

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
**Evaluación de parámetros productivos y reproductivos de la finca San
Sebastián, Antioquia, Colombia**

Estudiante
Santiago Builes Gil

Asesores
Marielena Moncada Laínez, Ph.D.
John Jairo Hincapié Sánchez, D.Sc.

Honduras, noviembre 2021

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA MARGARITA MAIER ACOSTA

Decana Académica

CELIA ODILA TREJO

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

| | |
|-----------------------------|----|
| Índice de Cuadros..... | 4 |
| Abstract..... | 6 |
| Introducción..... | 7 |
| Localización | 10 |
| Instalaciones | 10 |
| Alimentación | 10 |
| Potreros..... | 12 |
| Estructura del Hato | 12 |
| Metodología..... | 13 |
| Variables medidas..... | 13 |
| Parámetros productivos..... | 13 |
| Resultados y Discusión..... | 16 |
| Conclusiones | 22 |
| Recomendaciones..... | 23 |
| Referencias..... | 24 |

Índice de Cuadros

| | |
|---|----|
| Cuadro 1 Composición química del pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>) en muestras recolectadas en varias localidades del departamento de Antioquia | 11 |
| Cuadro 2 Composición garantizada del alimento comercial MASLECHE DORADO® | 11 |
| Cuadro 3 Composición garantizada de la sal mineral comercial | 11 |
| Cuadro 4 Descripción de la composición racial de la finca San Sebastián..... | 12 |
| Cuadro 5 Resumen de variables productivas en la finca San Sebastián, Antioquia, Colombia. | 16 |
| Cuadro 6 Resumen de las variables reproductivas en la finca San Sebastián, Antioquia, Colombia ... | 17 |
| Cuadro 7 Porcentaje de preñez al primer servicio PPS/Año en la finca San Sebastián, Antioquia, Colombia | 18 |
| Cuadro 8 Porcentaje de preñez al segundo servicio PPSS/Año en la finca San Sebastián, Antioquia, Colombia | 18 |
| Cuadro 9 Porcentaje de acumulada PPA/Año en la finca San Sebastián, Antioquia, Colombia..... | 19 |
| Cuadro 10 Interacción por año para el intervalo parto – primer servicio en la finca San Sebastián, Antioquia, Colombia | 19 |
| Cuadro 11 Interacción por año para el intervalo primer – segundo servicio en la finca San Sebastián, Antioquia, Colombia | 20 |
| Cuadro 12 Interacción por año para servicios por concepción en la finca San Sebastián, Antioquia, Colombia | 20 |
| Cuadro 13 Interacción por año para servicios por concepción de todas las vacas en la finca San Sebastián, Antioquia, Colombia | 21 |
| Cuadro 14 Interacción por año para intervalo parto - concepción en la finca San Sebastián, Antioquia, Colombia | 21 |
| Cuadro 15 Interacción por año para intervalo entre partos en la finca San Sebastián, Antioquia, Colombia | 21 |

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue analizar el comportamiento productivo y reproductivo de los grupos raciales Holstein (HO), Jersey (JE), F1 Holstein-Jersey (50HO50JE), animales F1 cruzados con Ayrshire (AS(HJ)), y la devolución con Holstein en los animales trihíbridos (HO(AJ)) manejados en la finca San Sebastián bajo las condiciones del altiplano norte antioqueño. Se extrajeron del programa TaurusWebs® los datos registrados entre junio de 2018 a mayo de 2021 de 1172 lactancias para las variables producción promedio por día (PPD), producción por lactancia (PL) y duración de lactancia (DL); y 1307 lactancias para los porcentajes de preñez al primer y segundo servicio y preñez acumulada (PPPS, PPSS y PPA respectivamente), intervalo parto – primer servicio (IPPS), intervalo primer – segundo servicio (IPSS), servicios por concepción (SC), servicios por concepción de todas las vacas (SCTV), intervalo primer servicio – concepción (I1SC), intervalo parto – concepción (IPC) e intervalo entre partos (IEP). Respecto de la producción los animales HO tuvieron mayores PPD y LL, sin embargo, el cruce AS(HJ) tuvo menor DL y el segundo mayor valor de PPD; para la variable DL la raza con mayor duración fue la JE. En las variables reproductivas el cruzamiento AS(HJ) tuvo mejores valores para todas las variables definiéndose como el más eficiente reproductivamente, mientras que las razas puras HO y JE representaron los valores más altos para SC, SCTV, IPC e IEP y no presentaron diferencias ($P > 0.05$) entre ellas. El cruce HO(AJ) fue el cruce con valores más altos para los indicadores reproductivos y más bajos en cuanto a producción.

Palabras clave: Cruzamiento, intervalo de partos, producción de leche.

Abstract

The objective of the present study was to analyze the productive and reproductive behavior of the racial groups Holstein (HO), Jersey (JE), F1 Holstein-Jersey (50HO50JE), F1 crossbred Ayrshire (AS (HJ)), and the return with Holstein in trihybrid animals (HO (AJ)) managed on the San Sebastián farm under the conditions of the northern highlands of Antioquia. The data were recorded between June 2018 to May 2021. A total of 1172 lactations were extracted from the TaurusWebs® program for the variables average production per day (PPD), total Milk yield (MY) and lactation length (LL); and 1307 lactations for the pregnancy rate at the first and second service and cumulative pregnancy (PPPS, PPSS and PPA, respectively), calving interval - first service (IPPS), interval first - second service (IPSS), services per conception (SC), services per conception of all cows (SCTV), interval first service - conception (I1SC), calving interval - conception (IPC) and interval between calving (IEP). Regarding production, the HO animals had higher PPD and LL, however, the AS (HJ) breed had lower DL and the second higher value of PPD; for the DL variable, the race with the longest duration was the JE. In the reproductive variables, the AS (HJ) breed had lower values for all the variables, being defined as the most efficient reproductively, while the pure breeds HO and JE represented the highest values for SC, SCTV, IPC and IEP and did not present differences ($P > 0.05$) between them. Holstein-dominant crossbred cows, that correspond to HO (AJ) setting represent the highest values for the reproductive indicators and the lowest in terms of production.

