

# EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE COMPOSICIONES Y VARIABLES DE PROCESO PARA ESTABILIZAR LA ESTRUCTURA DE BLOQUES NUTRICIONALES

Milena V. Monesterolo <sup>(1)</sup>, Luis A. Toselli <sup>(1)</sup>, Marcos M. Marino <sup>(1)</sup>, Fernando Sosa <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Grupo de Inv. en Simulación para Ing. Química, GISIQ, FRVM de la UTN, Av. Universidad 450, Villa María, Argentina.

<sup>(2)</sup> Investigación y desarrollo, Lince S.A., Av. Carranza 945, Villa Nueva, Argentina. e-mail de contacto: [toselli\\_l@frvm.utn.edu.ar](mailto:toselli_l@frvm.utn.edu.ar)

## Resumen

Se han evaluado alternativas de proceso y formulación de bloques nutricionales para alimentación animal a efectos de corregir problemas estructurales y reológicos que presentaba el producto comercial existente. Se trabajó de manera conjunta con el área de ingeniería de la empresa Lince S.A. integrando actividades experimentales en distintas escalas hasta encontrar las soluciones técnicas pretendidas para su empleo a nivel productivo. Se compararon las ventajas y desventajas globales que presenta la incorporación de sales orgánicas resultante de la saponificación de aceites vegetales como alternativa al empleo directo de estos junto a diferentes componentes alcalinos de acuerdo a formulaciones tradicionales. Los distintos tipos de bloques formulados fueron ensayados inicialmente en condiciones de degradación controlada a nivel de laboratorio alcanzando resultados que fueron validados, finalmente, con ensayos *in situ*.

**Palabras Clave:** Bloques nutricionales, Composición y variables de proceso, Nutrición animal.

## Introducción

Los bloques nutricionales son suplementos alimenticios que permiten que el ganado haga un uso más eficiente de los nutrientes, traduciéndose esto en un aumento en la producción de carne y/o leche. Resultan una fuente de proteínas, energía y minerales que ayudan a mantener a los animales en buen estado de salud productiva y reproductiva.

Este tipo de suplemento permite satisfacer los requerimientos de los microorganismos del rumen, con lo que se crean condiciones favorables para mejorar el aprovechamiento (digestibilidad) de la pastura (fibra) que es consumida (Fariñas et al., 2009) (Araque, 1994).

Se presentan en forma de una masa sólida comprimida para que los animales no puedan consumirlos en grandes cantidades. Por sus características la ingesta se produce cuando estos lamen la superficie del producto. De esta manera la dureza de su estructura tiene una incidencia directa para evitar excesos en las dosis alimentarias. Por otra parte, esta forma de administración facilita su transporte y modo de aplicación pudiendo ser dosificado directamente en los corrales (Johnson et al, 2013) (Araujo-Febres, 1997) (Pulgar-Lugo, 1997).

En la bibliografía técnica existe un importante volumen de información referida a formulaciones y componentes, variando en rangos amplios de concentraciones e incorporando distintos tipos de subproductos según necesidades. (Sudana and Leng, 1986) (Sansoucy, 1995) (Sansoucy et al, 1988) (Oliveira et al, 2008).

Una composición básica, de tipo general para estos bloques se muestra en la tabla 1:

Tabla 1. Tipos de componentes y rango de concentraciones posibles para la formulación de bloques nutricionales.

	[%] p/p
Melaza	40 - 50
Urea	5 - 10
Minerales	3 - 8
CaO/Ca(OH) <sub>2</sub> *	8 - 10
Sales	5 - 10
Materia grasa*	15 - 30

*\*Alternativamente se puede utilizar en su reemplazo materia grasa ya saponificada*

En términos generales puede considerarse que la dureza del bloque depende de varios factores tales como: las proporciones relativas de melaza y de cal, tiempo de almacenamiento, variaciones operativas propias de proceso, grado de compactación final del producto, tipo de embalaje y finalmente, ya en aplicación, de las condiciones medioambientales a las que resulte expuesto como humedad y temperatura (An Xuan and Hieu Trong, 1993) (Birbe, 1998).

