Desplazamiento bovino en ganadería especializada de trópico alto y trópico bajo y sus implicaciones en el balance nutricional.

A.M Orozco Gómez [a]; S. Montoya Uribe[ac].

[a]Semillero Ruminaceae. Estudiante de pregrado en Zootecnia Universidad Católica de Oriente. (correo-e: anamariaorozcogomez@gmail.com)

[c]Grupo de investigación en Agronomía y Zootecnia-GIAZ, Universidad Católica de Oriente. (correo-e: smontoya@uco.edu.co)

Resumen.

El desplazamiento de los bovinos en sistemas de pastoreo constituye una actividad fundamental para su alimentación, pero representa un gasto energético adicional que debe ser considerado en el balance nutricional. El objetivo fue evaluar el gasto de energía asociado a la actividad de pastoreo y desplazamiento en vacas lecheras en dos sistemas de producción especializados de Colombia. Se determinaron los requerimientos nutricionales, el consumo de forrajes y la distancia recorrida por los animales durante el pastoreo en la Hacienda Lucerna (trópico bajo) y la Finca La Jacoba (trópico alto). Los resultados revelaron mayores déficits en energía metabolizable (EM) y proteína metabolizable (PM) al incluir el gasto energético por desplazamiento en el balance nutricional. En la Hacienda Lucerna, el déficit de EM aumentó de -3,96 Mcal/día a -4,45 Mcal/día, mientras que en la Finca La Jacoba, se incrementó de -4,79 Mcal/día a -6,45 Mcal/día. El déficit de PM también se incrementó en ambos sistemas. Estos hallazgos sugieren la necesidad de incluir el gasto por desplazamiento en la formulación de las dietas para ganado de leche y la inclusión de fuentes de energía y proteína de mayor calidad para cubrir todos los requerimientos del animal.

Introducción.

La nutrición animal en sistemas de pastoreo es un campo de estudio esencial para garantizar el óptimo desarrollo y rendimiento del ganado en condiciones naturales. Esta disciplina se enfoca en comprender las complejas interacciones entre los animales, su dieta y el entorno, con el fin de maximizar tanto la salud como la productividad del rebaño (Pigozzi, 2015). En este contexto, es crucial reconocer que la calidad y disponibilidad de los recursos alimenticios disponibles en el pastoreo juegan un papel fundamental en el bienestar y desempeño de los animales.

El pastoreo representa la forma más económica de cosechar forrajes, convirtiendo la energía solar en carne y leche. Sin embargo, esta práctica implica un gasto energético adicional debido al desplazamiento de los animales. Diversos estudios han analizado el costo energético por caminata y pastoreo en el ganado lechero. Osuji (1974) encontró que la energía utilizada en la caminata puede representar hasta el 10% de los requerimientos energéticos diarios de los bovinos. Gibb et al. (1979) determinaron que la distancia recorrida y la pendiente del terreno son factores clave que afectan el gasto energético por caminata. Recientemente, Walkden-Brown et al. (2020) concluyeron que el costo energético del pastoreo puede representar

entre el 5-15% de los requerimientos totales de energía metabolizable.

A pesar de que la mayoría de las empresas ganaderas basan la alimentación de su hato en el pastoreo, esta práctica a menudo proporciona forrajes de escaso valor nutricional que difícilmente garantizan el mantenimiento adecuado de animales de alto valor genético, y mucho menos la expresión de su máximo potencial productivo. A esta circunstancia se suma el desconocimiento por parte de muchos productores sobre los requerimientos energéticos y proteicos de sus animales, así como una deficiente gestión en la dosificación de alimentos balanceados (Lerma et al., 2022). Como consecuencia, se generan mayores exigencias orgánicas sobre los animales, deteriorando en ocasiones su salud y reproducción, y afectando la vida útil de las vacas de producción y la sustentabilidad del proceso productivo a largo plazo (Lanuza, 2017).

Este estudio busca determinar la magnitud del costo energético por caminata y pastoreo en el balance nutricional de vacas lecheras en sistemas de producción especializados del trópico alto y bajo de Colombia. Los resultados contribuirán a mejorar la precisión de los balances nutricionales, incrementando la eficiencia en la utilización de nutrientes y, por consiguiente, la productividad y rentabilidad de dichos sistemas (NRC, 2001; Walkden-Brown et al., 2020). Asimismo, los hallazgos serán empleados para diseñar estrategias de manejo que minimicen el gasto energético de los animales, optimizando el uso de recursos forrajeros y reduciendo los costos de alimentación.

