



Foto: Daniel Talmón

EFICIENCIA ENERGÉTICA DE DOS GENOTIPOS HOLANDO EN PASTOREO

Ing. Agr. MSc. Daniel Talmón¹,
Lic. MSc. Mercedes García-Roche¹,
Ing. Agr. MSc. PhD. Alejandro Mendoza²,
Ing. Agr. PhD. Mariana Carriquiry¹

¹Departamento de Producción Animal y Pasturas,
Facultad de Agronomía - Udelar

²Programa de Investigación en Producción
de Leche - INIA

La eficiencia de producción es un pilar fundamental en la sustentabilidad de los sistemas de producción de leche. En esta línea, el presente artículo contiene información sobre el efecto de genotipos Holando de diferente origen (Holando norteamericano vs. Holando neozelandés) sobre la partición de la energía consumida cuando son manejados bajo pastoreo. Los resultados demuestran que la eficiencia energética de cada genotipo está condicionada por el nivel de suplementación, siendo necesario contemplar tanto el genotipo lechero como la estrategia de alimentación al momento de diseñar el sistema de producción.

INTRODUCCIÓN

En los sistemas lecheros uruguayos, la eficiencia de producción se encuentra fuertemente afectada por la eficiencia energética individual de cada vaca, ya que la energía es el primer nutriente limitante de la producción en los sistemas pastoriles.

El menor consumo de materia seca y de energía, sumado a un incremento de los costos energéticos de las vacas asociado a la actividad de pastoreo y caminata, hacen que el balance energético de vacas en pastoreo sea menor que cuando se manejan en confinamiento. Esto puede comprometer la capacidad de las vacas de alta producción de explotar su potencial

genético en condiciones pastoriles. Sin embargo, a pesar de la menor producción de leche alcanzada bajo pastoreo frente al confinamiento, los sistemas pastoriles, predominantes en nuestro país, son cada vez más atractivos debido a sus beneficios económicos y ventajas relacionadas con la calidad del producto y el bienestar animal.

Por otro lado, existen reportes de interacción genotipo por ambiente para diferentes variables productivas dentro la raza Holando, que demuestran la existencia de líneas genéticas dentro de la raza que son más adaptadas para ser manejadas bajo condiciones pastoriles. En este sentido, vacas de origen neozelandés (HNZ) presentan una menor respuesta a la suplementación energética que vacas de origen norteamericano (HNA), lo que indica que las primeras tienen una mayor capacidad de cubrir sus requerimientos energéticos en base al consumo de pastura y, por lo tanto, serían más adecuadas para ser utilizadas en sistemas pastoriles.

En este artículo se presentan resultados de dos experimentos en los que se evaluó la eficiencia energética de ambas líneas genéticas Holando bajo diferentes estrategias de alimentación durante la lactancia media-avanzada.

METODOLOGÍA

Se realizaron dos experimentos durante la primavera del 2018 y 2019 en la Unidad de Lechería de INIA La Estanzuela. Ambos consistieron en cuantificar la partición de la energía consumida, o sea, del total de la energía consumida por cada vaca cuánto se retenía en leche y tejido corporal, y cuánto se disipaba al ambiente en forma de calor.

Para estimar la energía retenida (ER) en leche se midió la producción de leche y su porcentaje de grasa, proteína y lactosa. La energía retenida en tejido corporal se estimó basándose en los cambios de peso y condición corporal de los animales durante el experimento.

