



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS
APLICADAS Y AMBIENTALES
U.D.C.A
RES. MINEDUCACIÓN 7392 del 20/05/1983
Código SNIES 1835



Derivación de valores económicos para características de crecimiento y reproducción en ganado Romosinuano de Colombia.

Diana Paola Lagos Terán

Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas

Ciencias Agropecuarias

Zootecnia

Bogotá D.C, Colombia

Abril, 2021



**Derivación de valores económicos para características de crecimiento y
reproducción en ganado Romosinuano de Colombia.**

Diana Paola Lagos Terán

Trabajo presentado como requisito para optar al título de:

Zootecnista

Director

ADONAI ALEJANDRO AMAYA MARTINEZ

Zootecnista, Esp, PhD.

Línea de Investigación:

Sostenibilidad ambiental – Conservación y mejoramiento animal

Semillero de Investigación:

Sistemas de información, Genética y Modelación Agropecuaria (SIGMA)

Grupo de Investigación:

Ciencia Animal

Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas

Ciencias Agropecuarias

Zootecnia

Bogotá D.C., Colombia

Abril, 2021



Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Programa en cumplimiento de los requisitos exigidos por el Acuerdo Superior N° 11 de 2017 y Acuerdo Académico N° 41 de 2017 para optar al título de Zootecnista

Jurado

Jurado

Bogotá, ___Día___ de ___Mes___ de ___Año___

Este proyecto va dedicado principalmente a mi esposo Oscar Hernández, solo tú sabes las dificultades que tuvimos que vivir, para hoy en día estar culminando esta meta; gracias por tu apoyo y por mostrarme que la única limitante que tenemos en la vida, somos nosotros mismos.

A mis hermanos menores, Alejandro, Estefanía y Samantha Lagos Terán, les dedico el esfuerzo y la dedicación plasmados en mi carrera, pues ustedes fueron mi mayor motivación para seguir adelante y dar lo mejor de mí, solo me queda decirles que las victorias más gratificantes son las que nos retan a esforzarnos un poco más.

AGRADECIMIENTOS

“Los grandes logros de cualquier personal
generalmente dependen de muchas manos, corazones y mentes”

Walter Elías Disney

A todas aquellas manos que me fueron extendidas para brindarme su ayuda, corazones de amigos y familiares que palpitaban de emoción al verme superar cada obstáculo y mentes brillantes de maestros que me orientaron e hicieron amar más mi profesión, a todos ellos les doy mis más sinceros agradecimientos, en especial a mi tutor de proyecto de grado, Adonái Alejandro Amaya Martínez.

RESUMEN

La valoración económica de objetivos de cría o criterios de selección es vital en un programa de mejoramiento genético. El objetivo de este estudio fue valorar económicamente los criterios de selección usados en el programa de mejoramiento genético de la raza bovina criolla colombiana Romosinuano. La metodología utilizada fue la descripción de dos sistemas base de producción (venta de terneros a 8 meses y venta de terneros a 16 meses) en cuatro pasos: 1) definición de parámetros productivos, 2) identificación de fuentes de ingresos y egresos, 3) identificación de características que afectan la utilidad económica. Una vez construido el sistema base, los valores económicos fueron estimados mediante el uso de derivadas parciales. El sistema de producción cuya finalidad zotécnica fue la venta de animales a los 16 meses de edad generó una utilidad económica mayor (24.7%) respecto a los sistemas cuyo propósito es la venta de animales a los 8 meses de edad. La característica de mayor importancia económica relativa fue el intervalo entre partos (IEP), seguido de peso a los 16 meses de edad (P16M), peso a los 8 meses de edad (P8M) y por último la edad primer parto (EPP). En los sistemas de producción con ganado Romosinuano se evidencia la mayor importancia económica que tienen las características reproductivas, lo cual es una ventaja competitiva de la raza, dado su grado de adaptación a condiciones del trópico. Aunque las heredabilidad de las características reproductivas son bajas, su inclusión en programas de selección es indispensable para aumentar la utilidad económica mediante la selección genética.

Palabras Claves: Índice de selección, Modelo Bioeconómico, Utilidad económica,

ABSTRACT

The economic evaluation of breeding objectives or selection criteria is vital in an animal breeding program. The objective of this study was to derive economic values for the selection criteria used in the animal breeding program of the Colombian Creole Romosinuano cattle. The methodology used was the description of two production systems (sale of calves at 8 months of age and sale of calves at 16 months of age) in four steps: 1) definition of productive parameters, 2) identification of sources of income and expenses, 3) identification of traits that affect profit. Once the base system was built, the economic values were estimated by using partial derivatives. The sale of calves at 16 months of age generated a profit 24.7% higher than the sale of calves at 8 months of age. The trait with the greatest relative economic importance was the calving interval (IEP), followed by the weight at 16 months of age (P16M), the weight at 8 months of age (P8M) and finally the age of first calving (EPP). In the Colombian Romosinuano production systems, the greater economic importance of reproductive traits is evident, which is a competitive advantage of the breed, given its degree of adaptation to tropical conditions. Although heritabilities of reproductive traits are generally low, their inclusion in selection programs is essential to increase the profit through genetic selection.

