

Estructura poblacional y parámetros productivos y reproductivos de ganado Brown Swiss criados en Cusco, Perú

Population structure and productive and reproductive parameters of Brown Swiss bovine herds raised in Delille – Cusco

Jhon L. Condori¹, Gonzalo W. Gonzales^{1*}

RESUMEN

El estudio evaluó la estructura poblacional y los parámetros productivos y reproductivos de 1149 bovinos Brown Swiss criados en 101 rebaños en tres sectores (K'uchuhuasi, Cullahuata y Alccavictoria) del distrito de Velille, Cusco, situados en altitudes que varían entre 3650 y 3900 msnm. Se realizaron encuestas y se analizaron registros existentes de estas poblaciones correspondientes a los años 2021, 2022 y 2023. Para el análisis de los datos se realizó un análisis de varianza y se empleó la función LSMENANS de la librería *emmeans* usando el lenguaje de programación R v. 4.0 y RStudio. No se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre sectores en la mayoría de las categorías de la estructura poblacional. El porcentaje de vacas en producción estuvo entre $33.98 \pm 11.53\%$ y $36.6 \pm 12.88\%$. Los parámetros productivos y reproductivos evaluados no difirieron entre sectores ($p > 0.05$) a excepción del intervalo entre partos ($p < 0.05$). Los resultados obtenidos, fueron similares a los reportados en estudios realizados en condiciones ambientales y geográficas similares, pero inferiores a los valores ideales recomendados para rebaños lecheros con manejo técnico adecuado.

Palabras clave: bovinos, parámetros productivos, altoandino, Cusco

¹ Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco, Cusco, Perú

* Autor correspondiente: Gonzalo W. Gonzales Aparicio; gonzalo.gonzales@unsaac.edu.pe

Recibido: 17 de julio de 2024

Aceptado para publicación: 28 de enero de 2025

Publicado: 30 de abril de 2025

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

ABSTRACT

The study evaluated the population structure and productive and reproductive parameters of 1149 Brown Swiss cattle raised in 101 herds in three sectors (K'uchuhuasi, Cullahuata and Alccavictoria) of the Velille district, Cusco, located at altitudes ranging between 3650 and 3900 meters above sea level. Surveys were conducted and existing records of these populations corresponding to the years 2021, 2022 and 2023 were analysed. The analysis of variance was performed and the LSMENANS function of the *emmeans* library was used using the R v. 4.0 programming language and RStudio. No significant differences ($p>0.05$) were found between sectors in most categories of the population structure. The percentage of cows in production was between $33.98 \pm 11.53\%$ and $36.6 \pm 12.88\%$. The productive and reproductive parameters evaluated did not differ between sectors ($p>0.05$) except for the interval between calvings ($p<0.05$). The results obtained were similar to those reported in studies carried out under similar environmental and geographical conditions, but lower than the ideal values recommended for dairy herds with adequate technical management.

Keywords: cattle, productive parameters, high Andean, Cusco

INTRODUCCIÓN

La actividad ganadera bovina es importante en el Perú, con sistemas de crianza que varían entre regiones, adaptándose a las condiciones climáticas, agroecológicas y tecnológicas de las unidades agropecuarias, así como a las particularidades socioeconómicas de los productores (Hernández *et al.*, 2013). Los parámetros productivos y reproductivos están afectados por factores genéticos como la raza o el valor genético de los animales, así como por factores ambientales como el año de evaluación (Catari, 2018), las condiciones geográficas, la época del año, el tipo y calidad de alimentos (Arana *et al.*, 2006; Curtis *et al.*, 2018), las condiciones sanitarias para el establecimiento de la microbiota (Amin y Seifert, 2021), los métodos y frecuencia de ordeño (Wenzel *et al.*, 2003; Andrade *et al.*, 2016; Upton *et al.*, 2020) y, por el manejo por parte de los ganaderos (Ortiz, 2009; Quispe *et al.*, 2016; Chirinos *et al.*, 2017; Bueno, 2018).

Contar con información referida a los parámetros evaluados en bovinos permite a los productores poder aplicar estrategias para lograr que sus hatos expresen un adecuado potencial productivo (Arce *et al.*, 2017). Ante esto, se han realizado diversos estudios sobre el ganado lechero en las principales cuencas lecheras del Perú, recomendándose realizar investigaciones adicionales para determinar los parámetros productivos y reproductivos en esas áreas (Gamarra, 2001).