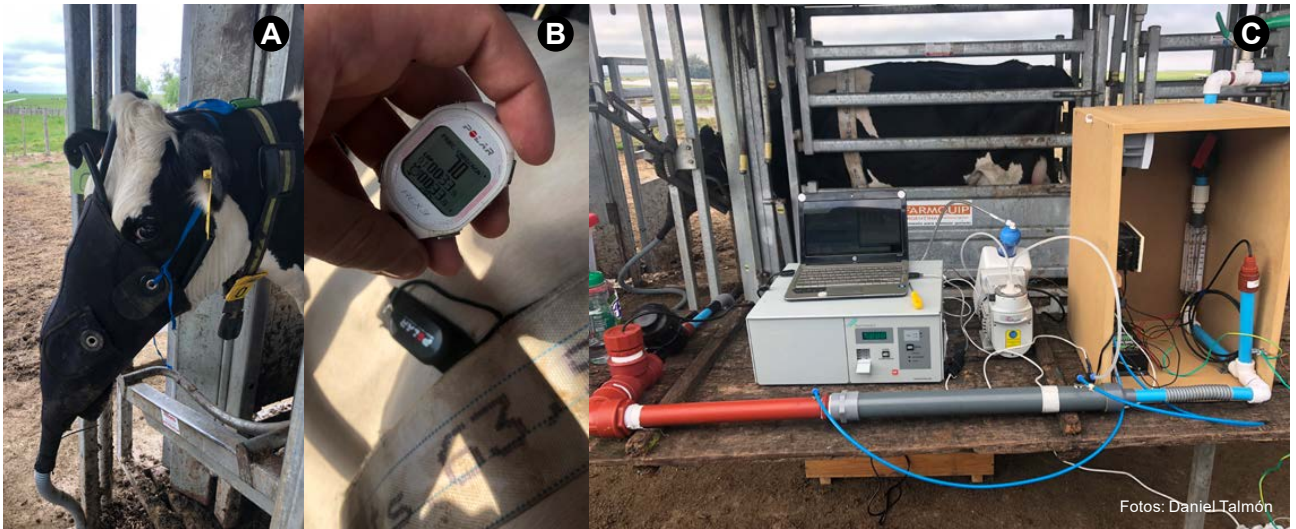
Por otro lado, la producción total de calor (PTC) se cuantificó con la técnica del pulso de oxígeno (Brosh, 2007), que consiste en estimar la producción total de calor a través del consumo de oxígeno basado en: a) la medición de la frecuencia cardíaca a lo largo del día y b) un coeficiente denominado “pulso de oxígeno” que representa la cantidad de oxígeno que consume la vaca por cada latido cardíaco.

El pulso de oxígeno se calculó para cada animal midiendo simultáneamente su frecuencia cardíaca y el consumo de oxígeno durante 10 minutos. La frecuencia cardíaca se midió utilizando medidores de frecuencia cardíaca que son anexados al tórax de la vaca utilizando cinturones específicamente diseñados (Figura 1).

Considerando el total de energía consumida por cada vaca (Holando norteamericano vs. Holando neozelandés), se estudió cuánto se retenía en leche y tejido corporal y cuánto se disipaba al ambiente como calor.



Figura 1 - Monitoreo de la frecuencia cardíaca de vacas lecheras.



Fotos: Daniel Talmón

Figura 2 - A) Máscara para recolectar el aire exhalado por la vaca, B) dispositivo utilizado para medir la frecuencia cardíaca, y C) equipo utilizado para medir la concentración de oxígeno del aire.

Para medir el consumo de oxígeno se utilizó una máscara que se colocó en el hocico de la vaca para tomar muestras del aire exhalado. En dichas muestras se midió la concentración de oxígeno con un analizador de oxígeno, y por diferencia con su concentración atmosférica teórica (20,95%) se calculó su consumo por la vaca (Figura 2).

Finalmente, considerando que la energía no se crea ni se destruye, simplemente se transforma, se calculó el consumo de energía metabolizable (CEM) como PTC+ER, mientras que la eficiencia energética se calculó como el cociente ER/CEM.

Experimento 1: Pastoreo con suplementación

Se realizó dentro del proyecto INIA 10-MIL, en el que se evaluaron los dos genotipos Holando bajo dos estrategias de alimentación diferentes denominadas PFIJA y PMAX. PFIJA consistió en alimentar las vacas con 1/3 de la dieta como pastura cosechada en un turno de pastoreo, 1/3 de concentrado, y 1/3 de reservas forrajeras ofrecidas como una dieta total mezclada en el otro turno. PMAX consistió en maximizar el consumo de pastura mediante pastoreo directo en doble turno, y 1/3 de la dieta como concentrado suministrado en la sala durante los ordeñes. Se utilizaron 56 vacas (14 en cada combinación de estrategia de alimentación y genotipo) con 192 días en leche promedio.

Resultados Experimento 1

En el Cuadro 1 se presenta la producción de leche y su composición. La estrategia de alimentación no afectó ninguna de estas variables, mientras que las vacas HNZ tuvieron una producción de leche menor, pero con mayor contenido de sólidos que las vacas HNA.