Keywords: Growth, Selection Index, Bioeconomic Model, Profit.

CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN.....	VIII
CONTENIDO	VII
LISTA DE TABLAS	VI
LISTA DE SÍMBOLOS Y/O GLOSARIO	11
1. INTRODUCCIÓN	12
2. OBJETIVOS	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS	15
4. RESULTADOS	19
5. DISCUSIÓN	25
6. CONCLUSIONES	31
7. RECOMENDACIONES	32
8. BIBLIOGRAFÍA	33
9. ANEXOS.....	37
1.1. Anexo: revisión bibliográfica de índices productivos del ganado Romosinuano en condiciones de pastoreo	37
1.2. Anexo: revisión bibliográfica de edades del ganado Romosinuano.	37
1.3. Anexo: revisión bibliográfica de índices tamaño y producción láctea de ganado Romosinuano	38
1.4. Anexo: Anexo: revisión bibliográfica de pesos en el ganado Romosinuano en condiciones de pastoreo,.....	38
1.5. Anexo: Anexo: revisión bibliográfica de pesos en hembras Romosinuano después de los 48 meses (1er a 5to parto) en condiciones de pastoreo.....	39

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Referencias bibliográficas de parámetros en ganado Romosinuano.	19
Tabla 2. Estructura de hato anual ganado Romosinuano	21
Tabla 3. Descripción características productivas del sistema base.	22
Tabla 4. Descripción forraje Pangola (Digitaria Decumbens)	22
Tabla 5. Ingresos y egresos variables económicos anuales según sistema de producción. 23	
Tabla 7. Utilidades económicas y derivadas parciales de características.	24

LISTA DE SÍMBOLOS Y/O GLOSARIO

B	Ingreso producción de carne por vaca	EMC2	Requerimiento energético periodo seco lactancia 2
C	Costo por vaca del sistema	EMC3-9	Requerimiento energético periodo seco lactancia 3-9
CI	Días intervalo entre partos 2-9 lactancia	ENL1	Requerimiento energético mantenimiento y producción lactancia 1
CKF	Costo kg/ms de forraje	ENL2	Requerimiento energético mantenimiento y producción lactancia 2
CMT1	Costo sal mineral terneros	ENL3	Requerimiento energético mantenimiento y producción lactancia 3
CMT3	Costo sal mineral terneras remplazo	ENL4	Requerimiento energético mantenimiento y producción lactancia 4
CMTT	Costo total sales mineralizadas	ENL5	Requerimiento energético mantenimiento y producción lactancia 5
CMVP1	Costo sal producción a parto 1	ENL6	Requerimiento energético mantenimiento y producción lactancia 6
CMVP2	Costo sal producción parto 2-9	ENL7	Requerimiento energético mantenimiento y producción lactancia 7
CMVS1	Costo sal vacas secas a 1 parto	ENL8	Requerimiento energético mantenimiento y producción lactancia 8
CMVS29	Costo sal vacas 2 a 9 parto		
CPA1	Costo kg/ms forraje mantenimiento y producción leche		
CPA2	Costo kg/ms forraje mantenimiento y crecimiento		
CVC	Demanda de alimento por vaca en el ciclo		
DV	No. hembras descarte		
ED	Edad destete		
EMC1	Requerimiento energético periodo seco lactancia 1		

ENL9	Requerimiento energético mantenimiento y producción lactancia 9	HS8	No. hembras octavo parto
ENLF	Mega calorías de kilogramos de materia seca	HS9	No. hembras noveno parto
EP16M	Edad 16 meses	HST	No. hembras en producción
EP8M	Edad 8 meses	HT	Número total de hectáreas hatos
EPP	Edad primer parto	HY	Rebrotos anuales forraje
EQEBW	peso adulto referencia	I	Consumo kg ms por vaca
EQSBW	peso adulto escalado	IEP	Intervalo entre partos
F	Utilizado por hectárea	kg	Kilogramos
FC	Factor de corrección requerimientos EPP	KHD	Ingreso venta por kilogramo hembra levante
FPH	Forraje utilizado por hectárea al año	KMD	Ingreso venta por kilogramo macho levante
GDP	Ganancia diaria de peso	KRG	Requerimiento materia seca (crecimiento, remplazo, peso adulto)
GDP8EP	requerimientos hembras de remplazo 8 meses	KVSL	Requerimientos de materia seca para vacas en producción y secas
GDP16E	requerimiento hembras de remplazo 16 meses	M	Ingreso producción leche
H	Costos fijo por hectárea	MCAL	Mega calorías
HRYC	Hectáreas requeridas animales en crecimiento	MF	Porcentaje grasa de la leche
HS1	No. hembra primer parto	MP	Porcentaje de proteína de la leche
HS2	No hembras segundo parto	MS	Materia seca
HS3	No. hembras tercer parto	MS2	kg de materia seca por hectárea en el año
HS4	No. hembras cuarto parto	MY1	Producción leche lactancia 1
HS5	No. hembras quinto parto	MY2	Producción leche lactancia 2
HS6	No. hembras sexto parto	MY3	Producción leche lactancia 3
HS7	No. hembras séptimo parto		

