

## RELACIÓN ENTRE PESO VIVO DE VACAS NELORE CON INDICADORES DE EFICIENCIA PRODUCTIVA

### RELATIONSHIP BETWEEN LIVE WEIGHT OF NELORE COWS WITH INDICATORS OF PRODUCTIVE EFFICIENCY

Jessica Tontag Caicedo <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Maestría en Medicina Veterinaria, Mención Salud y Reproducción en Especies Productivas del Instituto de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5874-2772>. Correo: [jtontag0917@utm.edu.ec](mailto:jtontag0917@utm.edu.ec)

Juan Villacís Zambrano <sup>2</sup>

<sup>2</sup> Instituto de Posgrado. Docente-Investigador. Carrera de Medicina Veterinaria de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2635-781X>. Correo: [juan.zambrano@utm.edu.ec](mailto:juan.zambrano@utm.edu.ec)

Pablo Roberto Marini <sup>3</sup>

<sup>3</sup> Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Veterinarias. Carrera del Investigador Científico (CIC-UNR). Santa Fe. Argentina. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0826-0387>. Correo: [pmarini@unr.edu.ar](mailto:pmarini@unr.edu.ar)

\* Autor para correspondencia: [jtontag0917@utm.edu.ec](mailto:jtontag0917@utm.edu.ec)

### Resumen

Los sistemas de producción de bovinos para carne priorizan mejorar la eficiencia en función del manejo de las características de peso vivo, buscando animales más precoces y rentables. El presente estudio se centró en evaluar el peso vivo de vacas Nelore y su relación con indicadores de eficiencia productiva en un sistema a pastoreo. Se efectuó un estudio no experimental con datos pertenecientes a la Fundación Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia (CETABOL), evaluando el peso vivo de vaca, peso del ternero al nacer, peso de ternero al destete a los 240 días, aumento de peso vivo diario de los terneros en kg, eficiencia en kg y eficiencia en porcentaje. Se aplicaron las pruebas de análisis de la variancia y de comparación de medias de Tukey ( $p < 0,05$ ). Al evaluar la eficiencia se obtuvieron diferencias significativas entre los grupos de machos y hembras de vacas primíparas y multíparas, determinando para ambos casos que las vacas de menor peso fueron más eficientes en relación a las otras categorías de peso vivo. Se determinó que el peso vivo de las

vacas constituye una herramienta válida para la toma de decisiones y permite generar una estrategia productiva en los rodeos ganaderos.

**Palabras clave:** sistemas de producción; ganado vacuno; criterios de selección; destete

### Abstract

*Beef cattle production systems, priority is given to improving efficiency based on the management of live weight characteristics, searching earlier and more profitable animals. The present study focused on evaluate the live weight of Nelore cows and relationship with indicators of productive efficiency in a grazing system. A non-experimental study was carried out, with data belonging to the Agricultural Technology Center Foundation in Bolivia (CETABOL), was evaluated cow live weight, calf weight at birth, calf weight at weaning at 240 days, daily live weight gain of calves in kg, efficiency in kg and efficiency in percentage. Was applied the Analysis of Variance (ANOVA) and the Tukey mean comparison test ( $p < 0, 05$ ). It was evaluated the efficiency were obtained significant differences between the groups of males and females of primiparous and multiparous cows, was determined the both cases the lighter weight cows were more efficient in relation to the other categories of live weight. It was determinate live weight of the cows constitutes a valid tool for decision-making and allows the generation of a productive strategy in livestock herds.*

**Keywords:** production systems; beef cattle; criteria selection; weaning

**Fecha de recibido:** 18/04/2024

**Fecha de aceptado:** 01/07/2024

**Fecha de publicado:** 09/07/2024

### Introducción

La raza Nelore destaca por su adaptación a los sistemas de explotación de bovinos de carne en medios subtropicales; permitiendo aludir que el comportamiento productivo y reproductivo de la raza Nelore ha contribuido en la prosperidad de las explotaciones ganaderas (Ikeda, Garzón et al., 2019). Según Chirinos Peinado et al. (2017) las hembras Nelore destacan por su aptitud materna, propiciando la obtención de terneros al nacimiento con pesos de 30 kg en promedio (Boligon, Bignardi et al., 2013; Chud et al., 2014; Lopes et al., 2008), y al destete los pesos oscilan entre 220 y 240 kg (Ocampos Olmedo et al. 2020; Ikeda, Montellano et al., 2021).

En los sistemas de producción de bovinos para carne se prioriza mejorar la eficiencia considerando la rentabilidad de los productores y la reducción del impacto ambiental en función de la intensidad, conjugando los aspectos económicos, sociales, ambientales y productivos (Moreira et al., 2019; Terry et al., 2020; Ziegler et al., 2020). Uno de los esfuerzos para mejorar la eficiencia en el ganado para carne, ha sido la utilización de diferentes medidas para lograr la eficiencia en alimentación determinada durante la fase de crecimiento y

desarrollo. Si bien este enfoque proporciona información pertinente sobre la eficiencia durante la fase de crecimiento, la relación con la eficiencia de las vacas aún está por determinarse (Ikeda, Barbona et al., 2019).

La producción de terneros ocurre casi exclusivamente en sistemas forrajeros, donde la cantidad y calidad de los nutrientes disponibles para las vacas fluctúan durante el año, tal variación somete a las vacas a restricciones alimentarias. Se sugiere que en entornos de recursos limitados resulta favorable el manejo de vacas de constitución más pequeña con un peso corporal más ligero, para aumentar los retornos económicos y la producción total (Buttram & Willham, 1998; Ziegler et al., 2020). Por ende, la composición corporal y una disminución en el consumo de alimentos serían las principales medidas a consideración en un programa de mejoramiento cuyo objetivo es mejorar la eficiencia alimenticia utilizando rasgos descritos para este propósito como criterios de selección (Grion et al., 2014).