El distrito de Velille, perteneciente a la provincia de Chumbivilcas, Cusco, Perú, se ubica en una zona altoandina a 3738 msnm. Se caracteriza por poseer la mayor población de ganado bovino de la provincia de Chumbivilcas, y ha tenido un incremento significativo de su población de bovinos Brown Swiss (CENAGRO, 2012). Por ello, la información obtenida de rebaños ubicados en esta zona podría ser empleada para diseñar estrategias de manejo e implementar políticas públicas que busquen elevar la productividad de los hatos lecheros criados en este tipo de ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en los sectores de K'uchuhuasi, Cullahuata y Alccavictoria, pertenecientes al distrito de Velille, provincia de Chumbivilcas, en la región Cusco, al sur de Perú. Los sectores de estudio se ubican a una altitud comprendida entre 3650 y 3900 msnm, con temperaturas mínimas y máximas promedios que varían entre los -3 a +21 °C.

Se evaluaron 1149 bovinos Brown Swiss en 101 hatos de los sectores de K'uchuhuasi (26 hatos, 325 bovinos), Cullahuata (43 hatos, 533 bovinos) y Alccavictoria (32 hatos, 291 bovinos), considerando el tamaño de la población de bovinos Brown Swiss de distrito de Velille, región Cusco (5247 bovinos en 630 unidades agropecuarias) según los datos del Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO, 2012). Los hatos incluidos en el estudio formaban parte de proyecto productivo ejecutado por el gobierno local de Velille y que aceptaron participar en el presente estudio. Estos ganaderos facilitaron la información que se les requirió, incluyendo sus registros productivos, así como las labores de colecta de información productiva de forma directa con sus hatos. La información de los hatos incluidos en el estudio fue agrupada con base a los sectores considerados y estratificada en cuartiles respecto al tamaño del hato (1-9, 10-14, 15-19, 20-48 bovinos/hato).

Se realizaron visitas y entrevistas a los propietarios de los fundos ganaderos entre los meses de junio a setiembre de 2023. Para poder conocer la estructura poblacional y los parámetros productivos de los predios se obtuvo información a partir de los registros productivos y reproductivos, tales como la fecha de monta o de inseminación artificial, fecha de parición, producción de leche, número de lactación y mortandad de terneros, correspondientes a los años 2021, 2022 y 2023. Cabe mencionar que si bien, todos los productores manejaban algún tipo de registro de información de su rebaño por ser beneficia-

rios de proyectos productivos ejecutados por el gobierno local de Velille, la información recabada no fue uniforme. En algunos casos no se contó con información servicios de monta o inseminación artificial, de la producción de leche o fechas de pariciones.

Ante la falta de información completa se aplicó de forma complementaria una encuesta estructurada con 15 preguntas abiertas, que fue aplicada por un único encuestador para corroborar y completar la información faltante en registros de los rebaños. También se colectó de forma directa la información referida a la producción de leche de las vacas, labor que se realizó dos veces por semana durante nueve semanas entre julio y setiembre de 2023.

Para el cálculo de los parámetros productivos y reproductivos se usaron las fórmulas descritas por Bueno (2018). Los datos obtenidos fueron analizados usando un modelo lineal que incluía el sector de estudio y el cuartil referido al tamaño del hato. Para la comparación de medias se utilizó la función LSMENANS de la librería *eemmeans* (Lenth *et al.*, 2024) y para el análisis estadístico utilizó el lenguaje de programación R v.4.0 y el entorno de trabajo RStudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los porcentajes de las estructuras poblacionales por sector y tamaño de hato se presentan en los cuadros 1 y 2. Los porcentajes de vaquillonas, vacas secas y toros mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre sectores (Cuadro 1). Por otro lado, los porcentajes de terneros (machos y hembras), vacas en producción y vacas secas mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) con relación al tamaño del hato (Cuadro 2).

