

Nota técnica

Efecto del uso de las tablas NRC y CSIRO sobre el desempeño de ovejas lactantes de las razas pelibuey y katahdin¹

José Pablo Zamora-Salazar², David Mora-Valverde³

RESUMEN

En el sector productivo ovino tropical, no hay consenso técnico sobre cuál de las tablas de requerimientos nutricionales publicadas por diferentes instituciones internacionales ofrece un mejor desempeño productivo al usarse como referencia para la formulación de dietas por los nutricionistas. El objetivo de esta investigación fue determinar qué herramienta para calcular los requerimientos nutricionales en hembras ovinas de primer parto lactantes permite un mejor desempeño según la línea genética. El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental Alfredo Volio Mata de la Universidad de Costa Rica durante el año 2019. Se evaluó una población de seis hembras adultas de la raza pelibuey y seis de la raza katahdin en su primer parto. El tratamiento consistió en dividir la población en dos grupos homogéneos de las dos razas evaluadas, para alimentarlas con dietas basadas en los requerimientos nutricionales publicados por el Consejo de Investigación Nacional (NRC) y la Organización de Investigación Científica e Industrial del Commonwealth (CSIRO), ambas en sus versiones de 2007. Se determinó que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los dos tratamientos al analizar el peso de las hembras al inicio y al final de la lactancia. El grupo de ovejas de ambas

¹Este trabajo forma parte de la tesis de licenciatura del primer autor. Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia. Escuela de Zootecnia. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

²Escuela de Zootecnia. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Correo electrónico: jpzamora11@hotmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-2574-1601>).

³Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Autor para correspondencia: david.mora@ucr.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0003-4183-8451>)

Recibido: 27 setiembre 2022 Aceptado: 20 junio 2023

Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas 4.0.



razas, cuyas dietas se formularon según el modelo del NRC, finalizó con 1,34 kg de peso promedio más al final de la lactancia; lo contrario ocurrió con el grupo de ovejas de la misma conformación racial cuyas dietas se formularon según el modelo de CSIRO, donde finalizaron la lactancia con 180 g menos de peso promedio. En conclusión, se pudo determinar que existen diferencias en el desempeño y mantenimiento productivo de la hembra a partir del uso de dos herramientas diferentes para calcular los requerimientos nutricionales en grupos homogéneos de hembras tanto de raza pelibuey como de katahdin.

Palabras clave: Ovinos, formulación, lactancia, primer parto, requerimientos.

ABSTRACT

Effect of using NRC and CSIRO tables on the performance of lactating ewes of Pelibuey and Katahdin breeds. In the tropical sheep production sector, there is no technical consensus on which nutritional requirements tables, published by different international institutions, offer better productive performance when used as a reference for diet formulation by nutritionists. This research aims to determine which tool for calculating nutritional requirements in lactating, first-lambing ewes allows for better performance in maintaining the animal's weight at the end of the lactation period. The study was conducted at the Alfredo Volio Mata Experimental Station of the University of Costa Rica in 2019. Six adult females of the Pelibuey breed and six of the Katahdin breed in their first calving were evaluated. The animals were divided into two homogeneous groups based on the two breeds and were fed diets based on the nutritional requirements published by the National Research Council (NRC) and the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), both in their 2007 versions. It was determined that there were significant differences ($p < 0.05$) between the two treatments when analyzing the weight of the ewes at the beginning and end of lactation. Thus, the group of ewes of both Katahdin and Pelibuey breeds, whose diets were formulated according to the NRC model, finished with an average weight of 1.34 kg more at the end of lactation. The group

of ewes of the same racial conformation whose diets were formulated according to the CSIRO model, finished their lactation with 180 g less on average. In conclusion, it was determined that there are differences in the performance and productive maintenance of ewes from both Pelibuey and Katahdin breeds using two different tools for the calculation of nutritional requirements.

Keywords: Sheep, formulation, lactation, first calving, requirements.

INTRODUCCIÓN

La eficiencia en la práctica de la nutrición animal adquiere relevancia debido a su impacto económico en los sistemas productivos, ya que la alimentación puede llegar a representar hasta el 50% de los costos totales. Por lo tanto, enfocar los esfuerzos en optimizar esta área puede tener un impacto positivo en el desempeño financiero del sistema productivo (González et al., 2013).

Las condiciones tropicales y extremas de temperatura aumentan los requerimientos nutricionales energéticos y proteicos establecidos en las tablas internacionales como NRC, ARC, INRA y AFRC, debido a que los esfuerzos corporales de mantenimiento son mayores (Alderman y Cottrill, 1993; Salah et al., 2014). Tanto el NRC como la CSIRO han desarrollado tablas y ecuaciones para su uso en el área de la nutrición animal ovina. Sin embargo, al no haber referencias diseñadas específicamente para adaptarse a condiciones tropicales, se utilizan estas tablas que se generaron en condiciones ambientales distintas y, en muchos casos, para razas que no se utilizan comúnmente en latitudes tropicales (NRC, 2007; CSIRO, 2007).