Keywords: Calving interval, crossbred cow, milk yield

Introducción

En la actualidad, Colombia cuenta con 50,102,269 ha en explotación, de las cuales el sector ganadero tiene en uso aproximadamente el 77.9% equivalente a 39,017,179 ha, en ellas, se destaca el área ocupada por pastos y forrajes con un total de 22,946,697 ha (DANE 2019). Esto deja en evidencia clara que la ganadería es el rubro con mayor ocupación de territorio y más importante dentro del sector agropecuario de la economía colombiana, pues tiene una aportación al PIB nacional del 1.4%. y genera el 6% del empleo nacional equivalente a 1.1 millones de empleos directos. La ganadería equivale a 2 veces el sector avícola, 3 veces el sector cafetero y 4.1 veces el sector porcícola (FEDEGAN 2021).

La población bovina en Colombia se encuentra distribuida en 655,661 predios que cuentan con un aproximado de 28,245,262 bovinos los cuales tienen una producción media de 7,200 millones de litros de leche al año. De estos, solo el 48% son vendidos y procesados en la industria. El porcentaje restante se divide de la siguiente manera: el autoconsumo corresponde al 10%, el procesamiento dentro de la misma finca representa el 11% y las queseras informales que en su mayoría no cumplen todos los requerimientos sanitarios establecidos por la ley, captan el 31% de la leche producida en el país. Es necesario resaltar que solo el 6% de estos animales se encuentran dedicados a la lechería especializada. Esta parte de la ganadería cuenta con producciones muy por encima de la media nacional que está en 4.8 Kg/vaca/día. Se encuentra repartida en cuatro cuencas lecheras localizadas en los departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Boyacá y Nariño; siendo el primero la cuenca lechera más grande del país contando con una participación importante en la producción láctea nacional equivalente a 3,826,139 litros/día (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 2019).

La industria lechera, vista como una unidad económica, es aquella donde el ganadero combina la tierra, los animales y la mano de obra con la tecnología para transformarlos en litros de leche, que se venden para generar utilidades (Herrera et al. 2011). En virtud a esto, y con la necesidad de aumentar la producción láctea nacional debido a la introducción de Colombia en los mercados

internacionales (Botero y Rodríguez 2006), los ganaderos colombianos han venido encaminados al mejoramiento genético mediante cruces que garanticen no solo un aumento en la producción y las características reproductivas, sino también en la calidad del producto ya que son las más importantes variables para maximizar el retorno neto de la empresa (Echeverry et al. 2006).

La lechería especializada en Colombia se encuentra ubicada generalmente en el trópico alto, es aquella donde la vaca es ordeñada sin ternero al lado y se hace un descarte de los machos al nacimiento (Barrios y Olivera 2013). Así sucede en la región del altiplano norte antioqueño, el cual posee una altura sobre el nivel del mar que va desde 2,200 a 2,600 metros, lo cual lo determina como clima frío ya que posee temperaturas que van desde los 13 a los 16 °C y una humedad relativa del 79%. Esta región la comprenden los municipios de Belmira, Donmatías, San Pedro de los Milagros, Entrerrios, San José de la Montaña, Yarumal y Santa Rosa de Osos que poseen en conjunto 258,100 hectáreas, correspondientes al 4% del área del departamento (Tobón 1997).

Ahí predomina la especie forrajera *Pennisetum clandestinum*, conocida como Kikuyo, el cual cuenta con buen desarrollo incluso a 2,800 msnm y posee una digestibilidad que va desde el 55 al 60% (Carulla y Ortega 2016). La raza predominante en esta región es la Holstein, aunque debido a su topografía predominantemente ondulada (Ortega García 1997), los productores buscan animales de talla mediana que se adapten mejor al terreno a la vez que puede incrementar la cantidad de animales por hectárea. Es por esto que se ha venido presentando en los predominantes hatos Holstein de la región, un cruzamiento significativo con Jersey toda vez que se disminuye la talla media del hato y puede incrementar la cantidad de sólidos en leche, aspecto que beneficia al productor debido a la resolución 000017 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 2012), la cual establece en el artículo 2° la metodología de pago de leche de acuerdo a la calidad composicional de la misma.

Para lograr una sistematización de los hatos ganaderos que permita una correcta administración desde el punto de vista empresarial, se ha adoptado en la ganadería a nivel mundial y nacional, el uso de diferentes softwares que permiten la obtención de informes ordenados los cuales

son indispensables a la hora de tomar decisiones que lleven la empresa ganadera a ser más competitiva y mejorar día a día en base a datos confiables y precisos. El manejo de los registros mediante dichos softwares permite también una evaluación de los diferentes factores inherentes a la producción tales como la reproducción y la sanidad toda vez que la información allí ingresada sea precisa y constantemente actualizada (Posada 2010).

Los estudios dedicados a la evaluación del comportamiento productivo y reproductivo de un hato en condiciones propias del trópico alto colombiano son muy limitados (Zambrano et al. 2014). Es por esto, que la importancia de la realización de este estudio está dada toda vez que permite evaluar dichos comportamientos en la finca San Sebastián. Para ello se realizó un informe de las variables productivas y reproductivas mediante el programa de gestión ganadera Taurus Webs, dicho informe se hizo de manera retrospectiva en un periodo que va desde el 01 de junio de 2018 al 31 de mayo de 2021, con cortes al 31 de mayo de cada año. Comprende un total de 1,172 lactancias terminadas para las variables productivas, de las cuales se tienen los litros totales por lactancia, duración de lactancias y producción promedio por día. En el aspecto reproductivo se cuenta con información de 1307 lactancias, de las cuales se analizaron intervalo parto-1er servicio, intervalo parto-concepción, intervalo entre partos, y servicios por concepción en cada uno de los grupos evaluados. Como objetivo, la investigación se planteó:

Analizar retrospectivamente el comportamiento productivo y reproductivo de la finca San Sebastián y realizar un análisis comparativo de cada uno de los grupos raciales frente a los rangos óptimos de reproducción y duración de lactancia.

