

**ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE VARIABLES PRODUCTIVAS EN UN
SISTEMA LECHERO ESPECIALIZADO EN EL MUNICIPIO DE SOPO
CUNDINAMARCA**

SILVIA CAÑAS RAMIREZ

MILENA SUAREZ LEGUIZAMÓN

UNIVERSIDAD DE
LA SALLE

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

PROGRAMA DE ZOOTECNIA

BOGOTÁ D.C., MARZO DE 2021

ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE VARIABLES PRODUCTIVAS EN UN
SISTEMA LECHERO ESPECIALIZADO EN EL MUNICIPIO DE SOPO
CUNDINAMARCA

SILVIA CAÑAS RAMIREZ

13171007

MILENA SUAREZ LEGUIZAMÓN

13172952

TUTOR:

NESTOR ISAIAS TOVIO LUNA

Zootecnista, MSc., PhD. (e)

UNIVERSIDAD DE
LA SALLE

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

PROGRAMA DE ZOOTECNIA

BOGOTÁ D.C., MARZO DEL AÑO 2021

Tabla de Contenido

Capítulo 1. Generalidades del proyecto

	Pagina
1.1 Título	5
1.2 Resumen	5
1.3 Planteamiento del problema	6
1.4 Objetivos	8
1.4.1 Objetivo general	8
1.4.2 Objetivos específicos	8
1.5 Marco teórico	8
1.5.1 Panorama actual de la producción de leche en Colombia	8
1.5.2 Tasa armónica de remplazo y reposición	9
1.5.3 Litros libres del hato	11
1.5.4 Beneficio económico del hato	12

1.5.5	Curvas de lactancia	13
1.6	Metodología	14
1.6.1	Descripción del uso de animales	14
1.6.2	Situación geográfica	14
1.6.3	Enfoque de investigación	14
1.6.4	Variables	14
1.6.5	Métodos	16
1.7	Resultados	19
1.8	Discusión	28
1.9	Conclusiones	34
1.10	Referencias Bibliográficas	36

Lista de gráficos

	Pagina
Grafica 1: Intervalo entre parto del 2017 al 2019	23

Lista de tablas

	Pagina
Tabla 1: Variables unidad y frecuencia	15
Tabla 2: Parámetros generales del 2017 al 2019	21
Tabla 3: Litros libres del 2017 al 2019	22
Tabla 4: Beneficio económico del 2017 al 2019	22
Tabla 5: Variables para la evaluación productiva del hato lechero	24
Tabla 6: Evaluación productiva del hato lechero	24
Tabla 7: Variables simuladas vs corregidas	25
Tabla 8: Dinámica poblacional	26
Tabla 9: Relación hembra en crecimiento y hembra adulta	26
Tabla 10: Ritmo hembra en crecimiento por mes	27
Tabla 11: Numero de hembras necesarias para garantizar la reposición	27

Capítulo 1. Generalidades del proyecto

1.1 **Título:** *Análisis y diagnóstico de variables productivas en un sistema lechero especializado en el Municipio de Sopo Cundinamarca.*

1.2 Resumen:

Antecedentes: La producción lechera es un negocio que necesita estar estructurado de manera adecuada, para lo cual debe tener la mayor cantidad de información posible de todos los eventos y procedimientos que se realizan en el sistema. Esta información debe de estar registrada y en lo posible unificada para poder ser utilizada por los profesionales y técnicos a cargo. Estos registros son esenciales para el manejo del sistema, así como fuente de información para tomar decisiones. **Objetivo** Identificar las variables productivas entre los años 2017 y 2019 en un sistema lechero especializado en el municipio de Sopo Cundinamarca con la finalidad de generar una propuesta de mejora. **Métodos:** Recopilada y depurada la información se identificaron las variables productivas para la construcción de un simulador con el fin de hallar la tasa armónica de remplazo y reposición (TAD), litros libres (LL), beneficio económico (BE), respuesta productiva (RP) **Resultados:** Los resultados hasta el momento muestran que el IEP y DA se encuentran por encima del ideal esperado para el sistema (IEP del 2017 al 2019 fue de 491 días y DA 195 días) teniendo en cuenta que el ideal para el sistema del CIC Santa María es de 68 DA, este valor se vio afectado en el 2018 ya que se registra 37,72 DA. **Conclusión:** mediante un manejo adecuado de registros de datos y por medio de la creación de un simulador se puede generar una propuesta de mejora productiva, teniendo en cuenta que esta puede ser

una herramienta para la toma de decisiones que mejore el perfil económico, de lo contrario estos parámetros seguirán impactando de manera no eficiente el sistema productivo.

Palabras clave: Tasa armónica de descarte, simulador, beneficio económico, litros libres, Holstein.

1.3 Planteamiento del problema y justificación:

De acuerdo a la producción lechera de la finca Santa María (CIC) se sugiere que podrían existir diferentes inconvenientes que están afectando de manera directa o indirecta la productividad. Este inconveniente es la falta de manejo de la información (registros productivos), por lo cual se están limitando los procesos de análisis para la toma de decisiones que mejoren los aspectos relacionados a su desarrollo (Nutrición y alimentación, genética, reproducción y aspectos económicos gerenciales).

Con una población de 49 millones de habitantes, y un consumo per cápita de leche de 148 litros/persona, Colombia tiene un consumo per cápita tres veces superior al consumo promedio en países desarrollados (44 litros/persona) (Fedegan, 2020). De igual manera la agencia gubernamental a cargo de promover las exportaciones colombianas, el turismo internacional y la inversión extranjera a Colombia para dotar a las empresas nacionales con apoyo y asesoramiento para sus actividades de comercio internacional (Procolombia) realizó un análisis del sector lácteo donde identifiqué que la disponibilidad de la leche en el acopio alcanzó los 3.381 millones de litros, con la capacidad de generar cerca de 700.000 empleos directos aproximadamente en el 2019.

Este sector, representa el 24,3 % del Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario, lo que representa el 1,23% del PIB total nacional; además en 2017 la producción de leche tuvo un incremento del 11% respecto al año anterior, evidenciando la mejora de la industria en sus procesos productivos (Fedegan, 2020).

Dada la importancia del sector, entre los problemas más serios que afectan los índices de rentabilidad en los hatos lecheros, se hallan los de eficiencia reproductiva (Fedegan, 2017) dado que el rendimiento económico está fuertemente influenciado por el porcentaje de vacas y novillas que paren cada año. Éste es un aspecto sobre el cual recaen muchas oportunidades y posibilidades de mejorar la rentabilidad económica del hato (Sierra, 2010). El incremento en el porcentaje de vacas vacías implica menos vacas preñadas en el hato, menor natalidad, menor cantidad de leche producida, incremento de los costos productivos y menos ganancias (Torre, 2018). Por esta razón, el uso correcto de los días abiertos adquiere hoy mayor importancia por la urgente necesidad de hacer eficientes los sistemas productivos, aumentando la producción durante la vida útil del animal, reduciendo los intervalos entre parto y concepción, por ende, incrementando el número de días productivos de los animales.