Por su parte, Mora y Chacón (2015) indican que, aunque no hay estadísticas disponibles sobre la pureza de las razas, en Costa Rica las razas más comunes identificadas por los productores en sus explotaciones corresponden a pelibuey, katahdin, dorper, panza negra y sus respectivos

cruces, aunque también se ha observado la utilización de razas de lana como texel, suffolk y charolais.

Teniendo en cuenta dos de las principales referencias teóricas de requerimientos nutricionales, así como la representatividad de las razas ovinas de mayor uso en Costa Rica (Cordero, 2013; Mora y Chacón, 2015), el objetivo de este estudio fue determinar la existencia de diferencias en el desempeño productivo de las hembras a partir del uso de dos herramientas diferentes para el cálculo de requerimientos nutricionales en las razas katahdin y pelibuey. El propósito fue ofrecer una aproximación a la caracterización de la práctica nutricional y la respuesta animal esperable en una etapa productiva particular de la actividad ovina.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo durante el año 2019 a través del proyecto "Investigaciones en Ovinocultura" de la Universidad de Costa Rica, vinculado a la Estación Experimental Alfredo Volio Mata en Ochomogo de Cartago. Las condiciones presentes indicaban una altitud de 1450 m.s.n.m., con una precipitación cercana a 2050 mm y temperaturas promedio de 21 °C (Elizondo, 2004).

Diseño Experimental

Se dispusieron de 12 hembras reproductoras adultas en condición de preñez, divididas en dos grupos de seis ejemplares de la raza pelibuey y seis de la raza katahdin, todas de primer parto. Al momento del parto, fueron ubicadas en cubículos individuales de 2,4 m² con su respectiva cría. Los cubículos fueron separados unos de otros por estructuras de madera dispuestas de forma vertical. Todos los cubículos se instalaron en un invernadero de plástico con malla de sombra de polietileno, con una cobertura del 75% de la luz solar y con cama de aserrín y heno; además, contaron con acceso a un espacio con luz solar directa. El alimento se otorgó directamente en un comedero de cemento y se ofreció agua a libre consumo. Durante el suministro con grano, la cría fue separada de la madre.

Para la elección de las razas, se consideró que, en las regiones húmedas tropicales como Costa Rica, se emplean principalmente animales de pelo corto. Esto se debe a que poseen una mejor habilidad de adaptación bajo condiciones de alta humedad relativa y temperatura, mientras que las razas de lana rara vez son utilizadas por su susceptibilidad al estrés calórico (Cordero, 2013).

Para la formulación de las dietas, se utilizó la información según los modelos NRC (2007) y CSIRO (2007) para la lactancia, y se ajustaron cada 2 kg de variación en peso corporal. Las dietas utilizadas fueron formuladas a partir de la combinación de heno de pasto transvala (*Digitaria decumbens* Stent.), maíz molido, harina de soya (48% de proteína cruda), dos premezclas minerales y un alimento balanceado alto en fibra (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características nutricionales de las materias primas utilizadas durante el diseño experimental.

Alimentos	MS (%)	ED				Referencias
		(Mcal)	PC (%)	Ca (%)	P (%)	
Maíz	86,50	3500	7,00	0,20	0,10	Mata (2017).
Soya	88,00	3300	48,00	0,30	0,35	Mata (2017).
Heno transvala	80,00	2050	3,40	0,30	0,20	Alvarado y Wing-Ching (2009); Rojas et al. (2015); Acuña et al. (2003).
Fórmula Mineral 1	95,00	0	0,00	10,00	14,00	*©
Fórmula Mineral 2	95,00	0	0,00	9,00	5,40	*©
Alimento balanceado alto en fibra	87,00	2850	10,00	1,00	0,40	*©

*©: Descripción nutricional de la materia prima según la etiqueta comercial.

Los costos de alimentación en esta etapa productiva se calcularon según su presentación comercial, dividiéndolos en costos por gramo, para finalmente obtener el valor económico de la combinación de materias primas correspondiente según el peso corporal actualizado bisemanalmente. Se calcularon las raciones utilizadas cada día por cada uno de los animales hasta obtener el costo total de alimentación en la etapa de lactancia a lo largo del estudio de 60 días.

Se pre-formuló un total de 62 dietas para la etapa de lactancia, utilizando los requerimientos expuestos en las versiones NRC (2007) y CSIRO (2007), a partir de la información recolectada de los pastos e ingredientes comerciales elegidos. Las dietas se ajustaron para un rango de 2 kg de variación de peso. Por ende, se actualizó la ración de los animales según su peso y el

estado fisiológico en el que se encontraban. Los animales elegidos fueron distribuidos al azar en dos grupos experimentales, entre las tablas de NRC y CSIRO. Se designaron tres hembras de cada raza en cada uno de los tratamientos, trabajando con 6 animales por cada tabla nutricional. Al momento del parto, las hembras fueron pesadas y se les suministró la dieta correspondiente. Durante dos meses, y de manera bisemanal, se pesó las hembras en el momento post alimentación, ajustando su dieta de acuerdo con su nuevo peso. El pesaje se realizó por medio de una balanza electrónica y utilizando fajas de alzado manual.