En los sistemas de producción de carne, el peso al destete influye en la determinación de la eficiencia económica de cualquier sistema de producción de bovinos y puede considerarse como criterio de selección (Damasceno Carvalho & Calmon de Bittencourt, 2015). El peso del ternero destetado es una medida potencial para estimar la eficiencia de las vacas, estableciendo que las vacas de constitución más pequeña pueden producir un mayor total de kilogramos destetados (Scasta et al., 2015), y explican, que a medida que el tamaño de las vacas ha aumentado, su capacidad para destetar más kilogramos se ha visto comprometida (Thompson et al., 2020).

La relación entre el peso del ternero destetado y el peso de la vaca, se considera un indicador potencial para estimar la eficiencia de la vaca (Williams et al., 2018). La evidencia científica, desde la década de 1970 ha demostrado que el peso vivo de la vaca adulta puede aumentar el peso corporal de los terneros al destete (Beck et al., 2016), asociado a la transferencia de los nutrientes del alimento de manera más eficiente a los terneros desde el nacimiento.

La rentabilidad en las ganaderías de carne se consigue por medio de la toma de registro de pesajes al nacimiento y al destete, a fines de mejorar los parámetros de crecimiento. Además, el manejo de las características de peso permite que las poblaciones seleccionadas generen progenies mejoradas, más precoces y rentables debido a la correlación genética media a alta entre el peso final y el peso en diferentes edades de terneros (Bedoya Ospina et al., 2019).

En consecuencia, el objetivo de este estudio fue evaluar el peso vivo de vacas Nelore y su relación con indicadores de eficiencia productiva en un sistema a pastoreo del trópico boliviano.

## Materiales y métodos

### Localización

El trabajo se desarrolló en la Colonia Okinawa, Santa Cruz, Bolivia (16° 59' 0" de la latitud sur, 63° 58' 0" de longitud oeste) (San Juan de Yapacaní), ubicada a 286 m s. n. m. Presenta un clima tropical, con lluvias significativas en la mayoría de los meses del año y una corta estación seca con poco efecto sobre el clima general. Se emplearon datos pertenecientes a la Fundación Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia (CETABOL).

## Datos generales del ensayo

El estudio fue no experimental. Los datos retrospectivos utilizados corresponden al periodo comprendido entre los años 2000 y 2019, los mismos pertenecen a vacas de raza Nelore (Ikeda & Marini, 2021): 147 vacas primíparas y 232 vacas múltiparas. Se practica monta natural con toros Nelore. Las pariciones ocurren entre los meses de mayo y julio de cada año. El destete se produce entre los 240 días. El control ginecológico se realiza de rutina al destete, por un asesor técnico, al igual que la sanidad. La alimentación del rodeo fue sobre pasturas cultivadas: pasto llanero (*Brachiaria dictyoneura*), pasto decumbens (*Brachiaria decumbens*), pasto dulce (*Brachiaria humidicola*), gramón (*Cynodon dactylon*) y pasto tanzania (*Panicum máximum*) (Ikeda & Marini, 2021)

Las vacas se pesaron con una balanza electrónica al menos en dos controles individuales. El muestreo del peso de las vacas y terneros se realizó en el mismo horario (8:00 am) con el encierro previo la noche anterior. Se utilizó la balanza manual para pesar a los terneros el día del nacimiento.

## VARIABLES EVALUADAS

Se recopilaron las variables peso vivo de vaca (PV) (ecuación 1), peso del ternero al nacer (PTN), peso del ternero al destete (PTD, a los 240 días), aumento de peso vivo diario de los terneros (APVD) (ecuación 2), eficiencia en kilogramos (ES kg) (ecuación 3) y eficiencia en porcentaje (ES %) (ecuación 4) del total de vacas incluidas en el estudio; se organizaron en una base de datos, para posteriormente llevar a cabo un análisis de las medidas descriptivas de cada parámetro.

- Peso vivo de vaca (PV) en kg:  $\sum$  peso vivo / número de pesadas de cada vaca (1)
- Aumento de peso vivo diario de los terneros (APVD) en kg:  $(PTD - PTN) / 240$  días (2)
- Eficiencia (ES) en kg: kg producidos de ternero / kg mantenidos de vaca (3)
- Eficiencia (ES) en %:  $(Kg \text{ producidos de ternero} / Kg \text{ mantenidos de vaca}) * 100$  (4)

## Análisis estadístico

Las vacas se ordenaron de menor a mayor peso y se dividieron en cinco grupos con diferentes categorías de peso vivo. Para comprobar si ese criterio diferenciaba niveles de diferentes pesos vivos, se estimaron los promedios y los desvíos estándar y se aplicaron las pruebas de Análisis de la Variancia y de comparación de medias de Tukey ( $p < 0,05$ ); la misma estadística que se aplicó para analizar cada una de las variables en función del peso vivo. Se realizaron dos gráficas de dispersión tomando como variable independiente los pesos vivos de vacas y como variable dependiente la eficiencia según primíparas o múltiparas. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete informático JMP en su versión 5.0 para Windows.

## Resultados y discusión

Se analizaron los valores promedio y desvíos estándar de las variables analizadas. Los resultados muestran diferencias entre los valores obtenidos. Se determinaron mayores valores para las variables asociadas a las vacas múltiparas (Tabla 1).

**Tabla 1.** Promedios y desvíos estándar de las variables analizadas en vacas Nelore primíparas y multíparas en un sistema a pastoreo del trópico boliviano, 2000-2019.

Variables	Primíparas	Multíparas
PV (kg)	486 ± 45	504 ± 44
PTN (kg)	33,1 ± 4,1	33,7 ± 5,1
PTD (kg)	204 ± 37,4	220 ± 34,4
APVD (kg)	0,712 ± 0,15	0,777 ± 0,14
ES (kg)	0,423 ± 0,09	0,439 ± 0,07
ES (%)	42,9	43,9

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± desvío estándar. Peso vivo (PV) en kg, Peso del ternero al nacer (PTN) en kg, Peso de ternero al destete (PTD) en kg, Aumento de peso vivo diario de los terneros (APVD) en kg, Eficiencia (ES) en kg y Eficiencia (ES) en %.