La estructura poblacional hallada por sectores (K'uchuhuasi, Cullahuata y Alccavictoria) mostró un bajo porcentaje de vacas en producción, vaquillonas y vaquillas,

Cuadro 1. Estructura poblacional por sectores de los hatos de ganado Brown Swiss en el distrito de Velille – región Cusco

Estructura poblacional	Sector					
	K'uchuhuasi (n=26)		Cullahuata (n=43)		Alccavictoria (n=32)	
	Número (Prom ± DE)	Porcentaje (Prom ± DE)	Número (Prom ± DE)	Porcentaje (Prom ± DE)	Número (Prom ± DE)	Porcentaje (Prom ± DE)
Total de bovinos	12.5±6.18	100	12.4±7.58	100	9.09±4.34	100
Total de vacas	6.08±3.15	48.76±9.35 ^a	6.21±4.14	50.85±11.61 ^a	4.06±1.97	46.32±12.75 ^a
Vacas en producción	4.31±2.46	33.98±11.53 ^a	4.74±3.61	36.6±12.88 ^a	3.22±1.93	34.87±11.88 ^a
Vacas en seca	1.77±1.7	14.79±12.94 ^b	1.47±1.3	14.25±15.6 ^b	0.84±1.25	11.45±18.33 ^a
Vaquillonas	1.04±1.43	7.89±11.31 ^b	0.88±1.38	6.38±9.42 ^b	0.28±0.58	3.5±7.82 ^a
Vaquillas	0.73±0.92	5.79±8.95 ^a	0.93±1.26	7.29±9.33 ^a	0.94±1.22	9.33±11.61 ^a
Total de terneros(as)	3.88±2.20	30.87±10.99 ^a	3.93±2.46	31.96±12.19 ^a	3.28±2.14	34.33±13.12 ^a
Terneras	2.29±1.23	18.46±10.15 ^a	2.26±1.63	18.02±10.02 ^a	1.62±1.43	16.13±13.22 ^a
Terneros	1.69±1.41	12.41±9.86 ^a	1.67±1.21	13.94±9.12 ^a	1.66±1.23	18.2±11.64 ^a
Toretas	0.65±0.89	5.75±7.92 ^a	0.42±1.03	3.18±5.94 ^a	0.25±0.51	3.58±7.34 ^a
Toros	0.12±0.33	0.95±2.81 ^b	0.02±0.15	0.33±2.18 ^b	0.28±0.46	2.94±4.99 ^a

n = número de hatos; Prom = promedio; DE = Desviación estándar

^{a,b} Letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticas ($p < 0.05$)

mientras que los porcentajes de terneros, terneras y toretas fueron altos (Cuadro 1). Según Gasque (1985) y Almeyda (2005) un manejo técnico adecuado en un hato lechero debería incluir entre el 45 y 59% de vacas en producción, 10% de vacas secas, 16% de vaquillonas, 8 a 11% de vaquillas y 21% de terneras. Asimismo, la estructura poblacional por tamaño del hato reveló que el número de animales por categoría es similar entre los cuatro tamaños de hatos, indicando que el manejo de la estructura poblacional de los hatos pequeños y grandes es generalmente comparable o similares ($p > 0.05$), con algunas excepciones (Cuadro 2).

El conocimiento de la estructura poblacional del rebaño permite realizar una adecuada distribución de animales por categorías, mantener una constante producción de leche y conseguir que la mayoría de las vacas estén en producción durante todo el año (Gasque, 1987). En el caso del presente estudio, la proporción de vacas en producción y

en seca no están en una proporción adecuada respecto de la población bovina existente como para cumplir con el objetivo planteado. Se encontraron porcentajes inferiores a los recomendados por Almeyda (2005) y Gasque (1987) de un 45% en vacas en producción y 10% en vacas en seca.

Méndez (1987) indica que las planificaciones de la composición razonable en la población del hato dependen de las tierras destinadas al pastoreo y al potencial forrajero, entre otros recursos que deben caracterizar al sistema. En este sentido, el área de pasturas y para la producción de forraje con riego se incrementaba con el tamaño del hato (Cuadro 3). No obstante, se debe señalar que cerca de la mitad de estas parcelas no tiene riego, por lo cual el aporte de biomasa vegetal sería escaso. Se reporta que praderas altoandinas ubicadas a 3800 msnm producen entre 1326 kg de materia verde por hectárea en época de lluvia y 975 kg por hectárea en época seca (Estrada *et al.*, 2022).

