	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33

Análisis nutricional y económico de diferentes tipos de materias primas con alto aporte de energía para suplementación bovina.

Nutritional and economic analysis of different types of raw materials with high energy input for bovine supplementation.

Marby Alejandra Misse Arévalo

Angie Tatiana Clavijo Rincón

Universidad de Cundinamarca

Facultad de ciencias agropecuarias


Programa zootecnia

Cundinamarca

Resumen

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

 UDECA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33


En la actualidad la ganadería en Colombia es una de las actividades económicas que tiene mayor presencia en el territorio nacional, la producción de leche en el país día a día está en crecimiento constante, sin embargo, los costos de producción son bastante altos, muchas veces debido al uso de los insumos alimenticios, como los suplementos energéticos como concentrados comerciales, maíz, entre otras materias primas que son altamente demandadas por distintos sectores productivos. El objetivo de este artículo es realizar un estudio de carácter descriptivo y exploratorio, de distintas materias primas con alto aporte energía metabolizable y de sus características nutricionales y económicas para suplementación bovina. Se recurrió a la búsqueda de artículos científicos en motores de búsqueda como Google Académico, Scopus, Scielo, base de datos de la Universidad de Cundinamarca. Se concluye que existen materias primas no convencionales como el glicerol, o el propilenglicol. Qué pueden mitigar costos en la producción en comparación con alimentos balanceados convencionales y que muchas de estas que tienen un alto aporte de energía también generan un balance óptimo de nutrientes.

Palabras clave: producción, nutrición, carbohidratos, suplemento, concentrados.

Abstract

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*


	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33

Currently, livestock in Colombia is one of the economic activities that has the greatest presence in the national territory, milk production in the country is constantly growing day by day, however, production costs are quite high, many times due to the use of food inputs, such as energy supplements such as commercial concentrates, corn, among other raw materials that are highly demanded by different productive sectors. The objective of this review work was to carry out a study, of a descriptive and exploratory nature, on different raw materials with a high contribution of metabolizable energy for bovine supplementation, for which the search for scientific articles available on certain platforms was used. The emphasis of the study is directed to know the nutritional and economic characteristics of various raw materials with which bovines can be supplemented. From this study it is concluded that there are various unconventional raw materials that can reduce production costs compared to conventional concentrates, and that many of these that have a high energy input also generate an optimal balance of nutrients.

Keywords: production, nutrition, carbohydrates, supplement, concentrates.

Introducción

Actualmente la ganadería en Colombia es una de las actividades económicas que tiene mayor presencia en el territorio nacional, en Latinoamérica el país


	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33

ha conseguido estar entre los primeros lugares en función del volumen de producción de leche.

En el contexto global, hay aproximadamente 300 millones de personas que dependen del ingreso diario por venta de leche [1]. Los sistemas de producción de leche en pequeña escala son la forma más frecuente de producción alrededor del mundo [2]. Sin embargo, existen distintos sistemas de manejo bovino lechero como son el sistema intensivo especializado, el cual se caracteriza por la importancia que le ofrece a la técnica de crianza de los animales y su espacio. Normalmente se encuentran en un área estabulada, habitualmente en condiciones óptimas de temperatura, luz y humedad, con el objetivo de desarrollar la producción en un corto lapso. Por otro lado, en el sistema extensivo los animales se crían en condiciones de vida natural, ya que ellos mismos buscan su alimento ya que están en cualquier tipo de pastoreo, es una forma “tradicional o convencional de producción animal [3].

Los costos de producción afectan negativamente la rentabilidad de la operación. Estos varían en función del nivel tecnológico aplicado en la granja, la disponibilidad de mano de obra, agua y forrajes para el ganado, la genética animal, entre otros.


La nutrición es el área que más incide en los costos de producción [4]. En los requerimientos nutricionales de suplementos alimenticios del ganado lechero se debe tener en cuenta que los forrajes están constituidos por tejidos

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33

compuestos por células, que contienen agua y materia seca (MS) las cuales constituyen el alimento para los animales. La MS contiene los distintos nutrientes de la planta tales como carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales [5].

Hoy en día existen varios factores que ponen en riesgo la productividad del ganado bovino lechero, pero también existen muchas alternativas para ayudar a mantenerlo en óptimas condiciones. Para una vaca lechera después del parto, la cantidad de energía requerida para la producción de leche y para el mantenimiento de los tejidos del cuerpo es mucho mayor que la cantidad de energía consumida, esto crea un panorama en el cual las reservas del cuerpo se deben movilizar para promover la energía suficiente para sostener un alto nivel en la producción de leche [6].

Los costos de producción en Colombia varían según la región, en el país el costo promedio por litro para los productores es de \$ 961 pesos en promedio [7]. El costo de las materias primas básicas de suplementación influye en el costo de producción, muchos de los carbohidratos utilizados en la suplementación de vacas en producción de leche como los alimentos concentrados, son de una demanda bastante alta debido a que también son utilizados en alimentación humana [8]. En los últimos años se ha visto la necesidad de implementar otras fuentes de energía para la elaboración de


	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33

suplementos para bovinos, para que esto facilite la disminución de los costos de producción y así mejorar la rentabilidad.

En esta búsqueda de materias primas secundarias se han utilizado diversos tipos de alimentos. Por ejemplo, la yuca (*Manihot esculenta*) contiene entre 65 y 85% de carbohidratos no fibrosos (CNF) y se ha usado con frecuencia en la alimentación del ganado, existen estudios en los cuales se muestra que los rumiantes responden favorablemente a la introducción de yuca en la dieta en reemplazo del maíz [9]. Los CNF (almidones y azúcares) se fermentan rápida y completamente en el rumen. El contenido de CNF incrementa la densidad de energía en la dieta, y así mejora el suministro de energía y determina la cantidad de proteína bacteriana producida en el rumen [10].

De la industria del biodiesel, se origina un subproducto denominado glicerina, la cual representa alto contenido de energía metabolizable, de orden de 4,32 Mcal/Kg MS, comparable a los valores energéticos del maíz (*Zea mays*) con valores aproximados de 3741 kcal/kg MS [11]. Para su uso debe tenerse en cuenta que existen limitantes dadas por la capacidad de las bacterias, así como del rumiante para asimilarlo. Puede ser utilizado en suplementación animal como fuente energética hasta un 40% de la ración diaria [12].

Con relación al metabolismo ruminal, el glicerol en las cantidades adecuadas es fermentado completamente en el rumen a ácidos grasos volátiles, en especial en butirato y propionato, el glicerol ha sido utilizado como alternativa


	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33

de suplemento, y se considera como suplente parcial del maíz en dietas de bovinos de alta producción, por su similitud en el valor de energía neta [13].