Los resultados del peso promedio de vacas Nelore obtenidos en el presente estudio difieren con los resultados expuestos por Boligon, Carvalheiro, et al., (2013) y Segura-Correa et al. (2013) puesto que obtuvieron un promedio general del peso adulto correspondiente a 421 kg y 426 kg respectivamente; aunque otros autores reportan resultados superiores, Lopes et al. (2016) determinó 555 kg, Ikeda y Marini (2022) 465 kg de peso vivo en vacas primíparas, y de Almeida et al. (2018) reportó 516 kg al evaluar el peso promedio de vacas Nelore en el trópico brasileño bajo un sistema de pastoreo. Las vacas utilizadas pertenecientes a la Fundación Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia se criaron bajo un criterio de selección propio y similar a los de muchos centros multiplicadores de genética; cuyo objetivo de selección se apoya, en general, en que los animales logren un aumento diario de peso elevado intentando obtener un ternero al destete lo más pesado posible, sin tener en cuenta otros rasgos, es por lo que, estas vacas poseen un mayor peso que la media de las vacas de esta región y lo que eso conlleva sobre el resto de las variables analizadas.

Se encontraron tres categorías de vacas primíparas con diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre ellas, según el peso vivo. Las tres categorías no difieren en peso al nacimiento de las terneras, en el peso al destete y en la ganancia de peso vivo diario. Pero, al evaluar la eficiencia tanto en kg como en porcentaje para el grupo de vacas primíparas se obtienen diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los tres grupos, determinando que la categoría C1 (426±3,5 kg) de vacas primíparas resultó el grupo más eficiente en relación a las dos categorías restantes (Tabla 2).

**Tabla 2.** Variables analizadas según categorías de peso vivo de vacas Nelore primíparas para terneras en un sistema a pastoreo del trópico boliviano, 2000-2019.

Categorías peso vivo	PV (kg)	PTN (kg)	PTD (kg)	APVD (kg)	ES (kg)	ES %
C1 (21)	426±3,5 <sup>c</sup>	32,2±1,1 <sup>a</sup>	207±6,8 <sup>a</sup>	0,728±0,02 <sup>a</sup>	0,486±0,01 <sup>a</sup>	48,6±1 <sup>a</sup>
C2 (34)	474±2,0 <sup>b</sup>	31,8±0,8 <sup>a</sup>	193±5,7 <sup>a</sup>	0,671±0,02 <sup>a</sup>	0,407±0,01 <sup>b</sup>	40,7±1 <sup>b</sup>
C3 (29)	526±2,7 <sup>a</sup>	32,0±0,9 <sup>a</sup>	187±6,3 <sup>a</sup>	0,647±0,02 <sup>a</sup>	0,356±0,01 <sup>c</sup>	35,6±1 <sup>c</sup>

Letras diferentes en la columna indican diferencias significativas  $p \leq 0,05$ . Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar. Categoría según peso vivo (C), Peso vivo (PV) en kg, Peso del ternero al nacer (PTN) en kg, Peso de ternero al destete (PTD) en kg, Aumento de peso vivo diario de los terneros (APVD) en kg, Eficiencia (ES) en kg y Eficiencia (ES) en %.

Se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) para las tres categorías de peso vivo de las vacas primíparas del grupo de terneros. Sin embargo, no se muestra diferencia significativa ( $p \geq 0,05$ ) en el peso del ternero al nacimiento, peso al destete y aumento de peso vivo diario. Al evaluar la eficiencia de vacas primíparas para terneros se determinan diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), en donde la categoría C1 (411±9,3 kg) resultó más eficiente en relación a las categorías C2 y C3 (Tabla 3).

**Tabla 3.** Variables analizadas según categorías de peso vivo de vacas Nelore primíparas para terneros en un sistema a pastoreo del trópico boliviano, 2000-2019.

Categorías peso vivo	PV (kg)	PTN (kg)	PTD (kg)	APVD (kg)	ES (kg)	ES%
C1 (11)	411±9,3 <sup>c</sup>	33,8±1,6 <sup>a</sup>	212±11,7 <sup>a</sup>	0,742±0,04 <sup>a</sup>	0,518±0,02 <sup>a</sup>	51,8±2 <sup>a</sup>
C2 (21)	474±2,8 <sup>b</sup>	33,7±0,9 <sup>a</sup>	217±8,4 <sup>a</sup>	0,762±0,03 <sup>a</sup>	0,457±0,01 <sup>b</sup>	45,7±1 <sup>b</sup>
C3 (31)	519±2,5 <sup>a</sup>	34,8±0,6 <sup>a</sup>	218±6,9 <sup>a</sup>	0,763±0,02 <sup>a</sup>	0,421±0,01 <sup>c</sup>	42,1±1 <sup>c</sup>

Letras diferentes en la columna indican diferencias significativas  $p \leq 0,05$ . Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar. Categoría según peso vivo (C), Peso vivo (PV) en kg, Peso del ternero al nacer (PTN) en kg, Peso de ternero al destete (PTD) en kg, Aumento de peso vivo diario de los terneros (APVD) en kg, Eficiencia (ES) en kg y Eficiencia (ES) en %.

Se observaron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) para las cuatro categorías de vacas múltiparas. Al analizar las variables de peso de las terneras al nacimiento y el peso de las terneras al destete de los grupos de vacas múltiparas no se observa diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ). Se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) para el aumento de peso vivo diario de las terneras, aunque la categoría uno y categoría cuatro de vacas múltiparas mostraron en una similar ganancia diaria de peso vivo. Por otra parte, en la eficiencia tanto en kg como en porcentaje, existieron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre las categorías de pesos vivos de vacas múltiparas, resultando en una mayor eficiencia la categoría C1 (421±4 kg) (Tabla 4).