El objetivo fue evaluar el gasto de energía asociado a la actividad de pastoreo y desplazamiento en vacas lecheras en dos sistemas de producción especializados de Colombia, contribuyendo así a una mejor comprensión de las necesidades nutricionales en estos sistemas y a la formulación de dietas más precisas y eficientes.

Materiales y métodos.

Localización.

La investigación se llevó a cabo en dos sistemas de producción: 1) La Hacienda Lucerna, ubicada en el municipio de Bugalagrande, en el departamento del Valle del Cauca (Colombia), a 941 m.s.n.m., presenta una temperatura promedio anual de 26,3 °C, una humedad relativa promedio de 66,5% y se localiza bajo condiciones de Bosque Seco Tropical (b-ST; Holdridge, 1978). Este sistema obedece a un sistema silvopastoril intensivo, arreglo caracterizado por una alta densidad de *Leucaena leucocephala* Lam. Cv Cunningham (> 8000 arbustos ha-1), asociada a estrella (*Cynodon plectostachyus* (K.Schum.) Pilg) y Guinea (*Megathyrsus maximus*). El sistema estaba operado mediante pastoreo rotacional, con franjas diarias de alrededor de 1200 m^2 y un tiempo de rotación de alrededor de 45 días y periodos de ocupación de un día. 2) La Finca La Jacoba, ubicada en el municipio de La Unión, en el departamento de Antioquia (Colombia). La Finca la Jacoba se encuentra a 2.500 m.s.n.m., con una temperatura promedio anual de 17 °C, una humedad relativa promedio registrada de 80% y se encuentra ubicado en condiciones de Bosque Húmedo Montano Bajo (bmh-MB; Holdridge, 1978). El sistema analizado se basa en la plantación única de Kikuyo (*Cenchrus clandestinus),* aunque se realiza una suplementación en el momento del ordeño. El sistema está gestionado

mediante pastoreo rotacional, con franjas diarias de alrededor de 2000 metros cuadrados proporcionadas por una cerca móvil eléctrica. Tiene un tiempo de rotación de alrededor de 35 días y un tiempo de ocupación de un día (Tabla 1).

Determinación del consumo de forrajes.

En cada finca, se realizaron dos aforos de consumo durante el período experimental. El enfoque propuesto por Haydock y Shaw (1975), que describe un método comparativo de rendimientos en pasturas utilizando el principio de doble muestreo propuesto por (Wilm et al., 1944) y siguiendo un conjunto de cuadrantes forrajeros de referencia, se utilizó para la estimación visual. Este enfoque establece un conjunto de parcelas de referencia que representan los diversos rangos de variación en la biomasa de las pasturas. La biomasa de estas parcelas se cosecha, seca y registra, luego se le da una puntuación a cada parcela de calibración. Las puntuaciones más bajas indican la biomasa más baja, mientras que las puntuaciones más altas indican la biomasa más alta. Los valores intermedios se asignan en función de cómo se comparan estos dos extremos. Cada parcela de referencia tuvo tres parcelas de calibración o visuales que serán cosechadas, secadas, pesadas y registradas como biomasa visual. Luego, se utilizó una ecuación de regresión para relacionar la biomasa de las parcelas de calibración y las parcelas de referencia, convirtiendo los puntajes visuales asignados y obteniendo un estimativo de la biomasa de las parcelas del estudio. Se utilizó una modificación del mismo método para medir la biomasa de los arbustos, tomando un metro lineal y cortando tres plantas a 10 cm del suelo. Se estimó el consumo de forraje por día (kg MS/animal) como la diferencia entre la oferta en el área destinada para pastoreo y el remanente después del pastoreo, utilizando la misma metodología y midiendo las franjas pastoreadas previamente.

Tabla 1. Características de las fincas evaluadas

Característica	Hacienda Lucerna	Finca La Jacoba
Ubicación	**Bugalagrande, Valle del Cauca**	**La Unión, Antioquia**
Altitud	941 m.s.n.m.	2.500 m.s.n.m.
Temperatura promedio	26,3 °C	17 °C
Humedad relativa	66,5%	80%
Zona de vida	Bosque Seco Tropical	Bosque Húmedo Montano Bajo
Sistema de pastoreo	Silvopastoril intensivo	Plantación única de Kikuyo
Especies forrajeras	Leucaena, Estrella, Guinea	Kikuyo
Área de pastoreo diaria	1200 m²	2000 m²
Tiempo de rotación	45 días	35 días
Tiempo de ocupación	1 día	1 día

Análisis composicional de las materias primas.

