

COMUNICACIÓN

Presupuesto de alimentación: Una herramienta para apoyar la gestión de los sistemas de producción ganaderos

Feed budget: a management tool for livestock production systems

Juan Vargas Martínez¹, Elena Duter², Edgar Mancipe Muñoz^{1*}, Javier Castillo¹,
Yesid Avellaneda Avellaneda¹

RESUMEN

La gestión de los forrajes, la suplementación estratégica y la incorporación de herramientas de seguimiento para la toma de decisiones oportunas permiten el desarrollo de los sistemas de producción ganaderos. De esta forma, el presupuesto de alimentación es una herramienta que permite hacer un balance de la materia seca de la finca en un periodo de tiempo definido, al comparar diferentes unidades de medida y tomar decisiones respecto al manejo de los forrajes y la compra de recursos alimenticios externos como estrategias de alimentación. Así mismo, se debe tener en cuenta elementos como los requerimientos de materia seca de los grupos de animales de la finca y la oferta de forraje seco a lo largo del año y su costo de producción. A partir de la comparación de resultados provenientes de la ejemplificación de escenarios productivos contrastantes se encontró que, al tener una oferta de forraje sin restricción, se incrementan los costos de alimentación en 208% por la aplicación de fertilización, la siembra de cultivos forrajeros y la

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Agrosavia, Centro de Investigación Tibaitatá, Km 14 vía Mosquera, Cundinamarca, Colombia

² Universidad de Lincoln, Chester County, Pensilvania, Estados Unidos

* E-mail: emancipe@agrosavia.co

Este trabajo fue financiado por fondos públicos de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) y el Ministerio de Relaciones Exteriores de Nueva Zelanda (MFAT-NZ) en el marco del Proyecto Cadena de Valor Láctea

Recibido: 22 de abril de 2022

Aceptado para publicación: 5 de noviembre de 2022

Publicado: 22 de diciembre de 2022

Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

compra de alimentos externos a la finca. En otro escenario, al evidenciarse una disminución en la oferta de forraje, el escenario en donde se usan cultivos forrajeros es el que presenta menor costo de alimentación (COP\$201/kg MS). En conclusión, el presupuesto de alimentación permite crear escenarios de alimentación que apoya a la toma de decisiones del productor, permite reducir los costos de alimentación y cumplir con las metas productivas.

Palabras clave: planeación forrajera, costo de producción, requerimientos alimenticios, balance de materia seca

ABSTRACT

Forage management, strategic supplementation and the incorporation of monitoring tools for making timely decisions allow the development of livestock production systems. In this way, a feed budget is a tool that allows making a balance of the dry matter of the farm in a defined period of time, by comparing different units of measurement and making decisions regarding the management of forages and the purchase of feed resources as feeding strategies. In addition, elements such as the dry matter requirements of the groups of animals on the farm and the supply of dry forage throughout the year and its production cost must be considered. When comparing results from the exemplification of contrasting productive scenarios, it was found that, by having an unrestricted forage supply, feed costs increase by 208% due to the application of fertilization, the sowing of forage crops and the purchase of feeds from outside the farm. In another scenario, when there is evidence of a decrease in the forage supply, the scenario in which forage crops are used is the one with the lowest feed cost (COP\$201/kg DM). In conclusion, the feed budget allows creating of feed scenarios that support the producer's decision-making, reduce feed costs and meet production goals.

Key words: forage planning, production cost, feed requirements, dry matter balance

INTRODUCCIÓN

La alimentación es uno de los rubros más importantes dentro de la canasta de costos en los sistemas de producción de rumiantes (Britt *et al.*, 2018). Por lo tanto, el desarrollo de estrategias que promuevan el uso eficiente de los recursos alimenticios es considerado una línea de investigación que permite aumentar la rentabilidad y la sostenibilidad de las empresas ganaderas (Rao *et al.*, 2015). La literatura reporta que la gestión de forrajes, la suplementación estratégica y la incorporación de herramientas de seguimiento para la toma de decisiones

oportunas han permitido el desarrollo de sistemas de producción competitivos en un mercado globalizado (Roche *et al.*, 2017).

