

# Comparación de parámetros productivos de vacas *Bos taurus* × *Bos indicus* en sistemas semi estabulados y extensivos en el trópico de Oxapampa, Perú

## Comparison of parameters of *Bos taurus* × *Bos indicus* cows under semi-confined and extensive systems in the tropic of Oxapampa, Peru

Aníbal Rodríguez-Vargas<sup>1,2\*</sup> , José Barrón-López<sup>2</sup> , Elmer Meza-Rojas<sup>3</sup> , Gilmar Mendoza-Ordoñez<sup>4</sup> , Folke Tantahuillca-Landeo<sup>1</sup> , Francisco Vargas-Gonzales<sup>5</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Instituto de Investigación Especializada en Ganadería Oxapampa (INIGOX). Pasco, Perú.

<sup>2</sup>Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Posgrado. Lima, Perú.

<sup>3</sup>Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Zootecnia. Junín, Perú.

<sup>4</sup>Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal, Trujillo, Perú.

<sup>5</sup>Dirección Regional Agricultura. Pasco, Perú.

\*Autor para correspondencia: [arodriguezv@undac.edu.pe](mailto:arodriguezv@undac.edu.pe)

### RESUMEN

El objetivo del estudio fue comparar los parámetros productivos de vacas *Bos taurus* × *Bos indicus* en sistemas de producción semi estabulado y extensivo en tres localidades del trópico alto de Oxapampa, Perú. Se evaluaron 325 vacas criollas provenientes de 18 unidades agropecuarias, analizando los siguientes parámetros: producción diaria de leche (PDL), peso al nacimiento (PN), duración de la lactancia (DL), peso al destete (PAD), tasa de permanencia en el fundo (TPVF) y porcentaje de vacas en producción (PVP). No se encontraron diferencias significativas ( $P=0,4998$ ) en la PDL según la procedencia de los animales (distritos de Oxapampa, Chontabamba y Huancabamba) ni según el sistema de manejo ( $P=0,0808$ ). Sin embargo, el sistema semi estabulado presentó una PDL significativamente mayor ( $9,32 \pm 0,72$  L) en comparación con el sistema extensivo ( $4,78 \pm 1,57$  L;  $P=0,0001$ ). De igual manera, el PN y el PAD fueron superior en el sistema semi estabulado en comparación al extensivo ( $38,08 \pm 0,91$  kg vs.  $35,59 \pm 1,35$  kg;  $P=0,0154$ ) y ( $161,72 \pm 4,37$  kg vs.  $149,25 \pm 2,66$  kg;  $P=0,0002$ ), respectivamente. La DL también fue significativamente mayor ( $P=0,0085$ ) en el sistema semi estabulado ( $192,79 \pm 10,87$  días;) frente al sistema extensivo ( $173,22 \pm 5,23$  días). Estos resultados denotan la importancia de adoptar sistemas semi intensivos en zonas tropicales para mejorar la eficiencia productiva, contribuyendo con la sostenibilidad y rentabilidad de los sistemas ganaderos.

**Palabras clave:** Parámetros productivos; vacas de doble propósito; sistemas de manejo; producción lechera; trópico

### ABSTRACT

The objective of the study was to compare the productive parameters of *Bos taurus* × *Bos indicus* cows in both, semi-stabled and extensive production systems in three localities of the high tropics of Oxapampa, Peru. A total of 325 Criollo cows from 18 agricultural units were evaluated, analyzing the following parameters: daily milk production (PDL), birth weight (PN), lactation duration (DL), weaning weight (PAD), farm retention rate (TPVF)(FRR), and percentage of cows in production (PVP)(PCP). No significant differences ( $P=0.4998$ ) were found in DMP based on the origin of the animals (Oxapampa, Chontabamba, and Huancabamba districts) or the farm ( $P=0.0808$ ). However, the semi-stabled system showed a significantly higher DMP ( $9.32 \pm 0.72$  L) compared to the extensive system ( $4.78 \pm 1.57$  L;  $P=0.0001$ ). Likewise, BW and WW were higher in the semi-stabled system compared to the extensive system ( $38.08 \pm 0.91$  kg vs.  $35.59 \pm 1.35$  kg;  $P=0.0154$ ) and ( $161.72 \pm 4.37$  kg vs.  $149.25 \pm 2.66$  kg;  $P=0.0002$ ), respectively. LD was also significantly longer ( $P=0.0085$ ) in the semi-stabled system ( $192.79 \pm 10.87$  days) compared to the extensive system ( $173.22 \pm 5.23$  days). These results denote the importance of adopting semi-intensive systems in tropical areas to improve productive efficiency, contributing to the sustainability and profitability of livestock systems.

**Key words:** Productive parameters; dual-purpose cows; management systems; milk production; tropic

## INTRODUCCIÓN

La cría de vacas cruzadas *Bos taurus* × *Bos indicus* en el trópico alto de Perú, especialmente en el valle de Oxapampa, se ha consolidado como una estrategia eficaz para incrementar la eficiencia productiva en sistemas de manejo semi estabulado y extensivo [1]. Estos sistemas ganaderos, influenciados por factores ambientales y prácticas de manejo, afectan directamente los parámetros productivos, como la producción diaria de leche y el peso al destete [2]. La selección de razas cruzadas se justifica por su notable adaptabilidad a las adversidades climáticas tropicales, donde la resistencia al estrés térmico y a las enfermedades es esencial para lograr un sistema productivo eficiente y sostenible [3].

El análisis comparativo entre los sistemas semi estabulados y extensivos es fundamental para optimizar la productividad animal y comprender cómo las diversas prácticas de manejo influyen en los resultados productivos [4]. Los sistemas extensivos, caracterizados por el pastoreo libre y un manejo menos intensivo, suelen reducir los costos operativos, aunque a menudo presentan limitaciones en la eficiencia reproductiva y productiva. En contraste, el sistema semi estabulado, que combina el pastoreo con suplementación alimentaria controlada, ha demostrado mejorar tanto el rendimiento productivo como el bienestar animal, especialmente en áreas donde la calidad del forraje es limitada [5].