Cada franja asignada para el pastoreo recibe una muestra representativa de los

forrajes y suplementos alimenticios. Hasta su transporte al laboratorio, estas muestras se mantuvieron refrigeradas. Se utilizaron los siguientes métodos de la AOAC (2007): Materia seca (Método 39.1.02), extracto etéreo (Método 39.1.05), proteína cruda (Método 39.1.19), cenizas (Método 39.1.09) y energía bruta (bomba calorimétrica LECO AC600, MI, USA). Para medir el contenido de fibra insoluble en detergente neutro (FDN) y ácido (FDA). La norma ISO 9831 de la International Organization for Standardization (1998) se utilizó para calcular el contenido de energía bruta. Por otro lado, la concentración de proteína cruda (PC) se mide con el protocolo Kjeldahl (Ntc 4657, 1999), el extracto de éter se obtiene con la extracción Soxhlet (Ntc 668, 1973), y la ceniza se midió con incineración directa en una mufla, utilizando el método sugerido por Thiex et al. (2012).

Balance nutricional.

El balance nutricional se evaluó utilizando el software Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) (Fox et al., 2004). Para el uso de este sistema (CNCPS) , se recopiló información sobre la oferta y composición bromatológica de los forrajes disponibles en las fincas, así como de los suplementos alimenticios suministrados. Además, se recopiló la información productiva y reproductiva de los animales presentes en cada finca. Con estos datos, se realizaron los cálculos de balance nutricional mediante el CNCPS

Tabla 2. Composición nutricional de las fuentes ofertadas durante el estudio.

Alimento	MS (%)	FDN (%)	FDA (%)	PC (%)	Grasa (%)	Ca (%)	P (%)	Cen (%)
Finca la Jacoba								
Kikuyo	13.9	53.4	26.1	23.7	3.04	0.39	0.49	11.34
Concentrado	87.4	22.8	10	15.3	5.6	0.71	0.52	5.98
Hacienda Lucerna								
Leucaena	26.7	35.2	28.4	27.9	1.82	0.85	0.24	6.76
Estrella	23.5	61.6	39.1	15.3	2.00	0.19	0.36	13.14
Cono de arroz	9.60	16.7	7.60	13.6	1.7	0.05	1.60	8.68
Salvado de yuca	13.8	26.1	20.9	2.2	1.2	0.32	0.03	3.81

MS: Materia seca; FDN: Fibra en detergente neutro; FDA: Fibra en detergente ácida; PC: Proteína cruda; Ca: Calcio; P: Fósforo; Cen: Cenizas; EB: Energía bruta

Distancia de desplazamiento.

Para determinar la distancia de caminata se utilizó un cabezal en el bovino, en el cual se colocó un dispositivo GPS (Oregon 650 Garmin) y un teléfono celular con la aplicación STRAVA instalada. Al terminar el tiempo de muestreo, se descargó la información del GPS y del teléfono, y se transfirió al software QGis (versión 3.36.3) donde se unieron los puntos marcados por el GPS y STRAVA, permitiendo así determinar los metros recorridos por el animal.

Resultados.

En la Tabla 3, se presentan los balances nutricionales comparativos para las vacas lecheras de la Hacienda Lucerna, teniendo en cuenta los escenarios con y sin costo energético por caminata (1300 metros/día). Los resultados muestran que, cuando se tiene en cuenta el gasto energético adicional debido a la actividad de pastoreo, existe un déficit mayor en la energía metabolizable (ME). Específicamente, el balance negativo de ME se incrementa de -3,96 Mcal/día a -4,45 Mcal/día, es decir que el costo por caminata diaria fue de 0,49Mcal. Estos hallazgos sugieren que la suplementación actual no logra cubrir los requerimientos energéticos y proteicos adicionales derivados de la actividad de caminata y pastoreo en este sistema. Por otro lado, la Tabla 4 muestra los balances nutricionales para la Finca La Jacoba. De manera similar, se evidencia un mayor desbalance nutricional cuando se considera el costo energético por caminata (3440 metros/día). El déficit de EM se amplía de -4,79 Mcal/día a -6,45 Mcal/día con un costo energético total por caminata de 1,66Mcal. Estos resultados sugieren que la suplementación actual podría ser insuficiente para satisfacer las demandas nutricionales adicionales impuestas por la actividad de pastoreo en este sistema.