MY4	Producción leche lactancia 4
MY5	Producción leche lactancia 5
MY6	Producción leche lactancia 6
MY7	Producción leche lactancia 7
MY8	Producción leche lactancia 8
MY9	Producción leche lactancia 9
N/A	No aplica
NHS	No. hembras seleccionadas para remplazo
P	Costo kg adicional de ms teniendo en cuenta alimento balanceado
P8M	Promedio peso 8 meses
PE2P	Peso segundo parto
PEPP	Peso primer parto
PF	Perdidas por pastoreo
PH	Proporción reposición hembras
PI	Utilidad económica por hectárea
PKVD	Ingreso kg hembra descarte
PL114	Producción leche a los 114 días
PL240	Producción leche a los 240 días del ganado Romosinuano
PM	Costo fijo proporción reposición machos
PN	Peso nacimiento
PVA	Peso adulto

RHAC	Requerimiento por hectárea vaca
RTH	Ingreso hembra levante
RTM	Ingreso macho levante
RTS	Utilidad económica del sistema
SWG	Ganancia de peso
TAG	Terneros vaca adulta
TPR19	Energía neta de gestación 1 al 9 parto
TRG19	Requerimientos peso a los 8 meses
TRG8EP	Requerimiento hembras de remplazo hasta primer parto
TRGR2	Requerimientos crecimiento vacas entre primer y segundo parto
TRGR3	Requerimientos crecimiento vacas de segundo parto a peso adulto
TST1	Tasa de sobrevivencia 0-8 meses
TST2	Tasa de sobrevivencia 8-16 meses
USD	Dólar Estadunidense
VP	Porcentaje vacas producción
VS	Porcentaje vacas secas
X	kg adicional de ms por hectárea

1. INTRODUCCIÓN

El escaso progreso económico de los programas de selección genética es una de las principales problemáticas en el sector pecuario. Esto debido al uso de índices de selección con valores económicos derivados de modelos que contemplan condiciones diferentes a las locales, tanto a nivel ambiental, como de manejo y comercialización (Wolfova et al., 2005). En relación con el planteamiento anterior, la valoración económica a nivel global de objetivos de cría o criterios de selección genética es imposible, incluso dentro de una misma raza, debido a que, este criterio se puede manejar en diferentes ambientes y condiciones productivas. Otra problemática en los programas de mejoramiento genético es que, la recolección de información fenotípica está determinada por la facilidad de medición o magnitud de la heredabilidad de la característica, al no reconocer la importancia económica del criterio de selección, dificulta aún más la precisión de la selección genética para incrementar la utilidad económica del sistema (Ponzoni R. y Newman S., 1989).

La ausencia de la estimación de valores económicos para índices de selección no permite evaluar la eficiencia genética y económica real de cada animal, lo cual es un requisito vital en programas de mejoramiento genético (López et al., 2017). Adicionalmente, todas las condiciones ambientales y productivas se deben considerar de manera simultánea en la construcción de los índices, de lo contrario, la identificación objetiva de animales candidatos a selección se ve comprometida (Aby et al., 2012; Byrne et al., 2016). Por ejemplo, Pravia et al. (2014) identificaron una disminución del 18% en el progreso genético, como consecuencia de no tener en cuenta costos asociados al ciclo y estructura del hato, que pueden generar cambios en el énfasis productivo de acuerdo con las características evaluadas (crecimiento, calidad de carne, cantidad de leche, grasa de la leche, proteína de la leche, intervalo entre partos, entre otros).

En Colombia, la selección genética en la población de ganado Romosinuano ha estado enfocada en características productivas asociadas al crecimiento animal y la reproducción (Ossa et al., 2013). Sin embargo, y hasta donde llegó nuestra revisión bibliográfica, no han sido reportados estudios que evalúen el componente económico de los criterios de selección

actualmente usados en el programa nacional de mejoramiento genético de la raza. Esto limita la estimación del progreso económico por el tipo de implementación que se le ha dado al programa nacional de mejoramiento genético en la raza bovina Romosinuano de Colombia, ya que se ignora las fluctuaciones económicas de las características en el tiempo y esto no permite ajustes objetivos en la ponderación económica de criterios de selección a través de generaciones.