Estudios realizados han demostrado que no existen diferencias significativas entre animales alimentados con maíz y glicerol, donde para la especie bovina los niveles de inclusión de este varían entre 5 y 10 %; por lo tanto, se considera que los subproductos agroindustriales pueden ser utilizados como alternativa en la suplementación de vacas lecheras como componente en la elaboración de raciones mixtas totales [14]. Los animales en sistemas de producción pecuarios pueden funcionar como bio-procesadores, convirtiendo fuentes alimenticias no comestibles/palatables o no requeridas por humanos, en alimentos de alto valor biológico como carne, y leche [15].

Los subproductos de cítricos son componentes importantes de los sistemas de alimentación de los rumiantes en muchas áreas del mundo, y son una buena fuente de energía dietaria. Uno de los subproductos cítricos más empleados es la pulpa cítrica, la cual contiene cantidades considerables de azúcar (12-40%) y carbohidratos fibrosos solubles en detergente neutro (FDN) (22-45%), como las pectinas [16], o el bagazo de naranja que contiene 19 % de MS, 7 % de PC, 25 % de FDN, y 2,60 Mcal de Energía metabolizable por kilo.

La papa (*Solanum tuberosum*) puede ser utilizada como parte de la alimentación animal ofreciendo grandes aportes a la nutrición, la


 UDECA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33

suplementación con este tubérculo es una alternativa que tienen los productores para suministrar la energía necesaria y así disminuir el balance de proteína y carbohidratos no estructurales ofrecidos a las vacas [17].

Los carbohidratos de la ración proporcionan más del 50% de la energía necesaria para el trabajo metabólico, el crecimiento, la reparación, la secreción, la absorción, la excreción y la producción. Los carbohidratos no-fibrosos presentes en muchos concentrados promueven la producción de ácido propiónico mientras los carbohidratos fibrosos que se encuentran principalmente en forrajes estimulan la producción de ácido acético en el rumen. Además, los carbohidratos no-fibrosos rinden más AGV (es decir más energía) porque son fermentados más rápidamente y más completamente [18].

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo es de revisión literaria, en este se recopilieron 34 artículos científicos publicados en los últimos 8 años relacionados con la alimentación de la especie bovina, y de sus diferentes formas de alimentación y suplementación, se utilizaron buscadores como la base de datos de la Universidad de Cundinamarca, Elsevier, Scielo, Dialnet, entre otras plataformas que facilitan el acceso a información educativa de importancia para la investigación. Para que la búsqueda fuera más precisa se manejaron


	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33

dos operadores lógicos o booleanos; AND (+) localiza documentos que incluyan ambos términos, NOT (-) localiza documentos que incluyan el primer término exceptuando el segundo [19], se conjugaron con palabras claves como "bovine supplementation" NOT "concentrates" – "bovine feeding" AND "metabolizable energy", con los resultados de estas búsquedas se tuvieron en cuenta solo artículos de investigación con un total de 33 documentos debidamente referenciados, Se estudiaron cada uno de estos documentos y consecutivamente se hizo una selección de ellos, predominando los que contaban con información más relevante y que aportaran al desarrollo del tema a tratar en el siguiente artículo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En medio de esta consulta se encontró que según estudios resulta necesario realizar un análisis adecuado de los forrajes y de los alimentos concentrados para que la ración suministrada corresponda con los aportes calculados por el nutricionista. Las producciones lecheras esperan y demandan programas de alimentación que permitan obtener elevadas producciones de leche manteniendo bajo control el costo por unidad de leche producida, A mayor calidad del forraje, mayor puede ser la relación forraje/concentrado, lo que permite controlar los costos alimenticios [20].

Es importante tener en cuenta los niveles y la relación de los nutrientes de la ración, esto para realizar una correcta alimentación, La nutrición en los bovinos

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33

se basa en la energía (carbohidratos), proteína, minerales, vitaminas y agua y en cantidades adecuadas y equilibradas.

Tabla 01. Niveles objetivo de formulación de los nutrientes más limitantes para la producción de leche en vacas Holstein.

Prioridad	Grupos	Nutriente	Unid.	Alta prod.
1	Carbohidratos fibrosos	FND	% MS	30-32
		FND _{e1}	% MS	21-22
		FND _{e1}	% FND	70
		Lignina	% MS	3-4
2	Carbohidratos no fibrosos	CNF ₂	% MS	36-40
		Almidón	% MS	24-26
		Azúcares	% MS	4-6
		FND Soluble	% MS	8-12
3	Proteína	PDR ₃	% MS	60-65
		PINDR ₄	% MS	35-40
4	Grasa	Grasa total	% MS	4-5
5	Minerales	Cenizas	% MS	7-8

1 FNDe = FND efectiva – FDN (fibra detergente neutro)

2 CNF (NFC)= 100 - (FND + PB + Cenizas + Grasa)

3 PDR (RDP)= Proteína degradable en el rumen

4 PINDR (RUP) = Proteína indegradable en el rumen.

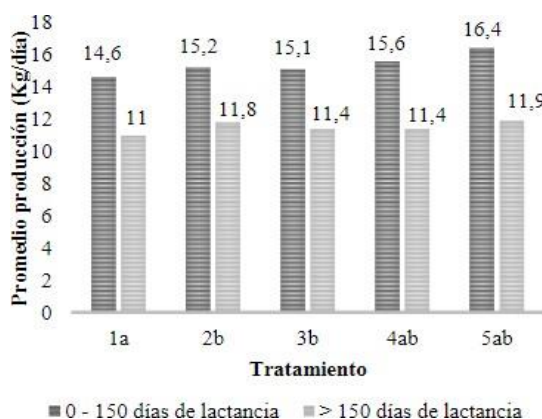
Tomada de [21].

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33

Según estudios [22] [23] [24] [25], la producción de leche aumenta si se suministra algún tipo de suplementación, sin embargo la relación costo-beneficio puede variar dependiendo de la materia prima que se utilice.


Dentro de las opciones de suplementos para el ganado lechero se encuentran disponibles en el mercado el **Glicerol** y el **Palmiste**. La inclusión de glicerol y/o palmiste (*Hyophorbe lagenicaulis*) como suplementos alimentarios en la dieta bovina mostro tener beneficios sobre la producción de leche aumentando además su porcentaje (%) de grasa [26].