Materiales y Métodos

Localización

El estudio se realizó en la finca San Sebastián, ubicada a 8 kilómetros del municipio de Donmatias, departamento de Antioquia, Colombia; a una altura de 2,400 msnm y una precipitación aproximada de 2019 mm/año.

Instalaciones

La finca cuenta con seis salas de ordeño, cada una con sala de espera, cuatro puestos tipo tándem y tanque de frío para almacenamiento de la leche de 3,000 ± 500 litros. Además, posee un aproximado de 5 kilómetros de caminos en cemento de 60 centímetros de ancho para el movimiento de las vacas a su lugar de ordeño.

Alimentación

Todos los animales de la finca se encuentran permanentemente bajo un sistema de pastoreo semi intensivo y rotacional con cercado móvil, el tipo de pasto establecido en la finca es el Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) (Cuadro 1) y se suplementa con concentrado MASLECHE DORADO®, fabricado por la empresa SOLLA S.A (Cuadro 2) a razón de 1 kg por cada 3.5 Kg de leche producida en el primer tercio de lactancia, 1 kg por cada 4 Kg de leche en el segundo tercio de lactancia y 1 kg por cada 4.5 Kg de leche en el último tercio el cual es suministrado al momento del ordeño. Para la identificación del tercio de lactancia se usa en los animales un collar amarillo en el primer tercio, un collar azul en el segundo y no se usa collar para los animales del último tercio.

La suplementación mineral se realiza con una sal comercial (Cuadro 3) de la misma empresa que elabora el concentrado a razón de 150 g/vaca/día y se suministra en saladeros ubicados en potrero.

Cuadro 1

Composición química del pasto kikuyo (Pennisetum clandestinum) en muestras recolectadas en varias localidades del departamento de Antioquia.

| | PC | EE | Cen | FDN | FDA | CNE |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|
| Porcentaje de la MS | | | | | | |
| Promedio | 20.5 | 3.63 | 10.6 | 58.1 | 30.3 | 13.4 |
| Máximo | 27.1 | 4.71 | 13.9 | 66.9 | 32.8 | 17.2 |
| Mínimo | 15.4 | 1.63 | 8.65 | 51.7 | 28.3 | 8.93 |
| C.V., % | 15.9 | 22.6 | 16.1 | 6.71 | 3.95 | 18.7 |
| n | 39.0 | 27.0 | 27.0 | 36.0 | 19.0 | 23.0 |

Nota. PC= proteína cruda; EE = extractor etéreo; Cen = cenizas; FDN = fibra en detergente neutro; FDA = fibra en detergente ácido; CNE = carbohidratos no estructurales.

Tomado de Correa et al. 2008)

Cuadro 2

Composición garantizada del alimento comercial MASLECHE DORADO®.

| Composición garantizada | |
|-------------------------|-------|
| Proteína mínimo | 16.0% |
| Grasa mínimo | 4.0% |
| Fibra máximo | 15.0% |
| Cenizas máximo | 10.0% |
| Humedad máximo | 13.0% |

Nota. Tomada de Solla (2014a)

Cuadro 3

Composición garantizada de la sal mineral comercial.

| Composición garantizada | | | |
|-------------------------|-------|----------------|--------|
| Calcio mínimo | 16.0% | Cobre mínimo | 0.12% |
| Fósforo mínimo | 5.0% | Cobalto mínimo | 0.005% |
| Magnesio mínimo | 2.5% | Selenio mínimo | 0.004% |
| Azufre mínimo | 1.5% | Yodo mínimo | 0.01% |
| Cloruro de sodio mínimo | 40.0% | Flúor mínimo | 0.05% |
| Zinc mínimo | 0.4% | Humedad máximo | 5.0% |

Nota. Tomado de Solla (2014b)

Potreros

La finca posee 182.63 hectáreas que son destinadas para terneras de 0 a 6 meses, novillas en el último tercio de gestación, vacas secas y lactantes. Se encuentra dividida en seis zonas de área similar, en las cuales se encuentran cuatro lotes de animales por cada una, descritos de la siguiente manera: un lote de terneras de 0 a 6 meses, dos lotes de vacas en producción y un lote de vacas secas. El pasto establecido en la finca es el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) el cual se maneja mediante un sistema rotacional con cercas móviles adelante permitiendo que las vacas en producción ingresen a una franja nueva al finalizar cada ordeño y las vacas secas una vez al día y atrás para permitir el rebrote del pasto y tener así una correcta recuperación para la siguiente rotación.

Estructura del Hato

El hato está compuesto por las razas Holstein (HO), Jersey (JE), cruce F1 de Holstein*Jersey (50HO50JE), cruces con Ayrshire en las vacas F1 (AS(HJ)) y cruces de nuevo con Holstein en las vacas cruzadas con Ayrshire (HO(AJ)).

Cuadro 4

Descripción de la composición racial de la finca San Sebastián.

| Código | Descripción Racial | Cruzamiento | N. Vacas | No. Partos promedio |
|----------|--------------------|--------------------------------|----------|---------------------|
| HO | Holstein | N/A | 164 | 3.76 |
| JE | Jersey | N/A | 77 | 2.36 |
| 50HO50JE | F1 | Holstein*Jersey | 82 | 3.96 |
| AS(HJ) | Trihíbrido | Padre Ayrshire en vacas F1 | 79 | 3.86 |
| HO(AJ) | Trihíbrido | Padre Holstein en vacas AS(HJ) | 79 | 3.79 |

Nota. N/A: no aplica.

Metodología

Mediante el programa TaurusWebs® se analizaron las variables productivas y reproductivas de 1172 lactancias para las variables de producción y 1307 para reproducción en un periodo de tiempo de tres años y que va desde 01 de junio de 2018 al 31 de mayo de 2021.

VARIABLES MEDIDAS

Se utilizaron registros de lactancias terminadas para la evaluación de parámetros productivos y reproductivos de acuerdo con los reportes generados por el programa TaurusWebs® para cada uno de los grupos raciales definidos en el Cuadro 4.