Las condiciones agroecológicas del trópico alto imponen restricciones significativas a la disponibilidad de forrajes y plantean exigencias nutricionales que deben ser abordadas mediante prácticas de manejo específicas [6]. Por lo tanto, es fundamental evaluar en detalle los parámetros reproductivos y productivos para identificar qué sistema de manejo resulta más eficiente en términos de producción de leche y crecimiento de los terneros al destete en vacas cruzadas [7]. Un análisis exhaustivo de estos parámetros bajo condiciones locales también puede contribuir al desarrollo de prácticas ganaderas más sostenibles, optimizando el uso de recursos sin comprometer el bienestar animal ni la rentabilidad del productor [8].

Los resultados de esta investigación ofertan información valiosa para la toma de decisiones en la gestión ganadera, facilitando el diseño de estrategias que optimicen tanto la rentabilidad como la sostenibilidad de la producción en un entorno ecológicamente diverso [9]. En este contexto, el estudio tuvo como objetivo comparar los parámetros productivos en vacas *Bos taurus* × *Bos indicus* en sistemas semi estabulado y extensivo en el trópico alto de Oxapampa, Perú.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en los distritos de Huancabamba (1.666 m.s.n.m. y precipitación anual de 1.543 mm), Chontabamba (1.900 m.s.n.m. y 1.370 mm) y Oxapampa (1.814 m.s.n.m. y 1.370 mm), ubicados en la provincia de Oxapampa, región de Pasco, Perú. Según la clasificación de zonas de vida, estos distritos se caracterizan principalmente por la presencia de bosque muy húmedo montano bajo tropical (bmh-MBT) y bosque muy húmedo montano tropical (bmh-MT). La población de vacunos en la región incluye 14.352 cabezas en Oxapampa, 6.588 en Huancabamba y 3.577 en Chontabamba, totalizando 24.517 cabezas de ganado [10].

Se evaluaron 325 vacas doble propósito (criollas: *Bos taurus* × *Bos indicus*) procedentes de 18 unidades agropecuarias representativas de la zona. Esta muestra representa el 6,9 % de la población total de la provincia de Oxapampa [10], y fue calculada utilizando la fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{E^2 (N-1) + Z^2 \sigma^2}$$

Dónde: N = tamaño de la población, Z = Nivel de confianza (95 %),  $\sigma$  = Desviación estándar poblacional referida a la PDL (1,15 L.), E = Sesgo del parámetro a estimar (1 %). El tipo de muestreo fue el de aleatorio simple estratificado.

Las unidades de estudio procedieron de sistemas de producción semi estabulado (30 %) y extensivo bajo pastoreo (70 %). El 80 % de los hatos no suelen emplear inseminación artificial, manteniendo a machos y hembras juntos durante todo el año. Las vacas en el estudio tenían entre el primer y tercer parto, con una duración promedio de lactancia de 183,7 días (d) con ternero al pie. El porcentaje de vacas en producción dentro del hato fue del 66,3 %. La alimentación de las vacas se basó principalmente en pastoreo, con *Setaria sphacelata* (33, %) y *Melinis minutiflora* (19, %).

Los datos recolectados correspondieron a lactancias del primer al tercer parto de 325 vacas, servidas mediante inseminación artificial y monta natural, además de los pesos y edades de los animales al parto y al destete. Esta información permitió estimar la producción diaria de leche (PDL), el peso al nacimiento (PN), la duración de la lactancia (DL), peso al destete (PAD) y la tasa de permanencia de vacas en el fundo (TPVF).

El análisis estadístico consistió en un modelo aditivo lineal de efectos fijos y su correspondiente análisis de varianza. El modelo estadístico utilizado fue:  $Y_{ijk} = \mu + P_i + S_j + (P^*S)_{ij} + e_{ijk}$ , donde  $Y_{ijk}$  es la variable observada en los animales;  $\mu$  es la media poblacional,  $P_i$  es la procedencia del establo,  $S_j$  es el sistema de manejo,  $(P^*S)_{ij}$  es la interacción de procedencia por sistema de manejo y  $e_{ijk}$  es el valor residual. La diferencia de medias entre los niveles de cada factor en estudio fueron índices productivos de cada establo comprobadas mediante la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ). El análisis de datos se hizo con InfoStat versión libre 2020.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Producción diaria de leche (PDL)

Los resultados de este estudio indican que no hubo una interacción significativa entre el lugar de procedencia y el sistema de manejo en PDL ( $P=0,0808$ ). Esto sugiere que las diferencias en la producción lechera no están influenciadas por el origen de los animales en relación con el sistema de manejo aplicado. Además, el lugar de origen tampoco mostró un efecto significativo sobre la PDL ( $P=0,4998$ ), con un promedio general de  $7,05 \pm 1,15$  L (TABLA I), lo que indica cierta homogeneidad en los niveles de producción de leche entre los diferentes orígenes.

Sin embargo, al analizar los sistemas de manejo, se encontraron diferencias altamente significativas ( $P=0,0001$ ). El sistema semi estabulado presentó una PDL superior de  $9,32 \pm 0,72$  L (TABLA II), en comparación con el sistema extensivo, que mostró

un rendimiento menor de  $4,78 \pm 1,57$  L. Estos hallazgos sugieren que hay un considerable margen de mejora en los sistemas de crianza semi estabulados mediante la adopción de prácticas más eficientes y tecnología adecuada [11]. Como se ha indicado, los sistemas de producción más intensivos, implementados en países desarrollados, han demostrado eficiencias significativamente más altas gracias a mejoras en la gestión y la tecnología.

La superioridad del sistema semi estabulado en la productividad lechera se puede atribuir a un manejo más controlado y a una alimentación mejorada en comparación con el sistema extensivo, donde las vacas dependen en gran medida de las condiciones climáticas y la calidad del pasto disponible [12, 13].

Los parámetros productivos de 325 vacas criollas (*Bos taurus* x *Bos indicus*), según su lugar de procedencia Oxapampa, se visualizan en la TABLA I.