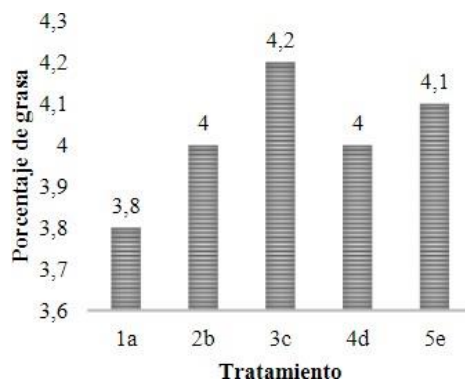
Figura 02. Promedio de la producción de leche (Kg/día/animal) por tratamiento.



T1: Dieta convencional
T2: Concentrado, Glicerol, Sal mineralizada al 10%
T3: Concentrado, Glicerol, Palmiste, Sal mineralizada al 10%
T4: Concentrado, Palmiste, Sal mineralizada al 10%
T5: Glicerol, Palmiste, Sal mineralizada al 10%
Tomada de [26]

Figura 03. Promedio porcentaje de grasa en leche por tratamiento.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33



T1: Dieta convencional
T2: Concentrado, Glicerol, Sal mineralizada al 10%
T3: Concentrado, Glicerol, Palmiste, Sal mineralizada al 10%
T4: Concentrado, Palmiste, Sal mineralizada al 10%
T5: Glicerol, Palmiste, Sal mineralizada al 10%
Tomada de [26]

Según el estudio de [27] sustituir el 35% del concentrado en vacas lecheras, por 1500g de **Glicerol** se puede obtener un menor costo en la variable de insumos en (\$138.985,2 colombianos) reflejado en 34,67% menos. Por otra parte, hablando del palmiste, un estudio de costos [28] realizado por Unipalma 2023 revela que en Colombia se vende el **Palmiste** al ganadero en forma de torta de palmiste a \$300 el kilo, que comparando con alimentos concentrados convencionales genera mayor costo beneficio, pues se pueden mitigar costos de suplementación hasta en un 23%.

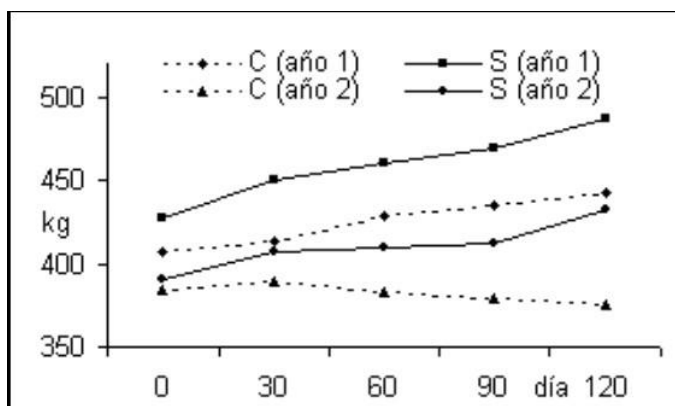
En un estudio realizado por [29] La suplementación de ganado adulto cruza cebú (vacas de descarte) con **Bagazo Fresco de Citrus** sin adición nitrogenada, produjo aumentos significativos de la ganancia de peso, con

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33

relación a controles alimentados exclusivamente con pastura natural, que fueron estadísticamente significativos a los 60 días y 90 días. El consumo del suplemento fue total, sin haberse verificado rechazos por mala palatabilidad ni síntomas clínicos sugerentes de efectos secundarios indeseables.

Las ganancias de peso fueron de 59,1 kg en los animales suplementados (492 g/animal/día).


Figura 04. Evolución del peso.



[29]

Los desechos cítricos por su valor energético pueden brindar una alternativa en la suplementación, además son de bajo costo, en el trabajo de [30] los costos de suplementación con ensilaje de cascara de naranja sustituyendo el 20 % de convencional, por litro de leche producido se calcularon en COP 253,59 y COP 300 para el tratamiento a base de concentrado convencional.

Figura 05. Costo de suplementación de litro de leche producido con ensilaje de naranja.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33


Tratamiento	Litros leche	Costos suplementación por tratamiento	Costos suplementación por litro de leche producido	
Testigo	2692	COP 837.000	COP 310,92	[30]
Tratamiento 1	2979	COP 790.960	COP 265,15	

Los costos de alimentación representan el 40% de los costos de producción en los sistemas ganaderos colombianos [31]. Generar estrategias que permitan mitigar este porcentaje impactara positivamente en la rentabilidad de los sistemas de producción [32].

La suplementación basada en materias primas poco convencionales se considera una actividad bastante usual en sistemas ganaderos sostenibles debido a que potencializa la respuesta animal, reduce la excreción de nutrientes al ambiente, disminuye los costos de suplementación, y aumenta la rentabilidad de los sistemas de producción [33].

CONCLUSIONES

- Existen materias primas no convencionales que tienen alto aporte energético para los bovinos y generan mayor costo beneficio sustituyéndolas total o parcialmente con el concentrado balanceado convencional, mitigando así costos en la producción.
- En las producciones bovinas la suplementación debe ser una herramienta que permita aportar los nutrientes que el forraje no aporta,


	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33

es necesario conocer y basarse en los requerimientos nutricionales para crear una estrategia adecuada, se pueden utilizar las materias primas que la región pueda ofrecer, ya que muchas de estas generan un balance óptimo de nutrientes para los animales.

Referencias bibliográficas


1. Gómez Osorio LM, Posada Ochoa SL, Olivera Ángel M, Rosero Noguera R, Aguirre Martínez P. Análisis de rentabilidad de la producción de leche de acuerdo con la variación de la fuente de carbohidrato utilizada en el suplemento de vacas Holstein. Rev Med Vet. 2017;(34 Supl):9-22. doi: <http://dx.doi.org/10.19052/mv.4251>
2. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Ganadería mundial. 2019. FAO. <https://www.fao.org/livestock-environment/es#:~:text=El%20papel%20de%20la%20FAO,pobreza%20y%20el%20crecimiento%20econ%C3%B3mico.>
3. Klassen, N. Para animales en pastoreo Suplementación con minerales. Universidad de Nicaragua. 2020. <http://archivo.abc.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pid=4619>
4. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Social. Política nacional para mejorar la competitividad del sector lácteo colombiano. 2018.

