cordia alliodora</i>           | 27.1   | 95.3   | 18.0   | 40.5    | 48.8    | 7.80      | Hojas              |
| <i>Platymiscium lasiocarpum</i>   | 40.7   | 94.7   | 20.4   | 38.5    | 33.4    | 3.65      | hojas, tallo       |
| <i>Erythroxylum mexicanum</i>     | 23.3   | 97.2   | 24.3   | 27.3    | 37.3    | 4.17      | hojas, flor        |
| <i>Cordia dentate</i>             | 45.9   | 94.6   | 25.9   | 16.4    | 28.2    | 5.36      | hojas, tallo       |
| <i>Erythroxylum rotundifolium</i> | 38.4   | 91.9   | 19.5   | 20.8    | 26.2    | 6.70      | Hojas              |
| <i>Caeselpina plumeria</i>        | 35.8   | 93.6   | 21.6   | 26.4    | 36.1    | 5.20      | Hojas              |
| <i>Guettarda elliptica</i>        | 21.3   | 94.7   | 19.6   | 37.9    | 53.6    | 6.40      | hojas, Flor        |
| <i>Randia capitata</i>            | 35.3   | 92.8   | 18.7   | 41.7    | 43.7    | 7.10      | Hojas              |
| <i>Caesalpina coriaria</i>        | 35.5   | 93.1   | 21.4   | 21.0    | 31.3    | 6.25      | hojas, tallo       |
| <i>Desmodium spp</i>              | 20.1   | 95.1   | 22.4   | 49.2    | 41.5    | 3.90      | hojas, tallo, flor |
| <i>Cynodon plactostachyus</i>     | 24.5   | 82.7   | 9.9    | 40.1    | 75.7    | 0.64      | ---                |
| <i>Brachiaria brizantha</i>       | 25.2   | 87.0   | 10.7   | 43.2    | 71.8    | 0.16      | ---                |

MS=material seca; MO=materia orgánica; PC=proteína cruda; FDA=Fibra detergente ácido; FDN=Fibra detergente neutro; TC= Taninos condensados

El número de HGH aumentó a través de la observación, tomando en cuenta que este se inició durante la época de sequía y terminó en época de lluvias, con mayor cantidad de HGH en PT (Gráfica 1). Los sistemas silvopastoriles implican cambios importantes en la capacidad de supervivencia de las fases parasitarias de vida libre representando un menor riesgo de contaminación parasitaria (Soca y Arece, 2000).

**Gráfica 1: Número de huevos por gramo de heces de vaca en silvopastoreo o pastoreo tradicional.**



El VPC se mantuvo dentro de lo normal situado entre 24% y 46% (Rocha, 1998). Con menos variaciones de VPC en SP (Tabla 2). En cuanto al ICC en SP la tendencia estimada fue 3.4, mientras que en PT se mantuvo en 2.9 ( $p=0.011$ ), debido a que las vacas no gastan energía en mantener a una gran carga parasitaria y por ende no merma su ICC (Sánchez 2002).

La producción de leche (l) va en descenso tomando en cuenta la curva lactacional normal (Tabla2), sin embargo hubo una mayor producción en SP ( $p<0.05$ ). Los taninos, al consumirse en cantidades moderadas pueden ocasionar una mayor producción animal, al unirse y formar complejos con proteína de la dieta, evitan su degradación en el rumen, aumentando la cantidad de amino ácidos que llegan al intestino (Waghorn, 1990).

Para el sistema silvopastoril la correlación entre las variables no mostró una significancia ( $p>0.05$ ), lo que el número de huevos no afectó un indicador de anemia como puede ser el VPC o bien la ICC, tampoco afectó a la producción de leche, lo cual indica que el sistema silvopastoril presenta ventajas con respecto al sistema de pastoreo convencional (Tabla 3).