Parámetros Productivos

Duración Lactancias (DL).

Es el número de días de producción de leche de una vaca, desde el día del parto hasta el día que se seca (Ariza 2011).

Producción por Lactancia (PL).

Hace referencia a la cantidad total de Kg producidos por la vaca durante la lactancia. Se determina mediante la multiplicación de la producción diaria por la cantidad de días que duró la lactancia.

Producción Promedio por Día (PPD).

Corresponde a la cantidad de leche producida en los dos ordeños del día.

Parámetros Reproductivos

Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (PPPS).

Definida como fertilidad a primer servicio, ya que va disminuyendo a medida que aumenta la cantidad de servicios fallidos (Sánchez 2010).

Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (PPSS).

Permite conocer la cantidad de vacas que requirieron dos servicios para la concepción.

Porcentaje de Preñez Acumulada (PPA).

Corresponde a la cantidad de vacas con respuesta a los servicios anteriores (Bustillo y Melo 2020).

Intervalo Parto – Primer Servicio (IPPS).

Es influenciado por la condición corporal de la vaca en los primeros días de lactancia, puede verse afectado por el reinicio de la actividad cíclica del ovario en el posparto y la eficiencia de detección de celo (Echavarría et al. 2002).

Intervalo Primer - Segundo Servicio (IPSS).

Aunque no es muy usado como indicador de eficiencia reproductiva, permite evaluar la normalidad en el comportamiento estral después de haber fallado el primer servicio.

Servicios por Concepción (SC).

Cantidad de servicios que requiere una vaca para obtener la preñez (Marini et al. 2003).

Servicios por Concepción de Todas las Vacas (SCTV).

Incluye el número de servicios de aquellas vacas que aún no tienen preñez confirmada, los servicios de las vacas preñadas, y los servicios de las vacas eliminadas.

Intervalo Primer Servicio – Concepción (I1SC).

Tiempo que transcurrió desde ese primer servicio hasta la concepción.

Intervalo Parto – Concepción (IPC).

Conocido también como días abiertos, refleja la fecundidad de la hembra y la eficiencia en la detección del celo (Arana et al. 2006).

Intervalo entre Partos (IEP).

Es el componente más importante dentro de la evaluación de la eficiencia reproductiva de un hato. Está conformado por la sumatoria entre los días abiertos (intervalo parto – concepción) y el periodo de gestación (Ossa et al. 2006).

Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se separaron los parámetros productivos de los reproductivos. Para las variables productivas se trabajó un diseño completamente al azar (DCA) con cinco tratamientos: Holstein, Jersey, F1 Holstein*Jersey, AS (H*J) y HO (AJ) con 381, 109, 302, 207 y 173 repeticiones, respectivamente. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) por medio del software estadístico R versión 4.0.5, posteriormente se realizó prueba Duncan para separación de medias. Por otra parte, la información de las variables reproductivas se analizó mediante el programa estadístico SAS en un DCA con cinco tratamientos: Holstein, Jersey, F1 Holstein*Jersey, AS (H*J) y HO (AJ) con 396, 121, 352, 234 y 210 repeticiones, respectivamente. Se realizó una prueba de chi cuadrado para las variables PPA, PPS y PPSS y un análisis de varianza (ANDEVA) utilizando el Modelo Lineal general (GLM por sus siglas en inglés) y separación de medias con una prueba de rangos múltiples Student – Newman – Keuls (SNK) para las variables IPPS, IPSS, SC, SCTV, I1SC, IPC, IEP, con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$

Resultados y Discusión

Parámetros Productivos

En el Cuadro 5 se observa el comportamiento productivo de cada uno de los grupos raciales. Para las variables producción promedio/día (PPD) y producción total por lactancia (PL) la raza Holstein superó los demás cruces, esto concuerda con Zambrano et al. (2014) en vacas evaluadas en el mismo departamento. Gonzáles y WingChing (2018), encontraron resultados similares en Costa Rica respecto a la superioridad productiva de los animales Holstein, aunque con producciones muy superiores en las razas puras. Por su parte, los animales trihíbridos con padre Ayrshire, tienen una producción promedio superior a los demás grupos evaluados, excluyendo Holstein. En cuanto a la duración de lactancia (DL) los animales trihíbridos con padre Ayrshire tienen la menor duración, esto es contrario a las investigaciones realizadas por Gonzales y WingChing (2018) en las cuales a medida aumenta la proporción Jersey la duración de lactancia tendía a disminuir. El promedio para PL de la raza Holstein fue mayor en 1289 Kg más que el promedio de los demás grupos evaluados, esto beneficiaría al productor si los parámetros de pago de la leche estuviesen reducidos solo a la cantidad de litros vendidos. Al no darse dicha condición se implementan cruces entre razas ya que permiten obtener la ventaja de la calidad de leche, que tiene especial interés en el mercado actual (Echeverri et al. 2011).

Cuadro 5

Resumen de variables productivas en la finca San Sebastián, Antioquia, Colombia.

| Código | n | PPD (kg) | DL (días) | PL (kg) |
|----------|-----|--------------------|---------------------|----------------------|
| HO | 381 | 20.31 ^a | 320.25 ^a | 6489.3 ^a |
| JE | 109 | 16.64 ^b | 321.28 ^a | 5337.15 ^b |
| 50HO50JE | 302 | 16.76 ^b | 306.57 ^b | 5121.81 ^b |
| AS(HJ) | 207 | 17.96 ^c | 294.61 ^c | 5284.80 ^b |
| HO(AJ) | 173 | 16.31 ^b | 308.31 ^b | 5056.57 ^b |
| D.E | | 3.49 | 57.11 | 1433.14 |

Nota. HO: Holstein, JE: Jersey, 50HO50JE: F1 Holstein*Jersey, AS(HJ): Trihíbrido Ayrshire*Holstein*Jersey, HO(AJ): Trihíbrido con predominancia Holstein; PPD: Producción promedio/día, DL: Duración de lactancias, PL: Producción total por lactancia