La melaza se caracteriza por ser un fluido denso, dulce, de color pardo-negrusco que puede contener hasta 50% de sólidos totales. Se obtiene como residuo del proceso de cristalización del azúcar de caña, de la cual no se puede recuperar más azúcar por métodos físicos y, como alternativa, surge la posibilidad de incorporarla a la dieta de ganado dándole un valor agregado como subproducto de esta industria (Martín, 2004) (Grenwood et al, 2000).

Su sabor dulce la hace muy apetecible y su aporte energético es importante en la producción animal. Resulta fundamental en la elaboración de bloques nutricionales, porque además de incorporar minerales (especialmente potasio) actúa como saborizante y agente formador de estructura.

Un componente de importancia es la urea como otra fuente de suministro de nitrógeno. Sin embargo, debe controlarse la ingesta dado que si se administra en dosis superiores a la establecida como máxima puede causar intoxicación y, en ocasiones, hasta la muerte del animal. Se considera como límite un máximo de 10% de nitrógeno no proteico (Ho Quang, 2002).

Se agregan otros aditivos que aportan minerales, como la sal común fuente de sodio y cloro y sales de calcio, fósforo y magnesio, para suplir deficiencias de estos elementos en suelos y pasturas. También puede incorporarse fibra de subproductos harinosos de maíz, trigo, sorgo, entre otros constituyentes (Watson et al, 2013) (Castro, 2004) (Sniffen et al, 1992).

La utilización de otros componentes como jabones de ácidos grasos resultantes de la saponificación de aceites vegetales con álcalis presenta otras ventajas a considerar en la elaboración del bloque, dado que permite incorporar nutrientes y materia grasa como aporte energético, al igual que sucedía con las materias primas de partida, pero la incorporación de ácidos grasos ya convertidos en sales de calcio significa una protección adicional al transformarlos en grasas inertes que no se disocian en el rumen ni se solubilizan en el líquido ruminal, siendo digeribles en el tracto intestinal (Tyagi, 2010) (Salvador y otros, 2009). Esto conduce a una suplementación con las denominadas grasas de sobrepaso (bypass) que incrementan la densidad energética, particularmente favorable en raciones para vacas lecheras mejorando su balance en condiciones de postparto (Proaño y otros, 2015) (Gallardo, 2011).

## Metodología

A requerimiento de Lince S.A., empresa dedicada al manejo de subproductos industriales utilizados en la formulación de raciones para consumo animal, se realizó en forma conjunta con su

área de ingeniería un estudio tendiente a solucionar problemas de variabilidad en el comportamiento reológico que se observaba en los bloques nutricionales que elaboraban en su planta industrial localizada en Tucumán.

Para cumplir este objetivo se evaluaron modificaciones en la formulación del producto, tanto en concentraciones como en tipo de componentes y se desarrolló una serie de ensayos experimentales hasta obtener una consistencia del producto final, que respondiera satisfactoriamente a exigencias medioambientales más rigurosas, aumentando su resistencia estructural para su aplicación en un mayor rango de temperaturas y humedad, mejorando la calidad del producto y su potencial de comercialización.

Se trabajó a partir de las formulaciones ya existentes y se evaluaron dos opciones de proceso:

1. Incorporación independiente de la materia grasa y la fracción del componente alcalino a la melaza y demás componentes minoritarios.
2. Saponificación previa de los aceites vegetales con incorporación de los jabones de ácidos grasos ya estabilizados a la melaza y demás componentes minoritarios.

En la tabla 2, se muestra un detalle del tipo y características de los productos utilizados:

Tabla 2. Variantes de componentes grasos y alcalinos utilizados

Opción	Componente graso (aceites vegetales)	Tipo	Componente alcalino
1	de distinta materia primas (soja, girasol)	de calidad comercial	
2	de maíz (subproducto industrial)	Menor calidad – recuperado del proceso de obtención de bioetanol por molienda seca	CaO y otros
3	aceites vegetales previamente saponificados (soja, girasol)		
4	aceite de maíz – subproducto previamente saponificado	ácidos grasos saponificados (sales de calcio y sodio)	

La primera opción no presentó requerimientos especiales en cuanto a las operaciones que se realizaban en la producción tradicional de bloques, y se redujo, básicamente, a modificaciones de composición que no se tradujeron en cuestiones significativas para su implementación a escala productiva.

