

## Influencia de **L**evadura **V**iva en el **C**ontenido de **G**rasa en **L**eche en **G**anado **L**echero

### Maximizando la **F**unción **R**uminal

**M**arco de Referencia: En la industria lechera, especialmente en la de bovinos lecheros, el pago adicional a la leche con mayores contenidos en sus componentes primarios como grasa y proteína, ha tomado gran relevancia en las últimas décadas. Derivado de lo anterior diversas estrategias desde el plano nutricional han sido enfocadas a incrementar los valores de grasa y proteína sin que este incremento afecte el volumen de leche producido por vaca en su lactancia. Es importante señalar que el contenido de grasa en leche a diferencia de otros componentes como la proteína, depende en mayor proporción de los componentes que integran la ración, de manera específica la cantidad de energía y fibra son los factores que mayor impacto tienen sobre el contenido de la grasa en leche. Típicamente el contenido de grasa en leche es bajo cuando se suministran dietas ricas en energía y bajas en forraje. Dietas densamente energéticas incrementan tanto la producción y contenido de proteína en leche, pero reducen el contenido de grasa. (Muller, 2005), parte de ello se debe a una mayor producción de ácido láctico y una reducción en la producción de ácido acético y butírico, así como una reducción en pH ruminal por abajo de 6.0 (Grant *et al.*, 1990). El uso de fibra efectiva en la ración de vacas lecheras es crucial para generar rumia, favorecer el ambiente

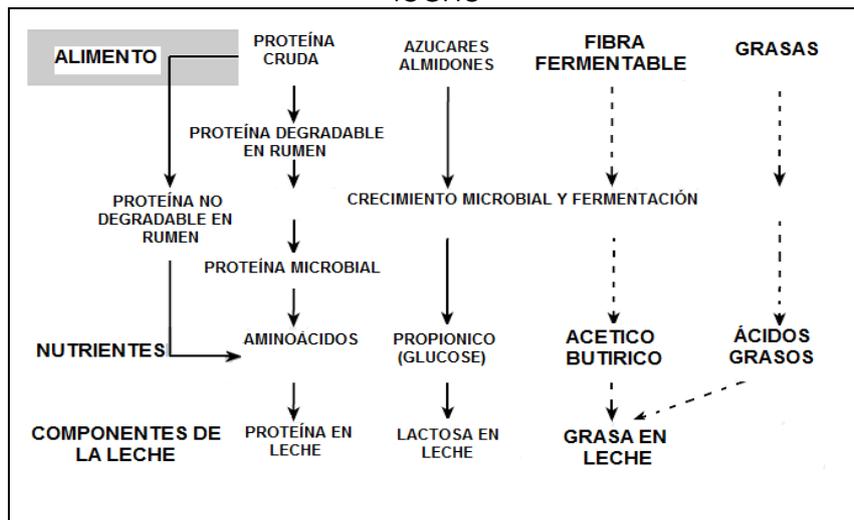
ruminal y mejorar la cantidad de grasa en leche (Mertens, 1997). Por otro lado el uso de levaduras vivas del tipo *Saccharomyces cerevisiae* (SC), es una estrategia probada que coadyuva a mejorar las condiciones ruminales, incrementar la tasa de digestión de la fibra *in situ* (Williams et al., 1991), *in vitro* (Ruf et al., 1953) e *in vivo* (Desnoyers et al., 2009, Zinn y Borquez, 1993), favoreciendo la producción de los ácidos grasos acético y butírico, generando así mayor síntesis de grasa en leche.

### **Componentes, y de síntesis de la grasa en leche:**

La grasa de leche de bovinos esta compuesta por una mezcla de lípidos. Los triglicéridos son el principal tipo de lípidos en la grasa láctea. La grasa en leche es secretada por células epiteliales de la glándula mamaria, inicialmente se compone de un glóbulo de triglicérido rodeado por una membrana lipídica. Esta membrana del glóbulo de grasa ayuda a estabilizar los glóbulos de grasa en una emulsión acuosa en el entorno de la leche, es elemental recordar que la leche de vaca el 87% es agua (Varga y Ishler, 2000). Por otro lado es importante señalar que la grasa es la mayor fuente energética de la leche y que la síntesis de lípidos por la glándula mamaria es particularmente importante. En la primera lactancia de una vaca, la secreción de grasa en leche puede representar hasta el 35% de la energía neta consumida. El origen de los nutrientes que sirven para la síntesis de grasa en leche en la glándula mamaria mantienen una relación directa con los componentes de la dieta (Bauman et al., 2008).