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2


	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33

<https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/Documents/d.angie/Informe%20de%20avance.pdf>


5. Mendoza, G y Ricalde, R. Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano. Universidad Autónoma Metropolitana. 2019. <https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelctronico/Bovinos.pdf>
6. Cabrera, O., Del Carpio, P. Rendimiento de vacas Holstein en lactación alimentadas con grasa sobrepasante en las dietas. Engormix. 2013. <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/rendimiento-vacas-holstein-lactacion-t27416.htm#:~:text=La%20inclusi%C3%B3n%20de%20grasa%20sobrepasante,comparaci%C3%B3n%20con%20el%20tratamiento%20testigo.>
7. Henao, D. Costos de producción de un litro de leche. Repositorio unilasallista. 2016. http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/389/1/Costos_producci%C3%B3n_litro_leche.pdf
8. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Producción lechera. FAO. 2016. <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33

9. Kanjanapruthipong, J., Buatoug, N., Kanto, U., Juttupornpong, S. & Chaw-uthai, W. Cassava Chips and Ground Corn as Sources of Total Non-Fiber Carbohydrates in Total Mixed Rations for Dairy Cows. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 2015. 14(2): 206-210.
10. Lynn, D. Sistemas de alimentación para optimizar la rentabilidad de rebaños lecheros de alta producción en EE. UU. Dialnet. 2008. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2798935>
11. Marchelli-Craviotto, J. Evaluación del glicerol crudo como fuente de energía en la suplementación de bovinos de leche en fase de recría y en lactación. Universidad de la República (Uruguay). 2015. 70 p. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/24144/1/MarchelliCraviottoJuanPablo.pdf>
12. Nivia-Osuna, A., Ramírez-Peña, A., Porras-Sánchez, C y Marentes-Barrantes, D. Glicerol: suplemento alimenticio y su respuesta en bovinos de leche. Universidad de Costa Rica. 2020. <https://www.redalyc.org/journal/437/43764233029/html/>
13. Karl-Heinz, S. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. Institute of Animal Nutrition, Physiology and Metabolism. 2019. <https://www.gcirc.org/fileadmin/documents/Proceedings/IRC1999Canberra/erravol2/241.htm>

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33

14. Kerr, B., Honeyman, M., Lammers, P & Hoyer, S. Feeding bioenergy coproducts to swine: Crude glycerol. Iowa Pork Industry Center Fact Sheets. 2019. <https://core.ac.uk/download/pdf/38939245.pdf>
15. INTA mercedes. ¿Se pueden seleccionar animales por eficiencia de conversión de alimento? Rural net. 2019. <https://ruralnet.com.ar/2019/07/16/se-pueden-seleccionar-animales-por-eficiencia-de-conversion-de-alimento/>
16. Bampidis, V & Robinson, P. Citrus by-products as ruminant feeds: A review. Animal Feed Science and Technology. 2006. 128(3-4). <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.12.002>
17. García, Y. Evaluación de la suplementación con papa solanum tuberosum en la dieta sobre la producción y calidad de leche en vacas de un hato de Chocontá Cundinamarca. Repositorio unilasallista. 2017. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1340&context=zootecnia>
18. Ramírez-Pérez, A y Buntinx, S. Metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas. Depto. de Nutrición Animal y Bioquímica. 2014. <https://pdf4pro.com/amp/view/metabolismo-de-carbohidratos-l-205-pidos-y-d0502.html>
19. Nivia, A., Beltran, E., Marentes, D y Pineda, A. Caracterización técnico-administrativa de los sistemas de producción bovino de leche de

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33


pequeña escala en una región central de Colombia. Idesia (Arica). 2018. 36(2). pp.259-268. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005000601>.

20. Lloyd, S. Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh Revised Edition. 2018. <https://profsite.um.ac.ir/~kalidari/software/NRC/HELP/NRC%202001.pdf>


21. Rodríguez, P y Blanco, J. Efecto de la suplementación energética sobre la producción de leche de vacas en trópico bajo. Repositorio unilasallista. 2018. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1313&context=zootecnia>

22. Mella, C. Suplementación de vacas lecheras de alta producción a pastoreo II. Santiago de Chile: Universidad de Chile. 2020. https://www.uchile.cl/documentos/suplementacion-de-vacas-lecheras-de-alta-produccion-a-pastoreo-ii_58311_9_5339.pdf.

23. Beita-Carvajal, K y Elizondo-Salazar, J. Suplementación de vacas lecheras en producción con un complejo de vitaminas B recubierto. Agronomía Mesoamericana. 2021. 32(1). <https://www.redalyc.org/journal/437/43765068017/43765068017.pdf>


	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33

24. Méndez, M. Desempeño productivo y análisis económico de vacas lecheras primíparas suplementadas con grasa sobrepasante en una ración totalmente mezclada. Escuela Agrícola Panamericana. 2013.
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/275e67e7-3440-45ed-84c5-d84bcf51ba71/content>
25. Correa, C y Moreno, L. Evaluación de la producción de leche, nitrógeno ureico en sangre y algunos componentes de la leche en vacas Holstein suplementadas con glicerol y palmiste en la dieta. Revista Colombiana de Zootecnia. 2019. 5(10).
<http://anzoo.org/publicaciones/index.php/anzoo/article/view/95>
26. Ramírez, K y Flores, O. Evaluación de la suplementación con glicerina en vacas f1 tipo leche sobre producción y calidad de la leche. Repositorio Ucundinamarca. 2018.
<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20500.12558/968>
27. Betancourt, L. Torta de palmiste en Colombia, FedePalma. 2023.
<https://fedepalma.org/?s=torta+de+palmiste>
28. Coppo, J y Mussart, N. Bagazo de citrus como suplemento invernal en vacas de descarte. Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. 2016.
<https://www.produccion->

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33

animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/78-
bagazo_citrus.pdf

29. Flores, D., Capacho, A., Quintero, S y Báez, P. Effect of orange silage supplementation on bovine milk composition. Repositorio UNAD. 2019.
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/37060>
30. Avellaneda, Y., Mancipe, E y Vargas, J. Suplementación a mínimo costo con baja concentración de proteína para vacas lecheras del trópico alto colombiano. Agrosavia. 2019.
<https://repository.agrosavia.co/handle/20500.12324/22147>
31. Gómez-Vega, S., Caicedo-Pinzón, R y Vargas-Martínez, J. Efecto de la suplementación estratégica en un sistema de lechería en Cundinamarca, Colombia. Rev. investig. vet. Perú. 2019. 30(3).
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172019000300014
32. Flores, D., Capacho, A., Quintero, S y Báez, P. Efecto de la suplementación con ensilaje de naranja sobre la composición de la leche bovina. Revista de investigación agraria y ambiental. 2020. 11(2).
<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2974#:~:text=La%20sustituci%C3%B3n%20de%20alimento%20balanceado,alimentaci%C3%B3n%20en%20vacas%20lactantes%20cruzadas.>

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 33

33. Angulo-Ariza, J., Nemocón-Cobos, A., Barragán, W., Gallo-Marín, J y Mahecha-Ledesma, L. Residuos de la industria alimentaria (snacks) como alimento en una lechería en el trópico alto colombiano. Cienc. Tecnol. Agropecuaria. 2022. 23(1).
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-87062022000100007