**Tabla 2. Volumen del paquete celular (VPC), Condición corporal y producción láctea en vacas en silvopastoreo o pastoreo tradicional**

| Día              | Promedio % VPC |               | Condición Corporal |               | Producción láctea |               |
|------------------|----------------|---------------|--------------------|---------------|-------------------|---------------|
|                  | Pastoreo       | Silvopastoril | Pastoreo           | Silvopastoril | Pastoreo          | Silvopastoril |
| 1                | 42             | 40            | 3                  | 3             | 12.5              | 11.9          |
| 21               | 40             | 42            | 4                  | 4             | 12.5              | 12.7          |
| 55               | 37             | 40            | 3                  | 3             | 13.7              | 12.8          |
| 81               | 38             | 40            | 2                  | 4             | 15                | 17            |
| 111              | 37             | 42            | 2                  | 3             | 15                | 16            |
| 150              | 35             | 40            | 2                  | 3             | 14                | 14            |
| 171              | 30             | 40            | 2                  | 3             | 12                | 14            |
| 211              | 25             | 38            | 3                  | 4             | 12                | 13            |
| 246              | 32             | 42            | 3                  | 3             | 10                | 12            |
| R <sup>2</sup> = | 0.76           | 0.02          | 0.09               | 0.01          | 0.23              | 0.001         |

**Tabla 3. Correlaciones estadística de las variables para el sistema de pastoreo convencional y para el sistema de silvopastoreo**

|                          | Correlaciones<br>Pastoreo tradicional | Correlaciones<br>Silvopastoreo |
|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| HGH-VPC                  | -0.77                                 | -0.14                          |
| HGH-ICC                  | -0.61                                 | -0.14                          |
| HGH -Producción de leche | -0.16                                 | 0.23                           |
| VPC-ICC                  | 0.18                                  | -0.25                          |
| VPC -Producción de leche | 0.43                                  | 0.03                           |
| ICC -Producción de leche | -0.50                                 | 0.22                           |

Se identificaron por cultivo larvario en SP *Oesphagostonum spp*, *Hoemonchus contortus*, *Trichostrongylus culobriiformis* y *Cooperia spp* y en PT *Hoemonchus contortus*, *Oesophagostonum spp*, *Chabertia spp* y *Strongyloides spp*. Aunque haya diversas especies de nematodos que

infestan al rumiante, relativamente pocos géneros de parásitos causan problemas graves, entre ellos los aquí reportados (Urquhart *et al.*, 1996).

## Conclusiones

Los resultados demuestran que el sistema silvopastoril es una buena alternativa para la producción bovina de leche, debido a que el ramoneo de plantas taniníferas disminuyen la carga parasitaria en los animales, manteniéndolos en mejores condiciones de salud y bienestar.

**Agradecimientos:** Investigación apoyada por PAPIIT UNAM IN202014-3y Cátedra CONS-207 FES-Cuautitlán UNAM

## Literatura citada

- Aerts, R.J; Barry, T.N; McNabb, W.C. 1999. Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. *Agriculture Ecosystem Environment*. 75, 1-12.
- Barahona, R; Lascano, C.E; Narvaez, N; Owen, E; Morris, P; Theodorou, M.K. 2003. *In vitro* degradability of mature and immature leaves of tropical forage legumes differing in condensed tannin and non-starch polysaccharide content and composition. *Journal Science Food and Agriculture*. 83:1256–1266.
- Camus E. 1983. Diagnostic de la trypanosomose bovine sur le terrain par la méthode de centrifugation hematocrite. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2(3): 751 – 769.
- Carmona, M.A; Rubio, T.C; Lemus, F.C. 2002. Estadística Aplicada a la Investigación. Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nayarit, México.
- García-Romero, C; Valcárcel-Sancho, F; Cordero del Campillo, M; Rojo-Vázquez, F.A. 1994. Etiología y epizootiología de las infestaciones por tricostrongílidos en bovinos en Galicia. *Med. Vet.* Vol. 11 (3):212-218
- Hansen J; B. Perry. 1994. The epidemiology, diagnosis and control of helminthes parasites of ruminants. International Laboratory for research on Animal Disease. Nairobi, Kenya. 171 p.