En Colombia, la producción promedio de leche es de 5.8 L/vaca/d y el 80% de los productores de leche tienen menos de 20 animales (Carulla y Ortega, 2016; DANE, 2017). Además, la ruralidad colombiana se caracteriza por un índice de pobreza alto, nivel educativo bajo y limitado desarrollo de la infraestructura, lo que limita la consolidación de las cadenas de valor en el territorio (DANE, 2015). Aunado a esto, la mayoría de los programas de fomento agropecuario han estado enfocados en la entrega de insumos o equi-

pos más que en la formación empresarial del productor.

El desarrollo y la transferencia de herramientas para el apoyo en la toma de decisiones es un mecanismo que ha fortalecido la gestión predial en otras regiones y promueve una mayor competitividad del sector (Roche *et al.*, 2017). En este sentido, el objetivo de este documento es presentar una herramienta de gestión alimenticia que le permite al productor tomar decisiones para mejorar la rentabilidad del sistema de producción.

Descripción de la Herramienta

El presupuesto de alimentación o «feed budget» es una herramienta de planeación implementada por los servicios de extensión en Nueva Zelanda (DairyNZ, 2017). Básicamente, consiste en la realización de un balance de alimento en un periodo de tiempo definido. La precisión de la información de entrada resulta en una mayor certeza de los resultados obtenidos, lo que se constituirá en un insumo para la adecuada toma de decisiones. Es importante mencionar que, al ser un balance, la herramienta permite comparar diferentes unidades de medida (por ejemplo, kilogramos o energía) y tiempo (por ejemplo, anual o mensual), de acuerdo con el interés del productor o el técnico.

Requerimientos o demanda de materia seca (MS)

Los requerimientos de MS se refieren a las necesidades de alimento seco (kg) de cada una de las categorías animales que estarán en el predio durante el periodo de evaluación (por ejemplo, año). De esta manera, se deben definir las categorías y los requerimientos de alimento de animales que están presentes en el sistema lechero. Como el número de animales en cada una de las categorías no es estático a lo largo del año, se deberá considerar un promedio que represente la dinámica de cada categoría en el predio durante el periodo de evaluación. Por ejem-

plo, un predio podría tener en promedio 14 vacas lactantes, 5 vacas secas, 2 novillas, 2 terneras y 1 toro a lo largo de un año, con requerimientos diarios de 15, 10, 8, 4.5 y 8 kg de MS por animal por día (Benavides *et al.*, 2019). En este sentido, el requerimiento de MS durante el año es de 106 946 kg.

Además, los requerimientos deben tener en cuenta las necesidades para recuperar la condición corporal de las vacas lactantes después del parto. En este sentido, un animal que pierde un punto de condición debido a la movilización de las reservas lipídicas al inicio de la lactancia requiere recuperar esa energía para soportar la siguiente lactancia. Se considera que para recuperar un punto de condición corporal requiere 200 kg de MS (Benavides *et al.*, 2019). De esta manera, si se tienen 14 animales en lactancia a lo largo del año y cada uno debe recuperar una unidad, se deberán recuperar 14 puntos de condición corporal que requerirán 2800 kg de MS.

Oferta de materia seca

Los aportes de MS hacen relación a la cantidad de alimento que dispone el sistema de producción, sea por producción en el predio o por compra. Es importante incluir en el análisis los costos de producción o el valor por compra de los recursos alimenticios, con el fin de identificar los mejores escenarios de decisión.