En la Figura 1, se observan las rutas que siguen los nutrimentos presentes en los ingredientes que conforman la dieta. En donde se hace incapie sobre los compuestos que son claves para la sintesis de grasa en leche.

Figura 1. Alimento, flujo de nutrientes del rumen y componentes de la leche



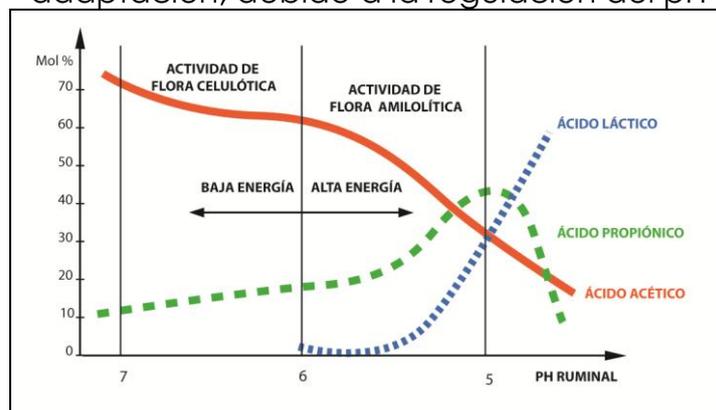
Fuente: Snifeen y Herdt, 1991

**Factor Fibra: Relación con producción de ácidos grasos volátiles, fermentación y síntesis de grasa en elche:**

El concepto de fibra, nutricionalmente se define como compuestos o productos de digestibilidad lenta o fracción indigestible alimento que ocupa un espacio del tracto gastrointestinal del animal. Diversos estudios señalan la importancia de mantener una relación óptima entre forraje: concentrado (F:C) enfocado a mantener la productividad, las cuales se basan sobre los niveles Fibra Detergente Neutro (FDN), como una herramienta para la formulación de raciones (Weiss y Shockey, 1991). Sin embargo el valor de FDN es una característica química, la cual no describe características físicas de la fibra, como tamaño de partícula y densidad, misma que pueden influenciar en la salud del animal, fermentación ruminal y utilización de esta, metabolismo del animal y grasa en leche. El concepto de FDN es poco efectivo para determinar la relación F:C cuando se tienen forrajes finamente molidos, o la fibra que se usa no proviene de forrajes. La diferencia entre cantidad y características físicas de la fibra pueden afectar la utilización de la dieta y la productividad del animal (Mertens, 1997; Balch, 1971). Cuando se incluyen altos niveles fibra en la ración, la

energía baja, el consumo se reduce y disminuye la productividad. Bajo esta situación hay mayor actividad de flora celulolítica, baja producción del ácido propiónico y alta producción de ácido acético. Por otro lado cuando se proporciona una ración densamente energética, se maximiza la actividad de bacterias amilolíticas, se incrementa la producción tanto del ácido propiónico como del láctico y se observa una reducción en la síntesis de ácido acético, que en consecuencia pone en riesgo la salud ruminal, incrementa la acidez ruminal, hay mayor incidencia de laminitis y la síntesis de grasa en leche se reduce. Lo anterior se esquematiza en la Figura 2.

Figura 2. Fermentación ruminal como una consecuencia de la adaptación, debido a la regulación del pH

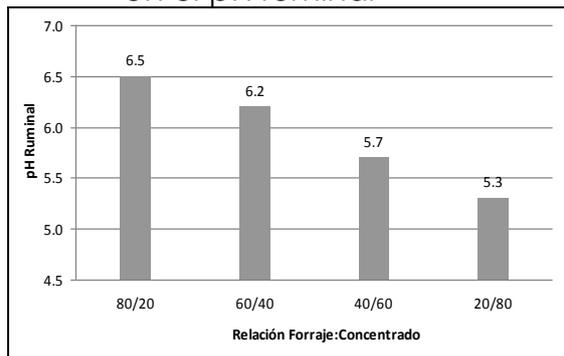


Fuente: Kaufman *et al.*, 1980.