**Análisis nutricional y económico de diferentes tipos de materias primas con
alto aporte de energía para suplementación bovina.**

**Nutritional and economic analysis of different types of raw materials with
high energy input for bovine supplementation.**

Marby Alejandra Misse Arévalo

Angie Tatiana Clavijo Rincón

Universidad de Cundinamarca

Facultad de ciencias agropecuarias

Programa zootecnia

Cundinamarca

Resumen

En la actualidad la ganadería en Colombia es una de las actividades económicas que tiene mayor presencia en el territorio nacional, la producción de leche en el país día a día está en crecimiento constante, sin embargo, los costos de producción son bastante altos, muchas veces debido al uso de los insumos alimenticios, como los suplementos energéticos como concentrados comerciales, maíz, entre otras materias primas que son altamente demandadas por distintos sectores productivos. El objetivo de este artículo es realizar un estudio de carácter descriptivo y exploratorio, de distintas materias primas con alto aporte energía metabolizable y de sus características nutricionales y económicas para suplementación bovina. Se recurrió a la búsqueda de artículos científicos en motores de búsqueda como Google Académico, Scopus, Scielo, base de datos de la Universidad de Cundinamarca. Se concluye que existen materias primas no convencionales como el glicerol, o el propilenglicol. Qué pueden mitigar costos en la producción en comparación con alimentos balanceados convencionales y que muchas de estas que tienen un alto aporte de energía también generan un balance óptimo de nutrientes.

Palabras clave: producción, nutrición, carbohidratos, suplemento, concentrados.

Abstract

Currently livestock in Colombia is one of the economic activities that has greater presence in the national territory, milk production in the country is constantly

growing, however, production costs are quite high, often due to the use of food inputs, such as energy supplements as commercial concentrates, corn, among other raw materials that are highly demanded by different productive sectors. The objective of this article is to conduct a descriptive and exploratory study of different raw materials with high metabolizable energy input and their nutritional and economic characteristics for bovine supplementation. We used the search for scientific articles in search engines such as Google Scholar, Scopus, Scielo, database of the University of Cundinamarca. It is concluded that there are unconventional raw materials such as glycerol, or propylene glycol. What can mitigate production costs compared to conventional balanced foods and that many of these that have a high energy input also generate an optimal balance of nutrients.

Keywords: production, nutrition, carbohydrates, supplement, concentrates.

Introducción

Actualmente la ganadería en Colombia es una de las actividades económicas que tiene mayor presencia en el territorio nacional, en Latinoamérica el país ha conseguido estar entre los primeros lugares en función del volumen de producción de leche.

En el contexto global, hay aproximadamente 300 millones de personas que dependen del ingreso diario por venta de leche [1]. Los sistemas de producción de leche en pequeña escala son la forma más frecuente de producción alrededor del mundo [2]. Sin embargo existen distintos sistemas de manejo bovino lechero como

son el sistema intensivo especializado, el cual se caracteriza por la importancia que le ofrece a la técnica de crianza de los animales y su espacio. Normalmente se encuentran en un área estabulada, habitualmente en condiciones óptimas de temperatura, luz y humedad, con el objetivo de desarrollar la producción en un corto lapso de tiempo. Por otro lado en el sistema extensivo los animales se crían en condiciones de vida natural, ya que ellos mismos buscan su alimento ya que están en cualquier tipo de pastoreo, es una forma “tradicional o convencional de producción animal [3].

Los costos de producción afectan negativamente la rentabilidad de la operación. Estos varían en función del nivel tecnológico aplicado en la granja, la disponibilidad de mano de obra, agua y forrajes para el ganado, la genética animal, entre otros.

La nutrición es el área que más incide en los costos de producción [4]. En los requerimientos nutricionales de suplementos alimenticios del ganado lechero se debe tener en cuenta que los forrajes están constituidos por tejidos compuestos por células, que contienen agua y materia seca (MS) las cuales constituyen el alimento para los animales. La MS contiene los distintos nutrientes de la planta tales como carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales [5].

Hoy en día existen varios factores que ponen en riesgo la productividad del ganado bovino lechero, pero también existen muchas alternativas para ayudar a mantenerlo en óptimas condiciones. Para una vaca lechera después del parto, la cantidad de energía requerida para la producción de leche y para el mantenimiento de los tejidos del cuerpo es mucho mayor que la cantidad de energía consumida, esto crea un

panorama en el cual las reservas del cuerpo se deben movilizar para promover la energía suficiente para sostener un alto nivel en la producción de leche [6].

Los costos de producción en Colombia varían según la región, en el país el costo promedio por litro para los productores es de \$ 961 pesos en promedio [7]. El costo de las materias primas básicas de suplementación influye en el costo de producción, muchos de los carbohidratos utilizados en la suplementación de vacas en producción de leche como los alimentos concentrados, son de una demanda bastante alta debido a que también son utilizados en alimentación humana [8]. En los últimos años se ha visto la necesidad de implementar otras fuentes de energía para la elaboración de suplementos para bovinos, para que esto facilite la disminución de los costos de producción y así mejorar la rentabilidad.

En esta búsqueda de materias primas secundarias se han utilizado diversos tipos de alimentos. Por ejemplo, la yuca (*Manihot esculenta*) contiene entre 65 y 85% de carbohidratos no fibrosos (CNF) y se ha usado con frecuencia en la alimentación del ganado, existen estudios en los cuales se muestra que los rumiantes responden favorablemente a la introducción de yuca en la dieta en reemplazo del maíz [9]. Los CNF (almidones y azúcares) se fermentan rápida y completamente en el rumen. El contenido de CNF incrementa la densidad de energía en la dieta, y así mejora el suministro de energía y determina la cantidad de proteína bacteriana producida en el rumen [10].

De la industria del biodiesel, se origina un subproducto denominado glicerina, la cual representa alto contenido de energía metabolizable, de orden de 4,32 Mcal/Kg MS,

comparable a los valores energéticos del maíz (*Zea mays*) con valores aproximados de 3741 kcal/kg MS [11]. Para su uso debe tenerse en cuenta que existen limitantes dadas por la capacidad de las bacterias, así como del rumiante para asimilarlo. Puede ser utilizado en suplementación animal como fuente energética hasta un 40% de la ración diaria [12].

Con relación al metabolismo ruminal, el glicerol en las cantidades adecuadas es fermentado completamente en el rumen a ácidos grasos volátiles, en especial en butirato y propionato, el glicerol ha sido utilizado como alternativa de suplemento, y se considera como suplente parcial del maíz en dietas de bovinos de alta producción, por su similitud en el valor de energía neta [13].