*Valores con diferente letra en la misma columna presentan diferencia significativa ($P \leq 0.05$)

Parámetros Reproductivos

Como se observa en el Cuadro 6, para las variables IPSS, SC, SCTV, ISC no hay diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos, lo que concuerda con Zambrano et al. (2014), además, Bustillo y Melo (2020) afirman que los factores como temperatura, manejo y nutrición influyen sobre estas variables y fueron similares ya que todos los animales analizados se encontraban en el mismo hato. Se encontró diferencia significativa para el IPPS en el cual la raza Holstein presentó 7.3 días más que el promedio de las demás razas, sin embargo, con un intervalo inferior al encontrado por Bustillo y Melo (2020) que fue de 118.4; el cruce AS (HJ) presentó el IPPS más bajo con 64.39 días, ajustado al intervalo ideal sugerido por Sánchez (2010) que es antes de los 85 días posparto. En cuanto al IPC, el promedio de días encontrado para la raza Holstein fue 12 días superior al promedio de las demás razas, sin embargo, los valores para Holstein, Jersey, 50HO50JE y AS(HJ) fueron 56, 122, 66 y 88 días inferiores a los 218, 146, 145 y 165 días respectivamente encontrados por Chaves (2008). Para el IEP, se obtuvo un valor 13% menor al promedio de 431 días encontrado por Sierra et al. (2017) y un 17% inferior a los 451 encontrados por Echeverri et al. (2011); los cruces 50HO50Je y AS(HJ) presentaron valores inferiores ($P \leq 0.05$) a las demás razas.

Cuadro 6

Resumen de las variables reproductivas en la finca San Sebastián, Antioquia, Colombia.

| Tratamiento | IPPS (días) | I1-2S (días) | SC | SCTV | I1SC (días) | IPC (días) | IEP (días) |
|-------------|-------------|--------------|---------|---------|-------------|------------|------------|
| Holstein | 75.39a | 43.64 | 1.36 | 1.48 | 51.85 | 96.06a | 378.44a |
| Jersey | 69.83ab | 41.82 | 1.32 | 1.45 | 54.02 | 89.34ab | 377.09a |
| 50HO50JE | 65.95ab | 41.06 | 1.29 | 1.4 | 45.95 | 79.39b | 363.71b |
| AS(HJ) | 64.39b | 36.96 | 1.28 | 1.39 | 40.64 | 77.47b | 362.47b |
| HO(AJ) | 71.98ab | 49.67 | 1.32 | 1.39 | 52.85 | 90ab | 375.85a |
| P | 0.0078 | 0.0806 | 0.9356 | 0.603 | 0.155 | 0.0023 | 0.0024 |
| AÑO | IPPS | I1-2S | SC | SCTV | I1SC | IPC | IEP |
| 1 | 68.77 | 44.61 | 1.34 | 1.44 | 51.05 | 87.5 | 372.29 |
| 2 | 69.36 | 41.73 | 1.33 | 1.44 | 50.15 | 87.68 | 370.54 |
| 3 | 71.32 | 41.44 | 1.29 | 1.38 | 45.49 | 84.65 | 369.5 |
| P | 0.3535 | 0.7533 | 0.2864 | 0.2104 | 0.7896 | 0.984 | 0.5734 |
| CV | 56.321 | 65.1636 | 35.9876 | 34.7863 | 68.2641 | 56.833 | 13.2324 |

Nota. IPPS: Intervalo parto – primer servicio, IPSS: Intervalo primer – segundo servicio, SC: Servicios por concepción, SCTV: Servicios por concepción de todas las vacas, I1SC: Intervalo primer servicio – concepción, IPC: Intervalo parto – concepción, IEP: Intervalo entre partos.

*Valores con diferente letra en la misma columna presentan diferencia significativa ($P \leq 0.05$)

El PPPS (Cuadro 7) no tuvo diferencias significativas entre los tratamientos, salvo el cruzamiento AS(HJ) en el año 3 con respecto de los años anteriores, aumentando 21% que pudo haber estado influenciado por el cambio en uno de los toros usados para repaso. Aun así, se encontró que el promedio de PPPS de todos los tratamientos estuvo un 22.3 puntos porcentuales por encima del 34.8% encontrado por Rodríguez et al. (2009). La variable PPSS (Cuadro 8) no presentó diferencias significativas entre tratamientos ni años; por otro lado, los valores obtenidos en el PPA (Cuadro 9) estuvieron afines al 80% de preñez encontrado por Prado y Campos (2000).

Cuadro 7

Porcentaje de preñez al primer servicio PPPS/Año en la finca San Sebastián, Antioquia, Colombia.

| Tratamiento | 1 año | 2 año | 3 año | P |
|-------------|--------|--------|--------|--------|
| Holstein | 50.76 | 48.46 | 55.96 | 0.5019 |
| Jersey | 52.78 | 58.97 | 51.16 | 0.7606 |
| 50HO50JE | 60.61 | 59.32 | 59.32 | 0.9764 |
| AS(HJ) | 52.31a | 51.39a | 73.42b | 0.0077 |
| HO(AJ) | 60 | 63.24 | 59.09 | 0.8748 |
| P | 0.5357 | 0.2293 | 0.1173 | |

Nota. abc Valores con diferente letra en la misma fila presentan diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

xyz Valores con diferente letra en la misma columna presentan diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

Cuadro 8

Porcentaje de preñez al segundo servicio PPSS/Año en la finca San Sebastián, Antioquia, Colombia.

| Tratamiento | 1 año | 2 año | 3 año | P |
|-------------|--------|--------|--------|--------|
| Holstein | 56.92 | 63.64 | 55.32 | 0.6171 |
| Jersey | 58.82 | 43.75 | 70 | 0.2831 |
| 50HO50JE | 64.1 | 62.5 | 58.33 | 0.8458 |
| AS(HJ) | 67.74 | 54.29 | 55 | 0.4884 |
| HO(AJ) | 65.38 | 68 | 74.07 | 0.7805 |
| P | 0.8422 | 0.4955 | 0.4626 | |