**Tabla 4.** Variables analizadas según categorías de peso vivo de vacas Nelore múltiparas para terneras en un sistema a pastoreo del trópico boliviano, 2000-2019.

Categorías peso vivo	PV (kg)	PTN (kg)	PTD (kg)	APVD (kg)	ES (kg)	ES%
C1 (14)	421±4 <sup>d</sup>	29,7±1 <sup>a</sup>	207±5 <sup>a</sup>	0,740±0,03 <sup>ab</sup>	0,493±0,01 <sup>a</sup>	49±1,5 <sup>a</sup>
C2 (32)	473±2 <sup>c</sup>	32,1±1 <sup>a</sup>	203±4 <sup>a</sup>	0,713±0,02 <sup>b</sup>	0,430±0,01 <sup>b</sup>	43±1 <sup>b</sup>
C3 (62)	526±2 <sup>b</sup>	32,1±1 <sup>a</sup>	207±4 <sup>a</sup>	0,728±0,01 <sup>b</sup>	0,395±0,01 <sup>bc</sup>	39,5±1 <sup>c</sup>
C4 (16)	573±4 <sup>a</sup>	32,1±1 <sup>a</sup>	229±6 <sup>a</sup>	0,819±0,02 <sup>a</sup>	0,400±0,01 <sup>c</sup>	40±1 <sup>bc</sup>

Letras diferentes en la columna indican diferencias significativas  $p \leq 0,05$ . Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar. Categoría según peso vivo (C), Peso vivo (PV) en kg, Peso del ternero al nacer (PTN) en kg, Peso de ternero al destete (PTD) en kg, Aumento de peso vivo diario de los terneros (APVD) en kg, Eficiencia (ES) en kg y Eficiencia (ES) en %.

Se obtuvieron cuatro categorías de peso vivo de vacas múltiparas con diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ). Los resultados de las variables peso del ternero al nacimiento, peso del ternero al destete y aumento de peso vivo diario no difieren para las cuatro categorías; a diferencia de los resultados obtenidos de la eficiencia en kg como en %, en donde se determinaron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), mostrando la mayor eficiencia la categoría C1 de vacas múltiparas (416±5 kg) (Tabla 5).

**Tabla 5.** Variables analizadas según categorías de peso vivo de vacas Nelore multíparas para terneros en un sistema a pastoreo del trópico boliviano, 2000-2019.

Categorías	PV (kg)	PTN (kg)	PTD (kg)	APVD (kg)	ES (kg)	ES%
C1 (11)	416±5 <sup>d</sup>	37,9±1 <sup>a</sup>	230±11 <sup>a</sup>	0,801±0,01 <sup>a</sup>	0,557±0,03 <sup>a</sup>	55,7±3 <sup>a</sup>
C2 (29)	473±2 <sup>c</sup>	34,5±1 <sup>a</sup>	230±6 <sup>a</sup>	0,814±0,01 <sup>a</sup>	0,485±0,01 <sup>b</sup>	48,5±1 <sup>b</sup>
C3 (60)	525±2 <sup>b</sup>	35,7±1 <sup>a</sup>	235±4 <sup>a</sup>	0,829±0,01 <sup>a</sup>	0,447±0,01 <sup>b</sup>	44,7±1 <sup>b</sup>
C4 (8)	579±4 <sup>a</sup>	37,5±2 <sup>a</sup>	237±12 <sup>a</sup>	0,829±0,01 <sup>a</sup>	0,408±0,02 <sup>b</sup>	40,8±2 <sup>b</sup>

Letras diferentes en la columna indican diferencias significativas  $p \leq 0,05$ . Todos los valores corresponden a la media aritmética  $\pm$  error estándar. Categoría según peso vivo (C), Peso vivo (PV) en kg, Peso del ternero al nacer (PTN) en kg, Peso de ternero al destete (PTD) en kg, Aumento de peso vivo diario de los terneros (APVD) en kg, Eficiencia (ES) en kg y Eficiencia (ES) en %.

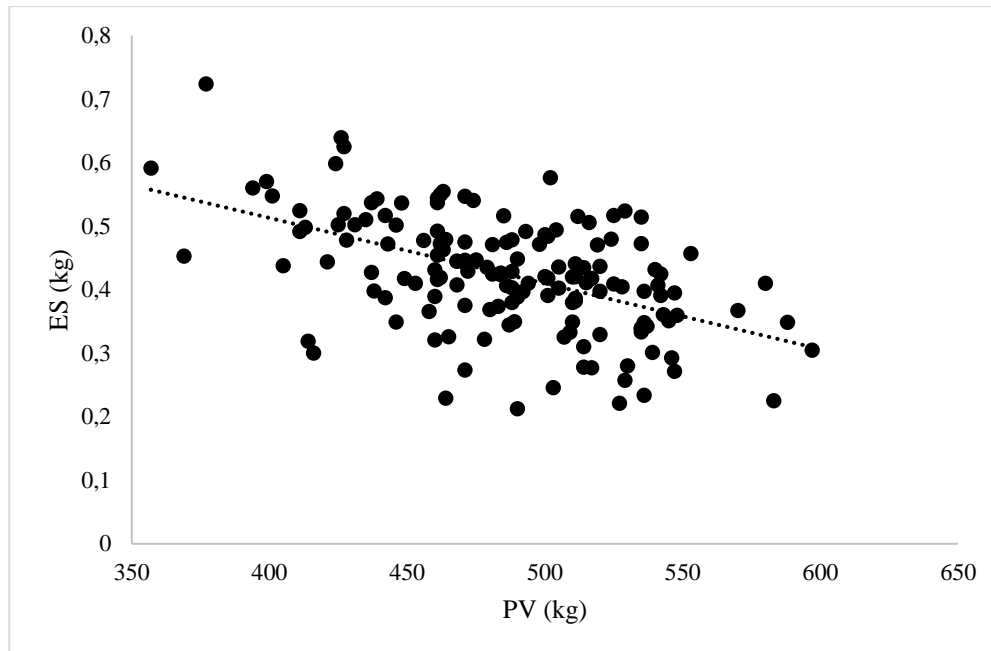
La variable peso del ternero al nacer resalta su importancia como criterio de selección en ganado para carne y los rasgos de crecimiento (expresados como peso corporal) (Scasta et al., 2015). Tales parámetros, al ser medibles, y correlacionados desde el nacimiento hasta la edad adulta, responden bien a la selección, debido a estimaciones de heredabilidad que son moderadas a altas (Claus et al., 2017; Koetz Júnior et al., 2019; Palacios Espinosa et al., 2019), y por ello, la búsqueda de terneros más pesados al parto. De los resultados descritos previamente (Tablas 2, 3, 4 y 5) los pesos de terneros al nacimiento resultan superiores que los pesos descritos en ganado Nelore del trópico que oscilan entre 29 y 32 kg de peso vivo (Araújo et al., 2014; Boligon, Bignardi et al., 2013; Chud et al., 2014; Ikeda & Marini, 2022).