En cuanto a la proteína metabolizable (PM), se observó un déficit en ambas fincas. En la Hacienda Lucerna, el déficit de PM fue de -346 g/día, mientras que en la Finca La Jacoba se observó un superávit de 56 g/día. Estos resultados sugieren que la suplementación actual podría ser insuficiente para satisfacer las demandas nutricionales adicionales impuestas por la actividad de pastoreo en estos sistemas.

Discusión.

Los resultados de este estudio concuerdan con investigaciones anteriores que han destacado la importancia de considerar el costo energético asociado a la actividad de pastoreo en el diseño de dietas y planes de alimentación para el ganado lechero (Osuji, 1974; Gibb et al., 1979; Walkden-Brown et al., 2020). Ignorar este factor puede conducir a una subestimación de los requerimientos nutricionales reales de los animales, lo que puede repercutir negativamente en su desempeño productivo y reproductivo (Chilibroste, 2017; Lanuza, 2017).

En el caso de la Hacienda Lucerna, el déficit energético y proteico observado al considerar el costo de la caminata podría explicarse por la baja calidad nutricional de los forrajes ofertados, especialmente del pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*), el cual presenta altos niveles de fibra y bajos contenidos de proteína cruda (Lerma et al., 2022). Esto sugiere la necesidad de reevaluar la formulación de la dieta y la inclusión de fuentes de energía y proteína de mayor calidad para cubrir los requerimientos adicionales derivados de la actividad de pastoreo.

Es importante notar que la diferencia en el gasto energético por desplazamiento entre las dos fincas es considerable. En la Hacienda Lucerna, el costo energético adicional por caminata fue de 0,49 Mcal/día, mientras que en la Finca La Jacoba fue de 1,66 Mcal/día. Esta diferencia podría explicarse por la mayor distancia recorrida en la Finca La Jacoba (3440 metros/día) en comparación con la Hacienda Lucerna (1300 metros/día), así como por las diferencias en la topografía y

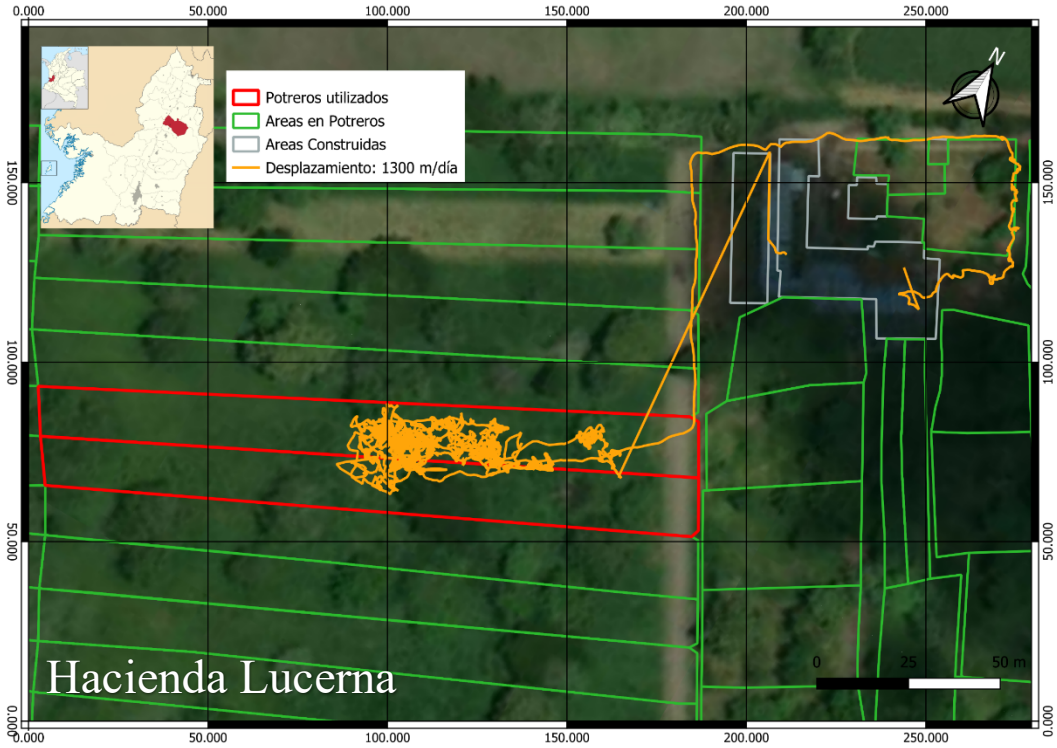
las condiciones climáticas entre los dos sistemas.