Así las cosas, se hace necesario la implementación de estrategias que ayuden a reducir las pérdidas económicas con el propósito de alcanzar estándares de competitividad a largo plazo, partiendo de la información que se desprenda del ejercicio de la trazabilidad de los procesos, es decir, la implementación de un programa o software que sea de fácil uso para los campesinos del sector lechero y así tomar decisiones sobre la base de las variables productivas para lograr un manejo de éxito en un sistema lechero.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Identificar las variables productivas entre los años 2017 y 2019 en un sistema lechero especializado en el municipio de Sopo Cundinamarca con la finalidad de una propuesta de mejora en la productividad.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Generar la tasa armónica de descarte y la tasa armónica de reposición de acuerdo a las variables productivas del sistema lechero durante el año 2019.
- b) Determinar los litros libres y el beneficio económico del sistema productivo según costos totales de producción en cuanto a alimentación durante el año 2019.
- c) Realizar un paralelo entre las variables productivas actuales y las variables productivas corregidas y simuladas del 2017 al 2019.

1.5 Marco teórico:

1.5.1 Panorama actual de la producción de leche en Colombia

En ganadería bovina, la producción de leche proviene de la raza Holstein en climas fríos y de los cruces de las razas Brahman, Gyr y Guzerá, Jersey con *Bos taurus*, en climas cálidos. La producción de leche en Colombia se destina a autoconsumo, industria nacional y

exportaciones. Es un sector que se caracteriza por la alta informalidad en su distribución y consumo, lo cual, a pesar de los esfuerzos en materia regulatoria que se han hecho, constituye un alto riesgo para la salud humana por las condiciones en que se acopia (Carrascal, 2014).

1.5.2 Tasa armónica de remplazo y de reposición

La tasa armónica de descarte (TAD) indica el porcentaje de hembras (vientres) que deben salir del sistema de acuerdo al análisis matemático de algunas variables productivas. Así mismo, se podrá determinar que la tasa armónica de reposición (TAR) matemáticamente es igual a tasa armónica de descarte cuando el sistema productivo requiere ser mantenido con el mismo número de vientres; en el caso que se deba bajar o subir la carga animal (Vientres), la tasa armónica de reposición si debería variar de acuerdo al porcentaje de animales adicionales que deben salir o quedarse en el sistema productivo (Fajardo, Dallos, & Corredor, 2002).

La tasa de reposición es uno de los índices más sugestivos para estudiar la estructura del hato, dado que permite observar fácilmente cual o cuales son las variables que determinan una dinámica poblacional ineficiente.

La tasa armónica de descarte se determina de acuerdo a la siguiente formula:

$$TAD = \frac{(IEP\ real * EPP) * \left(1 + \frac{\%MA}{100}\right) * \left(1 + \frac{\%MC}{100}\right)}{ED * IEP\ Ideal * 12} * 100$$

Donde:

TAD: Tasa armónica de descarte

EPP: Edad al primer parto

%MC: Mortalidad crías

%MA: Mortalidad adultas

ED: Edad de descarte

IEP Ideal: En Bovinos 365 días

IEP Real: El encontrado en el sistema productivo según organización de registros

TAD: Es la tasa de animales que se descartan por la edad, problemas fisiológicos, reproductivos, entre otros en un periodo equivalente a un año (Ariza, 2011).

IEP: Es el indicador de fertilidad en vacas más utilizado y representa de algún modo la capacidad que tiene el hato de producir crías para reemplazo, un IEP de 365 días en promedio, supone que todas las vacas de hato alcanzan a parir una vez en el año, lo cual daría mayor cantidad de terneros y terneras a producir según el número de vacas.

EPP: Es el principal indicador de eficiencia en crecimiento y fertilidad de las hembras de reemplazo (novillas), al igual que el I.E.P, la vaca al primer parto está en relación directa con la tasa de reposición.

MC- MA: La mortalidad de crías y de vacas son indicadores de manejo sanitario de los animales. Un manejo sanitario deficiente aumenta la probabilidad de muertes tanto en jóvenes como en adultos.

ED: Esta en relación a la vida útil de los vientres y también un indicativo de manejo sanitario y/o reproductivo. Se espera que la media de una vaca lechera este alrededor de los 5 partos (E.D 7-8 años).

1.5.3 Litros libres del hato

De acuerdo a que los costos por alimentación ocupan un gran porcentaje de los costos totales en los sistemas lecheros, determinar los litros libres resulta de gran utilidad para poder analizar desde el punto de vista económico, teniendo en cuenta los litros que pueden generar sustento económico a la empresa ganadera. Los litros libres surgen de restar de lo que producen diariamente las vacas y el costo de la alimentación convertido en litros, sobre el precio de venta de la leche, para ello es necesario conocer este indicador que se conoce como Respuesta Productiva (RP) clave para ajustar la economía empresarial (Rafaela, 2015).

Para ello se utiliza la formula general para determinar los litros libres:

$$\text{Litros libres (LL)} = \frac{\text{Ingresos totales} - \text{Costos totales}}{\text{Precio de la leche}}$$

Con el objetivo de contribuir en el marco de la actual crisis lechera, uno de los propósitos es bajar costos, pero manteniendo los niveles de producción, por ello, es necesario realizar ajustes para alcanzar este objetivo.

Según el INTA (2015), las estrategias para incrementar la productividad están relacionadas con:

- El aumento de la producción individual (litros Vaca Ordeño por día), (VO/día)
- El incremento de la carga (más animales por superficie Vaca Total - VT),
- El incremento de la relación VO/VT
- La combinación de todas estas estrategias.

1.5.4 Beneficio económico del hato

Para la evaluación económica se utiliza el análisis de ingresos, en el que se emplearon precios corrientes de mercado, la relación beneficio costo y tasa de retorno al capital de acuerdo a lo recomendado por (Diaz Aguilera, 2017).

El beneficio económico hallado estaría determinando: por cada peso que se invierte, se gana determinados pesos adicionales.

Donde;

El beneficio económico se calcula:

$$BE = \frac{RP * \textit{Relacion precio de laleche}}{\textit{Precio del concentrado}}$$

La industria lechera, vista como una unidad económica, es aquella donde el ganadero combina la tierra, los animales, la mano de obra y la tecnología para transformarlos en litros de leche, que se venden para generar utilidades (Herrera, 2011).

La competitividad del productor es definida como la capacidad de permanencia en la actividad lechera, medida a través del costo unitario de producción de leche, a menor costo de producción, mayor competitividad (Holmann, 2006).