La inclusión de fibra finamente molida, o de aquella que no proviene del forraje origina un patrón de fermentación más rápido de los carbohidratos, modificando el patrón de fermentación, reduciendo el tiempo de rumia, secreción de saliva, baja en pH, y en consecuencia una reducción en la cantidad de grasa en leche sintetizada (Figura 3 y 4). El planteamiento anterior puede ocurrir aún cuando se mantenga una relación óptima entre F:C. Por lo tanto del total de FDN presente en la ración, es importante proporcionar alrededor de un 20 a 30% del total de la llamada fibra efectiva (esto es aproximadamente 1.8 a 2.7kg MS/vaca/día, según sea el nivel de producción y consumo de materia seca). El concepto de fibra efectiva se define como la fibra capaz de

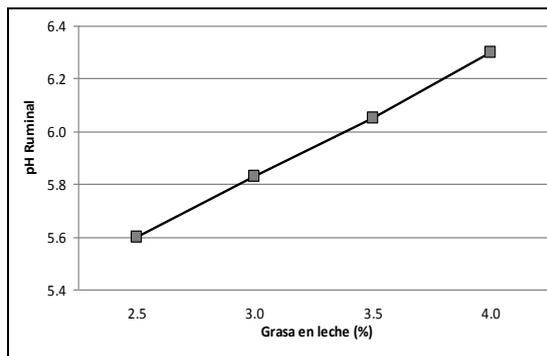
generar rumia y que a su vez genere mayor digestibilidad de la fibra. El tamaño de partícula es una de las principales características físicas que contempla el concepto de fibra efectiva. Y éste debe de ser de 2.5 a 5.5cm de longitud. Aún cuando el concepto pueda ser subjetivo y difícil de aplicar, en términos prácticos se considera que cuando se tiene la cantidad ideal de fibra efectiva en la ración, es cuando se tiene el valor de grasa en leche deseado. (Mertenes, 1997; Muller. 2005). De tal manera que la inclusión de un heno maduro o forraje fibroso en pequeñas cantidades ayudara a mantener el nivel de grasa en leche deseado.

Figura 3. Efecto de incrementar la relación Forraje:Concentrado en el pH ruminal



Fuente: kung, 2002

Figura 4. Relación entre pH y contenido de grasa en leche



Fuente: Allen, 1997

**Efecto de levadura viva en el llenado ruminal por efecto de la fibra en ganado lechero:**

La fracción fibra es considerada como el principal aspecto que limita el consumo voluntario en rumiantes (Forbes, 1996). De acuerdo con Allison (1985) los principales factores asociados al llenado ruminal son: tiempo de retención de la fracción fibrosa, digestibilidad y tasa de pasaje de la digesta, en un segundo plano sitúa al tamaño corporal. Froetschel (1995) considera que la eficiencia del masticado y el flujo de digesta (retículo-omasal) son los principales factores que explican la variación

en consumo voluntario. En este mismo sentido, Allen (1996) indica que el tamaño y fragilidad de la partícula, frecuencia y efectividad del masticado, así como la indigestibilidad de la FDN y las contracciones reticulares participan en la regulación del consumo voluntario. De manera particular en ganado lechero, el efecto de llenado ruminal por la inclusión de fibra efectiva en cantidad óptima con la finalidad de lograr valores deseables de grasa en leche, no sería tan marcado si se considera que el correcto balance de ciertos nutrientes como: aminoácidos, minerales, vitaminas, enzimas, levaduras vivas y juegan un rol importante en la regulación del consumo y digestibilidad de la fibra (Forbes, 2003). Particularmente la inclusión de levaduras en ganado lechero incrementa la tasa de degradación del forraje, mejora la tasa de pasaje de la digesta e incrementan el consumo de materia seca, por lo que las levaduras son una herramienta viable para contrarrestar el efecto de llenado ruminal, sobre todo en los casos donde se incluya fibra tosca, con el propósito de generar mayor rumia y por consiguiente aumentar la síntesis de grasa en leche (Desnoyers *et al.*, 2009; Robinson, 1995; Wallace, 1994).