Los resultados son consistentes con los hallazgos de Rosendo y cols. [14], quienes reportaron un aumento en la PDL de  $5,82 \pm 0,18$  a  $7,10 \pm 0,18$  L en vacas pastoreadas en *Brachiaria mutica* y suplementadas con concentrado. Sin embargo, los datos hallados son superiores a los de Quispe y cols. [15] que reportaron un promedio de PDL de  $1,64 \pm 0,45$  a  $2,18 \pm 0,44$  L en vacunos criollos del altiplano de Puno. Adan [16], también encontró una producción promedio de  $4,4 \pm 1,2$  L/vaca/día en su estudio sobre los sistemas de lechería tropical en el piedemonte araucano, Colombia. En contraste, los rendimientos de nuestro estudio son inferiores a los reportados por Meza y cols. [17], quienes reportaron una PDL de  $9,9 \pm 0,62$  L en vacas Brown Swiss en un sistema semi estabulado. Esta discrepancia podría atribuirse a variaciones en las condiciones agroecológicas, las prácticas de manejo del ganado en cada localidad, número de partos [18]; asimismo, a posibles

niveles diferentes de sangre de los cruzamientos (*Bos taurus* x *Bos indicus*), en los diferentes lugares de estudio.

Los parámetros productivos de 325 vacas criollas (*Bos taurus* x *Bos indicus*) según el sistema de crianza en Oxapampa, Perú, se observan en la TABLA II.

Adicionalmente, los resultados son considerablemente más bajos que los observados en estudios como el de Mancin y cols. [19] donde vacas de la raza Reggiana produjeron un promedio de  $19 \text{ L} \cdot \text{d}^{-1}$ , y el de Romo y cols. [20], que reportaron  $21,9 \pm 9,6$  L de leche por vaca en sistemas de producción de mayor escala. Esta discrepancia subraya las limitaciones en la producción de sistemas semi intensivos o extensivos en regiones menos tecnificadas, como en el presente estudio, en comparación con sistemas más industrializados y razas de alto rendimiento lechero [18].

Las diferencias en la productividad reflejan la influencia de factores como la genética, el manejo alimentario, la suplementación y las condiciones ambientales. Las vacas de razas especializadas en sistemas tecnificados alcanzan altos niveles de producción, mientras que las razas criollas, junto con los sistemas semi estabulados o extensivos en áreas rurales, aún presentan oportunidades de mejora a través de la adopción de tecnologías, como la suplementación nutricional y el manejo reproductivo. Este enfoque es crucial para la sostenibilidad y competitividad de estos sistemas en un mercado cada vez más exigente [18, 21].

### Peso al nacimiento (PN)

Los resultados de este estudio indican que la interacción entre el lugar de procedencia y el sistema de manejo no influye significativamente en el PN ( $P$ -valor = 0,9010). Esto sugiere

**TABLA I**  
Parámetros productivos de 325 vacas criollas (*Bos taurus* x *Bos indicus*) según su lugar de procedencia en Oxapampa, Perú

Lugar de procedencia	n	PDL (L)	PN (kg)	DL (días)	PAD (kg)	TPVF (%)	PVP (%)
Oxapampa	122	$7,68 \pm 1,37^a$	$38,27 \pm 0,55^a$	$182,33 \pm 4,64^a$	$155,22 \pm 2,00^a$	$91,07 \pm 1,21^a$	$61,15 \pm 1,17^a$
Chontabamba	71	$6,60 \pm 0,62^a$	$36,07 \pm 2,16^a$	$185,93 \pm 14,68^a$	$159,21 \pm 5,52^a$	$91,10 \pm 1,77^a$	$62,07 \pm 1,62^a$
Huancabamba	132	$6,87 \pm 1,45^a$	$36,17 \pm 0,69^a$	$180,75 \pm 4,84^a$	$152,03 \pm 3,04^a$	$88,45 \pm 0,85^a$	$63,58 \pm 1,95^a$
Promedio	-	$7,05 \pm 1,15$	$36,83 \pm 1,13$	$183,0 \pm 8,05$	$155,49 \pm 3,52$	$90,21 \pm 1,28$	$62,27 \pm 1,58$
Error estándar		0,65	0,76	5,40	2,10	0,70	0,82

<sup>a,b</sup>: Promedios de parámetros productivos con diferente superíndice dentro de cada columna son estadísticamente significativos ( $P < 0,05$ ). PDL: Producción diaria de leche, PN: Peso al nacimiento, DL: Duración de la lactancia, PAD: Peso al destete, TPVF: Tasa de permanencia en el fundo, PVP: Porcentaje de vacas en producción

**TABLA II**  
Parámetros productivos de 325 vacas criollas (*Bos taurus* x *Bos indicus*) según el sistema de crianza en Oxapampa, Perú

Sistema de crianza	n	PDL (L)	PN (kg)	DL (días)	PAD (kg)	TPVF (%)	PVP (%)
Semi estabulado	98	$9,32 \pm 0,72^a$	$38,08 \pm 0,91^a$	$192,79 \pm 10,87^a$	$161,72 \pm 4,37^a$	$93,68 \pm 1,61^a$	$68,90 \pm 1,82^a$
Extensivo	227	$4,78 \pm 1,57^b$	$35,59 \pm 1,35^b$	$173,22 \pm 5,23^b$	$149,25 \pm 2,66^b$	$86,73 \pm 0,95^b$	$55,63 \pm 1,34^b$
Promedio	-	$7,05 \pm 1,15$	$36,83 \pm 1,13$	$183,00 \pm 8,05$	$155,49 \pm 3,52$	$90,21 \pm 1,28$	$62,27 \pm 1,58$
Error estándar		0,53	0,62	4,41	1,71	0,57	0,67

<sup>a,b</sup>: Promedios de parámetros productivos con diferente superíndice dentro de cada columna son estadísticamente significativos ( $P < 0,05$ ). PDL: Producción diaria de leche, PN: Peso al nacimiento, DL: Duración de la lactancia, PAD: Peso al destete, TPVF: Tasa de permanencia en el fundo, PVP: Porcentaje de vacas en producción

que, a pesar de las variaciones esperadas, el peso de los terneros está más relacionado con otros aspectos del manejo [18]. Asimismo, el lugar de origen tampoco mostró un efecto significativo ( $P$ -valor = 0,1122), con un promedio general de  $36,83 \pm 1,13$  kg (TABLA I), lo que subraya la complejidad de los factores que afectan este parámetro. Sin embargo, se observaron diferencias estadísticamente significativas en relación con el sistema de manejo ( $P$ -valor = 0,0154). Los terneros del sistema semi estabulado presentaron un peso al nacimiento promedio de  $38,08 \pm 0,91$  kg, en comparación con  $35,59 \pm 1,35$  kg en el sistema extensivo (TABLA II). Este hallazgo refuerza la idea de que el manejo semi estabulado, al ofrecer un control más estricto sobre la nutrición y las condiciones ambientales, puede favorecer un mejor desarrollo fetal y, por ende, un mayor PN [22]. Este resultado se alinea con la literatura existente, donde se ha documentado que condiciones de manejo óptimas y dietas adecuadas contribuyen al aumento del PN en diferentes razas de ganado [23].