En el caso de la Finca La Jacoba, el déficit energético observado al incluir el costo de la caminata podría estar relacionado con la alta demanda energética de los animales, dada su elevada producción de leche (28,27 Mcal/día) (Ceballos et al., 2001; Di Marco & Aello, 2003). Aunque el pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) presenta una calidad nutricional aceptable, la alta exigencia productiva de los animales podría estar superando la capacidad de la dieta para satisfacer sus requerimientos energéticos, especialmente cuando se considera el gasto adicional por actividad de pastoreo y el recorrido para su ordeño.

Es importante destacar que los resultados obtenidos en este estudio pueden estar influenciados por factores ambientales y de manejo propios de cada sistema de producción evaluado. Por ejemplo, la distancia recorrida por los animales, la pendiente del terreno y las condiciones climáticas pueden afectar significativamente el costo energético asociado al pastoreo (Gibb et al., 1979; Roman-Ponce et al., 1977). Además, prácticas de manejo como el pastoreo rotacional y la adecuada división de potreros pueden contribuir a minimizar el gasto energético por caminata (Parga & Teubek, 2009).

Los resultados obtenidos por Di Marco y Aello (2003) mediante la técnica del radiocarbono aportan información valiosa sobre el costo energético real de la actividad de pastoreo y caminata en bovinos. Estos autores encontraron que el pastoreo a una tasa moderada de consumo de bocados y la caminata a velocidades normales (1-2 km/h) tienen un costo energético relativamente bajo, alrededor de una cuarta parte del valor comúnmente utilizado de 0.5 kcal/kg/h. Sin embargo, cuando el pastoreo se realizaba a una tasa máxima de consumo de bocados, el costo energético se aproximaba a este valor de referencia.

Estos hallazgos sugieren que, en condiciones normales de pastoreo y caminata, el aumento en el costo de mantenimiento debido a la actividad sería de alrededor del 10-15%. Únicamente en situaciones extremas, con pastoreo intensivo a alta tasa de bocados y recorriendo grandes distancias, el incremento en el costo de mantenimiento podría alcanzar el 25-30% (Di Marco y Aello, 2003).