La segunda alternativa implica la utilización de un nuevo componente (jabones de ácidos grasos resultantes de la saponificación) obtenido como producto intermedio de reacción a partir de las mismas materias primas (grasas vegetales y componentes alcalinos) pero, requiriendo una variante que modifica la secuencia de operaciones del proceso tradicional.

Para analizar una eventual adecuación del proceso a esta segunda opción se trabajó inicialmente a escala laboratorio, realizándose una serie de ensayos experimentales que permitieron un manejo óptimo de variables como: i) calidad de la materia grasa, evaluándose productos refinado, crudo y crudos más degradados dada su condición de subproducto (aceite de maíz) ii) relación de concentraciones grasa/álcali, (> 10:1 y < 20:1) y parámetros operativos de las reacciones de saponificación (relaciones tiempo/temperatura, además del eventual uso de un catalizador).

Finalmente, luego de acordadas las distintas opciones para su elaboración, se procedió a la fabricación de los distintos tipos de bloques experimentales, lo cual fue realizada oportunamente

por la empresa a escala piloto y en cantidades limitadas, a efectos de continuar los estudios de viabilidad del producto evaluando degradabilidad y, finalmente, digestibilidad.

## Resultados y Discusión

Considerando que los bloques están expuestos a la variabilidad propia de las condiciones medioambientales a las que quedara expuesto hasta ser consumido, se realizó un seguimiento controlado de los efectos de temperatura y humedad ambiente sobre el producto en sus distintas variantes.

Los test de degradación controlada se implementaron a escala laboratorio analizando la evolución de su estructura exponiéndolo a condiciones controladas de temperaturas (rango de 30 a 45° C), humedad relativa ambiente (75 a 100 %, generadas mediante soluciones acuosas de sales inorgánicas) (Marsh, 1989) (ASTM, 1991) y tiempo (cada 24 h durante 10 días, control de variación de % de humedad y deformación de estructura).

Por cuestiones de confidencialidad acordadas con la empresa la información que puede presentarse sobre las nuevas formulaciones obtenidas es solo de tipo general. No obstante, se indica que fue posible alcanzar opciones válidas para obtener la calidad pretendida utilizando ambos métodos. A efectos de visualizar algunos cambios estructurales observados de los ensayos realizados se muestran las Fig. 1(A) y (B) y 2 (A) y (B).



(A)



(B)

Figura 1: Formulaciones con aceite vegetal (A) y álcalis sin saponificar (B).



(A)



(B)

Figura 2 : Bloques expuestos a una misma condición de degradación controlada

También ha sido posible establecer algunas ventajas de comportamiento de la estructura de bloques con adición de jabones de ácidos grasos, expuestos a condiciones extremas de temperatura-humedad, lo cual finalmente condujo a optar por este método y llevarlo a escala

industrial. A efectos de visualizar algunos resultados de los ensayos realizados sobre formulaciones que incorporaban esta variante composicional se muestra en la Fig. 3 (A), (B) y (C) resultados de algunos ensayos.



Figura 3: (A) formulación con ácidos grasos saponificados, (B) y (C) el mismo tipo de bloques luego de expuestos a degradación controlada para diferentes exigencias ambientales.

La evaluación de los productos finales se implementó posteriormente con ensayos in situ alcanzando resultados que validaron las experiencias de degradación experimentales. Las pruebas de aceptación y consumo en vivo también mostraron resultados favorables. A la fecha se ha podido constatar el mantenimiento de las características estructurales del nuevo producto en muestras testigo almacenadas en condiciones normales, luego de un periodo de dieciocho meses de su elaboración.

Con respecto a la respuesta comercial que se ha alcanzado con la nueva formulación del producto, la empresa, ha informado que se minimizaron reclamos y/o necesidad de recambio de producto degradado a clientes que lo utilizan en condiciones de campo que habían sido consideradas como muy exigentes para la formulación anteriormente comercializada.