Estudios realizados han demostrado que no existen diferencias significativas entre animales alimentados con maíz y glicerol, donde para la especie bovina los niveles de inclusión de este varían entre 5 y 10 %; por lo tanto, se considera que los subproductos agroindustriales pueden ser utilizados como alternativa en la suplementación de vacas lecheras como componente en la elaboración de raciones mixtas totales [14]. Los animales en sistemas de producción pecuarios pueden funcionar como bio-procesadores, convirtiendo fuentes alimenticias no comestibles/palatables o no requeridas por humanos, en alimentos de alto valor biológico como carne, y leche [15].

Los subproductos de cítricos son componentes importantes de los sistemas de alimentación de los ruminantes en muchas áreas del mundo, y son una buena fuente de energía dietaria. Uno de los subproductos cítricos más empleados es la pulpa

cítrica, la cual contiene cantidades considerables de azúcar (12-40%) y carbohidratos fibrosos solubles en detergente neutro (FDN) (22-45%), como las pectinas [16], o el bagazo de naranja que contiene 19 % de MS, 7 % de PC, 25 % de FDN, y 2,60 Mcal de Energía metabolizable por kilo.

La papa (*Solanum tuberosum*) puede ser utilizada como parte de la alimentación animal ofreciendo grandes aportes a la nutrición, la suplementación con este tubérculo es una alternativa que tienen los productores para suministrar la energía necesaria y así disminuir el balance de proteína y carbohidratos no estructurales ofrecidos a las vacas [17].

Los carbohidratos de la ración proporcionan más del 50% de la energía necesaria para el trabajo metabólico, el crecimiento, la reparación, la secreción, la absorción, la excreción y la producción. Los carbohidratos no-fibrosos presentes en muchos concentrados promueven la producción de ácido propiónico mientras los carbohidratos fibrosos que se encuentran principalmente en forrajes estimulen la producción de ácido acético en el rumen. Además, los carbohidratos no-fibrosos rinden más AGV (es decir más energía) porque son fermentados más rápidamente y más completamente [18].

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo es de revisión literaria, en este se recopilaron 34 artículos científicos publicados en los últimos 8 años relacionados con la alimentación de la especie bovina, y de sus diferentes formas de alimentación y suplementación, se

utilizaron buscadores como la base de datos de la Universidad de Cundinamarca, Elsevier, Scielo, Dialnet, entre otras plataformas que facilitan el acceso a información educativa de importancia para la investigación. Para que la búsqueda fuera más precisa se manejaron dos operadores lógicos o booleanos; AND (+) localiza documentos que incluyan ambos términos, NOT (-) localiza documentos que incluyan el primer término exceptuando el segundo [19], se conjugaron con palabras claves como "bovine supplementation" NOT "concentrates" – "bovine feeding" AND "metabolizable energy", con los resultados de estas búsquedas se tuvieron en cuenta solo artículos de investigación con un total de 33 documentos debidamente referenciados, Se estudiaron cada uno de estos documentos y consecutivamente se hizo una selección de ellos, predominando los que contaban con información más relevante y que aportaran al desarrollo del tema a tratar en el siguiente artículo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En medio de esta consulta se encontró que según estudios resulta necesario realizar un análisis adecuado de los forrajes y de los alimentos concentrados para que la ración suministrada corresponda con los aportes calculados por el nutricionista. Las producciones lecheras esperan y demandan programas de alimentación que permitan obtener elevadas producciones de leche manteniendo bajo control el costo por unidad de leche producida, A mayor calidad del forraje, mayor puede ser la relación forraje/concentrado, lo que permite controlar los costos alimenticios [20].

Es importante tener en cuenta los niveles y la relación de los nutrientes de la ración, esto para realizar una correcta alimentación, La nutrición en los bovinos se basa en la energía (carbohidratos), proteína, minerales, vitaminas y agua y en cantidades adecuadas y equilibradas.

Tabla 01. Niveles objetivo de formulación de los nutrientes más limitantes para la producción de leche en vacas Holstein.

Prioridad	Grupos	Nutriente	Unid.	Alta prod.
1	Carbohidratos fibrosos	FND	% MS	30-32
		FNDe ₁	% MS	21-22
		FNDe ₁	% FND	70
		Lignina	% MS	3-4
2	Carbohidratos no fibrosos	CNF ₂	% MS	36-40
		Almidón	% MS	24-26
		Azúcares	% MS	4-6
		FND Soluble	% MS	8-12
3	Proteína	PDR ₃	% MS	60-65
		PINDR ₄	% MS	35-40
4	Grasa	Grasa total	% MS	4-5
5	Minerales	Cenizas	% MS	7-8

1 FNDe = FND efectiva – FDN (fibra detergente neutro)

2 CNF (NFC)= 100 - (FND + PB + Cenizas + Grasa)

3 PDR (RDP)= Proteína degradable en el rumen

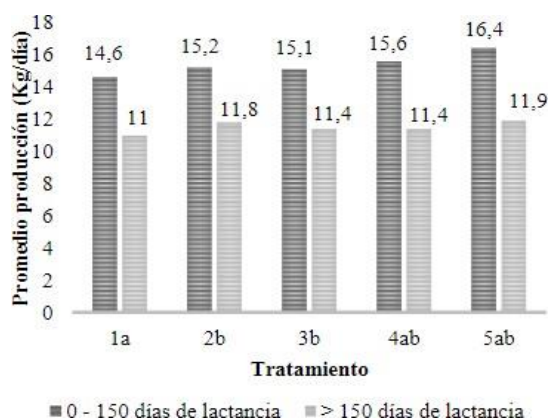
4 PINDR (RUP) = Proteína indegradable en el rumen.

Tomada de [21].

Según estudios [22] [23] [24] [25], la producción de leche aumenta si se suministra algún tipo de suplementación, sin embargo la relación costo-beneficio puede variar dependiendo de la materia prima que se utilice.

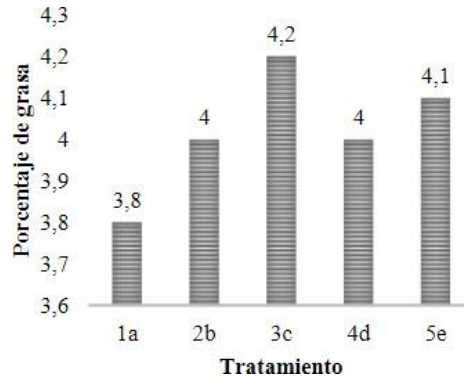
Dentro de las opciones de suplementos para el ganado lechero se encuentran disponibles en el mercado el **Glicerol** y el **Palmiste**. La inclusión de glicerol y/o palmiste (*Hyophorbe lagenicaulis*) como suplementos alimentarios en la dieta bovina mostro tener beneficios sobre la producción de leche aumentando además su porcentaje (%) de grasa [26].