- Hoste, H; Jackson, F; Athanasiadou, S; Thamsborg, S.M; Hoskin, S.O. 2006. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends Parasitology*. 22: 253-261.
- Makkar, H. P. S; Goodchild, V. A. 1996. Quantification of tannins, a Laboratory Manual. Pasture, Forage and Livestock Program. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. Second Edition. Aleppo, Syria.
- Preston, T.R. 1990. Future Strategies for Livestock Production in Tropical Third World Countries. *AMBIO* 19(8): 390-393.
- Rocha, J.L; Sanders, J.O; Cherbonnier, D.M; Lawlor, T.J; Taylor, J.F. 1998. Blood groups and milk and type traits in dairy cattle: after forty years of research. *J. Dairy Science*; 81 (6): 1663-80.
- Sanchez, T. 2002. Evaluación de un sistema silvo-pastoril con hembras Mambí de primera lactancia bajo condiciones comerciales. Tesis presentada en opción al título de MSc. En Pastos y Forrajes EEPF. Indio Hatuey. Matanzas. Cuba. 91p.
- Soca, M; Arece, J. 2000. Efectos de los sistemas silvopastoriles sobre el comportamiento de las nematodosis gastrointestinales de los bovinos jóvenes. En: «Memorias Primer Curso intensivo de Silvopastoreo Colombo- Cubano» (Chamorro, D., ed.). 24 agosto a 2 de septiembre de 2000. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA Estación Experimental de Pastos y Forrajes, Indio Hatuey, Cuba. CD-ROM.
- Thi Mui Nguyen; Dinh Van Binh; Ørskov, E. R. 2005. Effect of foliages containing condensed tannins on gastrointestinal parasites. *Animal Feed Science and Technology* 121: 77-87.
- Urquhart, G.M; Armour, J; Duncan, J.L; Dunn, A.M; Jennings, F.W., 1996. *Veterinary Parasitology*, 2nd ed. Blackwell Science, United Kingdom.
- Van Soest, P. J; Wine, R. H. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *J. Assoc. Official Analytical Chem.* 50:50-55.

Waghorn, G. C. 1990. Effect of condensed tannin on protein digestion and nutritive value of fresh herbage. Proceedings of the Australian Society of Animal Production. 18: 412 – 415.

Waller, P.J. 2003. Global perspectives on nematode parasite control in ruminant livestock: the need to adopt alternatives to chemotherapy, with emphasis on biological control. Animal Health Research Reviews. 4 (1):35

# Análisis del perfil de ácidos grasos en leche por medio de la metodología de metil-esterificación (FAMES)

**Dr. Vázquez L. Pedro Alberto**

*Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Querétaro. pavazquez@ipn.mx*

## Resumen

Se evaluó el perfil de ácidos grasos de leches obtenidas de vacas, cabras y ovejas, utilizando la metodología de metil esterificación de ácidos grasos, y análisis por medio de cromatografía de gases. Los resultados indicaron que la técnica es eficiente para evaluar el perfil y contenido de ácidos grasos en leches de diferente origen.

## Introducción

La leche puede ser obtenida de diferentes tipos de ganado, dentro de los cuales se encuentran las vacas, cabras y ovejas. La leche de vaca contiene alrededor de 3-5% de grasa (Fox y McSweeney, 1998) 97-98% de la cuál son triacilglicéridos. La composición de ácidos grasos en los triacilglicéridos es muy diversa, siendo el 70% saturados, 25% monoin-saturados, 2.3% *cis*-poliinsaturados, y 2.7% ácidos grasos *trans* (Patton and Jensen, 1975). El perfil de ácidos grasos en la grasa de la leche puede variar de acuerdo a la raza, temporada del año y alimentación (Mansson, 2008). Conocer este perfil es importante debido a que los

ácidos grasos saturados han sido relacionados con enfermedades cardiovasculares (Pfeuffer y Schrezenmeir, 2000), mientras que los ácidos grasos insaturados han demostrado tener efectos benéficos para la salud (Simopolous, 2008). Los ácidos grasos son comúnmente analizados mediante cromatografía de gases, para lo cual primero deben ser separados de la molécula de glicerol y posteriormente metil esterificados, en la metodología conocida como FAMES (por sus siglas en inglés, fatty acid methyl esters). Esta esterificación evita que formen puentes de hidrógeno con las fases internas de las columnas cromatográficas, y les otorga mayor volatilidad y capacidad de resolución (AOCS, 2005). En el presente trabajo se evaluó el perfil de ácidos grasos de leches obtenidas de vacas, cabras y ovejas por medio de cromatografía de gases.

## **Materiales y métodos**

Se obtuvieron muestras de leche de vacas, ovejas y cabras, las cuales fueron inmediatamente congeladas a  $-17^{\circ}\text{C}$  hasta su análisis.