Como una ventaja adicional alcanzada con la mejora del comportamiento estructural de los bloques se indica que, además, fue posible sustituir el envase original del producto (barrica de cartón y bolsa plástica) por otro de menor resistencia generando un 30% efectivo en la reducción de costos.

La aplicación de la nueva formulación a escala de planta obligo a realizar modificaciones en la línea de producción, las cuales fueron implementadas y puestas en marcha por el área de ingeniería de la empresa. En la Fig. 4 se muestran algunas imágenes de la línea de elaboración (dosificación, mezclado, concentración de producto) correspondientes al proceso en las condiciones actuales.



Figura 4: Equipamiento correspondiente a distintas etapas de operación de la línea de producción.

En la Fig. 5 se puede observar el aspecto final que presenta el producto, la imagen (A) muestra que éste dispone de una fluidez adecuada para su descarga por cuanto la mezcla final se encuentra a una temperatura que es, prácticamente, la de salida del evaporador que opera a presión reducida en donde el material ha alcanzado su concentración final.

Luego de dosificarse en el envase y en la medida que se enfría lentamente los bloques alcanzan su temperatura natural de almacenamiento, adquiriendo mayor consistencia y desarrollando sus características finales en cuanto a su condición estructural. En la figura (B) se observa que la dosificación se realiza directamente en el contenedor de cartón eliminándose la necesidad del envase primario (bolsa de polietileno). Finalmente, se cubre la cara superior con un film a efectos de evitar un contacto directo sobre dicha superficie, como se muestra en (C).



Figura 5: Descarga, fraccionado y almacenaje de bloques ajustados a la nueva formulación

## Conclusiones

Como principales conclusiones se mencionan:

- i) Se han obtenido productos finales que responden a los objetivos planteados para ambas opciones técnicas consideradas.
- ii) Luego de analizar globalmente las ventajas e inconvenientes de cada alternativa propuesta, se optó por la formulación que utiliza el producto intermedio resultante de la saponificación previa de la materia grasa a incorporar.
- iii) Se han identificado las principales variables de proceso y definido los rangos de operación para la variante tecnológica implementada.
- iv) La experiencia del estudio conjunto que fuera realizado se tradujo en una significativa mejora del *know how* que dispone la empresa para elaborar a escala industrial bloques nutricionales reformulados que, sin afectar su calidad nutricional, resulten aptos para responder a los requerimientos del mercado.

- v) Como ventaja adicional alcanzada por la mejora del comportamiento estructural de los bloques se menciona la reducción del costo global del producto.
- vi) De los ensayos experimentales a escalas laboratorio y piloto se obtuvieron datos necesarios para el rediseño y adecuación de equipos a las nuevas condiciones de proceso.
- vii) Las actuales exigencias operativas de la planta demandaron soluciones técnicas para resolver situaciones asociadas con el comportamiento reológico y otros con las nuevas exigencias de evaporación/concentración del producto.
- viii) El estudio técnico económico realizado demostró que la inversión requerida para ajustar el proceso a las nuevas condiciones podía ser amortizado en un período que resultó aceptable para la empresa