Inicialmente, se considera la producción de forraje proveniente de las áreas efectivas de pastoreo. Para calcular la oferta de MS se requiere definir la acumulación promedio de MS diaria del periodo en una hectárea y multiplicar por el área efectiva de pastoreo. Por ejemplo, si la tasa de crecimiento anual promedio del pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) en Sabana de Bogotá (Mosquera y Nemocón), Cundinamarca, es de 42.9 kg MS/d/ha con una rotación de 42 días (Avellaneda *et al.*, 2020) y se asume una eficiencia de pastoreo del 70% y un precio del kg de MS de COP\$70 (USD 1.00 = \$3981

pesos colombianos), se logra una producción de 111 801 kg MS/año a un costo de COP\$7.826.118 en un predio con 10.2 ha efectivas de pastoreo.

Además, los aportes de MS pueden provenir de la aplicación de fertilización química, especialmente nitrógeno (N). De esta manera, por cada kilogramo de N aplicado se puede incrementar la acumulación de materia seca en 8.7 kg. Al fertilizar con 150 kg de N/año, se espera una acumulación de 1305 kg MS, y siendo el costo de N COP\$8000/kg, los costos de producción serían COP\$1 200 000.

Por otra parte, como estrategia el productor puede implementar la siembra de un cultivo forrajero. En este sentido, al sembrar 0.5 ha de un cultivo forrajero que presente un rendimiento de 16 000 kg MS/ha/año con un costo de COP\$450/kg MS, se dispondría de 8000 kg de MS a un costo de COP\$3 600 000.

Otros aportes de MS pueden provenir de recursos adquiridos fuera del predio. Para definir el volumen de MS que aporta un recurso alimenticio se debe conocer la concentración de MS de cada ingrediente. Un predio que adquiere anualmente 216 kg MS de harina de maíz a COP\$1488/kg, 892 kg MS de concentrado a COP\$1910/kg, 68 kg de papa a COP\$882/kg y 181 kg de palmiste a COP\$711/kg, realiza una compra total 1357 kg e invierte COP\$2 213 795.

Balance

La oferta de MS proveniente de las diversas fuentes (la producción de biomasa del área efectiva, la fertilización nitrogenada, los cultivos forrajeros y la compra de recursos alimenticios) sería en este ejemplo de 114 791 kg MS/año con un valor de COP\$14 302 827, lo que corresponde a COP\$124.6/kg MS. Por otra parte, los requerimientos anuales de MS serían de 109 745 kg. De esta manera, se cuenta con un balance positivo de 5046 kg MS al año.

Utilidad de la Herramienta

El presupuesto de alimentación es una herramienta que, a través de un balance de MS del predio, permite determinar el exceso o déficit de alimento en un periodo de tiempo determinado y definir estrategias de acción. Por ejemplo, al tener un excedente de biomasa se deben aumentar los requerimientos de alimento (incluir otro animal al sistema) o reducir la oferta (no comprar tanto alimento, evitar sembrar un cultivo forrajero o disminuir la fertilización nitrogenada). Por el contrario, si es deficitaria la oferta de MS se deben disminuir los requerimientos (disminuir la carga animal, secar animales) o aumentar la oferta de alimento (planear una mayor área de cultivo o comprar materias primas). Teniendo en cuenta que el factor determinante es el precio del kilogramo de MS, las mejores opciones son, en orden ascendente: el cultivo forrajero (COP\$680/kg MS), los subproductos de la agroindustria (palmiste: COP\$711/kg MS), los residuos de cosechas como la papa (COP\$882/kg MS), las materias primas como el maíz (COP\$1488/kg MS) y los balanceados comerciales (COP\$1910/kg MS). La comprensión de los resultados y el análisis de las opciones le permitirá al productor tomar las decisiones que mayor seguridad le ofrezcan.

Comparación de resultados proveniente de la ejemplificación de escenarios productivos contrastantes

El presupuesto de alimentación permite comparar y proyectar diferentes situaciones como soporte a la toma de decisiones en un sistema de producción. En el Cuadro 1 se presentan seis escenarios contrastantes, en donde se implementan diferentes estrategias del manejo del sistema de alimentación con un grupo constante de animales.