### ***Mecanismo de acción de levaduras vivas y su efecto en mejorar la digestibilidad de FDN***

La acción de las células vivas de SC inicia con la remoción del oxígeno presente en rumen y con la reducción de las concentraciones potencialmente inhibitorias del crecimiento bacteriano en rumen. Recordemos que el rumen es considerado como una cámara de fermentación ausente de oxígeno, sin embargo pequeñas cantidades entran al rumen al momento de que el animal consume alimento, agua y por difusión de sangre, la presencia de oxígeno en rumen, es tóxico para las bacterias, por lo tanto las levaduras mejoran las condiciones de

anaerobiosis ruminal (Newbold *et al.*, 1995). Por otro lado algunas cepas de SC tienen la habilidad de modificar la población bacteriana en el rumen y por consiguiente cambian el patrón de fermentación. Lo anterior es de vital importancia sobre todo porque hay un incremento de bacterias del tipo *Selenomonas ruminantium* y *Megasphaera elsdenii* que consumen ácido láctico, y lo transforman en ácido propiónico, lo cual favorece a una mayor estabilización del pH ruminal y evita que existan caídas bruscas en pH ruminal, sobre todo horas después del consumo de dietas densas en energía y bajas en fibra efectiva (Desnoyers *et al.*, 2009; Auclair y Moncoulon, 2005; Harrison *et al.*, 1988; Dawson, 1993). El ácido láctico no sólo inhibe el crecimiento bacteriano sino también deprime el consumo de materia seca, reduce el pH y produce acidosis ruminal (Robinson y Erasmus, 2009). Aún cuando las levaduras tienen una habilidad limitada para multiplicarse en el fluido ruminal, son viables en un periodo prolongado de tiempo, favoreciendo las condiciones ruminales, dichos cambios se traducen en un incremento de bacterias celulolíticas (Dawson *et al.*, 1993; El Hassan *et al.*, 1996) proteolíticas (Yoon y Stern, 1996), con lo cual mejora digestibilidad de materia seca y fibra detergente neutro, originando mayor producción de energía vía ácidos grasos volátiles en especial acético y butírico. Así mismo se observa un mayor flujo de proteína microbial al tracto posterior (Erasmus, 1992). Otro de los efectos positivos del uso de SC es que aportan enzimas como celulasas, las cuales ayudan a la digestión de los componentes de la fibra (Higginbotham *et al.*, 1994).

En el meta-análisis realizado por Desnoyers *et al.*, (2009) sobre el efecto de SC observaron un efecto positivo en la síntesis de grasa en leche, estabilización en pH ruminal, mayor producción de ácidos grasos volátiles, consumo de materia seca, y reducción de ácido láctico (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de la suplementación SC en la producción de leche, pH, grasa en leche, concentración de ácidos grasos volátiles y consumo de materia seca en vacas Holstein

| Variable                  | N.Exp | N.T. | Tratamiento |          |
|---------------------------|-------|------|-------------|----------|
|                           |       |      | Control     | Levadura |
| pH Ruminal                | 97    | 231  | 6.31        | 6.34     |
| AGV (mM)                  | 77    | 177  | 95.2        | 97.3     |
| Ácido láctico (mg/L)      | 16    | 38   | 1.21        | 1.13     |
| CMS (g/kg de PV)          | 47    | 114  | 34.6        | 35       |
| Prod. Leche (g/kg/ de PV) | 59    | 136  | 46.5        | 47.7     |
| Grasa en leche (%)        | 57    | 131  | 3.8         | 3.85     |

AGV: Ácidos grasos volátiles (Acético, Propionato y butirato); CMS: Consumo de materia seca; N.Exp: Número de trabajos experimentales; N.T.: Número de tratamientos; PV: Peso vivo.

### **Algunos otros factores que afectan la síntesis de grasa en leche:**

Otras teorías, que se consideran pueden afectar la síntesis de grasa son:

1) Deficiencia de vitamina B o magnesio que pueden ser co-factores en la síntesis de grasa de leche.