**Extracción de la grasa:** Para la extracción de la grasa, se pesaron 20 g de leche, a la cual se le añadieron 100 g de hexano grado cromatográfico (J.T Baker, Center Valley, PA) y la mezcla se dejó en agitación durante una hora usando un agitador magnético C-MAG HS7 (IKA, Wilmington, NC). Transcurrido el tiempo la mezcla se centrifugó a 10,000 rpm durante 10 min a  $4^{\circ}\text{C}$ . Se recogió la fase orgánica y se colocó en un matraz, donde la muestra se sometió a una corriente de nitrógeno para la evaporación del hexano utilizando un evaporador Mini Vap 22970 (Supelco, Belfonte, PA) por un periodo de treinta minutos. La grasa obtenida fue transferida a viales de borosilicato desactivado de 20 mL (I-CHEM modelo C126-0020; Thermo Scientific, Alemania), purgados con nitrógeno y posteriormente almacenados a  $-17^{\circ}\text{C}$  hasta el momento de la esterificación.

**Perfil de ácidos grasos:** Se realizó de acuerdo a la metodología Ce 1-62 (AOCS, 2005). Se pesaron 500 mg de grasa de leche en un matraz de fondo redondo (24/40, KIMBLE CHASE, Vineland, NJ), se adicionaron 8 ml de hidróxido de sodio 0.5 N en metanol (Baker), posteriormente el matraz se conectó a un refrigerante (Allihn-Ground, 24/40; 300mm; LAB GLASS, Vineland, NJ) y se dejó en reflujo por 15 min utilizando

un nido de calentamiento (Thermo Fisher Scientific, Maryland), después se adicionaron 9 ml de BF<sub>3</sub> (20 % en metanol, Merck, Alemania) a través del condensador. Se continuó con ebullición por dos minutos, después se agregaron 2 ml de hexano y se continuó en ebullición por 1 min. Finalmente se detuvo el calentamiento, se retiró el matraz con la muestra y posteriormente se añadieron 15 ml de una solución saturada de cloruro de sodio (Baker), se tapó el matraz y se agitó por 15 s. Se continuó añadiendo solución saturada de cloruro de sodio hasta que la muestra alcanzó el cuello del matraz. Se transfirió 1 ml de la muestra a un vial de 20mL y se hicieron las diluciones pertinentes para después analizar por cromatografía de gases. El análisis se realizó en un cromatógrafo de gases 7890A (Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA), acoplado a un espectrometro de masas cuadrupolar modelo 5975C (Agilent Technologies, Inc.). La columna capilar de sílice fundida empleada fue una DB-5 (60 m x 0.25 mm de diámetro, 0.25 µm de espesor de fase, (Agilent Technologies Inc.); con helio como gas acarreador a un flujo constante de 1 ml/min. El programa de temperatura del horno fue: 80°C, 5°C /min hasta 230°C (5 min), 30°C/min hasta 280°C (8 min). El espectrómetro de masas, fue operado en el modo de impacto de electrones (70 eV). El rango de masa utilizado fue 30 a 400 uma, las temperaturas de línea de transferencia, fuente de ionización y cuadrupolo fueron 280, 230 y 150 °C respectivamente. El puerto de inyección se operó en el modo Split 1:400, a 250 °C. La identificación de los metil ésteres se realizó a partir de su espectro de masas, tomando como identificación positiva un 80 % de parecido al localizado en la base de datos NIST/EPA/NIH Mass Spectra Library, versión 1.7, (NIST, Gaithersburg, MA), y por medio de la comparación de tiempos de retención de estándares químicos (37 Component FAME mix, Supelco, Bellefonte, PA) inyectados bajo las mismas condiciones de cromatografía.

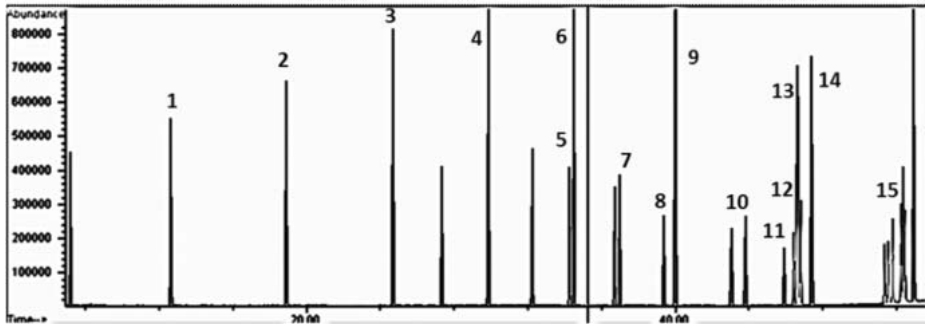
## Resultados

Los perfiles de ácidos grasos fueron diversos dependiendo de la especie de origen de la leche (Tabla 1). Para leches de vacas y ovejas el ácido palmítico fue el más abundante, seguido del ácido oleico y esteárico. Para leche de cabras el más abundante fue el oleico, seguido del palmítico y esteárico. Fue posible además identificar y cuantificar

los ácidos  $\omega$ -linolénico (Omega 3) y linoleico (Omega 6), han cobrado gran importancia a nivel nutricional (Pfeuffer, 2000). La leche de oveja presentó la mayor cantidad de Omega 3, mientras que la leche de cabra mostró la mayor cantidad de Omega 6.