Cuadro 1 - Efecto de la estrategia de alimentación (PFIJA vs. PMAX) y del genotipo Holando (HNZ=Holando neozelandés vs. HNA=Holando norteamericano) sobre la producción y composición de leche (Experimento 1). No existió interacción entre el genotipo y la estrategia de alimentación.

Estrategia de alimentación	PFIJA		PMAX	
Genotipo	HNZ	HNA	HNZ	HNA
Leche (litros/d)	18,5b	24,1a	20,4b	25,2a
% Grasa	4,79a	4,43ab	4,64a	4,10b
% Proteína	3,79a	3,50b	3,79a	3,28c
% Lactosa	4,74	4,79	4,70	4,78

Diferentes letras indican diferencias significativas dentro de la fila (P<0,05).

En el Cuadro 2 se observa el destino de la energía consumida en las diferentes combinaciones de estrategia de alimentación y genotipo.

En cuanto a la estrategia de alimentación, las vacas PMAX lograron mayores CEM que las vacas PFIJA; sin embargo, este mayor CEM no se destinó a la producción de leche, sino que se perdió como calor.

En el Experimento 1 las vacas Holando neozelandés tuvieron una producción de leche menor, pero con mayor contenido de sólidos que las vacas Holando Norteamericano.

Cuadro 2 - Efecto de la estrategia de alimentación (PFIJA vs. PMAX) y del genotipo Holando (HNZ=Holando neozelandés vs. HNA=Holando norteamericano) sobre el consumo de energía metabolizable (CEM), producción total de calor (PTC), energía retenida (ER) y la eficiencia energética (ER/CEM) (Experimento 1). No existió interacción entre el genotipo y la estrategia de alimentación.

Estrategia de alimentación	PFIJA		PMAX	
	HNZ	HNA	HNZ	HNA
Genotipo				
CEM (kcal/kgPV ^{0,75}) ¹	393c	421b	414bc	450a
PTC (kcal/kgPV ^{0,75})	257b	272b	267b	294a
ER (kcal/kgPV ^{0,75})	136b	149ab	146ab	156a
ER/CEM (%)	34,3	35,3	35,3	34,6

Diferentes letras indican diferencias significativas dentro de la fila (P<0,05). ¹Las variables están expresadas en función del peso metabólico (PV^{0,75}) para poder comparar los diferentes genotipos independientemente de las diferencias en peso vivo.

Por otro lado, las vacas HNA presentaron mayores CEM y ER que las vacas HNZ, pero la ER/CEM fue similar para ambos genotipos. Además, no existió interacción entre el genotipo y la estrategia de alimentación para ninguna de las variables evaluadas.

Experimento 2: Pastoreo sin suplementación

El Experimento 2 consistió en alimentar ambos genotipos Holando bajo una estrategia de alimentación 100% pastoril. Las vacas tenían acceso durante ambos turnos a una pastura de raigrás perenne con una asignación de forraje no limitante, para evaluar el efecto del genotipo Holando bajo condiciones de pastoreo no restrictivas. Se utilizaron 18 vacas (9 de cada genotipo) con 183 días en lactancia promedio.

Resultados Experimento 2

Cuando las vacas se alimentaron con una dieta 100% a base de pastura la producción de leche fue similar entre los genotipos, pero las vacas HNZ presentaron mayor contenido de grasa y proteína que las vacas HNA (Cuadro 3).

En el Experimento 1, las vacas Holando norteamericano presentaron mayor consumo de energía metabolizable (CEM) y energía retenida (ER) que las vacas Holando neozelandés, pero la relación ER/CEM fue similar para ambos genotipos.

Con una dieta 100% pastoril (Experimento 2) la producción de leche fue similar entre los genotipos, pero las vacas Holando neozelandés presentaron mayor contenido de grasa y proteína que las vacas Holando norteamericano.

Cuadro 3 - Efecto del genotipo Holando (HNZ=Holando neozelandés vs. HNA=Holando norteamericano) sobre la producción y composición de leche (Experimento 2).

Genotipo	HNZ	HNA
Leche (litros/d)	17,2	16,7
% Grasa	4,60a	3,82b
% Proteína	3,48a	3,14b
% Lactosa	4,65	4,53

Diferentes letras indican diferencias significativas dentro de la fila (P<0,05).