Una estrategia que ha sido exitosa para la valoración económica tanto de objetivos de cría, como de criterios de selección, ha sido el uso de modelos bioeconómicos. Esta herramienta permite estimar ponderadores económicos para características de interés productivo, proporcionando una base para una comparación sólida a nivel económico y genético de los animales (Byrne et al, 2010; Campos et al, 2013). El uso de estos modelos también permite definir qué aspectos se deben modificar en un programa de mejoramiento genético en el corto y mediano plazo, generando una mayor precisión en las estrategias de selección y cruzamiento usados en los sistemas productivos (Amera et al, 2001; Aby et al., 2012).

La valoración económica de los criterios de selección mediante un modelo bioeconómico es de gran importancia debido a que tiene en cuenta prácticas de alimentación, manejo y reproducción (Wolfova et al, 2005), lo cual permite enfocar las decisiones de los productores en el momento de seleccionar animales de reemplazo, con el objetivo de acumular en el tiempo niveles de utilidad económica de los sistemas de producción (Laske et al., 2012). Así mismo, estos modelos son flexibles y permiten modificar la selección de acuerdo con las necesidades económicas locales, generando una cría selectiva que ofrecerá a futuro mayores beneficios (Byrne et al., 2016).

El conocimiento detallado de la producción y un modelo integrado generan una proyección del sistema a largo plazo, evaluando posibles riesgos de la selección genética (Albera et al., 2004); por esta razón, la derivación objetiva de valores económicos es crucial, porque permite generar una proyección de la utilidad económica debido a un proceso de mejoramiento genético. En Colombia, la raza criolla Romosinuano ha demostrado una gran adaptabilidad al trópico en comparación con otras razas introducidas, generando mayores

rendimientos en ambientes adversos (Martínez et al., 2018), lo que permite incrementar la competitividad de la ganadería en el país. Por lo tanto, la derivación de valores económicos para criterios de selección es una actividad necesaria y urgente a corto plazo, ya que permitirá identificar la pertinencia de los criterios de selección genética usados actualmente en la raza Romosinuano o redirigir la cría selectiva en función de las condiciones productivas y económicas a nivel nacional.

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Valorar económicamente los criterios de selección usados en el programa de mejoramiento genético de la raza bovina criolla colombiana Romosinuano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Describir el sistema de producción de ganado Romosinuano en condiciones ambientales, de manejo y productivas del trópico colombiano.
- Cuantificar el efecto económico de las características de crecimiento y reproducción en la utilidad económica de los sistemas de producción de la raza Romosinuano.
- Derivar los valores económicos para criterios de selección genética, asociados a la utilidad económica de los sistemas de producción del ganado criollo colombiano Romosinuano.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

- 1) La descripción del sistema de producción se realizó con base en revisiones bibliográficas de parámetros productivos, reproductivos y económicos de la raza Romosinuano. En las fuentes académicas y científicas se tuvo acceso a la información fenotípica reportada por AGROSAVIA y los productores nacionales incluidos en el programa de selección genética de la raza.
- 2) La identificación de las características productivas y reproductivas que afectan la utilidad económica en la raza Romosinuano fue realizada mediante la implementación de la metodología propuesta por Ponzoni R. y Newman S. (1989), compuesta por los siguientes tres pasos:
 - a. Definición del sistema de producción (mejoramiento, producción, comercialización):

La descripción productiva de la raza Romosinuano, fue realizada a partir de las medias fenotípicas reportadas por AGROSAVIA, los productores y revisión de literatura, permitiendo caracterizar la estructura de hato por inventario y edades en cada categoría productiva.

Las categorías productivas del sistema fueron descritas de la siguiente manera: edad de animales destetos, edad al primer servicio, longevidad e intervalo entre partos; pesos desde nacimiento hasta los 48 meses de edad, ganancias diarias de peso. Respecto a la producción de leche para consumo del ternero, se obtuvo información de los litros de leche producidos por día y los porcentajes de grasa y proteína. Finalmente, se utilizaron y promediaron indicadores como porcentajes de fertilidad, porcentajes de natalidad, porcentajes de mortalidad y requerimientos alimenticios para construir el modelo bioeconómico.

- b. Fuentes de ingresos y egresos variables:

De acuerdo a simulación del sistema base de ganado Romosinuano, se calcularon los ingresos a través de la venta de ganado en pie, tomando como referencia el precio comercial de la planta de sacrificio EFEGE (Frigorífico Guadalupe S.A.S) según sus indicadores para hembras y machos.

El factor nutricional se consideró como la principal fuente de egresos variables del sistema, donde se tuvo en cuenta dos tipos de salida: 1) la alimentación basada en forraje nativo y 2) la suplementación mineral de la producción.