Cuadro 2. Estructura poblacional de bovinos Brown Swiss en función del tamaño de hato en el distrito de Velille – región Cusco, Perú

Estructura poblacional	Tamaño del hato (cabezas)			
	1 a 9 (Prom ± DE)	10 a 14 (Prom ± DE)	15 a 19 (Prom ± DE)	20 a 48 (Prom ± DE)
Número de hatos	29	27	20	25
Porcentaje de vacas	52.16±14.73 ^a	47.83±11.51 ^a	46.44±8.35 ^a	48.14±8.98 ^a
Porcentaje de vacas en producción	31.07±16.01 ^b	35.66±11.14 ^{ab}	40.68±8.68 ^a	35.80±8.74 ^{ab}
Porcentaje de vacas en seca	21.08±23.40 ^a	12.17±12.14 ^{ab}	5.75±6.60 ^b	12.33±9.30 ^{ab}
Porcentaje de vaquillonas	6.75±13.39 ^a	2.96±4.70 ^a	5.02±6.88 ^a	8.60±9.47 ^a
Porcentaje de vaquillas	7.15±11.74 ^a	8.84±11.29 ^a	6.55±9.46 ^a	7.40±6.68 ^a
Porcentaje de terneros(as)	26.87±14.43 ^b	33.39±12.08 ^{ab}	38.21±5.83 ^a	33.21±11 ^{ab}
Porcentaje de terneras	14.41± 15.12 ^a	17.53±9.62 ^a	19.53±8.62 ^a	19.55±8.23 ^a
Porcentaje de terneros	12.45±13.76 ^a	15.85±10.90 ^a	18.67±6.79 ^a	13.66±6.05 ^a
Porcentaje de toretes	5.99±8.67 ^a	4.23±7.89 ^a	2.89±4.76 ^a	2.18±4.32 ^a
Porcentaje de toros	1.06±4 ^a	2.72±4.70 ^a	0.87±2.68 ^a	0.44±1.54 ^a

Prom = promedio. DE = Desviación estándar

^{a,b} Letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticas (p<0.05)

Cuadro 3. Área de terreno con y sin riego (ha) considerando el tamaño de hato en el distrito de Velille, región Cusco, Perú

Número de hatos				Tamaño del hato (cabezas)			
				1 a 9 (n=29)	10 a 14 (n=27)	15 a 19 (n=20)	20 a 48 (n=25)
Terreno	Con riego	n	Prom ± DE	1.43±0.76 ^c	1.79±1.17 ^{bc}	2.62±1.08 ^b	5.12±2.50 ^a
		(ha)	%	Prom ± DE	52.60±24.86	49.80±30.63	56.13±24.80
	Sin riego	n	Prom ± DE	1.53±1.20 ^b	2.74±2.95 ^{ab}	2.50±1.76 ^{ab}	3.06±2.20 ^a
		(ha)	%	Prom ± DE	47.39±24.86	50.19±30.63	43.87±24.80

Prom = promedio. DE = Desviación estándar

^{a,,cb} Letras diferentes dentro de una fila indican diferencias estadísticas (p<0.05)

ha = hectárea; % = porcentaje de terreno (con riego y sin riego) respecto al total de terreno en hectáreas

En cuanto a los parámetros productivos y reproductivos, solo la proporción de vacas secas y el intervalo entre partos (IEP) mostraron diferencias significativas (p<0.05) entre sectores (Cuadro 4).

No se observaron diferencias en las tasas de mortalidad entre sectores (p>0.05); resultados similares al 6.57% reportado en Cajamarca por Bueno (2018). El manejo adecuado y la mencionada capacidad de adapta-

bilidad del ganado Brown Swiss a las condiciones altoandinas hacen posible que se tenga una baja tasa de mortalidad y no afecte significativamente la productividad del hato (Prasad *et al.*, 2004). Al respecto, se reporta que los bovinos Brown Swiss expresan valores hematológicos similares al de las poblaciones de bovinos criollos (Gonzales *et al.*, 2020) las cuales se consideran que están adaptadas al ambiente altoandino (Quispe *et al.*, 2014).

Cuadro 4. Parámetros productivos y reproductivos de ganado bovino Brown Swiss de tres sectores de la cuenca lechera del distrito de Velille – región Cusco, Perú