2) Presencia de algunos ácidos grasos anormales de cadena larga como: isómeros de ácido linoleico conjugado, que pueden inhibir los mecanismos de la síntesis de grasa.

Estos cambios biológicos diferentes dentro del rumen se relacionan con una reducción en pH por debajo de 6.0, asociado con acidosis, lo que provoca un cambio en la población microbiana en el rumen (Bauman *et al.*, 2008; Pennington, 2005).

**Conclusión:**

La inclusión de fibra efectiva en la dieta de vacas lecheras, es determinante para mantener un rumen saludable y producir leche con un nivel adecuado de grasa. No debemos olvidar que las vacas requieren de fibra efectiva, que estimule la rumia, que genere mayor cantidad de saliva, mejore el ambiente ruminal, e incentive a una mayor acción de flora microbiana, obteniéndose un incremento en la digestibilidad de la fibra, y en consecuencia se produzca una adecuada relación de los ácidos grasos volátiles propiónico y acético, de tal manera que el nivel de grasa en leche no se reduzca y que la producción de leche no se vea afectada. Por otro lado la adición de levaduras vivas SC, mejora condiciones ruminales (pH y tasa de pasaje), incrementa digestibilidad de fibra, reduce el ácido láctico en rumen, lo anterior genera mejores condiciones para obtener leche con mayor contenido de grasa.

**Anexo 1: Factores que afectan la composición de la leche en dietas integrales**

| <b>Factores Nutricionales</b>              | <b>Producción de leche</b> | <b>Porcentaje de proteína</b> | <b>Porcentaje de grasa</b> |
|--|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| <b>Consumo de energía</b>                  |                            |                               |                            |
| Alto consumo de materia seca               | ++                         | +                             | +                          |
| Alto consumo de concentrado, bajo forraje  | +                          | +                             | -                          |
| Alto consumo de carbohidratos fermentables | +                          | +                             | -                          |
| Granos procesados                          | +                          | +                             | - ?                        |
| <b>Suplementación de grasas</b>            |                            |                               |                            |
| Aceite de pescado                          | +                          | +                             | -                          |
| Aceite vegetal                             | +                          | -                             | -                          |
| Grasas hidrogenadas                        | +                          | 0                             | +                          |
| <b>Status de la vaca</b>                   |                            |                               |                            |
| Alta frecuencia de alimentación            | +                          | +                             | +                          |
| Balance negativo de energía                | -                          | -                             | -                          |
| <b>Suplementación de Forraje</b>           |                            |                               |                            |
| Ración integral (parcial)                  | +                          | +                             | +                          |
| Ensilado                                   | + ?                        | + ?                           | 0                          |
| Heno                                       | 0                          | 0                             | +                          |
| <b>Otros</b>                               |                            |                               |                            |
| Buferizantes                               | +                          | 0                             | +                          |
| Levaduras                                  | +                          | +                             | +                          |
| Alto consumo de proteína de sobrepaso      | +                          | +                             | 0                          |

+ = efecto positivo, - = efecto negativo, 0 = efecto neutral, ? = el resultado es variable