Al finalizar el estudio, se realizó la medición de la condición corporal (CC) de los animales, con el fin de tener un criterio más amplio de su estado físico final, esto debido a que, al ser de primer parto, aún se encontraban en crecimiento. Por lo que un peso mayor o igual al inicial no necesariamente es indicativo de una condición corporal saludable. La CC fue medida por el mismo operario, para esto se utilizó la escala planteada en el análisis de Romero (2015) y los criterios de selección indicados por Tron (2016), y se les añadió un punto más de condición corporal a las hembras de raza pelibuey, por las diferencias morfológicas expuestas por Moreno (2017). Se midieron dos meses de la lactancia según lo recomendado por Tapia (2014). Una vez agrupados los animales, y según el modelo internacional a analizar, se compararon para conocer el efecto de las tablas nutricionales sobre el desempeño de las ovejas, según la diferencia de peso al iniciar y finalizar la lactancia.

Para la formulación de las dietas, se utilizó una herramienta en el programa Excel© adaptada con fórmulas establecidas para el balance de nutrientes en dietas de ovinos. La herramienta fue reproducida en dos versiones: una con los requerimientos NRC y otra con los de CSIRO; ambas para hembras lactantes.

Al estudiar la información, se emplearon análisis factoriales de varianza del mismo tipo, considerando los dos factores del modelo nutricional evaluado NRC y CSIRO, junto con dos factores del grupo racial correspondiente a katahdin y pelibuey; utilizando distintas variables respuesta según fuera el caso. Los supuestos de normalidad y de homogeneidad de varianzas fueron analizados por medio de un análisis Anderson-Darling. La finalidad se centró en establecer qué modelo o qué raza responde de mejor manera a cada uno de los balances,

mediante los análisis de varianza para los dos niveles de raza y los dos niveles de modelo nutricional.

Se procedió a analizar las madres, iniciando por la diferencia general de su peso obtenido a partir de la resta del peso final y sus diferencias con respecto al peso inicial; aportando un análisis de condición corporal posterior al pesaje realizado el último día de la lactancia. El mismo se analizó utilizando una prueba de Kruskal-Wallis para estimar la varianza no paramétrica y para observar si había alguna diferencia significativa, para ello se utilizó el programa estadístico INFOSAT 2020 (Di Rienzo et al., 2020).

Modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + M_j + (R \times M)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta

μ = media poblacional

R_i = efecto i-ésimo de la raza

M_j = efecto j-ésimo del modelo

$(R \times M)_{ij}$ = interacción

E_{ijk} = error

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fluctuación de pesos en las hembras durante la etapa de estudio presentó una tendencia esperada para todos los animales. Las hembras tuvieron una pérdida de peso durante el primer mes de lactancia o la mitad de esta, posteriormente incrementaron su peso durante el segundo mes. Este comportamiento es considerado normal, según explica Casaretto (2010), debido a la alta demanda energética que tienen las hembras al inicio de la lactancia, donde la

producción láctea alcanza el máximo rendimiento productivo entre la segunda y tercera semana. En este tiempo, es posible encontrar pérdidas de peso más pronunciadas para pasar posteriormente a una recuperación. Las diferencias encontradas al momento de realizar el pesaje tanto al inicio como al final de la lactancia de las hembras, pueden ser observadas en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Comparación de pesajes iniciales y finales de las hembras lactantes durante el presente estudio.

Modelo	Raza	Peso Inicial (kg)	Peso Final (kg)	Diferencia (kg)
NRC	katahdin	34,30	32,80	-1,50
NRC	katahdin	35,60	35,65	0,05
NRC	katahdin	36,90	38,15	1,25
NRC	pelibuey	38,30	40,50	2,20
NRC	pelibuey	28,10	32,00	3,90
NRC	pelibuey	33,00	35,15	2,15
CSIRO	katahdin	31,60	29,30	-2,30
CSIRO	katahdin	37,50	36,00	-1,50
CSIRO	katahdin	35,90	34,55	-1,35
CSIRO	pelibuey	35,55	36,50	0,95
CSIRO	pelibuey	31,75	34,30	2,55
CSIRO	pelibuey	34,85	35,40	0,55

Efecto del uso de las tablas nutricionales como herramienta de formulación sobre el mantenimiento del peso durante la lactancia

Cuatro de los doce animales (33,3%) terminaron con pesos inferiores a los que poseían al iniciar el estudio. Esto indica que, el ajuste de las dietas para este grupo no fue suficiente para

favorecer su recuperación, mientras que el resto de los animales (66,66%) terminaron con pesos finales superiores a los obtenidos al inicio del experimento.

Al formular en base a los modelos nutricionales, se espera una respuesta de producción positiva, no solo de la cría, sino de la recuperación de la hembra. Robinson (1986), manifiesta que en todos los mamíferos es común observar una movilización de grasas acumuladas hacia la cría durante el último tercio de gestación y las primeras semanas de la lactancia, entre sus ejemplos cita a las ovejas ferales.