		Sector			
		K'uchuhuasi	Cullahuata	Alccavictoria	
Productivo	Porcentaje de vacas	Prom ± DE	48.76±9.35 ^a	50.85±11.61 ^a	46.32±12.75 ^a
		Hatos (n)	26	43	32
	Porcentaje de vacas en producción	Prom ± DE	33.98±11.53 ^a	36.6±12.88 ^a	34.87±11.88 ^a
		Hatos (n)	26	43	32
	Porcentaje de vacas en seca	Prom ± DE	14.79 ± 12.94 ^b	14.25 ± 15.6 ^b	11.45 ± 18.33 ^a
		Hatos (n)	26	43	32
	Tasa de mortalidad general	Prom ± DE	6.14 ± 7.85 ^a	4 ± 5.52 ^a	3.87 ± 5.57 ^a
		Bovinos (n)	26	43	32
	Producción de leche por día (kg)	Prom ± DE	8.75 ± 3.89 ^a	8.96 ± 4.3 ^a	9.11 ± 4.3 ^a
		Vacas (n)	87	178	105
Condición corporal	Prom ± DE	2.73 ± 0.3 ^a	2.85 ± 0.29 ^a	2.82 ± 0.26 ^a	
	Vacas (n)	101	212	127	
Reproductivo	Edad al primer servicio (EPS)	Prom ± DE	729.7 ± 107.26 ^a	617.92 ± 153.75 ^a	613.75 ± 205.17 ^a
		Hembras (n)	10	40	8
	Número de servicios por preñez en vaquillas	Prom ± DE	1.1 ± 0.32 ^a	1.25 ± 0.49 ^a	1 ± 0 ^a
		Hembras (n)	10	40	8
	Intervalo parto – primer servicio (IPPS) general	Prom ± DE	171.09 ± 86.88 ^a	158.71 ± 107.37 ^a	168.96 ± 98.42 ^a
		Hembras (n)	33	102	46
	Intervalo parto – último servicio (IPUS) general	Prom ± DE	181.91 ± 93.21 ^a	169.41 ± 110.33 ^a	173.07 ± 101.3 ^a
		Hembras (n)	33	102	46
	Número de servicios por preñez en vacas	Prom ± DE	1.38 ± 1.01 ^a	1.51 ± 0.73 ^a	1.23 ± 0.58 ^a
		Hembras (n)	42	102	46
Intervalo entre partos (IEP) general	Prom ± DE	467.49±64.51 ^b	449.25 ± 60.54 ^a	466.67 ± 42.94 ^b	
	Hembras (n)	78	151	86	

Prom = promedio. DE = Desviación estándar

^{a,b} Letras diferentes dentro de una fila indican diferencias estadísticas (p<0.05)

La producción promedio de leche estuvo dentro del rango de 8.27 y 10.41 kg/vaca/día, reportados para bovinos Brown Swiss en zonas altoandinas (Olaguivel, 2006; Deza, 2007; Allende, 2013; Quispe *et al.*, 2016; Vilca, 2018;) e inferior a los 12.29 kg/vaca/día reportado por Bueno (2018) para este tipo de vacas criadas en la región Cajamarca en alturas entre 2980 y 3600 msnm. Por otro lado, la condición corporal (CC) que es determinante para la producción de leche y eficiencia reproductiva, presentó valores cercanos a 3, que indican una CC adecuada para vacas en estado productivo y en seca (Dávila, 2002; Almeyda, 2005).

Los parámetros reproductivos no mostraron diferencias significativas (p>0.05) entre sectores a excepción del intervalo entre parto - IEP (p<0.05) Cuadro 4). Las vaquillas tuvieron su primer servicio a una edad de 613.8-709.7 días, considerada una edad avanzada, al igual que el intervalo parto – primer servicio (IPPS) e intervalo parto – último servicio (IPUS), lo cual puede ser un indicio que las hembras no alcanzan el peso y tamaño adecuados a una edad apropiada para el servicio. Esta situación posiblemente se deba al inadecuado manejo y alimentación en etapas de ternera y vaquillas (Amin y Seifert, 2021). La subnutrición puede inhibir el desarrollo del

sistema endocrino responsable de la reproducción, especialmente la secreción pulsátil de LH (Westwood *et al.*, 2002), pudiendo tener consecuencias en el retraso de la pubertad.

No obstante, Deza (2007) y Olaguivel (2006) reportaron edades al primer servicio de 794 y 827 días, IPPS de 109 días, IPUS de 145 y 174 días, e IEP de 460 y 466 días, respectivamente, para ganado Brown Swiss criadas en la región Puno. Por otro lado, indican 1.98 y 1.78 servicios por concepción o preñez en vacas y vaquillas, respectivamente, valores algo superiores a los que se reportan en el presente estudio. Al respecto Gonzáles (2002) y Moreno (2005) sugieren que el valor recomendado es de 1.7 servicios por concepción para hatos y establos lecheros. Es importante considerar que la deficiencia en el manejo de registros y el manejo del rebaño pueden tener impacto negativo sobre el IEP (Silva *et al.*, 1992; Echevarría *et al.*, 2002), factores que puedes haber afectado los parámetros reproductivos expresados por las vacas evaluadas en el presente estudio.