1.5.5 Curvas de lactancia

La curva de lactancia representa la producción de leche a lo largo del ciclo productivo, el cual dura aproximadamente 305 días (un año de producción 365 días menos el periodo de secado 60 días). El pico de lactancia es definido como el nivel más alto de producción de leche que una vaca alcanza dentro de los primeros 90 días de lactancia. Existe una relación positiva entre el pico y la producción de leche a lo largo de la lactancia, es decir, que a medida que los litros de leche al pico de lactancia se incrementan, también se aumentan los litros totales producidos por la lactancia. (Arias, 2015).

Otro aspecto importante es el factor genético ya que el pico de producción y la persistencia de la lactancia son influenciados por factores asociados al manejo nutricional, al estado sanitario y al ambiente de producción, y así mismo al manejo e instalaciones adecuadas.

La curva de lactancia con una producción más constante (persistente), es deseable desde el punto de vista económico y fisiológico debido a que ayuda a mantener la salud de las vacas lecheras (Jakobsen, 2002), además, vacas persistentes son menos susceptibles a desordenes nutricionales, aspectos importantes para las vacas en condiciones de altas y bajas temperaturas en algunos meses del año e inadecuada cantidad de alimento (Tullo, 2014).

1.6 Metodología

1.6.1 Descripción del uso de datos

Para el desarrollo de esta investigación se analizó los datos de los registros del CIC Santa María de los últimos 36 meses, en los cuales se determinaron todas las variables productivas relacionadas para realizar el diagnóstico.

1.6.2 Situación geográfica:

El experimento se realizó en Sopo Cundinamarca finca CIC Santa María, con una temperatura de 5- 18 ° C, precipitaciones de 848 mm/año, humedad del 58% y vientos de 10 Km/h (IDEAM, 2020).

1.6.3 Enfoque de investigación:

La investigación es de carácter mixto.

1.6.4 Variables unidad y frecuencia:

En tabla 1 se muestra cada una de las variables que fueron objeto de análisis, teniendo en cuenta su unidad de medida y frecuencia de la misma.

Tabla 1: Variables unidad y frecuencia

Días abiertos	85-90 días	1 ciclo reproductivo
Análisis de producción de leche	25 Litros/día	Diariamente
IEP	365-375 días	Anual
Litros libres	Indicador (Numérico)	1 ciclo productivo
Beneficio económico	Mayor a 100 pesos	1 ciclo productivo

(Gongora & Hernandez, 2015)

El análisis estadístico descriptivo de los datos se llevó a cabo en dos etapas, teniendo en cuenta que se depuraron los datos ya que se encontraron inconsistencias en la información, como datos alterados y falta de datos dentro del software ganadero, por lo cual no fue posible hallar todo lo propuesto. La primera consistió en el estudio de la información del 2017 al 2019 del CIC Santa María, con el fin de determinar el beneficio económico a través de la puesta en marcha del simulador matemático y las variables productivas teniendo en cuenta el costo de producción, la producción vaca/año, litros libres, beneficio económico, curva de lactancia, tasa armónica de descarte y reposición y el punto de equilibrio, lo cual permitió concebir conclusiones acerca del estado actual de la competitividad de dicho hato.

La segunda etapa se basó en la construcción del simulador matemático para así hacer un análisis de las diferentes variables productivas del 2019, con el fin de mejorar el sistema de producción, y así lograr ser más competitivo en el mercado.

1.6.5 Métodos:

El análisis de toda la información requerida (parámetros productivos) se determinó de acuerdo a los datos suministrados por el Software Ganadero[®] el cual es utilizado en el CIC Santa María.

Las variables productivas que se organizaron y analizaron para determinar las variables en los objetivos de la investigación son las siguientes:

- a. Días abiertos (tiempo que transcurra entre el parto y el momento en que la hembra vuelve a quedar preñada).
- b. Promedio de gestación (promedio de la gestación de las hembras en producción)
- c. Intervalo entre parto real (Se determina de acuerdo a los datos de promedio de gestación más el promedio de los días abiertos)
- d. Edad al primer parto (promedio de edad al primer parto de las hembras que entraron al sistema productivo)
- e. Mortalidades adultas (Porcentaje de mortalidad de hembras adultas)
- f. Mortalidad crías (Mortalidad de las crías del sistema productivo)
- g. Edad de descarte (promedio de la edad en la cual se descartan a las hembras del sistema productivo)
- h. Intervalo entre parto ideal (Se utilizó el dato de 365 días por lo cual se determina que una hembra bovina debe tener una cría al año)

Con los datos anteriores se procedió a calcular la TAD de acuerdo a la formula descrita.

$$TAD = \frac{(IEP_{real} * EPP) * \left(1 + \frac{\%MA}{100}\right) * \left(1 + \frac{\%MC}{100}\right)}{ED * IEP_{Ideal} * 12} * 100$$

Igualmente se analizó la siguiente información con la finalidad de determinar los litros libres y beneficio económico:

- a. Pesos promedios de las vacas en producción (datos de los últimos 36 meses)
- b. Ganancias de pesos de las vacas en producción (Datos de los últimos 36 meses)
- c. Producción de leche durante últimos 36 meses (Promedio de producción durante los últimos 36 meses)

De acuerdo a los anteriores datos no se pudo determinar el consumo de materia seca por animal bajo los siguientes parámetros:

- El bovino consume 0.022 kilos de materia seca por cada kilo de peso vivo.
- Cada litro de leche producido equivale a 9 kg más del peso del animal.
- Cada kilo de incremento de peso equivale a 50 kilos más de peso del animal.

$$C = [W + (L \times 9) + (G \times 50)] \times 0.022 \text{ (Carulla, 2015)}$$

en donde:

- C corresponde consumo de materia seca en kilos

- W es el peso en kilos

- G la ganancia diaria de peso

d. Costos de producción de acuerdo a la alimentación como concentrados, silos, pastos etc. (Costos de producción de la leche durante los últimos 36 meses)

Con los anteriores datos se pudo calcular los litros libres para determinar respuesta productiva y beneficio económico según las siguientes formulas:

$$\text{Respuesta productiva (RP)} = \frac{\text{Litros producidos promedio} - \text{Litros libres}}{\text{Kilogramos de alimento promedio por vaca}}$$

$$\text{BE} = \frac{\text{RP} * \text{Relacion precio de la leche}}{\text{Precio de la alimentacion}}$$

Con base en esta información se calculó el Índice de Evaluación Productiva del hato, para saber cómo se encuentra el hato en la parte productiva, teniendo en cuenta los días abiertos, calculados a partir de un óptimo de acuerdo al sistema productivo en estudio, partiendo de la base que:

- 60 -80: Excelente
- 40 – 59: Bueno
- 20 – 39: Regular

- Menor a 19: Malo

Para ello, se utilizó la siguiente formula:

$$EPH = 100 - \left\{ \frac{\text{Numero de dias vacios mayores a 100}}{\text{Numero de vacas del hato}} * 1,75 \right\}$$

(Urbina, 1996)

Con los datos anteriores que se analizaron del Software se pudo determinar una posible producción lechera según la identificación de las mejoras. Esta determinación se planteó de acuerdo a un simulador con las variables productivas utilizando hoja de cálculo en Excel.