Geenty (1976), encontró una relación inversamente proporcional entre el peso metabólico del animal y la producción de leche. De manera que, al aumentar el volumen de leche, la hembra podría ver más comprometida su recuperación. Adicionalmente, encontró que hembras de la misma raza pueden producir más leche en el caso de lactancias gemelares, lo que sugiere una adaptación fisiológica del animal a la necesidad de mantener dos crías.

Diferencia general de peso de los animales según razas, modelos internacionales y sus variaciones

Se determinó que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en el peso al final de la lactancia, según el modelo de requerimientos utilizado. Así, en el grupo experimental NRC, las ovejas cuyas dietas se formularon a partir del modelo, finalizaron la lactancia con un promedio de 1,34 kg de más en su peso; en comparación con el grupo experimental CSIRO, donde el peso promedio al finalizar su lactancia fue 180 g menos que al inicio de dicha etapa, obteniendo un diferencial de peso negativo. También se detectó que las hembras de raza pelibuey terminaron sus lactancias con un balance de peso positivo en comparación al promedio de la raza katahdin, independientemente del modelo internacional utilizado (Figura 1).

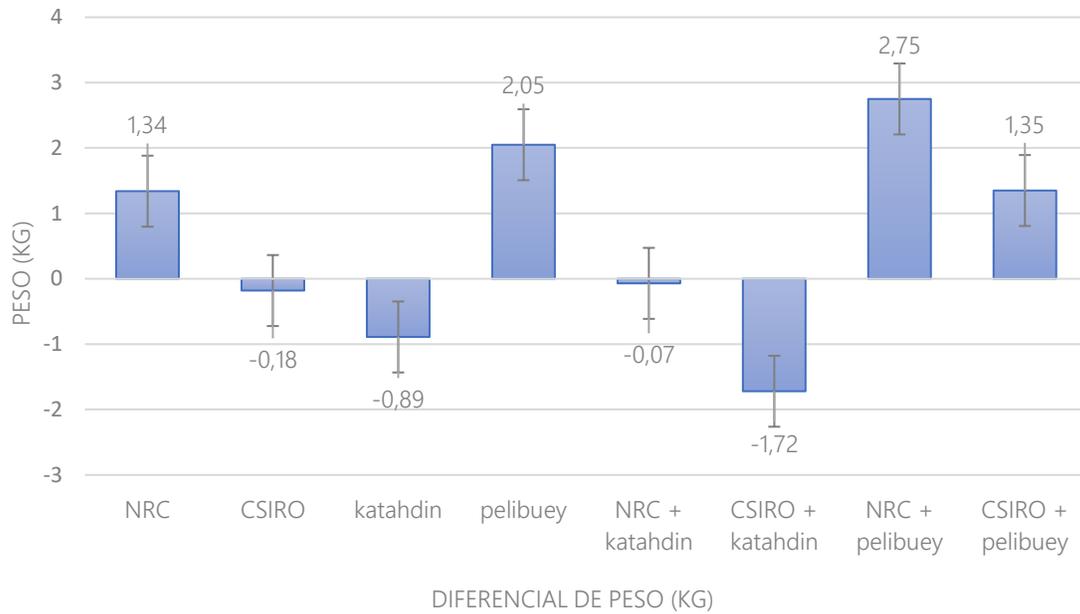


Figura 1. Diferencia de peso promedio, con su respectivo valor de error al inicio y final de su lactancia durante la prueba, según los diferentes estratos de análisis empleados.

Fuente: Adaptado de López-Herrera, comunicación personal, 2019.

Con la aplicación de un análisis factorial de varianza para los dos factores del modelo NRC y CSIRO, junto con los dos factores de raza, correspondientes a katahdin y pelibuey, teniendo como respuesta el balance final en kilogramos y un α de 0.05; es posible observar diferencias significativas sobre el balance por el efecto del uso del modelo nutricional NRC ($p > 0.05$), en el cual, los resultados son significativamente más favorables que con el modelo nutricional de CSIRO.

Adicionalmente, se observó que según el factor raza, los ejemplares katahdin (-0,89 kg) presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en su diferencial de peso, en comparación con la raza pelibuey (2,05 kg).

Con base en lo anterior, se puede indicar que, en las condiciones de este experimento, NRC brinda mayores tasas de recuperación del peso al finalizar la lactancia. Además, es posible esperar un balance significativamente menor en katahdin que en pelibuey, donde la primera

finaliza con pesos menores a los que tuvieron al iniciar la lactancia. Esto puede deberse a una mejor asimilación metabólica del alimento por parte de la pelibuey.

El estudio de la lactancia en ovinos ha sido poco detallado en las hembras para razas cuya finalidad no es la producción de leche, ya que la mayoría se enfocan en el crecimiento cárnico de las crías y no en la recuperación de la condición corporal de las hembras. No obstante, autores como Geenty (1979) describen que los pesos al finalizar una lactancia deben ser muy cercanos al original.