Figura 02. Promedio de la producción de leche (Kg/día/animal) por tratamiento.



T1: Dieta convencional
 T2: Concentrado, Glicerol, Sal mineralizada al 10%
 T3: Concentrado, Glicerol, Palmiste, Sal mineralizada al 10%
 T4: Concentrado, Palmiste, Sal mineralizada al 10%
 T5: Glicerol, Palmiste, Sal mineralizada al 10%
 Tomada de [26]

Figura 03. Promedio porcentaje de grasa en leche por tratamiento.



T1: Dieta convencional

T2: Concentrado, Glicerol, Sal mineralizada al 10%

T3: Concentrado, Glicerol, Palmiste, Sal mineralizada al 10%

T4: Concentrado, Palmiste, Sal mineralizada al 10%

T5: Glicerol, Palmiste, Sal mineralizada al 10%

Tomada de [26]

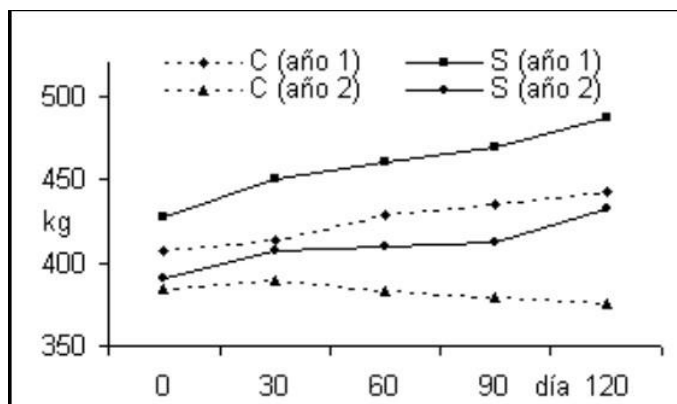
Según el estudio de [27] sustituir el 35% del concentrado en vacas lecheras, por 1500g de **Glicerol** se puede obtener un menor costo en la variable de insumos en (\$138.985,2 colombianos) reflejado en 34,67% menos. Por otra parte hablando del palmiste, un estudio de costos [28] realizado por Unipalma 2023 revela que en Colombia se vende el **Palmiste** al ganadero en forma de torta de palmiste a \$300 el kilo, que comparando con alimentos concentrados convencionales genera mayor costo beneficio, pues se pueden mitigar costos de suplementación hasta en un 23%.

En un estudio realizado por [29] La suplementación de ganado adulto cruza cebú (vacas de descarte) con **Bagazo Fresco de Citrus** sin adición nitrogenada, produjo aumentos significativos de la ganancia de peso, con relación a controles alimentados exclusivamente con pastura natural, que fueron estadísticamente significativos a los 60 días y 90 días. El consumo del suplemento fue total, sin haberse verificado rechazos por mala palatabilidad ni síntomas clínicos sugerentes

de efectos secundarios indeseables.

Las ganancias de peso fueron de 59,1 kg en los animales suplementados (492 g/animal/día).

Figura 04. Evolución del peso.



[29]

Los desechos cítricos por su valor energético pueden brindar una alternativa en la suplementación, además son de bajo costo, en el trabajo de [30] los costos de suplementación con ensilaje de cascara de naranja sustituyendo el 20 % de convencional, por litro de leche producido se calcularon en COP 253,59 y COP 300 para el tratamiento a base de concentrado convencional.

Figura 05. Costo de suplementación de litro de leche producido con ensilaje de naranja.

Tratamiento	Litros leche	Costos suplementación por tratamiento	Costos suplementación por litro de leche producido
Testigo	2692	COP 837.000	COP 310,92
Tratamiento 1	2979	COP 790.960	COP 265,15

[30]

Los costos de alimentación representan el 40% de los costos de producción en los sistemas ganaderos colombianos [31]. Generar estrategias que permitan mitigar este porcentaje impactara positivamente en la rentabilidad de los sistemas de producción [32].

La suplementación basada en materias primas poco convencionales se considera una actividad bastante usual en sistemas ganaderos sostenibles debido a que potencializa la respuesta animal, reduce la excreción de nutrientes al ambiente, disminuye los costos de suplementación, y aumenta la rentabilidad de los sistemas de producción [33].

CONCLUSIONES

- Existen materias primas no convencionales que tienen alto aporte energético para los bovinos y generan mayor costo beneficio sustituyéndolas total o parcialmente con el concentrado balanceado convencional, mitigando así costos en la producción.
- En las producciones bovinas la suplementación debe ser una herramienta que permita aportar los nutrientes que el forraje no aporta, es necesario conocer y basarse en los requerimientos nutricionales para crear una estrategia adecuada, se pueden utilizar las materias primas que la región pueda ofrecer, ya que muchas de estas generan un balance óptimo de nutrientes para los animales.

Referencias bibliográficas

1. Gómez Osorio LM, Posada Ochoa SL, Olivera Ángel M, Rosero Noguera R, Aguirre Martínez P. Análisis de rentabilidad de la producción de leche de acuerdo con la variación de la fuente de carbohidrato utilizada en el suplemento de vacas Holstein. Rev Med Vet. 2017;(34 Supl):9-22. doi: <http://dx.doi.org/10.19052/mv.4251>
2. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Ganadería mundial. 2019. FAO. <https://www.fao.org/livestock-environment/es#:~:text=El%20papel%20de%20la%20FAO,pobreza%20y%20el%20crecimiento%20econ%C3%B3mico>.
3. Klassen, N. Para animales en pastoreo Suplementación con minerales. Universidad de Nicaragua. 2020. <http://archivo.abc.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pid=4619>
4. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Social. Política nacional para mejorar la competitividad del sector lácteo colombiano. 2018. <https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/Documents/d.angie/Informe%20de%20avance.pdf>
5. Mendoza, G y Ricalde, R. Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano. Universidad Autónoma Metropolitana. 2019. <https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/Bovinos.pdf>
6. Cabrera, O., Del Carpio, P. Rendimiento de vacas Holstein en lactación alimentadas con grasa sobrepasante en las dietas. Engormix. 2013. <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/rendimiento-vacas->

holstein-lactacion-

t27416.htm#:~:text=La%20inclusi%C3%B3n%20de%20grasa%20sobrepas
ante,comparaci%C3%B3n%20con%20el%20tratamiento%20testigo.