Asimismo, los pesos de terneros al destete (tablas 2, 3, 4 y 5) son superiores en relación a los pesos vivos de terneros Nelore destetados a los siete meses de edad en la misma subregión con un resultado de 164 kg. Por otra parte, Santos et al. (2011) encontraron que terneros Nelore destetados a los ocho, nueve y diez meses de edad el peso promedio es 181 kg para animales criados en pasturas cultivadas; pero, Ikeda, Montellano et al. (2021) han obtenido pesos al destete similares en vacas multíparas y en terneros machos (Tabla 5).

El aumento de peso vivo diario (APVD) se consideró un gran indicador del rendimiento general, representa un reflejo del crecimiento eficiente para alcanzar los objetivos de peso de engorde. Se propuso que el aumento de peso vivo diario previo al destete en terneros Nelore oscila entre 0,807 y 1,0 kg para machos y hembras, respectivamente (Ikeda, Villca et al., 2021). Los resultados obtenidos en el presente estudio fueron superiores (tablas 2, 3, 4 y 5) oscilando entre los 0,671 y 0,829 kg, para los terneros pertenecientes los grupos de vacas primíparas y multíparas, respectivamente.

La variación en cuanto a los resultados obtenidos entre los autores citados y el presente estudio sobre el peso al nacimiento y al destete, y el aumento de peso vivo diario de los terneros Nelore se atribuyó a la diversidad del pasto y posibilidad de selección de la dieta. En donde predomina una mayor posibilidad de selección de la dieta con cantidad y calidad de pasto se estimó un mayor peso de los terneros (Ocampos Olmedo et al., 2020). Además, se debe entender que desde el nacimiento hasta el destete el ternero es más dependiente a la leche materna que al pienso (Araújo et al., 2014, Kamei et al., 2017) que de cierta forma constituye un factor determinante en cada explotación; tal fundamento se complementa a partir de la información obtenida en el presente estudio, donde se observa que vacas primíparas (Tabla 1 y Tabla 2) reportan menores pesos al nacimiento y al destete de terneros Nelore.

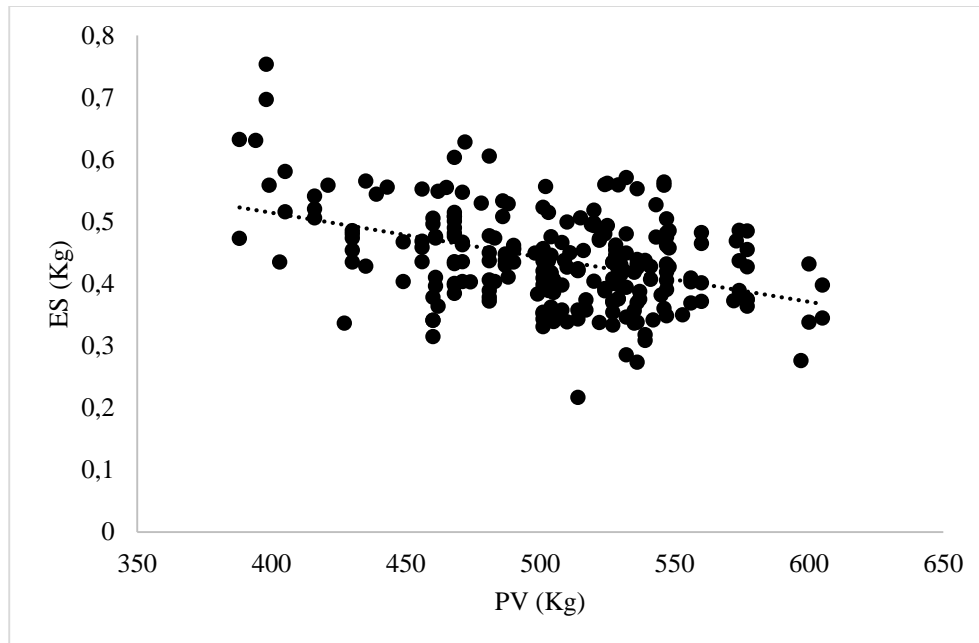
Se relacionó el peso vivo en kg y la eficiencia en kg para terneros machos y hembras de vacas Nelore primíparas, observando una disminución de la eficiencia a medida que aumenta el peso vivo de las vacas. El mejor ajuste se logró con una ecuación lineal  $y = -0,001x + 0,9264$   $R^2 = 0,2672$  ( $p \leq 0,001$ ). Se observa que las vacas de mayor peso vivo presentan los menores valores de eficiencia expresada en kg (Figura 1).



**Figura 1.** Relación del peso vivo de vacas Nelore de primíparas y la eficiencia de los terneros machos y hembras en un sistema a pastoreo del trópico boliviano, 2000-2019.

Se relacionó el peso vivo en kg y la eficiencia en kg para terneros machos y hembras de vacas multíparas. Se observa un decrecimiento de la eficiencia a medida que aumenta el peso vivo de las vacas (Figura 2). El mejor ajuste se logró con la ecuación lineal  $y = -0,0007x + 0,8017$   $R^2 = 0,1774$  ( $p \leq 0,001$ ).