Fuente: Muller 2005

## Bibliografía

- Allen, S. M. 1996. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.* 74:3063-3075.
- Allen, S. M. 1997. Relationship fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *J. Dairy Sci.* 80: 1447-1462.
- Allison, C. D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants: A review. *J. of Range Management.* 38(4) 305-311.
- Auclair E Moncoulon R. 2005. Live yeast: ruminal oxygen scavenger and pH stabiliser. *Feed Mix* 13(2):14-16.
- Balch, C. C. 1971. Proposal to use time spent chewing as an index of the extent which diets for ruminants possesses the physical property of fibrousness characteristics of roughages. *Br. J. Nutr.* 26:383.
- Bauman, D. E., Perfield, W. J., Harvatine, J. K., and H. L. Baumgard. 2008. Regulation of fat synthesis by conjugated linoleic acid: lactation and the ruminant model. *J. Nutr.* 138: 403-409.
- Dawson, K. A. 1993. Yeast culture as feed supplements for ruminants: mode of action and future applications. *J. Anim. Sci.* 71; suppl. 1: 280.
- Desnoyers M., S. Giger-Reverdin, G. Bertin, C. Duvaux-Ponter and Sauvart. 2009. Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants. *J. Dairy Sci.* 92:1620-1632.
- El Hassan, S. M.; Newbold, C. J.; Edwards, I. E.; Topps, J. H. and Wallace, R. J. 1996. Effect of yeast culture on rumen fermentation, microbial protein flow from the rumen and live-weight gain in bulls given high cereal diets. *Anim. Sci.* 62: 43-48.
- Erasmus, L.J., P.M. Botha, and A. Kistner. 1992. Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation and duodenal nitrogen flow in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 75:3056-3065.
- Forbes, J. M. 1996. Integration of regulatory signal controlling forage intake in ruminants. *J. Anim. Sci.* 74: 3029-3035.
- Forbes, J. M. 2003. The multifactorial nature of food intake control. *J. Anim. Sci.* 81(E. Suppl. 2):E139-E144.
- Froetschel, M. A. 1995. Effect of abomasal infusion of saliva on reticular motility and ruminal liquid contents of steers. *J. Dairy Sci.* 78:2395-2401.
- Grant, R.J., V. F. Colenbrander, and J. L. Albright. 1990. Effect of particle size of forage and rumen cannulation upon chewing activity and laterality in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73: 3158-3164.
- Harrison, G. A., Hemken, R. W., Dawson, K. A., Harmon, R. J. and Barker, K. B. 1988. Influence of Addition or Yeast Culture supplement to diets of lactating cows on ruminal fermentation and microbial populations. *J. Dairy Sci.* 71: 2967- 2975.
- Higginbotham, G. C.; Collar, C. A.; Aseltine, M. S. and Bath, D. L. 1994. Effect of yeast culture and *Aspergillus oryzae* extract on milk yield in a commercial Dairy Herd. *J. Dairy Sci.* 77: 343-348.
- Kung, L. G. 2002. The role of fiber in ruminant ration formulation. 2002. Department of Animal & Food Sciences. University of Delaware.
- Muller, D. L. 2005. Enhancing milk components with pasture-based systems. Penn State University.
- Pennington, A. D. 2005. Factors affecting fat percent in milk of lactating cows. University of Arkansas, United States Department of Agriculture, and Country Governments Cooperating. FSA4014.
- Robinson P.H., L.J. Erasmus. 2009. Effects of analyzable diet components on responses of lactating dairy cows to *Saccharomyces cerevisiae* based yeast products: A systematic review of the literature. *Animal Feed Science and Technology* 149: 185-198.
- Robinson, P. H. 1995. Effects of culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on adaptation of cows to diets postpartum. *J. Dairy Sci.* 80:1119-1125.
- Ruf, E. W. H. Hale, and W. Burroughs, 1953. Observations upon an unidentified factor in feedstuffs stimulatory to cellulose digestion in the rumen and improved live weight gains in lambs. *J. Anim. Sci.* 12:731.
- Varga, G. A., and Ishler, A. V. 2005. Managing nutrition for optimal milk components. Western Dairy Management Conference. Reno NV.
- Wallace, R. J. 1994. Ruminant microbiology, biotechnology, and ruminant nutrition: Progress and problems *J. Anim. Sci.* 72:2992-3003.
- Weiss, W. P. and W. L. Shockey. 1991. Value of orchardgrass and alfalfa silages fed with varying amounts of concentrates to dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74:1933.
- Williams, P. E. V., C. A. G. Tait, G. M. Innes and C. J. Newbold. 1991. Effects of the inclusions of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) in the diet dairy cows on milk yield and forage degradation and fermentation patterns in the rumen of steers. *J. Anim. Sci.* 69:3016-3026.
- Yoon, I.K., and M.D. Stern. 1996. Influence of direct-fed microbials on ruminal fermentation and performance of ruminants: A review. *Austr. Asian J. Anim. Sci.* 8:533-555.
- Zinn, R.A. and J. L. Borquez. 1993. Interaction of restricted versus ad libitum access to feed on effects of yeasts culture supplementation on digestive function in feedlot calves. *Western Sec. Am. Soc. Anim. Sci.* 44:424