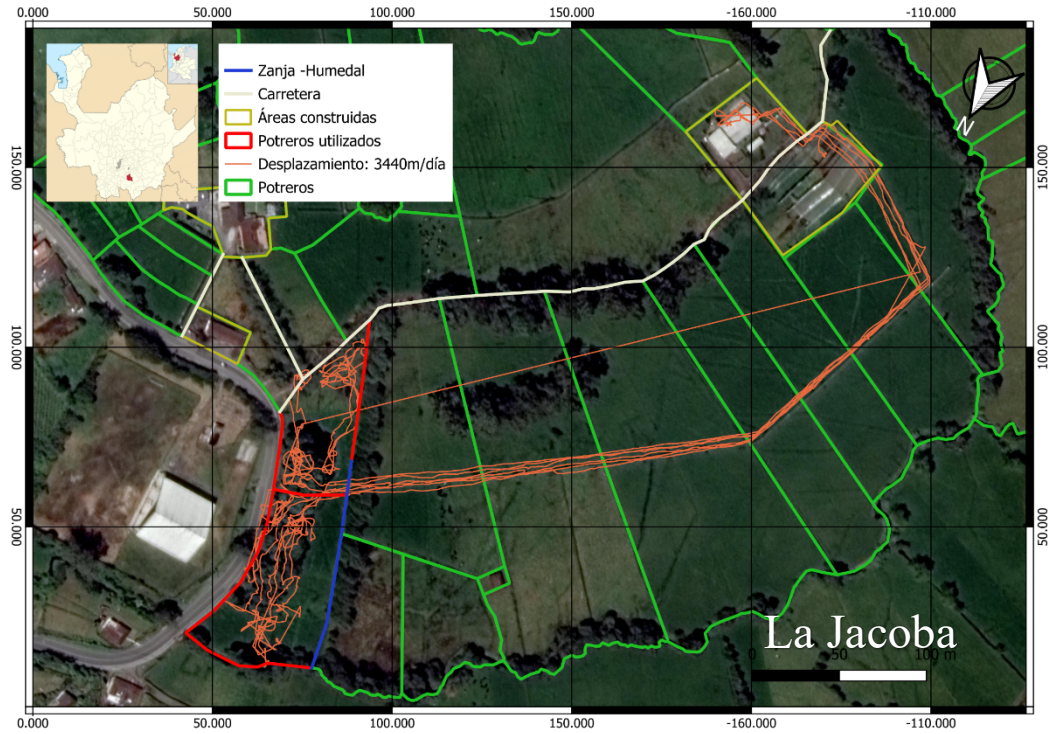


Figura 1. GPS en cabezal para medir distancia caminada y mapas de recorridos de animales en sistemas productivos evaluados.

Tabla 3. Balance nutricional comparativo de la Hacienda Lucerna de los animales con costo energético por caminata y sin caminata.

Lucerna Caminando							
Requerimientos	**ME (Mcal/día)**	**MP (g/día)**	**MET (g/día)**	**LYS (g/día)**	**Ca (g/día)**	**P (g/día)**	**K (g/día)**
Mantenimiento	11,63	560	11	34	0	0	0
Preñez	0,12	4	0	0	0	0	0
Lactación	12,95	612	11	37	15	12	19
Crecimiento	1,49	39	1	2	1	1	0
Requerimiento Total	26,19	1215	22	74	28	25	64
Suministro Total	21,74	870	15	48	9	29	308
Balance	-4,45	-346	-7	-26	-19	3	245
Lucerna Estabulado							
Mantenimiento	11,13	560	11	34	0	0	0
Preñez	0,12	4	0	0	0	0	0
Lactación	12,95	612	11	37	15	12	19
Crecimiento	1,49	39	1	2	1	1	0
Requerimiento Total	25,69	1215	22	74	28	25	64
Suministro Total	21,74	870	15	48	9	29	308
Balance	-3,96	-346	-7	-26	-19	3	245

Tabla 4. Balance nutricional comparativo de la finca la Jacoba de los animales con costo energético por caminata y sin caminata.

Jacoba Caminando							
Requerimientos	**ME (Mcal/día)**	**MP (g/día)**	**MET (g/día)**	**LYS (g/día)**	**Ca (g/día)**	**P (g/día)**	**K (g/día)**
Mantenimiento	15,26	568	11	35	0	0	0
Preñez	0,14	5	0	0	0	0	0
Lactación	28,27	1288	23	78	31	25	38
Crecimiento	0,00	0	0	0	0	0	0
Requerimiento	43,67	1861	34	113	46	41	95
Suministro Total	37,22	1917	32	99	75	75	202
Balance	-6,45	56	-1	-14	28	34	106
Jacoba Estabulado							
Mantenimiento	13,60	568	11	35	0	0	0
Preñez	0,14	5	0	0	0	0	0
Lactación	28,27	1288	23	78	31	25	38
Crecimiento	0,00	0	0	0	0	0	0
Requerimiento	42,01	1861	34	113	46	41	95
Suministro Total	37,22	1917	32	99	75	75	202
Balance	-4,79	56	-1	-14	28	34	106

Es importante destacar que Di Marco y Aello (2003) encontraron que la caminata per se no tendría un efecto significativo en la producción, ya que su costo energético es relativamente bajo y puede ser compensado con un ligero aumento en el consumo de alimento. En cambio, el principal factor que afectaría la producción sería el costo energético asociado a un pastoreo intensivo, especialmente en condiciones de baja disponibilidad y calidad de forraje, donde se requeriría un aumento sustancial en el consumo para compensar el gasto adicional.

Estos resultados coinciden con los estudios previos de Nicholson (1987) y Thomson y Barnes (1993), quienes no encontraron efectos significativos de la actividad de caminata en la producción de carne o leche. Sin embargo, resaltan la importancia de un adecuado manejo de las praderas para minimizar el tiempo y la intensidad de pastoreo, a fin de reducir el costo energético adicional y evitar posibles impactos negativos en la productividad.