## Referencias

- An Xuan, B. and I. Hieu Trong. (1993). *Effect of replacing concentrates by molasses urea blocks and Acacia mangium leaves for milking cows*. Livestock Research for Rural Development, 5, 1.
- Araque, C. A. (1994). *Resultados de investigación sobre bloques multinutricionales en bovinos*. En: Proceedings of Multinutritional Blocks I International Conference, Guanare, Venezuela.
- Araujo-Febres O., M. Graterol, E. Zabala, M. Romero, G. Pirela, S. Pirtrosevoli. (1997). *Influencia del tiempo, las condiciones de almacenamiento y la concentración de cal sobre la dureza de los bloques multinutricionales*. Rev. Fac. Agron. 14, 427-432.
- ASTM (1991). *Standard practice for maintaining constant relative humidity by means of aqueous solutions*. Standard E 104-85 Reapproved 1991.
- Birbe, B. (1998). *Evaluación física de bloques multinutricionales melaza-urea, con diferentes niveles de roca fosfórica y harina de hojas de Gliciridia sepium, aceptabilidad y respuestas productiva de bovinos*. Memorias del III Taller Internacional Silvopastoril,, 161-165.
- Castro H, (2004). *La cal común ¿puede cubrir la deficiencia de calcio de los novillos a corral?* E.E.A INTA Rafaela. Sitio Argentino de Producción Animal.
- Fariñas, T; Mendieta, B; Reyes, N; Mena, M; Cardona, J; Pezo, D. 2009. *¿Cómo preparar y suministrar bloques nutricionales al ganado?* CAITE. (Serie técnica manual técnico nº 92).
- Gallardo, M. (2011). *Los nutrientes by-pass en los sistemas lecheros pastoriles: una moda o una necesidad*. Infoganadero Centroamericano. Laboratorio Proagro. S.A.
- Grenwood, R., E. Titgemeyer, and J. Drouillard, (2000). *Effect of base ingredients in cooked molasses blocks on intake and digestion of prairie hay by beef steers*. J. Anim Sci. 78:167.
- Ho Quang D., V. S. Vo and T. Preston. (2002). *Blocks or cakes of urea-molasses as supplements for Sindhi Yellow growing cattle fed rice straw and cut grass or cassava foliage*. Livestock Research for Rural Development, 14, 2.
- Johnson, J., D. Burken W. Griffin, B. Nuttelman, G. Erikson, T. Klopfenstein, M. Cecava and M. Rinker. (2013). *Effect of feeding greater amounts of calcium oxide treated corn stover and Micro-Aid® on performance and nutrient mass balance*. Nebraska Beef Report. MP98, 70-73.
- Marsh, K.N., Editor. (1987). *Recommended reference materials for the realization of physicochemical properties*. Blackwell Scientific Publication, Oxford, 157 – 162.
- Martín, P. C. (2004) *La melaza en la alimentación del ganado vacuno*. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba, Avances en investigación agropecuaria, octubre, 8,3.
- Oliveira, M., J. Santos and F. Domingues. (2008) *Avaliação da cal hidratada como agente hidrolisante de cana-de-açúcar*. Veterinaria Noticias., 14, 9 – 17.
- Proaño, F., J. Stuart, B. Chongo, L. Flores, M. Herrera, Y. Medina y L. Sarduy. (2015). *Evaluación de tres métodos de saponificación de dos tipos de grasas como protección ante la degradación ruminal bovina*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 49, 1, 35-39.

- Pulgar-Lugo Y, H. Acosta and O. Araujo-Febres. (1997). *Influencia de la concentración de tiempo y de las condiciones de almacenamiento sobre la dureza de los bloques multinutricionales melaza.*, Arch. del Latinoam. Prod. Anim. (Supl. 1). 214-216.
- Salvador A., C. Alvarado, I. Contreras, R. Betancourt, J. Gallo y A. Caigua. (2009). *Efecto de la alimentación con grasa sobre pasante sobre la producción y composición de leche de cabra en condiciones tropicales.* Zootecnia Tropical. 27, 285.
- Sansoucy, R. (1995). *New development in the manufacture and utilization of multivitamin blocks.* World Animal Review, 82, 78-83.
- Sansoucy, R., G. Aarts, G and R. Leng. (1988). *Molasses-urea blocks as a multivitamin supplement for ruminants.* In: *Sugarcane as feed.* FAO Animal Health and Production, 72, 263-279.
- Sniffen, C., J. O'Connor and P. Van Soest. (1992). *A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. 2. Carbohydrate and protein availability.* J. Anim. Sci., 70, 11, 3562-3577.
- Sudana, I. and R. Leng. (1986). *Effects of supplementing a wheat straw diet with urea or urea-molasses blocks and/or cottonseed meal on intake and liveweight change of lambs.* Anim. Fd. Sci. Tech., 16, 25-35.
- Tyagi, N. (2010). *Effect of bypass fat supplementation on productive and reproductive performance in crossbred cows.* Trop. Anim. Health Prod. 42, 1749.
- Watson, A., T. Nutelman, L. Klopfenstein, L. Lomas and G. Erickson. (2013). *Impacts of a limit-feeding procedure on variation and accuracy of cattle weights.* J. Anim. Sci., 90, 5507-5517.