La comparación de estos resultados con los estudios previos revela variaciones en los pesos al nacimiento. Rojas [24], reportó un PN promedio de  $20,2 \pm 4,5$  kg para ganado Criollo, que es considerablemente inferior a los valores obtenidos en este estudio. Este contraste puede explicarse por diferencias en los métodos de manejo, la genética de los animales, y el entorno donde se lleva a cabo la crianza [25]. Por otro lado, Arce y cols. [26] documentaron un peso de 31,66 kg en un hato de doble propósito en México, y Amado [16] encontró un peso promedio de  $33,2 \pm 6,6$  kg en sistemas de lechería tropical en Colombia, lo que también sugiere que el manejo y las condiciones ambientales influyen de manera crucial en este parámetro [22].

El estudio de Ocampos y cols. [27] reportó un peso de 34,41 kg para terneros Criollos mantenidos en pastizales naturales, lo que indica que, a pesar de la variabilidad de los sistemas de manejo, los valores obtenidos en este estudio para el sistema extensivo, son similares. En el contexto de los terneros de la raza Brown Swiss, Quispe y cols. [28] reportaron un peso al nacer de  $46,35 \pm 7,01$  kg, en sistema extensivo, pero con raza de ganado cárnico, lo que resalta la importancia de considerar la genética, la época del año, al evaluar el (PN) [25].

Finalmente, el estudio de Lenon y cols. [29], aporta información adicional al revelar que los terneros de vacas sin restricción nutricional (suplementación), presentaron un PN de 39,13 kg en comparación con 34,58 kg de los terneros de vacas con restricción, resultados de (PN) muy similares a los reportados en el presente estudio. Esto pone de manifiesto cómo las condiciones nutricionales de las madres son cruciales para el desarrollo óptimo de los terneros, destacando la relevancia de un manejo nutricional adecuado en los sistemas de producción [23].

### Duración de lactancia (DL)

Los resultados de este estudio revelan diferencias significativas en la (DL) entre los sistemas de manejo semi estabulado y extensivo ( $P=0,0085$ ), lo que subraya la importancia del manejo como factor determinante en la productividad de los bovinos en sistemas de doble propósito. El sistema semi estabulado presentó una DL promedio de  $192,79 \pm 10,87$  d, notablemente superior al sistema extensivo, que registró una DL de  $173,22 \pm 5,23$  d (TABLA II). Estos hallazgos coinciden con investigaciones previas que sugieren que

los sistemas de manejo más intensivos, al permitir un control más eficiente de la nutrición y las condiciones ambientales, favorecen una mayor duración de la lactancia, lo que a su vez impacta positivamente en los rendimientos productivos [4].

Por otro lado, no se observó una interacción significativa entre el lugar de origen y el sistema de manejo para la DL ( $P=0,1647$ ), ni un efecto significativo del lugar de procedencia de manera independiente ( $P=0,7886$ ), con un promedio general de  $183,0 \pm 8,05$  d (TABLA I). Esto indica que, bajo las condiciones evaluadas, el manejo tiene una influencia mayor sobre la DL que factores genéticos y/o geográficos. Este resultado contrasta con los hallazgos de Quipe y cols. [28], quienes reportaron una DL considerablemente mayor en bovinos Brown Swiss en Ecuador, con valores entre 301,29 y 341,28 d, muy superiores a los observados en el presente estudio. Estas diferencias pueden manifestarse por las particularidades raciales, así como por las condiciones climáticas y alimenticias específicas de esa región, lo que resalta la necesidad de adaptar los sistemas de manejo al contexto local [29].

Asimismo, Arce y cols. [26] reportaron una DL de  $260,34 \pm 11,20$  d en bovinos *Bos taurus* × *Bos indicus* bajo condiciones tropicales en Tabasco, México, un valor también superior al promedio encontrado en este estudio. Esto sugiere que las condiciones tropicales, combinadas con una genética adaptada, podrían favorecer una lactancia más prolongada, lo que resultaría beneficioso para la producción de leche en sistemas de doble propósito. Sin embargo, las diferencias observadas en el estudio realizado, pueden deberse a la variabilidad genética y a las particularidades de los sistemas de manejo evaluados, los cuales son más mixtos en naturaleza [25].

En contraste Martínez y cols. [30], en su análisis de la DL en vacas Guzerat × Criollo y Criollo × Guzerat, reportaron una duración de  $147 \pm 2$  d, significativamente menor que la observada en el presente estudio y en otros estudios citados. Esto puede atribuirse a diferencias genéticas específicas y al enfoque en el estudio de los efectos de la heterosis y los factores maternos. Aun así, resalta la variabilidad en la duración de la lactancia dependiendo tanto de la genética como del manejo [31].

Por otro lado, un estudio realizado Pérez y cols. [32] para evaluar 350 vacas de doble propósito en Sonora, México, reportaron una DL de 181 días, muy cercana al promedio general de  $183,0 \pm 8,05$  d observado en el estudio realizado. Este resultado es relevante, ya que confirma que los sistemas de doble propósito en diferentes regiones pueden alcanzar duraciones de lactancia similares bajo condiciones semi intensivas, independientemente de la variabilidad climática o genética [33].

### Peso al destete (PAD)

Los resultados de este estudio indican que el PAD es un factor crucial para la toma de decisiones en programas de cruzamientos ganaderos, ya que refleja la eficiencia del manejo y las prácticas de crianza implementadas. Aunque la interacción entre el lugar de origen y el sistema de manejo en el peso al destete no fue significativa ( $P$ -valor = 0,1418), el sistema de manejo mostró diferencias estadísticas relevantes ( $P$ -valor = 0,0002), destacando un mejor desempeño en el sistema semi estabulado ( $161,72 \pm 4,37$  kg) en comparación con el sistema extensivo ( $149,25 \pm 2,66$  kg) (TABLA II). Resultados que denotan la importancia de optimizar

los sistemas de manejo para mejorar las productividad del ganado, Quispe y cols [15], concordando con el estudio de Ossa y cols. [34], que encontraron pesos al destete de  $182,88 \pm 0,67$  kg, indicando que; los efectos del año, época de nacimiento, tipo de alimentación, el número del parto y el sexo del ternero, influyeron significativamente en el peso al destete.