Los costos asociados a la producción de forraje fueron calculados de acuerdo con los requerimientos de materia seca para cada animal, según su etapa productiva y usando las ecuaciones establecidas por la National Research Council (NRC) así:

Ecuación 1 Requerimiento mantenimiento y producción lactancia (ENL)

$$ENL(\text{Mcal/kg}) = 0.0929 * \text{Grasa \%} + 0.0547 * \text{Proteína cruda \%} + 0.192$$

Ecuación 2 Requerimiento periodo seco (NEM)

$$NEM = (0.086 * SBW^{0.75} * COMP) + a_2$$

Donde COMP: efecto compensatorio y a₂: ajuste de mantenimiento

Ecuación 3 Requerimiento gestación (NEL)

$$NEL(\text{Mcal/d}) = [(0.00318 * D - 0.0352) * (CBW/45)]/0.218$$

Donde D: días gestación; CBW: peso ternero al nacer

Ecuación 4 Requerimientos crecimiento (RE)

$$EQSBW = SBW * (478/MSBW)$$

$$RE, \text{ Mal} = 0.0635 * EQEBW^{0.75} * EQEBG^{1.097}$$

Donde EQSBW: Peso corporal equivalente vacío (kg); EQEBG: ganancia diaria de peso en gramos.

Los costos asociados a la suplementación mineral fueron determinados a partir del precio comercial de las sales mineralizadas. Asimismo, los consumos estimados fueron calculados según los requerimientos de cada categoría productiva.

Los costos fijos no fueron considerados en el modelo, debido a que, al calcular la derivada parcial de la ecuación de utilidad, los costos fijos no se relacionan directamente con los volúmenes de producción y no afectan la estimación de la derivada parcial para cada criterio de selección genética.

c. Determinación de características que influyen en ingresos y egresos variables:

Las características que influyeron en los ingresos y egresos variables fueron evaluadas mediante el uso de ecuaciones de utilidad económica para cada categoría productiva. Estas ecuaciones de utilidad están representadas como la diferencia entre los ingresos y egresos producidos por cada categoría. Como ejemplo, la ecuación 5 muestra la estimación de la utilidad económica para la categoría de novillos.

Ecuación 5 Utilidad Económica del Sistema

$$P_{\text{terneros}} = (N * CR * 0.5 * (1 - MRBW) * \%MSW) + (MSW * (1 - MRWY) * \%MSY) * FW * \$/kg - C_{\text{terneros}}$$

donde P terneros: ingreso de la venta de terneros; N es el número de animales; CR, tasa de partos; MRBW y MRWY, la tasa de mortalidad desde la natalidad hasta el destete y destete a los dieciocho meses, respectivamente; % MSW y % MSY son el porcentaje de machos seleccionados al destete y a los dieciocho meses, respectivamente; FW toros, MCW, peso final, peso final toros y peso final vacas descarte, respectivamente; C_{terneros}, refiere a la categoría asociada a costos alimenticio. Ecuaciones con la misma estructura fueron utilizadas para las demás categorías productivas.

- 3) La derivación de los valores económicos para cada característica se realizó mediante la metodología propuesta por Garrick (2002) así:

Los valores económicos de las características fueron obtenidos mediante la estimación de las derivadas parciales de la utilidad económica por hectárea año, con respecto a la derivada parcial de cada característica. Las derivadas parciales equivalen al ingreso marginal menos el costo marginal resultante de un aumento en una unidad en el mérito genético de cada característica, manteniendo el valor fenotípico de todas las demás características constantes. La derivada fue calculada así:

Ecuación 6 Derivada parcial de cada característica

$$\partial \pi / \partial i = ((F+x) / A) \times \partial((M+B)) / \partial i - P \times ((F+x) / A) \times \partial I / \partial i$$

Donde π = es la utilidad económica por hectárea (ha), F = (kg de materia seca) es el forraje utilizado por hectárea, x = (kg de materia seca) es el alimento adicional por hectárea comprado en el sistema de producción, I = (kg de materia seca/vaca /año) es el consumo total de alimento por vaca, M = ingreso por venta de leche por vaca, B = ingreso por ventas de carne por vaca y P = es el precio por kilogramo de materia seca de alimento adicional.

Los valores económicos por vaca se calcularon dividiendo la derivada parcial de cada característica por la capacidad de carga. La producción de leche se tuvo en cuenta para la estimación de requerimientos nutricionales y proyección forrajera del sistema. Sin embargo, los ingresos por este producto en el cálculo de la derivada parcial fue cero, debido a que los sistemas de producción de ganado Romosinuano no tienen como finalidad productiva la venta de leche. La simulación del sistema de producción y la estimación de las derivadas parciales fueron programadas en lenguaje de programación R.

4. RESULTADOS

Parámetros productivos de ganado Romosinuano: La descripción del sistema de producción fue basada según la información de parámetros productivos reportados en literatura académica y científica, las cuales fueron publicadas entre los años 1976 y 2019. En la tabla 1 se observan las características reportados por cada autor, año de publicación y país donde se realizó el estudio, por medio de esta información se calcularon los promedios utilizados para cada característica de la simulación del sistema productivo de ganado Romosinuano.