Nota. abc Valores con diferente letra en la misma fila presentan diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

xyz Valores con diferente letra en la misma columna presentan diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

Cuadro 9

Porcentaje de acumulada PPA/Año en la finca San Sebastián, Antioquia, Colombia.

| Tratamiento | 1 año | 2 año | 3 año | P |
|-------------|--------|--------|--------|--------|
| Holstein | 79.39 | 80.15 | 77.68 | 0.8908 |
| Jersey | 80.56 | 76.92 | 83.72 | 0.74 |
| 50HO50JE | 85.86 | 84.75 | 83.05 | 0.8464 |
| AS(HJ) | 84.62 | 77.78 | 87.34 | 0.2738 |
| HO(AJ) | 86.15 | 89.71 | 86.76 | 0.8005 |
| P | 0.6406 | 0.2645 | 0.4225 | |

Nota. abc Valores con diferente letra en la misma fila presentan diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

xyz Valores con diferente letra en la misma columna presentan diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

Interacciones por año: En el Cuadro 10 se ilustra la interacción entre las diferentes razas por año para el IPPS y no hay diferencias significativas entre los años para cada uno de los tratamientos, sin embargo, de acuerdo con la raza, las Holstein presentaron un intervalo de 7.6 días superior al promedio de las otras razas. Aun así, todos los tratamientos estuvieron 31.6% por debajo del IPPS obtenido por Arana et al. (2006) el cual fue de 101.6 días. El IPSS (Cuadro 11) promedio para el ható fue 17 días mayor al IPSS de 25 días recomendado por González (1985) lo cual puede significar un problema en la detección del celo posterior al primer servicio no efectivo.

Cuadro 10

Interacción por año para el intervalo parto – primer servicio en la finca San Sebastián, Antioquia, Colombia.

| Año | Holstein | Jersey | 50HO50JE | AS(HJ) | HO(AJ) | P |
|-----|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-------|
| 1 | 72.89 ± 35.94 | 65.94 ± 28.31 | 66.89 ± 37.62 | 63.43 ± 42.54 | 70.12 ± 54.05 | >0.05 |
| 2 | 76.36 ± 45.74a | 66.74 ± 31.02ac | 66.92 ± 36.77ac | 58.5 ± 37.40bc | 73.33 ± 41.39a | ≤0.05 |
| 3 | 77.24 ± 40.46 | 75.68 ± 46.90 | 64.22 ± 31.58 | 70.48 ± 38.21 | 72.40 ± 33.04 | >0.05 |
| P | >0.05 | >0.05 | >0.05 | >0.05 | >0.05 | |

Nota. abc Valores con diferente letra en la misma fila presentan diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

Cuadro 11

Interacción por año para el intervalo primer – segundo servicio en la finca San Sebastián, Antioquia, Colombia.

| Año | Holstein | Jersey | 50HO50JE | AS(HJ) | HO(AJ) | P |
|-----|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------|
| 1 | 44.89 ± 28.78 | 44.47 ± 31.15 | 46.69 ± 36.37 | 36.35 ± 21.70 | 50.73 ± 39.20 | >0.05 |
| 2 | 44.72 ± 26.10 | 29.31 ± 12.10 | 40.39 ± 27.62 | 38.22 ± 25.69 | 49.04 ± 25.67 | >0.05 |
| 3 | 40.43 ± 25.29 ^{ab} | 50 ± 35.99 ^{ab} | 37.16 ± 19.27 ^a | 35.76 ± 9.24 ^{ab} | 49.25 ± 31.53 ^b | ≤0.05 |
| P | >0.05 | >0.05 | >0.05 | >0.05 | >0.05 | |

Nota. abc Valores con diferente letra en la misma fila presentan diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

Para las variables SC y SCTV (Cuadros 12 y 14) todas las razas a excepción de la Jersey presentan una disminución para el año 3 especialmente el cruce AS(HJ) ($P \leq 0.05$), no obstante, el promedio se mantiene dentro de los rango máximo de 1,7 establecido por Bustillo y Melo (2020) y son 18.7% menores a los 1.6 SC encontrados por Zambrano et al. (2014) para las condiciones del altiplano norte antioqueño. Las variables IPC e IEP (Cuadros 14 y 15) no presentan diferencias significativas para el efecto del año en cada uno de los tratamientos, sin embargo, las razas puras y el cruce con HO(AJ) que tiene dominancia Holstein presentan intervalos mayores en 12.8 y 13.8 días para IPC e IEP, respectivamente. Esto permite que los cruzamientos 50HO50JE y AS(HJ) permanezcan dentro de los 85 y 365 días sugeridos por Sánchez (2010) y Bustillo y Melo (2020) como intervalos ideales para IPC e IEP, respectivamente.

Cuadro 12

Interacción por año para servicios por concepción en la finca San Sebastián, Antioquia, Colombia.

| Año | Holstein | Jersey | 50HO50JE | AS(HJ) | HO(AJ) | P |
|-----|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| 1 | 1.38 | 1.34 | 1.29 | 1.38 ^x | 1.3 | >0.05 |
| 2 | 1.4 | 1.23 | 1.3 | 1.33 ^x | 1.32 | >0.05 |
| 3 | 1.31 ^{ab} | 1.38 ^a | 1.28 ^{ab} | 1.16 ^{by} | 1.34 ^{ab} | ≤0.05 |
| P | >0.05 | >0.05 | >0.05 | 0.0065 | >0.05 | |

Nota. abc Valores con diferente letra en la misma fila presentan diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

xyz Valores con diferente letra en la misma columna presentan diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

Cuadro 13

Interacción por año para servicios por concepción de todas las vacas en la finca San Sebastián,

Antioquia, Colombia.