El promedio general de PAD fue de  $155,49 \pm 3,52$  kg (TABLA I), superior a los reportes de Rojas [24] que encontró un peso al destete de  $106 \pm 21,3$  kg para el ganado vacuno criollo, lo que sugiere que el manejo y la genética influyen significativamente en la ganancia de peso y demás resultados productivos. Por otro lado, Ortiz y cols. [35] reportaron un peso al destete de  $189,30 \pm 1,77$  kg en un sistema de crianza alternativo en Colombia, PAD, similar a los encontrados en el presente estudio en sistema semi estabulado ( $161,72 \pm 4,37$ ), lo que indica que prácticas de manejo innovadoras pueden contribuir a un aumento en la producción [25].

Además, Martínez y cols. [30] documentaron un peso al destete de 221,6 kg en animales mestizos en Colombia, evidenciando el potencial de los cruzamientos para mejorar el rendimiento productivo. Este hallazgo es respaldado por López y cols. [36], quienes estimaron un peso al destete de  $165,79 \pm 34,46$  kg en bovinos criollos Romosinuano, enfatizando la variabilidad en el desempeño según la raza y el sistema de manejo [25].

Por otro lado, Ríos y cols. [37] reportaron un peso al destete ajustado de 113,0 kg para cruces de cebuinos por indicus en la zona tropical de México, lo que resalta la necesidad de adaptar los programas de mejoramiento genético a las condiciones específicas de cada región. La variabilidad observada en los pesos al destete entre diferentes estudios y contextos geográficos pone de manifiesto la relevancia de continuar investigando y evaluando el desempeño de diferentes razas y sistemas de manejo [38].

### Tasa de permanencia de vacas en el fundo (TPVF)

Los resultados de este estudio indican que la TPVF muestra una interacción no significativa entre el lugar de origen y el sistema de manejo ( $P$ -valor = 0,1004), lo que sugiere que factores como la genética y el entorno geográfico no influyen de manera decisiva en la permanencia de las vacas. Sin embargo, el lugar de procedencia sí resultó significativo ( $P$ -valor = 0,0314), con un promedio general de  $90,21 \pm 1,2\%$  (TABLA II). Este hallazgo podría estar relacionado con las características específicas de cada región que afectan la salud, el manejo y la nutrición de los animales, lo que a su vez impacta su permanencia en el rebaño [25, 39].

A nivel de sistema de manejo, se observó una diferencia estadísticamente significativa ( $P$ -valor = 0,0001), donde el sistema semi estabulado mostró una TPVF superior ( $93,68 \pm 1,6\%$ ) en comparación con el sistema extensivo ( $86,73 \pm 0,9\%$ ) (TABLA II). Este resultado coincide con investigaciones previas que han subrayado la importancia del manejo intensivo para mejorar la salud y el bienestar animal, así como para maximizar la productividad [33]. Según Dallago y cols. [40], un manejo adecuado que garantice la comodidad y salud de los animales puede aumentar su longevidad y permanencia en el rebaño; para aprovechar sus ventajas adaptativas, implementando programas y estrategias que permitan incrementar la eficiencia reproductiva y productiva, ya que afectan de forma directa la rentabilidad de las unidades productivas [41].

La mejora en la TPVF del sistema semi estabulado se puede atribuir a un mejor acceso a recursos alimenticios y de manejo, factores que reducen el estrés y mejoran la salud general de las vacas. Neave y cols. [42] indican que el bienestar animal está directamente relacionado con la duración de la permanencia en el rebaño, lo que resalta la necesidad de implementar prácticas de manejo que favorezcan la salud y el confort de los animales. La inversión en infraestructura y en estrategias de manejo se torna crucial para mejorar no solo la productividad, sino también el bienestar y la longevidad de las vacas en los sistemas de producción [33].

Estos hallazgos destacan la importancia de adaptar los sistemas de manejo a las necesidades específicas de los animales y a las condiciones del entorno. Es fundamental que los productores implementen prácticas que promuevan la salud y el bienestar de las vacas, lo que a su vez se traducirá en una mayor permanencia y eficiencia en la producción [43].

Por último, la “tasa de renovación del hato,” que evalúa la frecuencia de reemplazo de vacas, está intrínsecamente relacionada con la TPVF. Una baja tasa de renovación es deseable, ya que indica que las vacas son productivas por más tiempo, lo que reduce la necesidad de reemplazos costosos [44]. Así, la tasa de permanencia se convierte en un parámetro clave para la eficiencia en el manejo del rebaño y la sostenibilidad de las operaciones lecheras. Este concepto, vinculado a la longevidad de las vacas, es esencial para la rentabilidad y el bienestar animal, ya que el tiempo que las vacas permanecen en el hato antes de ser descartadas afecta la producción de leche, los costos de salud y la rentabilidad general de la granja [39, 44].

Factores como el éxito reproductivo, el estado de salud y la capacidad de producción de leche influyen en la TPVF. Las granjas buscan optimizar el uso del espacio en establos y pastizales para mantener una producción constante. La decisión de mantener o reemplazar una vaca se basa en si una más joven puede superar en rendimiento a una mayor en términos de producción, reproducción y salud. En sistemas de alta producción, equilibrar la tasa de renovación del rebaño con la longevidad es crucial para lograr eficiencia [39, 44].

### Porcentaje de vacas en producción (PVP)

Los resultados de este estudio evidencian una variabilidad significativa en el PVP según el sistema de manejo, aunque no se observó una interacción significativa con el lugar de origen. El PVP promedio general fue de  $62,27 \pm 1,58\%$  (TABLA I), con una notable diferencia entre el sistema semi estabulado ( $68,90 \pm 1,82\%$ ) y el sistema extensivo ( $55,63 \pm 1,34\%$ ) (TABLA II). Esta diferencia es estadísticamente significativa ( $P=0,0001$ ), lo que sugiere que el tipo de manejo influye directamente en la eficiencia productiva del rebaño [25].