En el Cuadro 4 se observa cómo las vacas HNZ presentaron mayor CEM que las vacas HNA cuando se alimentaron únicamente bajo pastoreo sin suplementación. Este mayor CEM en las vacas HNZ se reflejó en una mayor ER, y una mayor relación ER/CEM.

Cuadro 4 - Efecto del genotipo Holando (HNZ=Holando neozelandés vs. HNA=Holando norteamericano) sobre el consumo de energía metabolizable (CEM), producción total de calor (PTC), energía retenida (ER) y la eficiencia energética (ER/CEM) (Experimento 2).

Genotipo	HNZ	HNA
CEM (kcal/kgPV ^{0,75}) ¹	356a	322b
PTC (kcal/kgPV ^{0,75})	230	220
ER (kcal/kgPV ^{0,75})	124a	99b
ER/CEM	34,6a	30,8b

Diferentes letras indican diferencias significativas dentro de la fila (P<0,05).

DISCUSIÓN

El primer aspecto para destacar es que la estrategia de alimentación PMAX y PFIJA presentaron similares niveles de producción de leche y que fueron mayores respecto a cuando las vacas se alimentaron únicamente a pasto sin suplementación.

A pesar de no existir diferencias en la producción de leche entre PMAX y PFIJA, el CEM fue mayor en las

vacas PMAX que en las vacas PFIJA. Sin embargo, este mayor CEM no fue retenido en leche, sino que se perdió bajo la forma de calor debido a un incremento del costo energético asociado a una mayor actividad de pastoreo, arrojando niveles similares de ER/CEM entre los tratamientos. Por otro lado, la suplementación permitió lograr mayores consumos de energía respecto a cuando las vacas se alimentaban únicamente a pasto (Experimento 2).

Analizando los genotipos Holando, se observó que las vacas HNA presentaron producciones de leche mayores que las vacas HNZ cuando eran suplementadas con concentrado, pero con un porcentaje de grasa y proteína menor. Sin embargo, cuando las vacas se alimentaron 100% a pasto no existieron diferencias en la producción de leche entre los genotipos, aunque el HNZ volvió a presentar mayores porcentajes de grasa y proteína que las vacas HNA.

El CEM fue mayor en las vacas HNA que HNZ cuando se suplementaron, pero una mayor proporción de esta energía consumida fue perdida como calor debido al mayor costo energético de mantenimiento de las vacas HNA frente a las HNZ. Como resultado, la relación ER/CEM fue similar entre los genotipos. Para la estrategia de alimentación sin suplementación se observó que las vacas HNZ lograron mayores CEM que las vacas HNA, permitiendo una mayor dilución de sus costos energéticos de mantenimiento, lo que resultó en una mayor eficiencia energética.

CONSIDERACIONES FINALES

Las estrategias de alimentación con suplementación (PMAX vs. PFIJA) no modificaron la eficiencia energética de las vacas durante la lactancia media-avanzada.

Cuando la dieta es 100% a pasto, el Holando neozelandés presentó una eficiencia energética superior al Holando Norteamericano, debido a un mayor consumo de pastura, que le permitió una mayor dilución de sus costos de mantenimiento.

El genotipo Holando tampoco afectó la eficiencia energética cuando las vacas eran suplementadas, pero cuando fueron alimentadas únicamente a pasto, el HNZ presentó una eficiencia energética superior al HNA debido a un mayor consumo de pastura, que le permitió una mayor dilución de sus costos de mantenimiento.

La menor eficiencia energética en las vacas HNA alimentadas únicamente mediante pastoreo demuestra la menor capacidad de este genotipo de cubrir sus requerimientos de producción bajo condiciones de pastoreo en ausencia de suplementación.

REFERENCIAS

- Brosh, A. 2007. Heart rate measurements as an index of energy expenditure and energy balance in ruminants: a review. *Journal of Animal Science* 85:1213-1227.
- Talmón, D. 2020. Eficiencia y partición energética de dos líneas genéticas Holando bajo pastoreo. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias. Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay.
- Talmón, D., Garcia-Roche, M., Mendoza, A., Mattiauda, D.A., Carriquiry, M. 2020. Energy partitioning and energy efficiency of two Holstein genotypes under a mixed pasture-based system during mid and late lactation. *Livestock Science* 239,104166.



Foto: Daniel Talmón

Figura 3 - Lograr altos consumos de pastura es clave para alcanzar una alta eficiencia de producción en vacas lecheras sin suplementación.