La relación Omega 6/Omega 3 para leche de vaca, cabra y oveja fue 3.54, 5.91 y 3.77 respectivamente. Estos bajos índices sugieren que la leche muestreada puede tener efectos benéficos para la salud (Simopoulos)

|    | Ácido Graso                    |       | Vacas | Cabras | Ovejas |
|----|--------------------------------|-------|-------|--------|--------|
| 1  | Caproico                       | C6    | 1.1   | 0.57   | 1.22   |
| 2  | Caprílico                      | C8    | 1.12  | 0.91   | 1.25   |
| 3  | Cáprico                        | C10   | 3.25  | 3.14   | 3.24   |
| 4  | Láurico                        | C12   | 3.43  | 2.39   | 4.02   |
| 5  | Mirostoleico                   | C14:1 | 0.43  | 0.10   | 0.55   |
| 6  | Mirístico                      | C14   | 11.25 | 9.04   | 12.54  |
| 7  | Pentadecílico                  | C15   | 1.19  | 1.53   | 0.77   |
| 8  | Palmitoleico                   | C16:1 | 1.04  | 1.40   | 0.79   |
| 9  | Palmítico                      | C16   | 34.89 | 28.19  | 33.55  |
| 10 | Margárico                      | C17   | 0.9   | 1.78   | 0.62   |
| 11 | $\alpha$ -Linolénico (omega 3) | C18:3 | 0.53  | 0.45   | 0.66   |
| 12 | Linoleico (omega 6)            | C18:2 | 1.88  | 2.66   | 2.49   |
| 13 | Oleico                         | C18:1 | 20.83 | 36.72  | 20.75  |
| 14 | Esteárico                      | C18   | 18.1  | 10.17  | 17.18  |
| 15 | Araquídico                     | C20   | 0.48  | 0.84   | 0.41   |

**Tabla 1. Perfil de ácidos grasos de leche de diferente origen**

**Figura 1.** Cromatograma de los metil ésteres obtenidos. Los números corresponden a la identificación de la Tabla 1

### Conclusiones

Fue posible identificar los principales ácidos grasos de la leche, incluyendo los Omega 3 y Omega 6, por lo que la metodología utilizada en este trabajo puede ser utilizada para certificar el perfil de ácidos grasos de la leche, y su funcionalidad de acuerdo al contenido de ácidos Omega 3 y Omega 6.

### Referencias:

- AOCS Method Ce 1-62. 2005. Fatty Acid Composition by Gas Chromatography. AOCS Official Methods. American Oil Chemists Society.
- Fox, P.F. y McSweeney, P.L.H. 1998. Dairy Chemistry and Biochemistry. Blackie Academic and Professional. Chapman and Hall, New York.
- Mansson, H.L. 2008. Fatty acids in bovine milk. Food Nutr. Res. 52, 1821-1828.
- Patton, S. nd Jensen, R.G. 1975. Lipid Metabolism and membrane functions in the mammary gland. Prog. Chem. Fats Other Lipids 14, 167-277.

Pfeuffer, M. y Schrezenmeir, J. 2000. Bioactive substances in milk with properties of decreasing risk of cardiovascular diseases. Brit. J. Nutr. 84, 155-159.

Simopolous, A. P. 2008. The importance of the Omega-6/Omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. Exp. Biol. Med. 233, 674-688.



**El modelo de *Latte Nobile* otra vía de producción de leche. Omega 3, leche de pastoreo y manejos integral del sistema**, fue impreso en Sericolor Diseñadores e Impresores, S.A. de C.V., Ma. Refugio Morales 583, Col. El Porvenir, Colima, Colima, México, en julio de 2015, el tiraje consta de 500 ejemplares sobre papel Bond ahuesado de 90 g para interiores y cartulina sulfatada de 12 puntos para la portada.