Tabla 1. Referencias bibliográficas de parámetros en ganado Romosinuano.

Autor	Año	País	Parámetros
Restrepo J. L.	2019	Colombia	TF, EPP, ES, LG, IEP, P8M, P16M, GDP, DL, PL, % Gra, % Prot
Severino et al.	2019	México	TF, EPU, EPS, P12, GDP
Bejarano D.	2016	Colombia	PN, P8M, P16M, P24
Ossa y Col	2015	Colombia	ED, PN, P8M, P12, P24, P3, P48, ALZ, LON
Rile et al.	2014	USA	IEP
Ossa et al.	2013	Colombia	ED, IEP, P8M, P16M, PEPP, PE2P, PCD
Campos et al.	2013	Brasil	TF, TSM2-3, ED, EPS, ES.
Martínez et al.	2012	Colombia	P18, GDPpos, ALZ, LON
Sarmiento y García.	2012	Colombia	PN, P8M, P16M, GDP
Martínez et al.	2009	Colombia	PN, P8M, P15, GDP.
Ossa.	2008	Colombia	ED, Epu, EPS, EPP, PN, P8M, P16M
Bonilla, M.H.	2007	Colombia	LG
Mieres J.	2004	Colombia	Bromatológico
NRC	2001	Formulación	Requerimientos
Martínez G.	1998	Colombia	PN, TN, TSM, TD, P8M, ALZ, LON
Pallares et al.	1986	Colombia	TF, TN, TSM, ED, P8M, P18

Laredo M.	1985	Colombia	Bromatológico
De Alba J.	1984	Costa Rica	P24, PEPP, PE2P, PE3P, PE4P, PE5P
Hernández B.G.	1976	Colombia	TN, TSM, TD, ED, P8M, GDP
ICA	1976	Colombia	TN, TD, ED, EPP, ES, LG, P8M, P24, P28

Para el conocimiento de las abreviaturas, revisar la lista de símbolos y/o glosario pág. 11.

En Colombia, gran parte del ganado Romosinuano, se ubica en las zonas del Valle del Sinú y la Costa Norte de Colombia, con una alimentación basada en forrajes como: Pangola (*Digitaria decumbens*), pasto Guinea (*Panicum maximum*), Angleton (*Dichantium aristatum*), Puntero (*Hiparrhenia rufa*), *Brachiarias* spp, árboles forrajeros como el Mataratón (*Gliricida sepium*) y leguminosas de los géneros de *Phaseolus* y *Desmodium* (Martínez et al., 2012). En el 67% de los artículos donde se describen los métodos de alimentación y tipo de forraje disponible para ganado criollo colombiano sobresale la utilización del pasto Pangola (*Digitaria decumbens*); el cual fue utilizado en la estimación de requerimientos nutricionales y el sistema de pastoreo en la simulación.

Características fisiológicas: el ganado Romosinuano posee una adaptabilidad favorable al trópico, con los siguientes desempeños fenotípicos reportados en literatura: presencia de celos antes de los 60 días posparto en el 79% de la población en el Valle del Sinú (Martínez G. 1998); intervalo entre partos (IEP) que oscilan entre 373 y 426 días en sistemas semi estabulados (Rile et al., 2014); se reportó la máxima edad al primer parto (EPP) a los 36 meses (Restrepo J., 2019) y mínima de 32 meses (Ossa, 2008); mortalidad hasta la etapa de destete se obtuvo un valor máximo reportado de 3.4% (Pallares et al (1986) y mínimo de 3.2% (Hernández, 1976).

Características asociadas al crecimiento: peso al nacimiento (PN), peso al destete (240 días de edad; P8M), peso a los 16 meses de edad (P16M) y el peso adulto. El peso al nacimiento (PN) reportado en condiciones colombianas varió desde 29.5 kg (Ossa et al., 2015) hasta 31.5 kg (Martínez et al., 2009). Los pesos al destete (PD) ajustados a 240 días estuvieron entre 149 kg (Ossa et al., 2015) y 207.8 kg (Sarmiento y García, 2012). El P16M fue de 206 kg (Ossa, 2008) hasta 296.6 kg (Sarmiento y García, 2012). Finalmente, el peso vivo adulto

solamente fue reportado en un artículo, con un valor de 469 kg (Alba, 1984).

Descripción del sistema productivo de ganado Romosinuano: La estimación de valores económicos fue realizada en dos escenarios productivos diferentes: 1) sistemas de producción cuyo objetivo zootécnico es la venta de animales de 8 meses de edad y 2) sistemas de producción cuyo objetivo zootécnico es la venta de animales de 16 meses de edad. En la tabla 3 se observan los parámetros productivos promedio utilizados para el diseño de los dos sistemas base de producción.