El manejo semi estabulado ofrece ventajas claras, principalmente en la nutrición y el control sanitario, factores clave que impactan en el aumento del PVP. Estos hallazgos están respaldados por la literatura, que indica que los sistemas más controlados optimizan las condiciones de producción, reduciendo la dependencia de recursos naturales y mejorando la disponibilidad de forraje [11, 45]. En regiones con alta variabilidad climática, esto resulta especialmente relevante, ya que los sistemas extensivos suelen

depender de factores ambientales impredecibles, lo que puede afectar negativamente el rendimiento productivo [37, 46].

Un estudio realizado por Menéndez y cols. [47] en Cuba, reportó un PVP de 49,5% en sistemas lecheros tradicionales, lo que refuerza la noción de que los sistemas de manejo menos intensivos tienden a presentar menores tasas de vacas en producción. En contraste, los sistemas semi estabulados optimizan el manejo de la alimentación y la salud animal, aumentando la eficiencia productiva del rebaño. Además, la implementación de estrategias de alimentación controlada ha demostrado mejorar la sostenibilidad y rentabilidad de los sistemas de producción, al reducir la presión sobre los pastizales naturales y mejorar los índices productivos [48, 49].

## CONCLUSIONES

Este estudio revela que, aunque las diferencias entre localidades fueron significativas únicamente en la tasa de permanencia en el fundo, el sistema de manejo influyó en todos los parámetros evaluados. El sistema semi estabulado demostró ser notablemente más eficiente que el sistema extensivo en términos de producción diaria de leche, peso al nacimiento, duración de la lactancia y peso al destete. Estos resultados destacan la importancia de adoptar tecnologías y prácticas de manejo más controladas para mejorar el desempeño productivo de vacas *Bos taurus* × *Bos indicus* en el trópico alto de Oxapampa.

Además, el sistema semi estabulado mostró una mayor tasa de permanencia en el rebaño y un mayor porcentaje de vacas en producción, lo que sugiere que un manejo más intensivo no solo optimiza la productividad, sino que también prolonga la longevidad del ganado. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de migrar hacia sistemas semi intensivos en zonas tropicales para maximizar la eficiencia productiva, contribuyendo a la sostenibilidad y rentabilidad de los sistemas ganaderos en estas regiones.

## Conflicto de interés

Los autores declaran la no existencia de conflictos de interés en el presente trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Sánchez-Gamarra J. Caracterización de los sistemas de producción de vacunos para el desarrollo ganadero en el distrito de Oxapampa – Pasco. [tesis de maestría en Internet]. Lima (Perú): Universidad Agraria la Molina; 2019 [consultado 19 Sep. 2024]. 140 p. Disponible en: <https://goo.su/LPHj>
- [2] Okamoto L, Stegemiller MR, Reichhardt CC, Alberto AF, Bayles SA, Roholt BW, Murdoch BM, Thornton-Kurth KJ. 424 Examining the effect of genetics between *Bos taurus* and *Bos indicus* influenced cattle on production performance, carcass characteristics, and feeding behavior. *J. Anim. Sci.* [Internet]. 2024; 102(Suppl. 3):13-14. doi: <https://doi.org/nz9t>
- [3] Kasarapu P, Porto-Neto LR, Fortes MRS, Lehnert SA, Mudadu MA, Coutinho L, Regitano L, George A, Reverter A. The *Bos taurus*–*Bos indicus* balance in fertility and milk related genes. *PLoS One.* [Internet]. 2017; 12(8):e0181930. doi: <https://doi.org/gbp9j9>
- [4] Lewis JM, Klopfenstein TJ, Stock RA, Nielsen MK. Evaluation of intensive vs extensive systems of beef production and the effect of level of beef cow milk production on postweaning performance. [Internet]. *J. Anim. Sci.* [Internet]. 1990; 68(8):2517-2524. doi: <https://doi.org/g8x7n6>
- [5] Godde CM, Mason-D’Croz D, Mayberry DE, Thornton PK, Herrero M. Impacts of climate change on the livestock food supply chain; a review of the evidence. *Glob. Food Sec.* [Internet]. 2021; 28:100488. doi: <https://doi.org/gk5wqk>
- [6] Villalba JJ, Manteca X, Vercoe PE, Maloney SK, Blache D. Integrating nutrition and animal welfare in extensive systems. En: Phillips C, editor. *Nutrition and the welfare of farm animals.* *Animal Welfare.* Vol. 7 [Internet]. Cham (Suiza): Springer; 2016. p. 135-163. doi: <https://doi.org/g8x7n7>
- [7] Hauque M, Jahan M, Rahman MM, Islam J, Ahmad N. A comparative study on some productive and reproductive performances of different cross bred and indigenous dairy cows in Satkhira district. *Bangladesh Vet. J.* [Internet]. 2011 [consultado 18 Sep. 2024]; 45(4):1-10. Disponible en: <https://goo.su/pKT3oO>
- [8] Deshmukh SS, Elayadeth–Meethal M, Abraham BL, Asaf M, Anand LF. Sustainable livestock production: Prospects for innovation [Internet]. Hyderabad (India): National Institute of Agricultural Extension Management (MANAGE), Kerala Veterinary and Animal Sciences University; 2023. [consultado 22 Sep. 2024]; 111 p. Disponible en: <https://goo.su/KWLPd>
- [9] Román-Bravo RM, Aranguren–Méndez JA, Garcidueñas–Piña R, Gómez–Ramos B, García–Gavidia AN, Márquez–Carrera EC. Association between reproductive traits and milk yield in crossbred heifers. *Revista Espamciencia* [Internet]. 2023; 14(2):63-70. doi: <https://doi.org/g8x7n8>
- [10] Instituto Nacional de Estadística e Informática. IV Censo Nacional Agropecuario. Resultados finales [Internet]. Lima (Perú): INEI; 2012 [consultado 18 Sep. 2024]. Disponible en: <https://goo.su/Fgbi>
- [11] Clay N, Garnett T, Lorimer J. Dairy intensification: Drivers, impacts and alternatives. *Ambio* [Internet]. 2020; 49:35-48. doi: <https://doi.org/ghqdkk>
- [12] Martínez–Elvir PL. Descripción y evaluación económica de los sistemas de producción: pastoreo, semiestabulado y estabulado en una muestra de fincas lecheras asociadas a Dos Pinos de la Zona Norte, Costa Rica [tesis de grado en Internet]. Zamorano (Honduras): Escuela Agrícola Panamericano; 2007 [consultado 16 Sep 2024]. 39 p. Disponible en: <https://goo.su/L27G3S>
- [13] Glauber CE. Estabulación en vacas lecheras: tendencias. *Vet. Arg.* [Internet]. 2019 [consultado 25 Oct. 2024]; 37:390. Disponible en: <https://goo.su/DVKzIRr>
- [14] Rosendo–Ponce A, Sánchez–Gómez A, Ríos–Ortiz Á, Torres–Hernández G, Becerril – Pérez CM. Rendimiento y composición química de leche de vacas criollas Lechero Tropical en pastoreo y suplementación. *Cienc. Tecnol. Agropecu.* [Internet]. 2021; 22(1):e1515. doi: <https://doi.org/g8x7n9>