1.7 Resultados:

En la tabla 2 podemos observar los parámetros generales que se deben tener en cuenta en un sistema productivo lechero, al analizar el IEP se pudo observar un comportamiento, para el año 2017 mostrando un incremento de días abiertos DA, teniendo en cuenta que en este año se está en un promedio de 195 días, es decir, que las vacas estuvieron 110 días vacías; para el 2018 se registró 146 DA, es decir (108) días vacíos de más, por último, en el 2019 se registró un total de días abiertos DA de 243, es decir, que las vacas estuvieron 161 días vacías, generando pérdidas en el sistema productivo, ya que la producción de leche se vio afectada directamente por los DA, por lo tanto, el IEP es una de las variables productivas que mejor desempeño debe tener para mantener y/o aumentar la producción de leche asegurando la preñez.

Se excluyeron los datos de EPP para los años 2017 y 2018 ya que datos no reposan en el software ganadero, afectando el cálculo matemático y por ende los resultados. En el 2019 se logró analizar la EPP teniendo en cuenta que para este año en promedio fue de 2,5 años.

El parámetro de la producción diaria de leche (Leche/vaca/día/hato) se observó un comportamiento en la producción para los años 2017 y 2018 fue de 12,55 y 12,48 respectivamente, sin embargo, para el 2019 la producción fue de 8,82; lo cual reflejó una disminución en la producción de leche (Leche/vaca/día/hato) en 3,66 L/vaca/día/hato; generando una pérdida económica de \$417.240 pesos, es decir:

$3.66 \text{ L/vaca} \times \$1200 \times 95 \text{ vacas (total vacas en producción)} = \417.240 , dejó de ganar el hato diariamente, demostrando que mensualmente está perdida equivale a \$12.517.200, afectando el indicador de litros libres y el beneficio económico.

Por otro lado, es importante resaltar la producción mensual de leche teniendo en cuenta que para el 2017 arrojó como resultado 31.049,24 L/mes, para el año 2018 se observó una producción total mensual de 31.226,32 L/mes, y, por último, para el año 2019 se reflejó un decrecimiento de 24.923,78 L/mes.

En cuanto al porcentaje de mortalidad de cría %MC se evidenció del 2017 al 2018 un aumento del 0,73% y para el 2019 se reflejó una disminución con respecto al año 2017 y 2018 del 3,07%; en mortalidad de adultas %MA hubo una disminución del 2017 al 2018 del 3,71%, ahora bien, para el año 2019 se registró un aumento del 3,49%.

Al analizar la ED se tomó para cada año respectivamente los valores correspondientes con el fin de calcular la TAD, es decir, para el año 2017 se tomó ED de 7 años, para el año 2018 ED de 10 años, por último, para el año 2019 ED de 7 años.

Con base en estos datos, en el 2019 se obtuvo un valor de TAD de 0,24 y de TAR de 24,12%, lo que nos indica que por cada 95 animales adultos se necesita descartar 24,12 bovinos anualmente, y reemplazar por otras 24,12, es decir, se requiere 25 novillas de vientre para que estén listas para remplazo.

Tabla 2: Parámetros productivos generales del 2017 al 2019

PARAMETROS GENERAL	AÑO 2019	AÑO 2018	AÑO 2017
Inventario Inicial Vacas (numero)	95	83	81
IEP general (días)	526,29	472,88	474,93
EPP (años)	2,5	-	-
Leche/ Vaca/ día/ hato (L)	8,82	12,48	12,55
Producción leche total mes (real)	24923,78	31226,32	31049,24
Mortalidad de cría (% MC)	8,04	11,11	10,38
Mortalidad de Adulta (% MA)	8,42	4,93	8,64
Edad de Descarte (años) (ED)	7	10	7

En la tabla 3 se puede observar el comportamiento de los litros libres a través del tiempo, teniendo en cuenta la producción de leche diaria como un factor determinante en el ejercicio económico del hato, al observarse que los demás parámetros fueron constantes, teniendo como resultado en el 2017 de 10,72 L, en el 2018 de 10,65 L y en el 2019 de 6,99 L, con una diferencia significativa para este año con respecto al 2017 y 2018 los cuales se mantuvieron constante.

Tabla 3: litros libres del 2017 al 2019

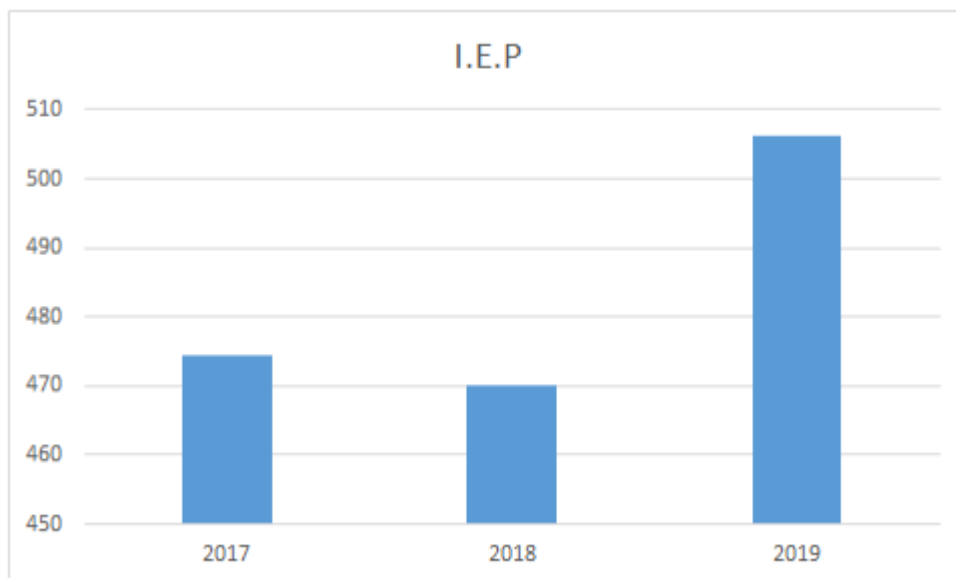
PARAMETROS GENERAL	2019	2018	2017
LITROS DIARIOS	8,82	12,48	12,55
PRECIO VENTA LITRO LECHE	\$ 1.200	\$ 1.200	\$ 1.200
KILO CONCENTRADO DIA	1,5	1,5	1,5
PRECIO CONCENTRADO	\$ 1.462,5	\$ 1.462,5	\$ 1.462,5
LITROS LIBRES (L)	6,99	10,65	10,72

En la tabla 4 se puede observar los parámetros utilizados para lograr calcular el beneficio económico, en donde en los 3 años fue de 1, es decir, por cada peso que es invertido se gana un peso, por lo que el beneficio económico en el CIC Santa María es de (0) cero, por ende, por \$100 pesos que se invierten, \$100 pesos se gastan.