| Año | Holstein | Jersey | 50HO50JE | AS(HJ) | HO(AJ) | P |
|-----|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------|
| 1 | 1.49 | 1.47 | 1.39 | 1.47 ^x | 1.4 | >0.05 |
| 2 | 1.51 | 1.41 | 1.4 | 1.47 ^x | 1.36 | >0.05 |
| 3 | 1.42 ^{ab} | 1.47 ^a | 1.4 ^{ab} | 1.25 ^{by} | 1.4 ^{ab} | ≤0.05 |
| P | >0.05 | >0.05 | >0.05 | 0.0101 | >0.05 | |

Nota. abc Valores con diferente letra en la misma fila presentan diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

xyz Valores con diferente letra en la misma columna presentan diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

Cuadro 14

Interacción por año para intervalo parto - concepción en la finca San Sebastián, Antioquia, Colombia.

| Año | Holstein | Jersey | 50HO50JE | AS(HJ) | HO(AJ) | P |
|-----|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------|
| 1 | 93.73 ± 46.82 | 87.41 ± 48.33 | 83.51 ± 49.39 | 80.34 ± 48.75 | 88.94 ± 65.47 | >0.05 |
| 2 | 102.36 ± 66.84 ^a | 77.26 ± 37.33 ^{bc} | 80.56 ± 43.12 ^{bd} | 75.1 ± 47.78 ^{be} | 90.78 ± 48.72 ^{acde} | ≤0.05 |
| 3 | 91.34 ± 48.15 ^{ab} | 100.97 ± 64.32 ^a | 74.64 ± 38.46 ^{bc} | 77.1 ± 36.57 ^{bd} | 90.2 ± 42.56 ^{acd} | ≤0.05 |
| P | >0.05 | >0.05 | >0.05 | >0.05 | >0.05 | |

Nota. abc Valores con diferente letra en la misma fila presentan diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

Cuadro 15

Interacción por año para intervalo entre partos en la finca San Sebastián, Antioquia, Colombia.

| Año | Holstein | Jersey | 50HO50JE | AS(HJ) | HO(AJ) | P |
|-----|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------|
| 1 | 379.55 ± 48.50 | 376.54 ± 53.10 | 364.86 ± 45.54 | 365.34 ± 48.75 | 376.98 ± 66.71 | >0.05 |
| 2 | 376.94 ± 64.06 ^a | 363.53 ± 38.18 ^{ab} | 365.54 ± 43.57 ^{ab} | 360.1 ± 47.78 ^b | 375.78 ± 48.72 ^{ab} | ≤0.05 |
| 3 | 378.88 ± 48.34 ^{ad} | 389.74 ± 66.89 ^a | 360.88 ± 38.89 ^{bcd} | 362.1 ± 36.57 ^{bcd} | 374.89 ± 43.02 ^{ac} | ≤0.05 |
| P | >0.05 | >0.05 | >0.05 | >0.05 | >0.05 | |

Nota. abc Valores con diferente letra en la misma fila presentan diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

Conclusiones

Se determinó que los indicadores reproductivos de la finca San Sebastián vienen en constante mejoría año tras año, resumidos en menor cantidad de días a la concepción y una consecuente disminución en el intervalo entre partos.

En cuanto a los rangos óptimos de reproducción, el intervalo parto – concepción (IPC) y el intervalo entre partos (IEP), los cruzamientos 50HO50JE y AS(HJ) tuvieron mejor comportamiento respecto de las razas puras y el cruce HO(AJ), el cual presenta dominancia de la raza Holstein; lo mismo sucede en cuanto a la duración de lactancia con los cruzamientos 50HO50JE y AS(HJ) que presentan menor cantidad de días, consecuencia de sus buenos parámetros reproductivos.

Recomendaciones

Realizar más estudios que involucre los cruzamientos con la raza Ayrshire.

Evaluar calidad composicional de la leche en las razas evaluadas en este proyecto.

Hacer análisis de rentabilidad de cada una de las razas para determinar si es más viable, en las condiciones del altiplano norte antioqueño, el manejo de razas puras o cruces.

Referencias

- Arana D. C, Echavarría C. L, Segura C 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. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*; [consultado 23-10-21]. 17(2):108–113. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172006000200004.
- Ariza C. 2011. Análisis productivo y reproductivo de un hato lechero [Tesis]. Caldas-Antioquia: Corporación Universitaria Lasallista. 66 p. http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/579/1/Analisis_hato_lechero.pdf.
- Barrios D, Olivera M. 2013. Análisis de la competitividad del sector lechero: caso aplicado al norte de Antioquia, Colombia. *INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*; [consultado el 13 de jun. de 2021]. 23(48):33–41. <https://www.redalyc.org/pdf/818/81828690004.pdf>.
- Botero L, Rodríguez D. 2006. Costo de producción de un litro de leche en una ganadería del sistema doble propósito, Magangué, Bolívar. *Revista MVZ Córdoba*. 11(2):806–815. es.
- Bustillo JC, Melo JA. abr. 2020. Parámetros reproductivos y eficiencia reproductiva en ganado bovino. [Tesis]. Villavicencio, Meta: Universidad Cooperativa de Colombia. 21 p; [consultado el 22 de oct. de 2021]. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/17465/1/2020_parametros_reproductivos_eficiencia.pdf.
- Carulla J, Ortega E. 2016. *Sistemas-de-produccion-lechera-en-Colombia-Retos-y-oportunidades*; [consultado el 13 de jun. de 2021]. 24(2):83–87. https://www.researchgate.net/profile/Juan-Carulla-2/publication/317017699_Sistemas_de_produccion_lechera_en_Colombia_Retos_y_oportunidades/links/591f4086a6fdcc4443ee17b4/Sistemas-de-produccion-lechera-en-Colombia-Retos-y-oportunidades.pdf.
- Chaves C. C. nov. 2008. Evaluación del cambio en la condición corporal, la producción de leche y el comportamiento reproductivo en vacas lecheras de diferentes grupos genéticos. [Tesis]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 65 p; [consultado 22-10-21]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3436/1/Tesis%20Med%20Vet%20Catalina%20Chaves%20C%C3%A1ceres.pdf>.
- [DANE] Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2019. Boletín técnico Encuesta nacional agropecuaria (ENA). [sin lugar]. 89 p; [consultado el 13 de jun. de 2021]. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2019/boletin_ena_2019.pdf.
- Echavarría C. L, Huanca L. W, Delgado C. A. 2002. Identificación de las limitantes del comportamiento reproductivo y la eficiencia de la inseminación artificial en ganado lechero de la zona de Lima. Lima: [sin editorial]; [actualizado el 28 de sep. de 2021; consultado el 28 de sep. de 2021]. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172002000200003.
- Echeverri Z J, Salazar Restrepo VE, Parra S. J. 2011. Análisis comparativo de los grupos genéticos Holstein, Jersey y algunos de sus cruces en un hato lechero del Norte de Antioquia en Colombia. *Zootecnia Tropical*. 29(1):49–59. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692011000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