Por su parte, Lobón et al. (2018), explican la factibilidad de lograr dicha similitud de pesos durante la lactancia; específicamente bajo condiciones de estabulación total, como las utilizadas en la presente investigación. Esto se debe a que existe un menor requerimiento energético por movilización y pastoreo, traduciéndose en mejores tasas de recuperación corporal y peso al finalizar la lactancia. Por otra parte, Benchohra et al. (2014), encontraron que, en promedio, las ovejas al finalizar la etapa de lactancia poseen pesos de hasta un 2,7% menor al obtenido durante su inicio de lactancia. Aunque en estos estudios no se especificó la edad de los animales, sí se indicó que todas las hembras eran de primer parto.

Análisis de la curva de variación de pesajes de las madres durante el estudio

Al estudiar la variación de peso que tuvieron las hembras durante la etapa de lactancia, se logró identificar que los animales redujeron su peso para luego iniciar una etapa de recuperación. Dichos valores se dividieron según los datos de interés para su respectivo análisis (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de los valores de peso de las madres desde el inicio del ensayo hasta finalizar el periodo de lactancia.

Raza*	Tratamiento	Peso inicial	Peso mínimo	# días al mínimo	Peso final	% Perdido del inicio al peso mínimo	% Recuperado del peso mínimo al peso final
*K	NRC	35,60	31,88	22 ^a	35,53	10,37 ^b	9,93
*K	CSIRO	35,00	30,48	20 ^a	33,28	12,87 ^b	8,17
**P	NRC	33,13	30,77	30 ^b	35,88	7,10 ^a	14,43
**P	CSIRO	34,05	31,63	23 ^a	35,40	7,11 ^a	10,67
	***EEM	1,85	1,55	2,35	1,81	1,15	2,49

Letras diferentes en la misma columna son estadísticamente distintas ($p < 0.05$) según Kruskal Wallis. *K= katahdin, **p= pelibuey. ***EEM= Error estándar de la media.

Fuente: adaptado de López-Herrera, comunicación personal, 2019.

Por medio de un análisis ANDEVA fue posible observar dos aspectos. En primer lugar, las hembras katahdin presentaron menor tasa de recuperación por diversas razones; como el efecto racial, que se traduce en una mayor inversión energética en la producción de leche, lo que eventualmente refleja pesos superiores en sus crías. El segundo aspecto se puede describir en base al uso de CSIRO, donde se observó una baja tasa de recuperación en comparación con las tablas del NRC. Al finalizar el estudio, 11 de las 12 (92%) hembras presentaron el pesaje más bajo antes de haber completado la primera mitad de su lactancia y luego pasaron a una etapa de recuperación.

Richardson y Monahan (2009), reportaron cambios de peso muy similares a los obtenidos. Explican que los animales tienen el pico de producción de leche al final de la cuarta semana de lactancia, lo que produce un gasto de energía mayor al que el animal es capaz de consumir, de ahí su pérdida de peso.

Si bien no se encontraron resultados a nivel materno de las presentes razas, estudios como el realizado por Geenty (1979), explican que el comportamiento del peso de la hembra tiene una relación con la cantidad de leche producida. Razas como "east friesland", que son conocidas por su alta productividad, pueden verse más afectadas.

Análisis de la condición corporal de las madres al finalizar el estudio

Al determinar la calificación de la condición corporal de las madres al final de la lactancia, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) ligadas al grupo racial ($p = 0.455$), a la tabla utilizada ($p = 0.999$) o a la interacción entre ellas ($p = 0.812$). Se puede observar que existe una gran semejanza entre los datos obtenidos, ya que sólo 4 animales del estudio presentaron condiciones distintas a 3 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Medidas, máximos y mínimos en la calificación de la condición corporal de las hembras al finalizar su etapa de lactancia.

Raza	Tabla	CC*	Mínimo	Máximo
katahdin	NRC	3,00	3,00	3,00
katahdin	CSIRO	3,00	3,00	3,00
pelibuey	NRC	3,00	2,00	4,00
pelibuey	CSIRO	2,67	2,00	3,00

*CC= Condición Corporal.

Al respecto, Aké et al. (2013) encontraron que, aunque se presenten pesos bajos al final de la lactancia, la condición corporal influye sobre la tasa ovulatoria y una mayor cantidad de cuerpos lúteos en las ovejas de mayor condición corporal.

Tron (2003) comenta que ovejas con una condición corporal entre 3 y 4 al momento del parto presentan menores pérdidas postnatales, destetando más kilogramos de carne de cordero, en comparación con las que llegan con una condición debajo de 2,5. En este caso, solo dos animales del estudio resultaron con una condición corporal por debajo de dicho valor, por lo que no hubo efecto de ninguno de los tratamientos o sus interacciones sobre la condición corporal de los animales ($p > 0.05$).

Crecimiento de las crías durante el periodo de lactancia

En cuanto al desempeño productivo de las crías, se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) relacionadas al grupo racial para las variables de peso al destete ($p < 0.001$) y ganancia de peso durante la lactancia ($p < 0.001$). Los animales de la raza katahdin, en comparación con los de la raza pelibuey, fueron en promedio 3,47 kg más pesados al destete y con una ganancia de peso acumulada en la lactancia promedio de 2,61 kg. Al final de la etapa de engorde, los corderos katahdin fueron en promedio 4,15 kg más pesados que los individuos pelibuey. Otros efectos, como la tabla utilizada para formular las dietas, así como la interacción entre ambas, no resultaron significativas para ninguna de las variables analizadas.