Tabla 4: beneficio económico del 2017 al 2019

PARAMETROS GENERAL	2019	2018	2017
RESPUESTA PRODUCTIVA	1,21875	1,21875	1,21875
BENEFICIO ECONOMICO	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00

Grafica 1: Intervalo entre parto del 2017 al 2019



En la tabla 5 se analizó el comportamiento anual de los IEP, la producción de leche/ día y DA del 2017 al 2019, para realizar la evaluación reproductiva del hato y conocer a grosso modo el dinero dejado de percibir; como así mismo, se logró analizar los días abiertos ideales para el CIC Santa María 2017 al 2019, sin embargo, al analizar la información que reposa en el software ganadero se observó para el año 2018 los días de gestación para los meses abril y mayo se encuentran por encima de los días de gestación de las vacas, con valores 472 días para abril y de 657 días de gestación para mayo, lo cual generó error matemático para el cálculo de la eficiencia reproductiva del hato.

Tabla 5: variables para la evaluación productiva del hato lechero.

Años	Promedio de gestación	Ideal de DA en el sistema	I.E.P	D.A	Número de días abiertos mayor a 85 (vaca vacía)	Numero de vacas	Producción Leche/día	Precio de leche	Dinero dejado de percibir	Total dinero dejado de percibir por días abiertos
2017	280,32	84,68	475	194,68	110	81	12,55	\$ 1.200,00	\$ 15.060,00	\$ 1.656.600,00
2018	327,28	37,72	473	145,72	108	83	12,48	\$ 1.200,00	\$ 14.976,00	\$ 1.617.408,00
2019	282,81	82,19	526	243,19	161	95	8,82	\$ 1.200,00	\$ 10.584,00	\$ 1.704.024,00
TOTAL										\$ 4.978.032,00

Para el año 2017 se observó 110 DA de más, generando al CIC Santa María una pérdida de \$ 1.656.600, es decir, que cada día vacío que tiene la vaca le cuesta al sistema productivo \$15.060; en el 2018 se reflejó una pérdida económica de \$1.617.408 lo que equivale a una pérdida diaria de \$14.976 por cada día vacío de la vaca, por último, para el 2019 la pérdida económica fue de 1.704.024 por los 161 DA en que permaneció la vaca vacía lo que equivale a \$10.584 dejados de percibir.

La tabla 6 muestra que la evaluación productiva del hato para el año 2017 tiene un índice de 3,76, para el año 2018 de 3,67 y para el 2019 de 3,21.

Tabla 6: Evaluación productiva del hato lechero

AÑOS	EPH
2017	3,76812
2018	3,67732
2019	3,21282

De acuerdo a los datos encontrados en esta investigación, lo que se pretendía era utilizar los pesos promedios de las vacas en producción, ganancias de peso, costos de producción y curvas de lactancia en los últimos 36 meses, con el propósito de determinar el comportamiento de estas variables a través del tiempo, sin embargo, no fue posible hallar esta información teniendo en cuenta que estos datos no se encontraban en el software ganadero al momento de la construcción de la información para lograr calcular su comportamiento y así generar un análisis de ello.

En la tabla 7, partiendo de los datos simulados y corregidos, se establecieron dos escenarios comparativos con base en los IEP, lo cual nos sugiere que a través de un parámetro ideal de IEP según Cotes (2018) de 365 días y para Colombia un IEP de 457 días, se simuló frente a los datos obtenidos del software ganadero del CIC Santa María (real) como el sistema productivo es impactado económicamente en su producción, reflejando su comportamiento cada año.

Tabla 7: Datos simulados vs corregidos

AÑO	PROMEDIO DE GESTACION (días)	IDEAL DE (DA) EN EL SISTEMA (días)	IEP				TOTAL DINERO DEJADO DE PERCIBIR POR (DA) MAYORES A 85	TOTAL DINERO DEJADO DE PERCIBIR POR (DA) MAYORES A 85	
			REAL CIC SANTA MARIA (días)	* IDEAL (días)	* EN COLOMBIA (días)	DIAS ABIERTOS MAYORES A 85 COMPARADOS			
						REAL / IDEAL	REAL / COLOMBIA	REAL / IDEAL	REAL / COLOMBIA
2017	280,32	84,68	475	365	457	110	18	\$ 134.184.600,00	\$ 21.957.480,00
2018	281,56	37,72	473			108	16	\$ 134.244.864,00	\$ 19.888.128,00
2019	282,81	82,19	526			161	69	\$ 161.882.280,00	\$ 69.378.120,00
TOTAL							\$ 430.311.744,00	\$ 111.223.728,00	

^aCotes, (2018)

Como se muestra en la tabla 8, solo se logró determinar la dinámica población para el año 2019, teniendo en cuenta como solo se tiene la EPP para este año.

Tabla 8: Dinámica poblacional

AÑO	TAR %	TAD	EPP (meses)	HC	IEP (meses)
2019	24,12	0,24	30	0,6	526,29

En la tabla 9, se determinó para el año 2019 la relación de hembras en crecimiento y hembras adultas para el sistema productivo del CIC Santa María, teniendo en cuenta que para una población de 95 hembras adultas se necesita 57 hembras en crecimiento, es decir, que el sistema debería tener para este periodo 152 hembras en total.

Tabla 9: Relación de hembra en crecimiento y hembra adulta

H:C	H:A	H
60	100	100
57	95	152

Del total de las hembras en crecimiento que se pueden observar en la tabla 9, se dividieron en cuatro etapas para asegurar el crecimiento constante de hembras por mes, como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10: Ritmo hembra en crecimiento por mes

RHC/MES	1,9
ESTACA	10
DESTEIE	13
LEVANTE	11
VIENTRE	23
TOTAL	57

Para garantizar un flujo reproductivo de la finca CIC Santa María, se deben tener 46 partos por año, como resultado de:

$$\frac{23 \text{ vientres} * 2}{1}$$

En la tabla 11, se puede observar el número de hembras con las cuales se garantiza la reposición de hembras en el CIC Santa María, es decir, que con 0,70 hembras se garantiza la reposición.