CONCLUSIONES

- La estructura poblacional de los hatos en general es similar entre los sectores estudiados. Además, presentan un bajo porcentaje de vacas en producción.
- Los parámetros productivos y reproductivos no presentaron diferencias entre sectores, con valores similares a los reportados en zonas geográficas comparables a las del presente estudio.
- La edad al primer servicio es muy alta, implicando un inicio de la vida productiva tardía.

LITERATURA CITADA

1. **Andrade R, Caro Z, Porras J. 2016.** Efecto de la frecuencia de ordeño en la producción y comportamiento de vacas lecheras en lactancia. *Rev Científ Universidad* 26: 33-40.
2. **Allende J. 2013.** Productividad de leche en vacas Brown Swiss del CIP Chuquibambilla. Tesis de Médico Veterinario-Zootecnista. Puno: Univ. Nacional del Altiplano. 86 p.
3. **Almeyda J. 2005.** Manual de alimentación y manejo de vacunos lecheros. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. 44 p.
4. **Amin N, Seifert J. 2021.** Dynamic progression of the calf's microbiome and its influence on host health. *Comput Struct Biotechnol J.* 19: 989-1001. doi: 10.1016/j.csbj.2021.01.035
5. **Arana C, Echevarría L, Segura J. 2006.** Factores que afectan el intervalo parto-primer servicio y primer servicio-concepción en vacas lecheras del Valle del Mantaro durante la época lluviosa. *Rev Inv Vet Perú* 17: 108-113. doi: 10.15381/rivep.v17i2.1519
6. **Arce C, Aranda M, Osorio M, González R, Díaz P, Hinojosa J. 2017.** Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en un hato de doble propósito en Tabasco, México. *Rev Mex Cienc Pecu* 8: 81-90. doi: 10.22319/rmcp.v8i1.4347
7. **Bueno W. 2018.** Índices productivos y reproductivos en vacunos Brown Swiss, Jersey y Holstein en altura - Cooperativa Atahualpa Jerusalén, Cajamarca 1999 - 2013. Tesis de Maestría. Lima, Perú: Univ. Nacional Agraria la Molina. 169 p.
8. **Catari M. 2018.** Eficiencia biológica lechera de vacas Brown Swiss a la primera lactación del CIP Chuquibambilla, años 2010 – 2016. Tesis de Médico Veterinario-Zootecnista. Puno, Perú: Univ. Nacional del Altiplano. 91 p
9. **CENAGRO. 2012.** Resultados finales del IV Censo Nacional Agropecuario. INEI, Lima Perú.
10. **Chirinos DM, Castro JI, Calderón T. 2017.** Parámetros reproductivos del ganado Nellore en la Selva Central del Perú (2000-2007). *Rev Inv Vet Perú.* 28: 307-313. doi: 10.15381/rivep.v28i2.13057