**Figura 2.** Relación del peso vivo de vacas Nelore de primíparas y la eficiencia de los terneros machos y hembras en un sistema a pastoreo del trópico boliviano, 2000-2019.

Se observó una variación en el peso vivo de las vacas Nelore analizadas (figura 1 y 2), que podría ser a causa de varios factores que intervienen en el sistema productivo (genética, manejo, nutrición, ambiente) y que determinan tal diferencia de pesos (Beck et al., 2016; Scasta et al., 2015; Williams et al., 2018). Por otro lado, Lacerda et al. (2018) remarcan la importancia del peso vivo de las vacas, porque esta variable es considerada un rasgo asociado a la eficiencia productiva para el ganado cebú, por ende, permite estimar que terneros nacidos de hembras más pesadas logren terneros más pesados al destetarlos.

La eficiencia productiva en los sistemas de producción de bovinos para carne se midió como la capacidad de las vacas para transformar el alimento ingerido en peso de ternero al destete (Castilho et al., 2018; Farias et al., 2018, Vaz et al., 2016), bajo tal concepto, en el presente estudio se evaluó la eficiencia en kilogramos y porcentaje a través de los kg producidos de ternero/ kg mantenidos de vaca. Al evaluar la eficiencia como el peso del ternero al destete a los 63 días asociado con el peso de la vaca al parto, se ha demostrado que las vacas clasificadas como pequeñas 335 kg son más eficientes que las vacas grandes de 423 kg, con resultados de eficiencia correspondientes a 19 y 17 %, respectivamente (Vaz, Cérdotes et al., 2022).

Los resultados expuestos por Vaz, Cérdotes et al. (2022) sustentan el supuesto del presente estudio en donde demostraron que, a partir de diferentes categorías de pesos, las vacas con menor peso vivo se asocian a mayores resultados de eficiencia, los mismos que oscilan entre 43 y 44 %. También, se ha relacionado el peso del ternero al destete a los 90 días en vacas para carne y se ha determinado que las vacas de bajo peso (324 kg) producen más kilogramos de terneros en comparación a vacas de mayor peso (Vaz, Lobato et al, 2022). Por otra parte, se evaluó el efecto del peso corporal de vacas para carne sobre la eficiencia de la producción

de terneros, en tal caso, se evidenció que las vacas livianas (325 kg) destetaron los 67 días un promedio de 21 y 28 % más kilogramos en terneros que vacas moderadas o pesadas (Vaz et al., 2020).

Al evaluar la eficiencia de vacas con composición genética predominante Nelore, el rebaño de vacas pesadas (408,5±5,2 kg), produjeron 57,4 kg más de ternero destetado, representando un 19,7 % más kilogramos de terneros que las vacas livianas (309,6±4,8kg) y moderadas (362,8±4,4 kg); en este caso, se atribuyó a la mayor productividad por la mayor tasa de preñez obtenida por las vacas pesadas (Farias et al., 2018). Determinadas diferencias en los resultados podrían deberse a diversos factores como: el momento del nacimiento de los terneros y la edad de la vaca, el grupo genético de la vaca y el sexo del ternero, el nivel nutricional pre y posparto y edad del ternero al destete (Farias et al., 2018; Rodrigues et al., 2014; Vaz et al., 2016).

La eficiencia en términos de kg producidos de ternero/ kg mantenidos de vaca, se considera un índice importante porque permite estimar el número de kilogramos de ternero destetado por vaca en el año siguiente (Silveira et al., 2014). Aun así, se considera necesaria la utilización de varios indicadores para la búsqueda de las vacas más eficientes en los sistemas evaluados.

A partir de los resultados obtenidos del presente estudio (Tabla 2, 3, 4 y 5) en donde se observó que las diferentes categorías de pesos de las vacas no tuvieron relación con en el peso vivo al nacimiento, peso vivo al destete y el aumento medio diario de peso, sí se demostró la relación entre el peso vivo de las vacas y la eficiencia.

## Conclusiones

Al evaluar la eficiencia productiva en los sistemas de producción para carne bovina, se demostró que el peso vivo de las vacas constituye una herramienta válida para la toma de decisiones y permite generar una estrategia productiva en los rodeos ganaderos. El peso vivo de las vacas impactó sobre la variable eficiencia (kg producidos de ternero/ kg mantenidos de vaca), pero no sobre el peso al nacimiento, peso al destete o el aumento de peso vivo diario. La utilización de hembras de menor peso vivo podría ser beneficioso para los sistemas de producción extensivos y restringidos en alimentos, cómo lo es el subtropical boliviano u otros similares de Latinoamérica.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dra. Atsuko Ikeda y a la Fundación Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia (CETABOL) de la Colonia Okinawa por facilitarnos el uso de los datos utilizados.

## Referencias

- Araújo, C. V. de, Lôbo, R. B., Figueiredo, L. G. G., Mousquer, C. J., Laureano, M. M. M., Bittencourt, T. C. B. dos S. C. de, & Araújo, S. I. (2014). Estimates of genetic parameters of growth traits of Nelore cattle in the Midwest region of Brazil. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 15(4), 846-853. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402014000400006>
- Beck, P. A., Stewart, C. B., Gadberry, M. S., Haque, M., & Biermacher, J. (2016). Effect of mature body weight and stocking rate on cow and calf performance, cow herd efficiency, and economics in the