Tabla 11: Numero de hembras necesarias para garantizar la reposición

$$\frac{365}{IEP} * \left\{ \frac{1+TAD}{100} \right\}$$

NH
0,69
1,00
0,70

1.8 Discusión:

De acuerdo al análisis realizado en este estudio se puede determinar que la producción para un hato de vacas Holstein de acuerdo a Corrales y Herrera (2011) determinaron que “para alcanzar una producción de 25 L/día sobresalen las vacas grandes, anchas de pecho, altas y profundas del cuerpo, con pezuñas uniformes, angulosas y talones profundos, un sistema mamario caracterizado por ubres de textura suave, buen ligamento medio, un buen carácter lechero y ubres profundas.” (p.2507). Ahora bien, para nuestro caso la producción de leche en el CIC Santa María, se encuentra en una producción promedio de 8,82 L a 12,55 L, este índice está por debajo de la producción de vacas Holstein, ya que para la Sabana de Bogotá se producen en promedio de 14 a 16 L, de acuerdo a (Restrepo & Calvache, 2013). Para el CIC Santa María se espera un aumento en su promedio de producción de 10 a 15 L, siendo los mejores valores esperados para vacas Holstein en la Sabana de Bogotá.

Al analizar los DA y los IEP que dieron como resultado en los años del 2017 al 2019 se encuentran diferentes falencias ya que debería encontrarse en un rango de los DA de 85+/-90, días y el IEP de 280 +/- 285 días, fueron evidentes los problemas en cuanto a manejo general del sistema o variables externas al sistema, ya que, se encuentran por fuera de los rangos esperados, de acuerdo con (La Torre, 2011). No obstante, el factor principal para reducir los DA, es la estructuración adecuada del manejo de dietas, pasturas y suplementos alimenticios, con el fin de aportar al animal los requerimientos necesarios y alimenticios para el óptimo desarrollo de su reproducción, que se traduce en la manifestación correcta de su ciclo estral generando así la oportunidad de la preñez.

Si no se tiene un correcto manejo de los DA e IEP el sistema estaría perdiendo 1 o más crías en el periodo productivo de la vaca, trayendo consecuencias económicas en la producción del hato.

Por otro lado, respecto al EPP del año 2019 está en promedio en 30 meses, encontrándose dentro los parámetros esperados, los cuales para hembras Holstein ubicado en la sabana de Bogotá se encuentra en el rango de 30 a 36 meses (Restrepo & Calvache, 2013); dicho valor de EPP contrasta con los que se consideran económicamente rentable en novillas con una EPP entre 24 y 26 meses para razas Holstein y Jersey (Hanzen & Ward, 1994). Por otra parte, el valor tomado del software ganadero cumple con lo estimado, teniendo en cuenta que esta no debe superar los 3 años de edad (36 meses) (Asociación Holstein de Colombia, 2010).

Para que se mantenga o mejore la EPP se atribuye que los animales se encuentren en condiciones climáticas templadas de mayor beneficio de confort, y además, con pastos de mayor digestibilidad, mejorando así su crecimiento y desarrollo corporal.

La mortalidad, es un factor que juega un papel importante dentro de los sistemas de producción animal, ya que tienen una importancia biológica como económica, por ello, es importante tener en cuenta la influencia de los factores ambientales y genéticos en el trópico, por otra parte, de acuerdo al estudio realizado por (Morales & Vallecilla, 2018) afirma: que la mortalidad acumulada en las fincas es alrededor del 4%, este factor se le atribuye al trópico alto, por ello él recomienda estudiar más a fondo este factor ya que puede afectar la eficiencia productiva y reproductiva de los animales que están siendo retenidos en los hatos

Con base a lo anterior, se analiza que la mortalidad entre cría y adulta está por encima de los valores esperados, teniendo en cuenta, que dentro de este estudio se obtuvo un promedio de mortalidad de cría del 9,85 % y mortalidad de adulta del 7,33%, de acuerdo a los datos del software ganadero, lo cual nos indica que hay un factor biológico que afecta la mortalidad tanto de cría como de adulta teniendo pérdidas económicas en el sistema.

Las principales de muertes son diferentes accidentes y eventos asociados a traumas como pisoteo y golpes contundentes, correspondiente a un 25% de muertes al año, al igual que los eventos de tipo gastrointestinales reportados como cólico, timpanismo y enteritis correspondiente al 29,54% de las muertes al año, así mismo, se pueden presentar carbón sintomático siendo el 21,4%, por septicemia 21,4%, y tan solo un 7,14% no tiene origen en un proceso patológico del sistema gastrointestinal (Montoya, 2018).

De acuerdo a (Morales & Vallecilla, 2018) afirma que el promedio de descarte por año está alrededor del 10,2% esto influenciado principalmente a descartes por producción y reproducción, lo que indica la permanencia de los animales en el hato entre 8 a 11 años, lo que quiere decir que para nuestro caso de estudio se encuentra en el 2018 una ED de 10 años, encontrándose dentro del rango esperado, sin embargo, en el 2017 y 2019 están por debajo del valor de referencia, ya que se encuentra en una ED de 7 años, lo que nos sugiere un manejo muy temprano de descarte.

Dicho factor es inversamente proporcional a la TR (de ahí que se encuentre en el denominador de la función, por lo tanto, a una menor ED (problemas reproductivos/enfermedad) mayor será el número de animales en crecimiento para el reemplazo.

Si observamos la tasa de reposición encontraremos que el IEP se encuentra en el número de la función, lo cual sugiere que existe una relación directa entre el intervalo entre partos y la tasa de reposición, es decir, a mayor IEP, mayor será el número de hembras de reemplazo que debemos sostener en la finca para mantener el tamaño del hato (Fajardo, Dallos, & Corredor, 2002).

El valor calculado para la TR significa que en hato se deben mantener por lo menos un número de hembras en crecimiento por cada 100 vacas adultas, se considera que valores entre 30% y 50% son óptimos, entre 50 y 80% aceptables y mayores de 80% regulares (Fajardo, Dallos, & Corredor, 2002).

Un sistema productivo con una TAR demasiado alta seguramente no alcanzara a producir la cantidad necesaria de novillas para mantener el tamaño del hato, lo cual lo obligara al levantar un número muy alto de hembras (todas las que produzca) y fuera de esto tener que comprar hembras de reemplazo fuera del sistema (Fajardo, Dallos, & Corredor, 2002).

Un sistema productivo con TAR adecuada podrá levantar un número limitado de hembras /reducción lo cual trae costo de levante importante, y podrá seleccionar y presionar el mejoramiento genético de su explotación en excelentes condiciones y tendrá excedentes para la venta a buen precio lo cual significará ingresos adicionales importantes (Fajardo, Dallos, & Corredor, 2002).