El sistema base estuvo conformado por 20 hembras, que estaban desde el primer hasta el noveno parto en producción. En la tabla 2 se describe la estructura del hato utilizada, con base en el número de hembras por cada parto. De acuerdo con el intervalo entre partos (406 días), la tasa de sobrevivencia al destete (97%) y el número anual de hembras de reemplazo (4), el número de animales destetados por año y disponibles para venta es de 13 animales. Adicionalmente, una hembra anual de descarte, correspondiente al número de animales presentes en la categoría del noveno parto del sistema base.

Tabla 2. Estructura de hato anual ganado Romosinuano

Estructura De Hato Anual	
1er parto	4 hembras
2do parto	3 hembras
3er parto	3 hembras
4to parto	2 hembras
5to parto	2 hembras
6to parto	2 hembras
7mo parto	2 hembras
8vo parto	1 hembra
9no parto	1 hembra
Total año	20 hembras

Para la descripción de las características productivas establecidas para la simulación del sistema base de ganado Romosinuano, se promedió la información obtenida de las revisiones bibliográficas en producciones criollas ganaderas de trópico bajo, las cuales basan su alimentación en forrajes tropicales como el Pangola.

Tabla 3. Descripción características productivas del sistema base.

Caracterización productivas del Ganado Romosinuano	Dato	Unidad De Medida
ED	240	Días
EPP	1020	Días
IEP	399	Días
PEPP	390	kg
PE2P	432	kg
PVA	469	kg
PN	29.5	kg
P16M	241	kg
P8M	174	kg
PL240	318.6	L
TST	0.97	%
TAG	0.91	Ternero vaca año

ED: edad al destete; EPP: edad primer parto; IEP: intervalo entre partos; PEPP: peso edad primer parto; PE2P: pes edad segundo parto;

PVA: peso vivo adulto; PN: peso nacimiento; P16M: peso 16 meses; P8M: peso 8 meses; PL240: producción leche en 240 días; TST: tasa sobrevivencia; TAG: terneros vaca año.

El pasto Pangola (*Digitaria Decumbens*) fue considerado como la principal fuente nutricional forrajera. Para esto, fue necesario la descripción bromatológica de este material vegetal. En la Tabla 4 se muestra la composición nutricional de este forraje.

Tabla 4 Composición nutricional del forraje Pangola (*Digitaria Decumbens*)

Nombre científico	<i>Digitaria Decumbens</i>	
Nombre común	<i>Pangola</i>	
Estado de desarrollo	Estado de prefloración	
Energía digestible (ED)	3.09	%
Energía metabolizable (EM)	2.54	Mcal/kg
Rebrote anual pastura	8	Rebrotos
Energía neta lactancia (ENLF)	1.58	Mcal/kg
Energía neta de ganancia (ENGF)	1.05	Mcal/kg
Materia seca por metro ² (MS ²)	0.1	kg/ms/m ²
Perdida por pisoteo	3	%

Los parámetros utilizados del sistema de pastoreo fue una producción de 0.25 kg de materia seca/m², en sistema rotacional con periodos de descanso de 45 días. A través de esta información y de la expresada en la tabla 4 se calculó que el sistema produce de 5600 kg/ha/año de forraje verde (FPH) para el sistema productivo simulado.

Ingresos, egresos y valores económicos sistema de producción base: los ingresos fueron determinados por la venta de cada animal según su sexo, edad y peso promedio de acuerdo a los precios establecidos por EFEGE, mientras que los egresos variables se determinaron a través del costo de forraje suministrado y suplementaciones minerales según la información comercial y técnica consultada.

Tabla 5. Ingresos y egresos variables económicos anuales según sistema de producción.

Fuentes	Sistema de 8 Meses	Sistema de 16 Meses
Egresos	Valor (USD)	Valor (USD)
Suplementación Mineralizada (CMTT)	\$ 101.91	\$ 118.43

Forraje	Mantenimiento Vacas (CPA1)	\$ 3029.48	\$ 3029.48
kg/Ms	Mantenimiento Terneraje (CPA2)	\$ 236.26	\$ 264.73
Ingresos		Valor (USD)	Valor (USD)
Hembras Descarte (RVD)		\$ 529.97	\$ 529.97
Macho Levante (RTM)		\$ 2223.32	\$ 2987.05
Hembra Levante (RTH)		\$ 1009.09	\$ 1321.30

Para el sistema de producción cuyo objetivo zootécnico fue la venta de animales de 8 meses, los ingresos por concepto de la venta de machos de levante representaron un 59%, hembras de levante un 27% y hembra de descarte un 14%; mientras que los egresos variables fueron representados por un 90% en el forraje de vacas en producción, el 7% en forraje del terneraje y el 3% en suplementación mineral.

Con respecto al sistema productivo cuyo objetivo zootécnico es la venta de animales de 16 meses los ingresos se representaron con el 62% en la venta de machos de levante, el 27% hembras de levante y el 11% por hembras de descarte; mientras que los egresos variables se representaron un 89% por el forraje para mantenimiento y producción de vacas, el 8% en el forraje requerido para mantenimiento de terneraje y el 3% en la suplementación mineral de la producción.