- Echeverry Zuluaga J, Salazar Restrepo VE, Múnera D. 2006. El cruzamiento como estrategia para mejorar la rentabilidad de hatos lecheros. *Revista Lasallista de Investigación*; [consultado el 13 de jun. de 2021]. 3(2):48–52. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69530209.pdf>.
- [FEDEGAN] Federación colombiana de ganaderos. 2021. Cifras de referencia del sector ganadero colombiano. Colombia; [consultado 13/06/21]. <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/documentos-de-estadistica>.
- González B J, WingChing R. 2018. Producción y reproducción de vacas Holstein, Jersey y sus cruces en cinco localidades de Costa Rica. *UNED Research Journal*; [consultado el 1 de oct. de 2021]. 10(2):422–427. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v10n2/1659-4266-cinn-10-02-422.pdf>.
- González S. C. 1985. Evaluación y diagnóstico de la fertilidad en hatos bovinos mestizos. [sin lugar]: UNIVERSIDAD DEL ZULIA. 24 p; [consultado 23-10-21]. <http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/ivcongreso/taller/articulo6.pdf>.
- Héctor Jairo Correa, Juan Evangelista Carulla, Martha Lucia Pabón. 2008. Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov.). *Livestock Research for Rural Development*. 20(4). https://www.researchgate.net/publication/266317145_Valor_nutricional_del_pasto_kikuyo_Pennisetum_clandestinum_Hoechst_Ex_Chiov.
- Herrera AC, Cerón M, Múnera Oscar, Méndez C. 2011. Análisis de costos e ingresos de un hato lechero como herramienta para la toma de decisiones en el largo plazo. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 24:401.
- Marini PR, Charmandarian A, Oyarzabal M. 2003. Producción e intervalo parto - concepción en vacas lecheras de primera a quinta lactancia. *Revista Argentina de Producción Animal*; [consultado el 28 de sep. de 2021]. 23. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/112-marini.pdf.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, editor. 2012. Resolución 000017. Colombia: [sin editorial]. 18 p. ; [consultado el 13 de jun. de 2021]. <https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/Documents/d.angie/Res%20%20000017%20de%202012.pdf>.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. sep. de 2019. Cifras sectoriales Cadena Láctea; [consultado el 13 de jun. de 2021]. <https://sioc.minagricultura.gov.co/SICLA/Documentos/2019-09-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>.
- Ortega García A. 1997. Diagnostico Técnico de la Producción Lechera en Algunas Explotaciones del Altiplano Norte de Antioquia. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*. 50(2):79–96. es_ES. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/28778>.
- Ossa S. G, Suárez T. M, Pérez G. J. 2006. Factores ambientales y genéticos relacionados con el intervalo entre partos en la raza romosinuano. *Revista MVZ Córdoba*; [consultado el 28 de sep. de 2021]. 17(2). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682006000200004&lng=en&nrm=iso&tlng=es.
- Posada D. 2010. Implementación de un sistema de registros para lechería especializada, ganadería pura y comercial. [Informe de práctica universitaria]. Colombia: Corporación Universitaria LaSallista. 95 p; [consultado el 13 de jun. de 2021]. <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/370/1/>

IMPLEMENTACI%C3%93N%20DE%20UN%20SISTEMA%20DE%20REGISTROS%20PARA%20LECHE R%C3%8DA%20ESPECIALIZADA%2C%20GANADER%C3%8DA%20PURA%20Y%20COMERCIAL.pdf.

- Prado MC, Campos G. R. 2000. Tasas de concepción y factores relacionados con el cruce de novillas *Bos indicus* por *Bos taurus* bajo inseminación artificial. *Acta Agronómica*; [consultado 23-10-21]. 50(1). https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/47922/49121.
- Rodríguez C. OA, Díaz B. R, Ortiz G. O, Gutiérrez CG, Montaldo HH, García O. C, Hernández C. J. 2009. Porcentaje de concepción al primer servicio en vacas Holstein tratadas con hormona bovina del crecimiento en la inseminación. *Veterinaria México*; [consultado 23-10-21]. 40(1):1–7. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922009000100001.
- Sánchez A. jul. 2010. Parámetros productivos de bovinos en regiones tropicales de México [Tesis]. Veracruz: Universidad Veracruzana. 55 p; [consultado el 22 de oct. de 2021]. https://www.uv.mx/personal/avillagomez/files/2012/12/Sanchez-2010._Parametros-reproductivos-bovinos.pdf.
- Sierra Montoya E, Cerón M, Ruiz Cortés Z. 2017. Parámetros reproductivos y su relación con producción y calidad de leche en hatos del trópico alto. *Livestock Research for Rural Development*; [consultado 22-10-21]. 29(9). <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd29/9/elsi29170.html>.
- Tobón J. 1997. Entorno agroecológico y socioeconómico de la ganadería del altiplano norte antioqueño. Medellín, Colombia. 35 p; [consultado el 13 de jun. de 2021]. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12245/40129_24708.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Zambrano JC, Rincón JC, Echeverri JJ. 2014. Parámetros genéticos para caracteres productivos y reproductivos en Holstein y Jersey colombiano. *Arch. zootec*; [consultado el 13 de jun. de 2021]. 63(243):495–506. <https://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v63n243/articulo10.pdf>. doi:10.4321/S0004-05922014000300010.