11. **Curtis G, McGregor Argo C, Jones D, Grove-White D. 2018.** The impact of early life nutrition and housing on growth and reproduction in dairy cattle. *PLoS One* 13: e0191687. doi: 10.1371/journal.pone.0191687
12. **Dávila A. 2002.** Performance productiva y reproductiva de la vaca Jersey en Porcón Cajamarca. Tesis de Maestría. Cajamarca, Perú: Univ. Nacional de Cajamarca. 58 p.
13. **Deza C. 2007.** Evaluación de los parámetros reproductivos y productivos en vacas Brown Swiss criadas en sistema extensivo. Tesis de Maestría. Lima, Perú: Univ. Nacional Agraria La Molina. 88 p.
14. **Echevarría L, Huanca W, Delgado A. 2002.** Identificación de las limitantes del comportamiento reproductivo y la eficiencia de la IA en ganado lechero de la zona de Lima. *Rev Inv Vet Perú* 13: 18-27.
15. **Estrada AC, Cárdenas J, Bejar JV, Ñaupari J. 2022.** Estimación de la biomasa de una comunidad vegetal altoandina utilizando imágenes multiespectrales adquiridas con sensores remotos UAV y modelos de regresión lineal múltiple, máquina de vectores soporte y bosques aleatorios. *Scientia Agropecu* 13: 301. doi: 10.17268/sci.agropecu.-2022.027
16. **Gamarra M. 2001.** Situación actual y perspectivas de la ganadería lechera en la cuenca de Lima. *Rev Inv Vet Perú* 12: 1-13,
17. **Gasque GR. 1985.** Alojamiento e instalaciones lecheras. principios, requerimientos y especificaciones para el diseño. México: Edit. UNAM. 98 p.
18. **Gonzales GW, Gutiérrez GA, Ponce de León FA, Chauca D. 2020.** Estudio hematológico de bovinos criollos y Brown Swiss criados en los Andes de Perú. *Rev Inv Vet Perú* 31: e19032. doi: 10.15381/rivep.v31i4.19032
19. **González R. 2002.** Índices reproductivos, cálculos e interpretación. En: Manual de ganadería de doble propósito. Universidad del Zulia. p 553-557.
20. **Hernández P, Estrada-Flores J, Avilés F, Yong-Angel G, López-González F, Solís-Méndez A, Castelán-Ortega O. 2013.** Tipificación de los sistemas campesinos de producción de leche del sur del estado de México. *Univ Ciencia* 29: 3-25.
21. **Lenth R, Bolker B, Buerkner P, Giné-Vázquez I, Herve M, Jung M, et al., 2024.** emmeans: Estimated Margin 2l Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.10.3-090003. doi: 10.32614/CRAN.package.emmeans
22. **Méndez L. 1987.** La composición del hato lechero y la producción por unidad de superficie. En: Programa de ganado de leche. Avances en producción de ganado de leche: curso de actualización para asistentes técnicos. Bogotá. Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario, p 231-267.
23. **Moreno A. 2005.** Evaluación técnica y económica de la producción animal. Lima, Perú: Univ. Nacional Agraria La Molina. 193 p.
24. **Olaguivel C. 2006.** Determinación de los índices productivos y reproductivos de vacunos Brown Swiss del C.I.P. Chuquibambilla – Puno (1990 -2002). Tesis de Maestría, Lima, Perú: Univ. Nacional Agraria la Molina. 87 p.
25. **Ortiz D, Camacho J, Echevarría L. 2009.** Parámetros reproductivos del ganado vacuno en la cuenca lechera de Lima. *Rev Inv Vet Perú* 20: 196-202. doi: 10.15381/rivep.v20i2.606
26. **Prasad S, Ramachandran N, Raju S. 2004.** Mortality patterns in dairy animals under organized herd management conditions at Karnal India. *Trop Anim Health Prod* 36: 645-654. doi: 10.1023/B:TROP.0000042855.58026.bd
27. **Quispe JE, Apaza E, Chambilla P, Sapana R. 2014.** Índices reproductivos y productivos en un hato de bovinos criollo del Altiplano peruano. *Rev Investig Altoandin* 16: 49-56. doi: 10.18271/ria.2014.59

28. **Quispe J, Belizario C, Apaza E, Maquera Z. 2016.** Desempeño productivo de vacunos Brown Swiss en el Altiplano peruano. *Rev Investig Altoandin* 18: 411-422. doi: 10.18271/ria.2016.216
29. **Silva HM, Wilcox CJ, Thatcher W, Becker RB, Morse D. 1992.** Factors affecting days open, gestation length, and calving interval in Florida dairy cattle. *J Dairy Sci* 75: 288-293. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(92)77764-9
30. **Upton J, Browne M, Silva Bolona P. 2020.** Effect of mechanical premilking stimulation on milking duration in late lactation. *J Dairy Sci* 106: 294-301. doi: 10.3168/jds.2022-22453
31. **Vilca E. 2018.** Eficiencia de la producción láctea de vacas Brown Swiss PPC, bajo el sistema de crianza semi-intensiva en CIP. Chuquibambilla-Puno. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Puno, Perú: Univ. Nacional del Altiplano. 78 p.
32. **Wenzel C, Schönreiter-Fischer S, Unshelm J. 2003.** Studies on step-kick behavior and stress of cows during milking in an automatic milking system. *Livestock Prod Sci* 83: 237-246. doi: 10.1016/S0301-6226(03)00109-X
33. **Westwood C, Leant J, Garvin JK. 2002.** Factors influencing fertility of Holstein dairy cows: a multivariate description. *J Dairy Sci* 85: 3225-3237. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74411-1