En el escenario 1 y 2 se puede apreciar que al tener una oferta de forraje sin restricción, la aplicación de fertilización, la siembra de cultivos forrajeros y la compra de alimentos incrementa los costos de alimentación un

Cuadro 1. Descripción de escenarios y balance alimenticio (kg MS/año) en escenarios contrastantes presentes en sistemas de lechería

Característica del escenario	Escenarios					
	1	2	3	4	5	6
	Sin restricción de oferta forrajera, fertilización estratégica, cultivo forrajero y compra de alimentos externos	Sin restricción de oferta	Restricción de oferta y suplementación con concentrado	Restricción de oferta y siembra de cultivo forrajero	Restricción de oferta y suplementación con mezcla balanceada	Restricción de oferta, fertilización estratégica y suplementación con mezcla balanceada
Requerimiento total de alimento	109,745	109,745	109,745	109,745	109,745	109,745
Oferta total de alimento	122,851	122,463	109,745	109,745	109,745	109,745
Forraje	111,802	122,463	91,214	91,214	91,214	91,214
Fertilización	1305	0	0	0	0	1,740
Cultivo forrajero	8000	0	0	16,000	0	0
Compra de alimento	1745	0	18,531	2,531	18,530	16,790
Balance alimento	13,106	12,718	0	0	0	0
Costo alimentación (COP\$/kg MS)	216.0	70.0	381.0	201.0	252.0	361.3

208% respecto a la alimentación con el alimento proveniente únicamente de la pastura. Además, con una tasa de crecimiento de 42.9 kg MS/ha/d se puede mantener la población de animales y se presenta un excedente de 12 718 kg MS/año, lo que permitiría evaluar la posibilidad de incrementar el número de animales, vender la pastada o conservar forraje para ser comercializado con productos de la zona.

Por el contrario, en escenarios con 18% de restricción de la oferta forrajera (escenarios 3 a 6) se debe incorporar recursos de otras fuentes, resultando un incremento de los costos de alimentación entre 187 y 444%. En este sentido, y con los costos de los recursos utilizados en este ejercicio, la compra de concentrado comercial o la combinación de compra de insumos y fertilización nitrogenada incrementaron en mayor grado el costo de

alimentación (COP\$381 y 361/kg MS, respectivamente), en el último caso, relacionado con el alto precio de las fuentes de nitrógeno, seguido de la suplementación con una mezcla balanceada (COP\$252/kg MS, respectivamente). Finalmente, el ejercicio sugiere que, al evidenciarse una disminución en la oferta de forraje, el escenario en donde se usan cultivos forrajeros es el que presenta menor costo de alimentación (COP\$201/kg MS).

Aunado al balance de MS, se podría estimar el balance energético de la población animal. Esta aproximación requiere otra información (peso y producción promedio de los animales y densidad energética de los ingredientes) que debe determinarse para cada sistema de producción. En el Cuadro 2 se presentan escenarios con restricción de oferta forrajera, suplementación con una mezcla de recursos alimenticios no forrajeros y el uso

de cultivos forrajeros. En el escenario 6 se ofreció una mezcla de 58.5% maíz y 4.5% palmiste, lo cual suple el requerimiento de materia seca, pero excede la oferta de energía. Por el otro lado, en el escenario 7 se evaluó una mezcla de 16.4% de maíz y 83.6% de palmiste, llenando los requerimientos de MS, reduciendo los excesos de energía y reduciendo en 16.8% el costo del kg MS, lo que corresponde a un ahorro de COP\$2.458.310/año.