El sistema productivo al conocer su TAR podrá seleccionar de antemano las vacas que debe cruzar con semen para reproducir esta genética y podrá inseminar con semen de distinto valor aquellas vacas de las cuales no querrá dejar hijas para reemplazo (Fajardo, Dallos, & Corredor, 2002).

El análisis de TAR permite también ubicar los factores que determinan algún grado de deficiencia técnica. Por ejemplo, se puedan alistar la reproducción de las vacas (IEP), la eficiencia en crecimiento en las hembras de reemplazo (EPP). La mortalidad en hembras y la (ED) pueden ser indicadores del grado de manejo sanitario del hato (Fajardo, Dallos, & Corredor, 2002).

Con base en el análisis de información de fincas ganaderas realizado por Fedegán, se puede discernir que los índices de TAD y TAR para el estudio del CIC Santa María se encuentra entre los niveles óptimos teniendo en cuenta para los años 2017, 2018 y 2019 están cercanos al 30%, tal como lo sugiere este estudio; El CIC Santa María está en la capacidad de producir sus propios vientres de reemplazo sin la necesidad de comprar vientres por fuera del sistema y mantener el tamaño de su hato (Fajardo, Dallos, & Corredor, 2002).

En los últimos años, el aumento en la producción de leche de vacas Holstein ha cobrado cuotas muy altas en la rentabilidad en todo el mundo, ya que la mayor parte de estas vacas descienden genéticamente de razas procedentes de Estados Unidos de América. Las vacas Holstein mejoradas para producir más leche, bajaron su fertilidad de 65 a 35%. Y en variables salud y longevidad, en ellas sufren gran deterioro (Villagómez, García, & Zapata, 2013), otro factor relevante que afecta la producción en el ganado Holstein es la alimentación ya que con un buen manejo de una dieta balanceada se lograra brindarle al animal los diferentes requerimientos que necesita para así maximizar su producción, con el propósito de alcanzar, (Rodrigues & Lemma, 2014) “La optimización en la producción de alimentos, ya que se ha vuelto una parte fundamental en la industria alimentaria con el fin de minimizar costos, tiempos y maximizar la eficiencia, productividad y la calidad del producto , y así mismo evaluar otras fuentes de energía con el mismo fin. Se debe tener en cuenta que los gastos de alimentación

(producción, compra y suministro) constituyen el principal costo en la producción, por lo tanto, se deben buscar diferentes alternativas para disminuir dicho costo (INTA, 2015). En todos los casos, la alimentación es clave: se necesitan más alimentos y de mayor calidad para incrementar la producción individual. Si queremos aumentar la carga incorporando más animales, es indispensable contar con un mayor volumen de alimentos para lograr esa mejora, es decir, en el caso objeto de estudio en el CIC Santa María no se tuvo en cuenta lo anterior, ya que en el 2019 hubo incremento de animales en el predio, pero esto no aseguró el aumento de la producción, por el contrario, se evidenció una disminución de la misma.

En cuanto al porcentaje de mortalidad de cría (% MC) se evidenció del 2017 al 2018 un aumento del 0,73 % y para el 2019 una disminución del 3,1%, cabe resaltar que para el 2019 la reducción del porcentaje de mortalidad de cría fue significativo, esto puede deberse a que para este año el intervalo entre partos superó los DA, es decir, pérdida en vaca vacía por ende se traduce a que no hubo preñeces.

En la última década, la ganadería de leche especializada se ha intensificado en términos de producción por animal y área (Marquez, 2011), lo que hace que esta actividad exija acompañamiento y rastreo institucional, así como armonía tecnológica y sostenible en una productividad racional donde se combinen sistemas aptos al medio colombiano (Toro, 2011).

Esto se configura en una importante razón para que el productor lechero reconozca su nivel de competitividad, lo que a su vez permitirá tomar decisiones orientadas al aumento de la eficiencia y el posterior incremento de las utilidades. Por lo anterior, surge la necesidad de diagnosticar el nivel de competitividad de esta industria en una región piloto, que sirva como

referencia para los demás sistemas especializados en producción de leche de la región y del país.

El Índice de evaluación productiva del CIC Santa María, se encuentra en un promedio de 3,7, lo que nos indica que es malo, teniendo en cuenta que está por debajo de 19 (Urbina, 1996).

La política comercial colombiana se ha orientado hacia una mayor apertura comercial y una mayor integración con la economía global (Hernández, 2012). Las condiciones de introducción de Colombia en nuevos mercados internacionales como el TLC con Estados Unidos, entre otros, hacen que la industria lechera colombiana requiera ser cada vez más competitiva (Botero, 2006). Los sistemas de producción de leche deberán enfocarse en incrementar su productividad, de manera que les sea posible competir con precios bajos en los mercados de apertura. La productividad refleja la capacidad de producir bienes y servicios, dados los recursos disponibles, y es medida como la relación entre la producción total y los insumos totales utilizados en la producción (Shiji, 2008).

Si observamos la tasa de reposición encontraremos una relación directa con el IEP, es decir, a mayor IEP, mayor será el número de hembras de reemplazo que debemos sostener en la finca para mantener el tamaño del hato (Fajardo, Dallos, & Corredor, 2002).

1.9 Conclusiones:

Es importante conocer el comportamiento de los hatos en Colombia para tener una herramienta base con el fin de generar análisis comparativos para implementar los índices de producción y reproducción apoyados en simuladores matemáticos de fácil manejo para lograr cambios importantes a través de datos que están a disposición de cualquier ganadero.

Los índices de TAD y TAR durante el año 2019 nos muestra un papel importante en el manejo operacional y económico con referencia a los años 2017 y 2018, ya que para este año en particular no se llevaron registros en el software para poder hallar TAD y TAR. Lo que nos sugiere que en este tipo de negocios es fundamental llevar la información básica para poder generar los criterios a mejorar dentro de un sistema productivo, limitando y afectando directamente las variables económicas.

Por otra parte, al calcular los litros libres y el beneficio económico del CIC Santa María con base a las variables productivas se encuentra dentro de uno (1), lo que nos indica que el sistema productivo no pierde ni gana dinero.

Se realizó un paralelo con las variables productivas actuales (Software Ganadero), ya que se encontraron diferentes inconsistencias o falta de información, para demostrar que el uso eficiente de la información genera cambios significativos para el ganadero, minimizando las pérdidas económicas frente a sus competidores.

Es así, que este resultado nos muestra que se puede implementar en un programa de mejoramiento genético, acompañado de un manejo nutricional enfocado al incremento de la producción de leche que es uno de los factores que está por debajo de los índices de producción de acuerdo con la literatura en el cual se apoyó este trabajo, enfocado al entorno colombiano lo que nos sugiere que existe la oportunidad de alcanzar una mayor rentabilidad económica frente a sus competidores.