- [15] Quispe Coaquira J, Apaza Zuñiga E, Chambilla Carreón P, Sapana Valdivia R. Índices reproductivos y productivos en un hato de bovinos criollo del altiplano peruano. *Rev. Investig. Altoandín*. [Internet]. 2014 [consultado 25 Sep. 2024]; 16(2):49-56. Disponible en: <https://goo.su/dcxel>
- [16] Adan Amado EL. Caracterización productiva y reproductiva de los sistemas de lechería tropical del Piedemonte Araucano. [tesis de maestría en Internet]; Bogotá (Colombia): Universidad Nacional de Colombia; 2023 [consultado 20 Sep. 2024]. 106 p. Disponible en: <https://goo.su/TTLr2G>
- [17] Meza E, Orellana J, Astuhamán L. Efecto genético de toros usados vía inseminación artificial sobre la producción láctea de la estación experimental El Mantaro, Junín, Perú. *Rev. Investig. Vet. Perú* [Internet]. 2021; 32(3):e20400. doi: <https://doi.org/jrfj>
- [18] Ramírez-Rivera EJ, Rodríguez-Miranda J, Huerta-Mora IR, Cárdenas-Cágal A, Juárez-Barrientos JM. Tropical milk production systems and milk quality: a review. *Trop. Anim. Health Prod.* [Internet]. 2019; 51(6):1295-1305. doi: <https://doi.org/g8x7pb>
- [19] Mancin E, Gomez-Proto G, Tuliozi B, Schiavo G, Bovo S, Fontanesi L, Sartori C, Mantovani R. Uncovering genetic parameters and environmental influences on fertility, milk production, and quality in autochthonous Reggiana cattle. *J. Dairy Sci.* [Internet]. 2024; 107(2):956-977. doi: <https://doi.org/g8x7pc>
- [20] Romo-Bacco CE, Parga-Montoya N, Valdivia-Flores AG, Carranza-Trinidad RG, Montoya-Landeros MC, Llamas-Martínez AA, Aguilar-Romero MM. Perspectivas sobre la continuidad, calidad de leche y entorno en unidades de producción de leche en el estado de Aguascalientes, México. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* [Internet]. 2022; 13(2):357-374. doi: <https://doi.org/g8x7pd>
- [21] Nickerson S C. Milk production: Factors affecting milk composition. En: Harding F, editor. *Milk Quality* [Internet]. Boston (EUA): Springer; 1995. p. 3-24. doi: <https://doi.org/bcpc9>
- [22] Osorio JS. Gut health, stress, and immunity in neonatal dairy calves: The host side of host-pathogen interactions. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* [Internet]. 2020; 11:105. doi: <https://doi.org/g8x7pe>
- [23] Zago D, Canozzi MEA, Barcellos JOJ. Pregnant cow nutrition and its effects on foetal weight – a meta-analysis. *J. Agric. Sci.* [Internet]. 2019; 157(1):83-95. doi: <https://doi.org/g8x7pf>
- [24] Rojas-Espinoza R, Gómez-Urviola N. Índices productivos y reproductivos del bovino criollo en el departamento de Puno. *Arch. Zootec.* [Internet]. 2005 [consultado 26 Sep. 2024]; 54(206-207):571-574. Disponible en: <https://goo.su/10bT3U>
- [25] Márquez-Godoy JN, Álvarez-Holguín A, Morales-Nieto CR, Corrales-Lerma R, García-Galicia IA, Rodríguez-Almeida FA. Criollo cattle breeds as a potential alternative for sustainable and healthy beef production in America. *Rangeland Ecol. Manag.* [Internet]. 2024; 96:83-93. doi: <https://doi.org/g8x7pg>
- [26] Arce-Recinos C, Aranda-Ibáñez EM, Osorio-Arce MM, González-Garduño R, Díaz Rivera P, Hinojosa-Cuellar JA. Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en un hato de doble propósito en Tabasco, México. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* [Internet]. 2017; 8(1):83-91. doi: <https://doi.org/g8x7ph>
- [27] Ocampos-Olmedo DA, Velázquez-Rojas J T, Paniagua-Alcaraz PL, Alonzo-Griffith LA. Evolution of the live weight and morphological characteristics of calves of three biotypes Brahman, Nelore and Criollo from birth to weaning on natural grassland. *Compend. Cienc. Vet.* [Internet]. 2020; 10(2):26-30. doi: <https://doi.org/g8x7pj>
- [28] Quispe Coaquira J, Belizario Quispe C, Apaza Zuñiga E, Maquera Marón Z, Quisocala Carita V. Desempeño productivo de vacunos Brown Swiss en el altiplano peruano. *Rev. Investig. Altoandín*. [Internet]. 2016; 18(4):411-422. doi: <https://doi.org/g8x7pk>
- [29] Lenon-Klein J, Martinho-Adams S, Farias de Moura A, Borchate D, Alves-Filho DC, Pansiera-Antunes D, Moro-Maidana F, dos Santos-Cardoso G, Brondani IL, Gonçalves-Gindri R. Efecto de la nutrición en el último tercio de la gestación de vacas de carne sobre el desarrollo de la progenie. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* [Internet] 2022; 13(3):658-673. doi: <https://doi.org/g8x7pm>
- [30] Martínez-Velázquez G, Borrayo-Zepeda A, Montaña-Bermúdez M, Bustamante Guerrero JJ, Palacios-Fránquez JA, Vega-Murillo VE, Ríos-Utrera Á. Producción de leche de vacas Criollo, Guzerat y sus cruza recíprocas F1 y su relación con el peso al destete de las crías. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* [internet]. 2012 [consultado 15 Sep. 2024]; 3(4):501-510. Disponible en: <https://goo.su/oMerG>
- [31] Spangler ML. The value of heterosis in cow herds: Lessons from the past that apply to today [Internet]. *Proceeding of the XX Symposium Range Beef Cow; 2007; Fort Collins, Colorado (EUA): Department of Agriculture and Natural Resources, University of Tennessee at Martin.* [consultado 12 Sep. 2024]; 8 p. Disponible en: <https://goo.su/3JEMrd>
- [32] Pérez-Morales R, Padilla-Ramírez F, González-Ríos H, De-la-Cruz-Leyva M, Castañeda-Vázquez H, Hernández-Moreno M. Factores asociados a la prevalencia de mastitis subclínica en ganado bovino de doble propósito. *Abanico Vet.* [Internet]. 2022; 12: 1-16. doi: <https://doi.org/g8x7pn>
- [33] Dinsmore RP. Animal and herd productivity in dairy cattle. *Merck Manual, Veterinary Manual* [Internet]. 2021 [consultado 27 Oct 2024]. Disponible en: <https://goo.su/I3yu6r>
- [34] Ossa G, Suárez Tronco M, Pérez J. Efectos del medio y la herencia sobre el peso al destete de terneros de la raza romosinuano. *Rev. MVZ Córdoba* [Internet]. 2005; 10(2):673-683. doi: <https://doi.org/g8x7pp>
- [35] Ortiz-Valdes C, Barajas-Pardo DP, Velásquez-Penagos JH, Rangel-García WD, Neria-Rivera E, Velásquez-Penagos JG. Technical-economic study of three productive alternatives of the dual-purpose bovine system in Meta-Colombia. *Agron. Mesoam.* [Internet]. 2023; 34(3):51254. doi: <https://doi.org/g8x7pq>
- [36] López-Martínez JL, Ossa-Saraz GA, Santana-Rodríguez MO. Estimación de parámetros genéticos para caracteres de crecimiento en bovinos criollos Romosinuano. *Rev. Colombiana. Cienc. Anim. RECIA* [Internet]. 2021; 13(2):e485. doi: <https://doi.org/g8x7pr>