Experiencias en el Uso del Presupuesto de Alimentación

En marco del proyecto Cadena de Valor Láctea, desarrollado entre el gobierno de Colombia y el de Nueva Zelanda (Lesmes *et al.*, 2019; Tibaduiza *et al.*, 2021), el presupuesto de alimentación fue incorporado como práctica de manejo en sistemas de productio-

Cuadro 2. Descripción de dos escenarios en donde se incluye el balance alimenticio (kg MS/año) y de energía (Mcal ENL/año) para un sistema de lechería

Variable	Escenarios	
	6	7
	Restricción de oferta, cultivos forrajeros y suplementación con mezcla energética	Restricción de oferta, cultivos forrajeros y suplementación con mezcla fibrosa
Requerimiento alimento (kg MS/año)	109,745	
Requerimiento energía (Mcal EN _L /año)	134,791	
Oferta alimento (kg MS/año)	109,745	
Oferta energía (Mcal EN _L /año)	142,002	
Balance alimento (kg MS/año)	0	
Balance energía (Mcal EN _L /año)	7,212	6,014
Costo alimentación (COP\$/kg MS)	201.6	171.2
Costo alimentación (\$/EN _L)	155.8	133.4

Cuadro 3. Descripción de los resultados obtenidos de productores

Conceptos previos requeridos para el desarrollo del presupuesto de alimentación	Implementación del presupuesto de alimentación	Aplicación del presupuesto de alimentación
<ul style="list-style-type: none"> • Una gran proporción de los productores (80%) conoce el concepto de materia seca (MS) del forraje y de oferta y demanda de materia seca. • Un poco más de la mitad de los productores (60%) comprende el concepto de tasa de crecimiento de los forrajes. • Todos los productores (100%) reconocen el concepto de condición corporal y la condición corporal objetivo que los animales deberían tener en los diferentes estados fisiológicos. • Todos los productores (100%) reconocen la cantidad de MS que requiere un animal lactante. Sin embargo, una proporción baja de los productores recuerda la cantidad de MS requerida por las novillas o terneras (40 y 20%, respectivamente) 	<ul style="list-style-type: none"> • Una poca proporción de los productores (20%) realiza aforos regular o esporádicamente, limitando la determinación de las tasas de crecimiento del forraje. • Una baja proporción (20%) de los productores lleva el registro de la condición corporal de los animales • Todos los productores (100%) llevan un inventario de los animales del predio 	<ul style="list-style-type: none"> • Un poco más de la mitad de los productores (60%) realizaron el presupuesto de alimentación. • El 67% de los productores subestimaron los requerimientos de MS al no tener certeza del estado reproductivo de algunos animales al momento de la planeación (especialmente las novillas) y al incremento en el precio de la leche, resultando en un mayor número de vacas lactantes e incremento en os requerimientos de MS. • La cantidad de forraje fue sobre estimada en época de lluvias, lo que hace necesario reconocer las tasas de crecimiento de los pastos en cada finca. • Los productores que realizaron el presupuesto de alimentación se abastecieron de alimento para las épocas de baja disponibilidad.

res de leche. En los predios intervenidos (n=40) se realizó una encuesta con el objetivo de reconocer el nivel de implementación y adopción de la herramienta de gestión. De esta manera, los productores fueron consultados sobre el conocimiento de los conceptos requeridos para el manejo del presupuesto de alimentación y la implementación y la aplicabilidad de esta herramienta de gestión.

Los resultados de la encuesta se describen en el Cuadro 3. En general, una gran proporción (60-80%) de los productores reconocen conceptos como MS, condición corporal y peso de los animales, requeridos para la implementación del presupuesto forrajero. Posiblemente, la participación previa de algunos productores en otros proyectos de ex-

tensión y el acompañamiento que recibieron los productores durante el proyecto, promovieron el entendimiento de conceptos que pueden ser de utilidad para la elaboración del presupuesto de alimentación.

Desafortunadamente, pocos productores (20%) cuentan con valores de referencia o han calculado los valores en los predios (aforos, condición corporal). Los productores mencionan que el incremento en las actividades diarias, la falta de información apropiada para los sistemas de producción y la falta de claridad en la utilidad de las herramientas técnicas generan que los productores no estén dispuestos a capturar datos que permitan hacer un cálculo apropiado del presupuesto de alimentación.

Finalmente, los productores que implementaron el presupuesto de alimentación consideran que es una herramienta de utilidad porque les permite planear actividades asociadas a la alimentación animal y cumplir las metas productivas. Sin embargo, los productores consideran que existe poco acompañamiento por parte de personal capacitado para incorporar rutinariamente el manejo de herramientas de gestión en el sistema productivo.