Conclusiones.

Este estudio demuestra la importancia de considerar el costo energético asociado a la actividad de pastoreo y el desplazamiento de los bovinos en los balances nutricionales de los sistemas de producción lechera especializados. Los hallazgos en la Hacienda Lucerna y la Finca La Jacoba evidencian déficits más pronunciados en el suministro de energía cuando se incluye el gasto energético por caminata. Se recomienda reevaluar la formulación de las dietas e implementar prácticas de manejo adecuadas para minimizar el gasto energético por caminata y optimizar el uso de los recursos forrajeros disponibles.

Bibliografía.

Arias Trujillo , J. V., Moyano Salcedo, Á. J., Cuadros Segura, F. D., & Pabón Laverde, A. M., (2021). *Impacto ambiental del vertimiento de aguas servidas en aglomerados urbanos ilegales del municipio de Villavicencio, Colombia.* Tecnura.

Campos, R., Morales, J., & Espinosa, N. (26 de Enero de 2020). *Efecto de la suplementación nutricional sobre el balance energético en vacas lecheras en trópico bajo*. Obtenido de Scielo:http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-44492020000100010&script=sci_arttext

Ceballos, A., Gomez, P., Velez, M., Villa , N., & Lopez, L. (25 de Septiembre de 2001). *Variación de los indicadores bioquímicos del balance de energía según el estado productivo en bovinos lecheros de Manizales, Colombia.* Obtenido de: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. https://www.redalyc.org/pdf/2950/295026068002.pdf

Chilibroste, P. (2017). *Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo: II. Balance de nutrientes.* Obtenido de Researchgate: https://www.researchgate.net/profile/P-Chilibroste/publication/281209795_Fuentes_comunes_de_error_en_la_alimentacion_del_ganado_lechero_en_pastoreo_II_Balance_de_nutrientes/links/55db8e4c08ae9d6594936489/Fuentes-comunes-de-error-en-la-alimentacion-del-gan

DANE. (2022). Producción de leche.

Di Marco , O. N., & Aello, M. S. (2003). *Costo energético de la actividad de vacunos en pastoreo y su efecto en la producción.* Sitio Argentino de Producción Animal.

FEDEGAN. (2023). *Producción Leche y sacrificio de bovinos en Colombia.* Obtenido de FEDEGAN: https://www.fedegan.org.co/estadisticas/produccion-0

Gibb, M. J., Huckle, C. A., Nuthall, R., & Rook, A. J. (1979). *The effect of physiological state (milk yield) and sward characteristics on the grazing behaviour and intake of dairy cows.* The Journal of Agricultural Science, 92(2), 369-377.

Haug, A., Høstmark, A. T., & Harstad, O. M. (2007). *Bovine milk in human nutrition*--a review. National Center for Biotechnology Information.

Haydock, K. P., & Shaw, N. H. (1975). T*he comparative yiel method for estimating dry metter yield of pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry.* 15, 663–670.

IDEAM-Minambiente. (2019). *Resultados de monitoreo deforestación 2019.* Obtenido de: Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible de Colombia-IDEAM. http://www.ideam.gov.co/documents/10182/105413996/presentacionbalancedeforestacion2019/7c9323fc-d0a1-4c95-b1a1-1892b162c067

INATEC. (2016). *Manual del protagostista-Nutrición animal*. Obtenido de: Biopasos. https://www.biopasos.com/documentos/087.pdf

ISO 9831 - International Organization for Standardization. (1998). *Alimentación animal, productos de origen animal y excrementos u orinas. Determinación de valor calorífico bruto. Método de la bomba calorimétrica.* 23.

Lanuza, F. (2017). *Requerimientos de nutrientes según estado fisiológico en bovinos de leche.* Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/331-Requerimientos.pdf

Lerma, J., Meneses, D., Castro, E., Ruiz, H., & Ojeda, H. (2022). *Criterios para la renovación de praderas en sistemas ganaderos de lechería especializada en trópico alto.* Obtenido de: Agrosavia. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/37741/Ver_Documento_37741.pdf?sequence=4

Minagricultura. (2022). Ministerio de Agricultura de Colombia. Obtenido de PIB nacional: https://www.minagricultura.gov.co

Nicholson, M. J. (1987). *Influence of walking and lying behaviour on weight changes and fertility in beef cows on rangelands.* Journal of Agricultural Science, Cambridge, 109, 445-452. https://doi.org/10.1017/S0021859600080748

NRC. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. National Academies Press, Washington, DC.