Estas diferencias fueron respaldadas por Treacher y Caja (2002), los cuales relacionan la variación en el rendimiento de producción de leche entre las diferentes razas ovinas; mismas que se amplían según el enfoque productivo que se les ha dado por selección genética. Por lo que, durante el pico de la lactancia, razas de producción cárnica pueden alcanzar un rendimiento alrededor de los 2 y 4 kg de leche por día, mientras que un gran número de razas europeas especializadas en la producción de leche (como lacaune, manchega, churra, latxa, manech y sarde) pueden llegar a producir más del doble de dichas cantidades.

Ante esto, la diferencia de peso favorable para los corderos katahdin podría ser la causa del balance nutricional negativo de sus madres, ya que las hembras consumen parte de sus reservas en pro del crecimiento de sus crías. Por otra parte, Ríos-Utrera et al. (2014), en un estudio realizado en pelibuey y sus hibridaciones con black belly, katahdin y dorper, encontraron que los híbridos de los corderos, razas dorper y katahdin, obtuvieron un mayor aumento de kilogramos en la lactancia con mayores ganancias diarias de peso y peso al destete, en comparación con la raza pelibuey.

Los datos obtenidos concuerdan con Chay-Canul et al. (2019); cuyos resultados indicaron que la productividad al destete de las ovejas pelibuey y katahdin es similar en condiciones estabuladas. Sin embargo, tanto la ganancia diaria de peso como el cambio de peso total se comportaron diferente entre razas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Valores de las medias correspondientes a los pesos de las crías al finalizar la etapa de lactancia y engorde con sus respectivas ganancias de peso.

Raza	Tabla	*PD (kg)	**GPD _L (kg)
katahdin	NRC	16,68 ^b	13,32 ^b
katahdin	CSIRO	16,43 ^b	12,75 ^b
pelibuey	NRC	12,65 ^a	10,32 ^a
pelibuey	CSIRO	13,53 ^a	10,54 ^a
***E.E.M		0,61	0,42

Letras diferentes en la misma columna son estadísticamente distintas ($p < 0.05$) según la prueba Kruskal Wallis.

*PD= Peso al destete; **GPD_L=Ganancia de peso en kilos durante la lactancia (los dos meses de experimento); ***EEM= Error estándar de la media.

Fuente: adaptado de López-Herrera, comunicación personal, 2019.

Análisis de costos relacionados a la producción cárnica

Se comparó el costo económico para ganar un kilogramo de peso vivo en la etapa productiva. En la Figura 2 se pueden observar diferencias mayores a los 100 colones (\$0,16) por kilogramo entre los datos de interés para la producción de carne, tomando en cuenta lo invertido por animal desde su nacimiento (alimentación de la madre).

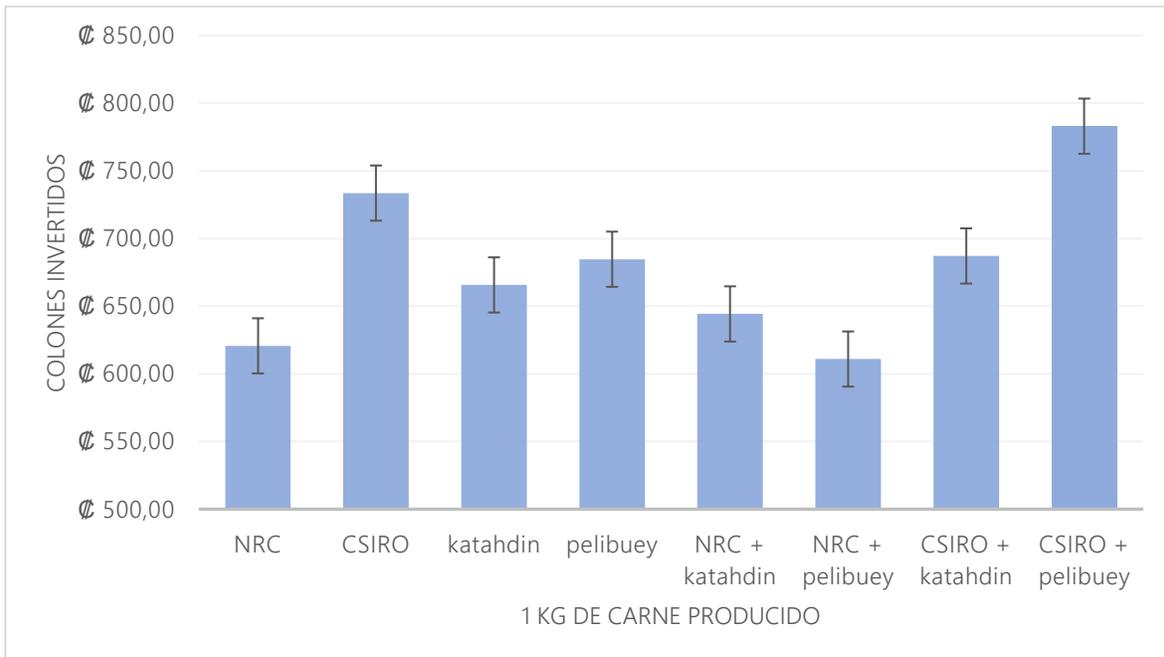


Figura 2. Colones invertidos por cada kilogramo de peso vivo producido con su respectivo valor de error durante todo el periodo experimental, sumando crecimiento desde el nacimiento hasta el destete y costos de lactancia.