- southeastern United States. *Journal of Animal Science*, 94(4), 1689-1702. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-0049>
- Bedoya Ospina, C. F., Alzate Ramirez, J. A., Ángel Cardona, J. C., Escobar, R. C. S. & Calvo Cardona, S. J. (2019). Evaluación genética para características de peso en ganado Brahman comercial. *Revista MVZ Córdoba*, 24(2), 7225-7230. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1662>
- Boligon, A. A., Bignardi, A. B., Mercadante, M. E. Z., Lôbo, R. B., & Albuquerque, L. G. (2013). Principal components and factor analytic models for birth to mature weights in Nelore cattle. *Livestock Science*, 152(2-3), 135-142. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.01.005>
- Boligon, A. A., Carvalheiro, R., & Albuquerque, L. G. (2013). Evaluation of mature cow weight: Genetic correlations with traits used in selection indices, correlated responses, and genetic trends in Nelore cattle. *Journal of Animal Science*, 91(1), 20–28. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5346>
- Buttram, S. T., & Willham, R. L. (1989). Size and management effects on reproduction in first-, second- and third-parity cows. *Journal of Animal Science*, 67(9), 2191-2196. <https://doi.org/10.2527/jas1989.6792191x>
- Castilho, E. M., Vaz, R. Z., Costa, P. T., Fernandes, T. A., Farias, G. D., & Boligon, A. A. (2018). Different corporal structures determining the effective production of Red Angus primiparous cows at 24 months of age. *Semina: Ciências Agrárias*, 39(5), 2093-2102. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n5p2093>
- Chirinos Peinado, D. M., Castro Bedriñana, J. I., & Calderón León, T. (2017). Parámetros Reproductivos del Ganado Nelore en la Selva Central del Perú (2000-2007). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 28(2), 307-313. <https://doi.org/10.15381/rivep.v28i2.13057>
- Chud, T. C. S., Caetano, S. L., Buzanskas, M. E., Grossi, D. A., Guidolin, D. G. F., & Nascimento, G. B., Rosa, J. O., Lôbo, R. B., & Munari, D. P. (2014). Genetic analysis for gestation length, birth weight, weaning weight, and accumulated productivity in Nelore beef cattle. *Livestock Science*, 170, 16-21. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.09.024>
- Claus, L. A. M., Koetz Júnior, C., Roso, V. M., Borges, M. H. F., Barcellos, J. O. J., & Ribeiro, E. L. de. A. (2017). Genetic parameters of age at first calving, weight gain, and visual scores in Nelore heifers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(4), 303-308. <https://doi.org/10.1590/s1806-92902017000400005>
- Damasceno Carvalho, C. V., & Calmon de Bittencourt, T. C. (2015). Breeding objectives for a Nelore cattle rearing system. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50(9), 814-820. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000900010>
- de Almeida, D. M., Marcondes, M. I., Rennó, L. N., de Barros, L. V., Cabral, C. H. A., Martins, L. S., Marquez, D. E. C., Saldarriaga, F. V., Villadiego, F. A. C., Cardozo, M. A., Ortega, R. M., Cardenas J. E. G., Brandão, V. L. N., & Paulino, M. F. (2018). Estimation of daily milk yield of Nelore cows grazing tropical pastures. *Tropical Animal Health and Production*, 50, 1771–1777. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1617-4>

- Farias, G. D., Cerdótes, L., Restle, J., Pascoal, L. L., Costa, P. T., Ferreira, O. G. L., & Vaz, R. Z. (2018). Body size and its effects on productive efficiency of cows with predominant Nelore genetic composition. *Acta Scientiarum. Animal Science*, 40, Article e42532. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v40i1.42532>
- Grion, A. L., Mercadante, M. E. Z., Cyrillo, J. N. S. G., Bonilha, S. F. M., Magnani, E., & Branco, R. H. (2014). Selection for feed efficiency traits and correlated genetic responses in feed intake and weight gain of Nelore cattle. *Journal of Animal Science*, 92(3), 955-965. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6682>
- Ikeda, A., Barbona, I., Pereira, J. A., Hayashi, Y., & Marini, P.R. (2019). Longevity of Nelore Cows of the Bolivian Tropics. Is It Possible to Explain It Through Productive Variables? *Sustainable Agriculture Research*, 8(4), 28-34 <https://doi.org/10.5539/sar.v8n4p28>
- Ikeda, A., Garzón, J. P., Macías Rodríguez, E., & Marini, P. R. (2019). Comportamiento productivo y reproductivo de vacas Nelore de diferentes edades en un sistema a pastoreo del trópico boliviano. *La Técnica*, 21, 77–86. [https://doi.org/10.33936/la\\_tecnica.v0i21.1219](https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i21.1219)
- Ikeda, A., Marini, P. R. (2021). Evolution of Production Indicators over time in Nelore cows from the Bolivian tropics. *Sustainable Agriculture Research*, 10(2), 12-12-16. <https://doi.org/10.5539/sar.v10n2p12>
- Ikeda, A., & Marini, P. R., (2022). Weight at first calving and its relationship with productive indicators in Nelore cows in a grazing system of the Bolivian tropics. *International Journal of Biology*, 14(1), 19-25. <https://doi.org/10.5539/ijb.v14n1p19>
- Ikeda, A., Montellano Paco, A., Barbona, I., Marini, R. P. (2021). Factors affecting weight gain in Nelore calves from birth to weaning in the Bolivian tropic. *Sustainable Agriculture Research*, 10(4), 33-39. <https://doi.org/10.5539/sar.v10n4p33>
- Ikeda, A., Villca, Y. Z. F., Ivana, B., & Marini, P. R. (2021). Factors affecting weight gain in Nelore calves from weaning to marketing in the Bolivian tropic. *European Journal of Applied Sciences*, 9(3), 58-65. <https://doi.org/10.14738/aivp.93.10190>
- Kamei, L. M., Ribeiro, E. L. de A., Fonseca, N. A. N., Muniz, C. A. de S. D., Camiloti, T. V., Koritiaki, N. A., & Fortaleza, A. P. de S. (2017). Genetic parameters of growth traits in Nelore cattle. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(3), 1513–1520. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n3p1503>
- Koetz Junior, C., Roso, V. M., Fávaro, P. da C., Pereira, G. R., Borges, M. H. F., Barca Junior, F. A., Barcellos, J. O. J. & Ribeiro, E. L. de A. (2019). Heritability estimation and genetic correlations for mature weight, visual scores, and growth traits in Nelore cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 48, Article e20170246. <https://doi.org/10.1590/rbz4820170246>
- Lacerda, V. V., Campos, G. S., Roso, V. M., Souza, F. R. P., Brauner, C. C., & Boligon, A. A. (2018). Effect of mature size and body condition of Nelore females on the reproductive performance. *Theriogenology*, 118(15), 27–33. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.05.036>