CONCLUSIONES

- El presupuesto de alimentación permite crear escenarios de alimentación que apoya a la toma de decisiones del productor, permite reducir los costos de alimentación y cumplir con las metas productivas. Sin embargo, es necesario determinar, para cada contexto de producción, valores como peso de los animales y producción de leche, entre otras, que permitan estimar con mayor precisión los requerimientos y aporte de materia seca y energía de cada categoría animal.
- Los productores encuestados reconocen los conceptos para elaborar el presupuesto de alimentación. Sin embargo, la ausencia de información y el poco acompañamiento de personal capacitado (agentes extensionistas) afecta la adopción de esta herramienta de gestión. Se requiere generar programas entre entidades de investigación, academia y extensión que permitan mejorar las capacidades de gestión de los productores, lo que se podría traducir en un mejoramiento en la rentabilidad de los sistemas ganaderos.

LITERATURA CITADA

1. **Avellaneda Avellaneda Y, Mancipe Muñoz EA, Vargas Martínez J de J. 2020.** Efecto de la edad de rebrote sobre el desarrollo morfológico y la composición química del pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) en el trópico alto colombiano. *CES Med Vet Zootec* 15: 23-37. doi: /10.21615/cesmvz.15.2.2
2. **Benavides JC, Avellaneda Y, Buitrago C, Castro E, Castillo J, Rendon C, Romero JF, et al. 2019.** Guía de mejores prácticas en sistemas de producción de leche con base en pasturas para el trópico alto colombiano. Agrosavia. [Internet]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/35641>
3. **Britt JH, Cushman RA, Dechow CD, Dobson H, Humblot P, Hutjens MF, Jones GA, et al. 2018.** Learning from the future - A vision for dairy farms and cows in 2067. *J Dairy Sci* 101: 3722-3741. doi: 10.3168/jds.2017-14025
4. **Carulla JE, Ortega E. 2016.** Sistemas de producción lechera en Colombia: Retos y oportunidades. *Arch. Latinoam. Prod. Anim* 24: 83-87.
5. **[DANE] Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2017.** Encuesta Nacional Agropecuaria ENA-2016. [Internet]. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2016/boletin_ena_2016.pdf
6. **[DANE] Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2015.** Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). [Internet]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria-ena>
7. **DairyNZ. 2017.** Facts and figures – a quick reference guide for New Zealand dairy farmers is a handy compilation of established research and practical knowledge. 2nd ed. Hamilton, NZ. [Internet]. Disponible en: <https://www.dairynz.co.nz/publications/dairy-industry/facts-and-figures/>
8. **Lesmes AR, Castillo Sierra J, Buitrago-Alvarado CP. 2019.** Perspectives of rural extension for dairy cattle in the Colombian high tropics. *Rev Investig Pecu* 6: 1-15. doi: 10.22267/revip.2181-22

9. **Rao I, Peters M, Castro A, Schultze-Kraft R, White D, Fisher M, Miles J, Lascano C, et al. 2015.** LivestockPlus - The sustainable intensification of forage-based agricultural systems to improve livelihoods and ecosystems services in the tropics. Trop Grasslands 3: 59-82. doi: 10.17138/tgft(3)59-82
10. **Roche JR, Berry DP, Bryant AM, Burke CR, Butler ST, Dillon PG, Donaghy DJ, et al. 2017.** A 100-year review: a century of change in temperate grazing dairy systems. J Dairy Sci 100: 10189-10233. doi: 10.3168/jds.2017-13182
11. **Tibaduiza-Castañeda LP, Molano-Bernal LC, Aguilera-Arango GA, Cañar-Sierra DY. 2021.** La finca, escenario de aprendizaje del modelo neozelandés para el fortalecimiento del sector lácteo colombiano. Avances Investig Agropec 25: 82-94. Doi: 10.53897/RevAIA.21.25.17