7. Henao, D. Costos de producción de un litro de leche. Repositorio unilasallista. 2016.
http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/389/1/Costos_producci%C3%B3n_litro_leche.pdf
8. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Producción lechera. FAO. 2016. <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>
9. Kanjanapruthipong, J., Buatoug, N., Kanto, U., Juttupornpong, S. & Chawuthai, W. Cassava Chips and Ground Corn as Sources of Total Non-Fiber Carbohydrates in Total Mixed Rations for Dairy Cows. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 2015. 14(2): 206-210.
10. Lynn, D. Sistemas de alimentación para optimizar la rentabilidad de rebaños lecheros de alta producción en EE. UU. Dialnet. 2008.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2798935>
11. Marchelli-Craviotto, J. Evaluación del glicerol crudo como fuente de energía en la suplementación de bovinos de leche en fase de recría y en lactación. Universidad de la República (Uruguay). 2015. 70 p.
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/24144/1/MarchelliCraviottoJuanPablo.pdf>
12. Nivia-Osuna, A., Ramírez-Peña, A., Porrás-Sánchez, C y Marentes-Barrantes, D. Glicerol: suplemento alimenticio y su respuesta en bovinos de

- leche. Universidad de Costa Rica. 2020.
<https://www.redalyc.org/journal/437/43764233029/html/>
13. Karl-Heinz, S. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. Institute of Animal Nutrition, Physiology and Metabolism. 2019.
<https://www.gcirc.org/fileadmin/documents/Proceedings/IRC1999Canberravol2/241.htm>
14. Kerr, B., Honeyman, M., Lammers, P & Hoyer, S. Feeding bioenergy coproducts to swine: Crude glycerol. Iowa Pork Industry Center Fact Sheets. 2019. <https://core.ac.uk/download/pdf/38939245.pdf>
15. INTA mercedes. ¿Se pueden seleccionar animales por eficiencia de conversión de alimento? Rural net. 2019.
<https://ruralnet.com.ar/2019/07/16/se-pueden-seleccionar-animales-por-eficiencia-de-conversion-de-alimento/>
16. Bampidis, V & Robinson, P. Citrus by-products as ruminant feeds: A review. Animal Feed Science and Technology. 2006. 128(3-4).
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.12.002>
17. García, Y. Evaluación de la suplementación con papa solanum tuberosum en la dieta sobre la producción y calidad de leche en vacas de un hato de Chocontá Cundinamarca. Repositorio unilasallista. 2017.
<https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1340&context=zootecnia>
18. Ramírez-Pérez, A y Buntinx, S. Metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas. Depto. de Nutrición Animal y Bioquímica. 2014.

<https://pdf4pro.com/amp/view/metabolismo-de-carbohidratos-l-205-pidos-y-d0502.html>

19. Nivia, A., Beltran, E., Marentes, D y Pineda, A. Caracterización técnico-administrativa de los sistemas de producción bovino de leche de pequeña escala en una región central de Colombia. *Idesia (Arica)*. 2018. 36(2). pp.259-268. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005000601>.
20. Lloyd, S. Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh Revised Edition. 2018. <https://profsite.um.ac.ir/~kalidari/software/NRC/HELP/NRC%202001.pdf>
21. Rodríguez, P y Blanco, J. Efecto de la suplementación energética sobre la producción de leche de vacas en trópico bajo. Repositorio unilasallista. 2018. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1313&context=zootecnia>
22. Mella, C. Suplementación de vacas lecheras de alta producción a pastoreo II. Santiago de Chile: Universidad de Chile. 2020. https://www.uchile.cl/documentos/suplementacion-de-vacas-lecheras-de-alta-produccion-a-pastoreo-ii_58311_9_5339.pdf.
23. Beita-Carvajal, K y Elizondo-Salazar, J. Suplementación de vacas lecheras en producción con un complejo de vitaminas B recubierto. *Agronomía Mesoamericana*. 2021. 32(1). <https://www.redalyc.org/journal/437/43765068017/43765068017.pdf>
24. Méndez, M. Desempeño productivo y análisis económico de vacas lecheras primíparas suplementadas con grasa sobrepasante en una ración totalmente mezclada. *Escuela Agrícola Panamericana*. 2013.

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/275e67e7-3440-45ed-84c5-d84bcf51ba71/content>

25. Correa, C y Moreno, L. Evaluación de la producción de leche, nitrógeno ureico en sangre y algunos componentes de la leche en vacas Holstein suplementadas con glicerol y palmiste en la dieta. Revista Colombiana de Zootecnia. 2019. 5(10).
<http://anzoo.org/publicaciones/index.php/anzoo/article/view/95>
26. Ramírez, K y Flores, O. Evaluación de la suplementación con glicerina en vacas f1 tipo leche sobre producción y calidad de la leche. Repositorio Ucundinamarca. 2018.
<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20500.12558/968>
27. Betancourt, L. Torta de palmiste en Colombia, FedePalma. 2023.
<https://fedepalma.org/?s=torta+de+palmiste>
28. Coppo, J y Mussart, N. Bagazo de citrus como suplemento invernal en vacas de descarte. Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. 2016.
https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/78-bagazo_citrus.pdf
29. Flores, D., Capacho, A., Quintero, S y Báez, P. Effect of orange silage supplementation on bovine milk composition. Repositorio UNAD. 2019.
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/37060>
30. Avellaneda, Y., Mancipe, E y Vargas, J. Suplementación a mínimo costo con baja concentración de proteína para vacas lecheras del trópico alto colombiano. Agrosavia. 2019.
<https://repository.agrosavia.co/handle/20500.12324/22147>

31. Gómez-Vega, S., Caicedo-Pinzón, R y Vargas-Martínez, J. Efecto de la suplementación estratégica en un sistema de lechería en Cundinamarca, Colombia. Rev. investig. vet. Perú. 2019. 30(3).
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172019000300014
32. Flores, D., Capacho, A., Quintero, S y Báez, P. Efecto de la suplementación con ensilaje de naranja sobre la composición de la leche bovina. Revista de investigación agraria y ambiental. 2020. 11(2).
<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2974#:~:text=La%20sustituci%C3%B3n%20de%20alimento%20balanceado,alimentaci%C3%B3n%20en%20vacas%20lactantes%20cruzadas.>
33. Angulo-Ariza, J., Nemocón-Cobos, A., Barragán, W., Gallo-Marín, J y Mahecha-Ledesma, L. Residuos de la industria alimentaria (snacks) como alimento en una lechería en el trópico alto colombiano. Cienc. Tecnol. Agropecuaria. 2022. 23(1).
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-87062022000100007