*Tipo de cambio del dólar reportado por el BCCR: \$1 = ₡625.

El costo invertido por cada kilogramo de peso vivo animal es importante de comprender. Proyectos como el de Godfrey y Dodson (2003), mencionan que las pérdidas de peso en las hembras durante la etapa de lactancia tienen repercusiones sobre su ciclicidad posterior al parto; aumentando el intervalo entre el parto y el primer estro. Por lo que se debe tomar en cuenta que algunos animales requieren una inversión mayor en su recuperación, la cual deberá asumirse eventualmente en alguna parte del proceso productivo.

Finalmente, se puede observar que los costos de CSIRO bajo las condiciones del estudio resultaron mayores a los de NRC; tanto para la raza katahdin como pelibuey dieron valores económicos de raciones menores a sus equivalentes del modelo CSIRO. Esto puede deberse a la superior demanda de nutrientes de la tabla CSIRO con respecto a la NRC, que hace necesaria una mayor cantidad de alimento y por ende de inversión. En el caso del uso de materias primas reportadas, se destaca que NRC requirió una mayor cantidad de soya para lograr satisfacer la fracción proteica y CSIRO una mayor cantidad de maíz para satisfacer la

parte energética, esto quiere decir que los valores estuvieron claramente ligados al precio en el que se encontraron estas dos materias primas en el momento del estudio.

CONSIDERACIONES FINALES

A partir de los resultados obtenidos en este estudio, se constató que la utilización del método de cálculo NRC permite mejores resultados al evaluar la diferencia entre el peso inicial y final de la fase de lactación en las madres. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las razas katahdin y pelibuey, presentando la primera una tendencia a perder más peso durante la fase de lactación en comparación con la segunda. Esto se vio reflejado posterior a los dos meses, aunque mantuvieron la tendencia de perder peso al inicio para posteriormente llegar a un punto de recuperación. No obstante, el mismo no es suficiente para recuperar su peso original.

Se evidenció la compensación entre las diferencias específicas de cada raza en la transformación de nutrientes en peso de las crías y la pérdida de peso de la madre; ya que se pudo observar que las crías destetadas de katahdin pesaban, por término medio, 3,47 kg más que los ejemplares de pelibuey al final de la fase de lactación. El estudio sugiere que estos resultados podrían utilizarse para fundamentar las decisiones sobre densidad energética en la práctica nutricional en función del grupo racial.

Por otro lado, no se encontró ninguna interacción entre el modelo nutricional utilizado y la raza en las crías. Por lo que la elección de la tabla de cálculo resultó nutricionalmente indiferente para el desarrollo del peso durante los dos meses evaluados. El uso de las tablas NRC resultó ser más rentable en términos de materias primas, tanto en el momento del presente estudio como con su disponibilidad en Costa Rica.

El estudio permitió conocer el comportamiento de la distribución de nutrientes en etapas productivas entre grupos raciales y destaca el uso de dos diferentes tablas nutricionales, lo cual permite sugerir la técnica de cálculo que mejore el desempeño según su etapa.

Dado que cada grupo racial compensa en otros aspectos (como en el peso de las crías en katahdin versus el peso de la madre en pelibuey), el estudio ofrece elementos para apoyar la práctica nutricional para cada grupo racial, sin declarar la superioridad de ninguna raza en particular.

LITERATURA CITADA

- Acuña, V., A. Cruz. y J. Morales. 2003. Industrialización de Heno de Calidad en Sistemas Bajo Riego en Costa Rica. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), Funde operación para el Desarrollo Sostenible Sistema Unificado de Información Institucional Información Agropecuaria (SUNII), Corporación Ganadera (CORFOGA), Costa Rica.
- Aké, J., G. Casanova y F. Centurión. 2013. Efecto de la condición corporal sobre la sincronización del estro, fertilidad y prolificidad de ovejas de pelo. *Bioagrobiencias*, 6 (2): 34-38.
- Alderman, G. y B. Cottrill. 1993. Energy and protein requirements of ruminants: an advisory manual. Agricultural and Food Research Council, CAB International, Great Britain.
- Alvarado, G. y R. WingChing-Jones. 2009. Valor Nutricional del Heno Transvala Inoculado con el Hongo *Pleurotus ostreatus* sp1. *Agronomía Costarricense*, 33 (1): 147-153.
- Benchohra, M., K. Amara, K. Yacine, y H. Hemida. 2014. Body Weight Changes of Non-dairy Rembi Sheep During Lactation Period in Tiaret District, Algeria. *Global Veterinaria*, 12 (5): 617-621.
- Casaretto, A. 2010. El destete. Hoja Coleccionable N° 21. Secretariado Uruguayo de la Lana, Uruguay.
- Chay-Canul, A., R. García, J. Magaña, U. Macías y C. Luna. 2019. Productividad de ovejas pelibuey y katahdin en el trópico húmedo. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6 (16): 159-16.
- Cordero, R. 2013. Especies menores: Ovejas. Editorial UNED, Universidad Estatal Nacional a Distancia, San José, Costa Rica.

- CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization). 2007. Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants. CSIRO Publishing, Australia.
- Di Rienzo, J. A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. González, M. Tablada y Y.C. Robledo. 2020. InfoStat (versión 2020). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar>
- Elizondo, J. 2004. Consumo de sorgo forrajero negro en cabras. *Agronomía Mesoamericana*, 15 (1): 77-80.
- Geenty, K. 1976. Lactation performance, growth, and carcass composition of sheep. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 24 (1): 241-249.
- Godfrey, R.W. y R.E. Dodson. 2003. Effect of supplemental nutrition around lambing on hair sheep ewes and lambs during the dry and wet seasons in the U.S. Virgin Islands. *Journal of Animal Science*, 81 (3): 587-593. doi:10.2527/2003.813587x
- González, R., K. Blardony, J. Ramos, B. Ramírez, R. Sosa y M. Gaona. 2013. Rentabilidad de la producción de carne de ovinos katahdin x pelibuey con tres tipos de alimentación. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17 (1): 135-148.
- Lobón, S., M. Blanco, A. Sanz, G. Ripol y M. Joy. 2018. Effects of feeding strategies during lactation and the inclusion of quebracho in the fattening on performance and carcass traits in light lambs. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Zaragoza, España.
- Mata, L. 2017. Tabla de Composición de Materias Primas Usadas en Alimentos para Animales: 2017. Segunda Edición. Centro de Investigaciones en Nutrición Animal. Editorial UCR, San José, Costa Rica.
- Mora, D. y A. Chacón. 2015. La ovinocultura en Costa Rica: Caracterización sectorial año 2014. *Nutrición Animal Tropical*, 9 (2): 124-155.
- Moreno, J. 2017. Nutrición y Alimentación del Ovino: Evaluación de la Condición Corporal. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- NRC (National Research Council). 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. The National Academies Press. Washington, D.C., United States of America.

- Richardson, T. y R. Monahan. 2009. Lactation, Lamb Growth, and the Lamb Weaning Decision. Beef+Lamb, New Zealand. <https://beeflambnz.com/sites/default/files/factsheets/pdfs/fact-sheet-94-lactation-lamb-growth-and-the-weaning-decision.pdf> (Consultado 19 abr., 2018).
- Ríos-Utrera, Á., R. Calderón-Robles, J. Lagunes-Lagunes, J. Olivia-Hernández, M. Jorge y O. Hernández. 2014. *Pelibuey y sus cruces con black belly, dorper y katahdin*. Universidad de la Salle Bajío, Guanajuato, México.
- Robinson, J. 1986. Changes in Body Composition During Pregnancy and Lactation. *Proceedings in the Nutrition Society*, 45 (1): 71-80.
- Rojas, A., C. Campos y A. Martínez. 2015. Calidad nutricional y presencia de aflatoxina de los henos de transvala (*Digitaria decumbens* cv. transvala) producidos en 5 cantones de la provincia de Guanacaste, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Costa Rica. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2379022> (Consultado 30 ago. 2018).
- Romero, O. 2015. Evaluación de la Condición Corporal y Edad de los Ovinos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura, Temuco, Chile. https://puntoganadero.cl/imagenes/upload/_5cc0843a1bfd0.pdf (Consultado 30 ago., 2018).
- Salah, N., D. Sauvant y H. Archimède. 2014. Nutritional requirements of sheep, goats and cattle in warm climates: a meta-analysis. *Animal*, 8 (9): 1439–1447.
- Tapia, A. 2014. Las Claves para Realizar un Destete Temprano en Corderos. <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Noticias/2013/09/25/Las-claves-para-effectuar-un-destete-temprano-en-los-corderos.aspx> (Consultado 1 sep., 2018).
- Treacher, T.T. y G. Caja. 2002. Nutrition during lactation. En: M. Freer and H. Dove, editors, *Sheep Nutrition*. CABI Publishing, Oxon Hill, MD. p. 213-236. doi: 10.1079/9780851995953.0213
- Tron, J. 2003. Evaluación de la condición corporal en ovejas. Fortalecimiento del Sistema Producto Ovinos.

www.uno.org.mx/sistema/pdf/produccion/evaluaciondelacondicion.pdf (Consultado 15 abr., 2019).

Tron, J. 2016. Evaluación de Condición Corporal en Ovinos. Fortalecimiento del Sistema Producto Ovino, México.