- Lopes, F. B., Magnabosco, C. U., De Souza, F. M., de Assis, A. S., & Brunes, L. C. (2016). Análises de dados longitudinais em bovinos Nelore Mocho por meio de modelos não lineares. *Archivos de Zootecnia*, 65(250), 123-129. <https://doi.org/10.21071/az.v65i250.478>
- Lopes, J. S., Rorato, P. R. N., Weber, T., Boligon, A. A., Comin, J. G., & Dornelles, M. de A. (2008). Efeito da interação genotipo x ambiente sobre o peso ao nascimento, aos 205 e aos 550 dias de idade de bovinos da raça Nelore na Região Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(1), 54-60. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000100007>
- Moreira, H. L., Savegnago, R. P., Freitas, L. A. de, Lôbo, R. B., Bezerra, L. A. F., & Paz, C. C. P. de. (2019). Breeding goals and economic values for Nelore cattle in a full-cycle production system. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 41, Article e43361. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v41i1.43361>
- Palacios Espinosa, A., Espinoza Villavicencio, J. L., & Menéndez Buxadera, A. (2019). Parámetros genéticos para peso al destete y rasgos reproductivos en ganado cebú de Cuba. *Nova Scientia*, 11(22), 1-25. <https://doi.org/10.21640/ns.v11i22.1672>
- Rodrigues, P. F., Menezes, L. M., Azambuja, R. C. C., Suñé, R. W., Silveira, I. D.B., & Cardoso, F. F. (2014). Milk yield and composition from Angus and Angus-cross beef cows raised in southern Brazil. *Journal of Animal Science*, 92(6), 2668-2676. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-7055>
- Santos, S. A., Souza, G. S. e, Costa, C., Abreu, U. G. P. de, Alves, F. V., & Ítavo, L. C. V. (2011). Growth curve of Nelore calves reared on natural pasture in the Pantanal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(12), 2947-2953. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011001200043>
- Scasta, J. D., Henderson, L., & Smith, T. (2015). Drought effect on weaning weight and efficiency relative to cow size in semiarid rangeland. *Journal of Animal Science*, 93(12), 5829–5839. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9172>
- Segura-Correa, J. C., Magaña-Monforte, J. G., Centurión-Castro, F., & Segura-Correa, V. M. (2013). Efecto de grupo racial y edad al primer parto sobre el número de partos durante la vida útil de vacas cebú. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 45, 41-44. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2013000100007>
- Silveira, M. F., Restle, J., Alves Filho, D. C., Missio, R. L., Donicht, P. A. M. M., Segabinazzi, L. R., Callegaro, A. M., & Joner, G. (2014). Suplementação com gordura protegida para vacas de corte desmamadas precocemente mantidas em pastagem natural. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 66(3), 809-817. <https://doi.org/10.1590/1678-41625366>
- Terry, S. A., Basarab, J. A., Guan, L. L., & McAllister, T. A. (2020). Strategies to improve the efficiency of beef cattle production. *Canadian Journal of Animal Science*, 101(1), 1-19. <https://doi.org/10.1139/cjas-2020-0022>
- Thompson, L. R., Beck, M. R., Buskirk, D. D., Rowntree, J. E., & McKendree, M. G. S. (2020). Cow efficiency: modeling the biological and economic output of a Michigan beef herd. *Translational Animal Sciences*, 4(3), Article txaa166. <https://doi.org/10.1093/tas/txaa166>

- Vaz, R. Z., Cérdotes, L., Pacheco, R. F., Sartori, D. B., Lucas, J. D., Agner, H. S. S., & Restle, J. (2022). Índice de massa corporal ao parto no desempenho e eficiência de rebanhos de vacas Zebuínas. *Semina: Ciências Agrárias*, 43(1), 197-210. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2022v43n1p197>
- Vaz, R. Z., Lobato, J. F. P., Restle, J., Costa, P. T., Eloy, L., & Costa, J. L. B. (2022). Weight at conception and gestational gains in the efficiency of beef cows and progeny performance. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 94(1), Article e20191280. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202220191280>
- Vaz, R. Z., Lobato, J. F. P., Restle, J., Costa, P. T., Ferreira, O. G. L., Betancourt Garcia, J. A., Eloy, L. R., & Costa, J. L. B. (2020). Effect of live weight of beef cows on calf production efficiency. *Research, Society and Development*, 9(9), Article e679007632. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7632>
- Vaz, R. Z., Restle, J., Pacheco, P. S., Vaz, F. N., Pascoal, L. L., Neiva, J. N. M., Alves Filho, D.C., & Donicht, P. A. M. M. (2016). Performance of beef cows of different genetic groups in natural and cultivated pastures. *Bioscience Journal*, 32(1), 191-201. <https://doi.org/10.14393/BJ-v32n1a2016-26504>
- Williams, A. R., Parsons, C. T., Dafoe, J. M., Boss, D. L., Bowman, J. G. P., & DelCurto, T. (2018). The influence of beef cow weaning weight ratio and cow size on feed intake behavior, milk production, and milk composition. *Translational Animal Science*, 27(2), 79-83. <https://doi.org/10.1093/tas/txy044>
- Ziegler, R. L., Musgrave, J. A., Meyer, T. L., Funston, R. N., Dennis, E. J., Hanford, K. J., MacDonald, J. C., & Mulliniks, J. T. (2020). The impact of cow size on cow-calf and postweaning progeny performance in the Nebraska Sandhills. *Translational Animal Sciences*, 4(4), Article txaal94. <https://doi.org/10.1093/tas/txaa194>