Ntc 4657. (1999). *Alimento Para Animales. Determinación Del Contenido De Nitrógeno Y Cálculo Del Contenido De Proteína Cruda.* Método Kjeldahl. Bogotá, Colombia. Instituto Colombiano De Normas Técnicas Y Certificación (Icontec).

Ntc 668. (1973). A*limentos Y Materias Primas. Determinación De Los Contenidos De Grasa Y Fibra Cruda. Bogotá, Colombia.* Instituto Colombiano De Normas Técnicas Y Certificación (Icontec).

Osuji, P. O. (1974). *The physiology of eating and the energy expenditure of the ruminant at pasture.* Journal of Range Management, 27(6), 437-443.

Parga, J., & Teubek, N. (2009). *Manejo del pastoreo con vacas lecheras en praderas permanentes.* Obtenido de Biblioteca INIA: https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7073/NR33838.pdf?sequence=12

Pigozzi, L. (2015). Escuela agrotécnica "Libertador Gral. San Martín" Universidad Nacional de Rosario. Obtenido de Nutrición y sanidad animal: https://eac.unr.edu.ar/wp-

content/uploads/2020/11/Clase-1.-Generalidades-sobre-nutricion.pdf

Proudfoot, KL, Veira, DM, Weary, DM y von Keyserlingk, MAG (2009). La competencia en el comedero cambia la alimentación, la posición y el comportamiento social de las vacas lecheras en transición. Revista de ciencia láctea, 92(7), 3116-3123. https://doi.org/10.3168/jds.2008-1718

Roman-Ponce, H., Thatcher, W. W., Buffington, D. E., Wilcox, C. J., & Van Horn, H. H. (1977). P*hysiological and Production Responses of Dairy Cattle to a Shade Structure in a Subtropical Environment.* Journal of Dairy Science, 60(3). https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(77)83882-4

Soetz EZF. (1991). *Métodos de quantificação de comportamento de primatas em estudos de campo.* A Primatologia No Brasil 3:411-35.

Telezhenko, E., Lidfors, L. y Bergsten, C. (2012). Preferencias de las vacas lecheras por superficies blandas o duras y secas o mojadas bajo sus pies. Revista de ciencia láctea, 95(12), 7169-7176. https://doi.org/10.3168/jds.2012-5721

Thiex, N., Novotny, L., & Crawford, A. (2012). *Determination of ash in animal feed: AOAC Official Method 942.05 revisited.* In Journal of AOAC International (Vol. 95, Issue 5). https://doi.org/10.5740/jaoacint.12-129

Thomson, N. A., & Barnes, M. L. (1993). *Walking and lying times in relation to production in dairy cows on pasture.* Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production, 53, 69-72. https://www.nzsap.org/procedure/proceedings/1993/walking-and-lying-times-relation-production-dairy-cows-pasture

Velasquez, J., & Moreira, J. (2002). *Evaluación de los principales parámetros productivos y reproductivos de un hato de ganado Brahman del litoral ecuatoriano*. Obtenido de Core: https://core.ac.uk/download/pdf/12393037.pdf

Fox, D.G., Tedeschi, L.O., Tylutki, T.P., Russell, J.B., Van Amburgh, M.E., Chase, L.E., Pell, A.N., Overton, T.R., 2004. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. Anim. Feed Sci. Technol. 112, 29-78. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2003.10.006

Von Keyserlingk, MAG, Rushen, J., de Passillé, AM y Weary, DM (2009). Revisión invitada: El bienestar del ganado lechero: conceptos clave y el papel de la ciencia. Revista de ciencia láctea, 92(9), 4101-4111. https://doi.org/10.3168/jds.2009-2326

Walkden-Brown, S. W., Pattison, R. S., Dove, H., Firth, E. C., & Donaldson, A. J. (2020). *Effect of grazing system on the energy balance and milk production of dairy cows in a temperate pasture-based system.* Animal Production Science, 60(4), 574-584.

Wilm, H. G., Costello, D. F., & Klipple, G. E. (1944). *Estimating forage yield by the double-sampling method.* Journal of the American Society of Agronomy 36: 194.