- [37] Ríos–Utrera A, Villagómez–Amezcuca–Manjarrez E, Zárate–Martínez JP, Calderón–Robles RC, Vega–Murillo VE. Análisis reproductivo de vacas Suizo Pardo x Cebú y Simmental x Cebú en condiciones tropicales. *Rev. MVZ Córdoba* [Internet]. 2020; 25(1):1-8. doi: <https://doi.org/g8x7ps>
- [38] Kozicka K, Žukovskis J, Wójcik–Gront E. Explaining global trends in cattle population changes between 1961 and 2020 directly affecting methane emissions. *Sustainability* [Internet]. 2023; 15(13):10533. doi: <https://doi.org/g8x7pt>
- [39] Galván Cavero G A, Menendez–Buxadera A, More Montoya MJ, Gutiérrez Reynoso GA. Impacto de los efectos climáticos sobre la producción de leche de ganado Holstein en Lima, Perú. *Rev. Investig. Vet. Perú* [Internet] 2023; 34(5):e23388. doi: <https://doi.org/g8x7pv>
- [40] Dallago GM, Wade KM, Cue RI, McClure JT, Lacroix R, Pellerin D, Vasseur E. Keeping dairy cows for longer: A critical literature review on dairy cow longevity in high milk–producing countries. *Animals* [Internet]. 2021; 11(10):2958. doi: <https://doi.org/g8x7pw>
- [41] Torres Aburto VF, Severino Lendecky VH, López Reyes LY, Perezgrovas Garza RA, Espinosa Ortiz VE, Peralta Torres JA. Evaluación económica de la eficiencia reproductiva y productiva en sistemas productivos con ganado criollo en Campeche, México. *Acta Univ.* [Internet]. 2022; 32:1-15. doi: <https://doi.org/g8x7px>
- [42] Neave HW, Weary DM, von Keyserlingk MAG. Review: Individual variability in feeding behaviour of domesticated ruminants. *Animal* [Internet] 2018; 12(Suppl. 2): s419-s430. doi: <https://doi.org/ggwjmb>
- [43] Silva FG, Conceição C, Pereira AMF, Cerqueira JL, Silva SR. Literature review on technological applications to monitor and evaluate calves' health and welfare. *Animals* [Internet]. 2023; 13(7):1148. doi: <https://doi.org/n2pc>
- [44] Nguyen BT, Briggs KR, Eicker S, Overton M, Nydam DV. Herd turnover rate reexamined: A tool for improving profitability, welfare, and sustainability. *Am. J. Vet. Res.* [Internet]. 2022; 84(1):1-6. doi: <https://doi.org/g8x7pz>
- [45] Martins LF, Wasson DE, Hristov AN. Feeding dairy cows for improved metabolism and health. *Anim. Front.* [Internet]. 2022; 12(5):29-36. doi: <https://doi.org/g8x7p2>
- [46] Rust JM. The impact of climate change on extensive and intensive livestock production systems. *Anim. Front.* [Internet]. 2019; 9(1):20-25. doi: <https://doi.org/g8x7p3>
- [47] Menéndez–Buxadera A, Caunedo J, Fernández M. Relación entre el porcentaje de vacas en ordeño y la producción láctea total del rebaño. *Rev. Cuba. Cienc. Agríc.* [Internet]. 2004 [consultado 23 Sep. 2024]; 38(4):361-367. Disponible en: <https://goo.su/Bgme9e>
- [48] Tzanidakis C, Simitzis P, Panagakis P. Precision Livestock Farming (PLF) systems: improving sustainability and efficiency of animal production. En: García Márquez FP, Lev B, editors. *Sustainability*. Vol. 333 [Internet]. Cham (Suiza): Springer; 2023. p. 285-337. *International Series in Operations Research & Management Science*. doi: <https://doi.org/g8x7p4>
- [49] Rojas–Downing MM. Evaluating the impacts of climate change and variability on grazing dairy production. [tesis doctoral en Internet]. East Lansing (Michigan, EUA): Michigan State University; 2017 [consultado 20 Sep. 2024]. 178 p. doi: <https://doi.org/g8x7p5>