Por otra parte, el simulador matemático nos brinda un apoyo operacional en el cual se ve reflejado el comportamiento a través del tiempo en cada uno de los índices que fueron objetos de este estudio.

Sin embargo, es importante que se promueva en hatos especializados de leche la disciplina de llevar los registros reproductivos y productivos con el propósito de obtener datos con mayor confiabilidad lo cual llevara a los productores a identificar los problemas con mayor exactitud y generar criterios en pro de su rentabilidad.

1.10 Referencias bibliográficas:

- A. Sewalem, G. K. (2006). Analysis of Inbreeding and Its Relationship with Functional Longevity in Canadian Dairy Cattle. *Journal of dairy times*, 2210-2216.
- Amed La R. L, B. V. (2019). Intervalo Parto-Concepción en Ganado Lechero Especializado de Costa. *Reviste de ciencias veterinarias*, 30-45.
- Arias, D. B. (2015). Lactancia: Pico y Persistencia. *INTA*.
- Ariza, C. (2011). *ANÁLISIS PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO DE UN HATO LECHERO*. Caldas: Corporacion Universitaria Lasallista.
- Asociación Holstein de Colombia, a. (2010). *Parámetros productivos y reproductivos de la raza*. Retrieved from <http://www.holstein.com.co/index.php?doc=raza#.p>
- Botero, L. &. (2006). Costo de Producción de un litro de leche en una ganadería de sistema doble propósito,. *Revista MVZ de Córdoba*, 806-815.
- Carrascal, M. M. (2014). *Perfil sanitario nacional de leche cruda para consumo humano directo* . Bogota.
- Carulla. (2015). *Apuntes de clase*. Sede Bogota: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Unal.
- Corrales, J. (2011). Relación entre características de tipo y producción de leche en vacas Holstein de Antioquia, Colombia. *Rev. MVZ de Cordoba*, 2507-2513.
- Cotes, A. (2018). *Documentos de clase*.
- Diaz Aguilera, A. (2017). El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Scielo*.
- Dursun Barrios, M. O. (2013). Análisis de la competitividad del sector lechero: caso aplicado al norte de Antioquia, Colombia. *INNOVAR*, 33-41.
- Fajardo, M., Dallos, J., & Corredor, A. y. (2002). *Protocolo de analisis de informacion de fincas ganaderas - Fedegan*. Bogota.
- Fedegan. (2017).
- Fedegan. (2020, Abril). Retrieved from <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/produccion-0>
- Fedegan. (2020, Abril). Retrieved from <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/produccion-0>
- Gongora, A., & Hernandez, A. (2015). *Efectos basicos de la reproduccion en la vaca*. Villavicencio: Unillanos.

- Hanzen, C., & Ward, W. (1994). Comparison of reproductive performance in Belgian dairy and beef cattle. *Theriogenology*, 41: 1099–1114.
- Hernández, G. (2012). Evaluación de políticas arancelarias: Una aplicación para el TLC con Estados Unidos. *Cuadernos de Economía Universidad de la Salle*, 12(9), 1-30.
- Herrera, 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*, 401-401.
- Holmann, F. (2006). *Producción de leche y su relación con los mercados: caso Colombiano*. En: *X seminario de pastos y forrajes*. Centro internacional de agricultura tropical.
- Hugo H Montaldo, A. P. (2017). Genotype × environment interaction for fertility and milk yield traits in Canadian, Mexican and US Holstein cattle. *Spanish Journal of Agricultural Research, [S.l.]*, v. 15, n. 2, p. e0402, ISSN 2171-9292., Volumen 64.
- IDEAM. (2020, Abril). *IDEAM*. Retrieved from <http://www.ideam.gov.co/>
- INTA. (2015, Noviembre 11). *Todoagro.com.ar*. Retrieved from <http://todoagro.com.ar/noticias/nota.asp?nid=32458>
- Jakobsen, J. H. (2002). Genetic parameters for milk production and persistency for Danish Holsteins estimated in random regression models using REML. *Journal of Dairy Science*, 1607-1616.
- La Torre, W. (2011). Métodos de reducción de los días abiertos en bovinos lecheros. *SciELO*.
- Lammoglia Villagómez, M. A. (2012). Rendimientos productivos y reproductivos de vacas lecheras en el primer cruzamiento rotativo en el altiplano del centro de México. *SciELO*, 17-22.
- Mackay, W. G. (2014). Introduction to Quantitative Genetics. *Genetics*, 1529-1536.
- Marquez, S. e. (2011). Analisis historico de la intervencion productiva y reproductiva en un sistema de lecheria especializado en el altiplano norte de antioquia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, vol 24*, 401-401.
- Montoya, A. R. (2018). *Estudio retrospectivo de la raza Brangus en la Hacienda Montecarlo y generacion de medidas preventivas y correctivas para disminuir la misma*. Caldas - Antioquia: Corporacion universitaria lasallista.
- Morales, F., & Vallecilla. (2018). Productividad y eficiencia de ganaderías lecheras especializadas. *Med Vet Zoot*, 252-268.
- Ocampo G, R. C. (2013). La endogamia en la produccion animal. *Revista colombiana de ciencia animal*, 463-479.
- Procolombia. (2020, Abril). *Procolombia*. Retrieved from <https://procolombia.co/nosotros/que-es-procolombia>
- Restrepo, p., & Calvache, I. (2013). Comparación de parámetros productivos y reproductivos en vacas primerizas Holstein y Holstein x Rojo Sueco en tres hatos de la sabana de Bogotá. *Ciencia Animal* 6, 67-75.
- Rodrigues, M. I., & Lemma, A. (2014). *Experimental Design and Process Optimization*. CRC Press.
- Shiji, Z. e. (2008). Productivity growth australian broadacre and dairy industries. Australian Commodities. *Australian Commodities*, 236-242.
- Sierra, J. V. (2010). *Reduccion de los dias abiertos en un hato lechero mediante el manejo reproductivo planificado*. Antioquia: Industrias pecuarias.
- Toro, J. (2011). Situacion actual del sector agropecuario en Antioquia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, vol 24*, 360-361.

- Torre, W. L. (2018). Metodos de reduccion de los dias abiertos en bovinos lecheros. *Revista de investigacion veterinaria del Peru*, 179-184.
- Tullo, E. (2014). Genetic parameters for milk yield and persistency in Carora dairy cattle breed using random regression model. *Italian Journal of Animal Science*, 825-829.
- Urbina, N. (1996). *Archivos de clase*. Bogota: Universidad Nacional de Colombia.
- Villagómez, M. Á., García, J. Á., & Zapata, M. A. (2013). Rendimientos productivos y reproductivos de vacas lecheras en el primer cruzamiento rotativo en el altiplano del centro de México. *Vet Mex*, 44-50.