La utilidad económica por hectárea para los dos sistemas de producción base (ventas a los 8 o 16 meses de edad) son mostradas en la Tabla 6.

Tabla 6. Utilidades económicas (USD) por hectárea y valores económicos para los criterios de selección genética en los sistemas base de ganado Romosinuano.

Utilidad Económica Por Hectárea (PI)		8 Meses		16 Meses	
		\$468.22		\$584.29	
Características		8 Meses		16 Meses	
		¹ RS+1	² D.P.	RS+1	D.P.
P8M	174	\$ 469.50	1.28	N/A	N/A
P16M	241	N/A	N/A	\$ 585.60	1.3

EPP	1020	\$ 467.60	-0.62	\$ 583.70	-0.59
IEP	399	\$ 465.10	-3.12	\$ 580.90	-3.39

¹RS+1 Se refiere a la utilidad económica por hectárea año cuando el mérito genético de la característica aumenta en una unidad; ²D.P. es la derivada parcial de cada característica.

La mayor influencia económica para el sistema de venta de ternera a los 8 meses de edad fue IEP con un 62.2%, seguida de P8M con 25.5% y por último EPP con el 12.3% mientras que para el sistema productivo de venta de ternera a los 16 meses de edad fue de IEP con un 64.2%, seguida de P16M con 24.6% y por último EPP con el 11.2%.

5. DISCUSIÓN

Referencias teóricas de parámetros productivos en ganado Romosinuano: El promedio de peso para terneros recién nacidos (PN) para la raza Romosinuano fue de 29.5 kg donde el mayor reporte fue de 31.5 kg (Martínez et al., 2009) y el menor de 27.9 kg (Ossa, 2008). En otras razas y con condiciones similares, los datos reportados para el peso al nacimiento fueron mayores y oscilaron desde 32.4 hasta 32.8 kg (Riera et al., 2004), evidenciando una baja variación para esta característica entre las razas o grupos genéticos consultados. En ganado Romosinuano de Colombia, menores pesos al nacimiento son esperados debido a que es una raza Criolla con un menor peso adulto, adaptado al trópico colombiano, lo cual incide posteriormente en un menor tamaño de los animales al nacimiento.

El peso al destete (PD) promedio de la raza Romosinuano fue de 174.2 kg, en el cual su mayor valor reportado fue de 207.8 kg (Sarmiento y García, 2012) y el menor de 149 kg (Ossa 2008). Este valor fue comparado con los sistemas productivos de ganado Brahman con pesos promedio de 175.4 kg, mientras que en ganaderías de raza Simmental fue de 194 kg (Riera et al., 2004). Mayores pesos en razas taurinas son esperados debido a que usualmente esos sistemas de producción en Colombia incorporan prácticas de suplementación. Por el contrario, sistemas en trópico bajo se caracterizan por una

alimentación a base de pastoreo, lo cual puede explicar la mayor similitud del rendimiento productivo del ganado Romosinuano con ganado Brahman.

La edad promedio al destete (ED) para el ganado Romosinuano fue de 8.3 meses, con un reporte mínimo de 7.9 meses (Ossa, 2008) y un máximo de 9 meses (Bonilla, M. 2007; ICA 1976 y Pallares et al., 1986). Estos valores son similares a los reportados en razas taurinas y cebuínas, con edades al destete entre 7 y 8 meses para ganado Simmental y Brahman, respectivamente (Campos et al., 2013). En Colombia, los sistemas de producción dedicados a la producción de carne y en condiciones de pastoreo, destetan los terneros entre 7 y 9 meses como práctica común, difiriendo solamente por el tipo de amamantamiento implementado, el cual es permanente en Colombia para ganado Romosinuano.

Para el P16M, el promedio fue 240.6 kg con un peso máximo de 296.6 kg (Sarmiento y García, 2012) y mínimo de 206.3 kg (Ossa, 2008). En ganado Brahman y Simmental, los valores promedio para el peso a los 18 meses estuvieron alrededor de 300 kg (Riera et al., 2004). En los sistemas de producción con ganado Romosinuano, la tasa de crecimiento pos destete reportada en varios estudios disminuye considerablemente, lo cual puede explicar los menores pesos reportados en Romosinuano frente a otras razas en similares condiciones del trópico colombiano. El peso adulto, reportado como el peso al quinto parto en hembras Romosinuano, fue de 469 kg (De Alba J., 1984), inferior a otras razas, explicado principalmente por una menor intensidad de selección genética para aumentar las tasas de crecimiento y peso adulto.

Aunque para características asociadas a crecimiento, se evidenció, según la literatura consultada, un menor desempeño en ganado Romosinuano, los parámetros reproductivos en la mayoría de consultas tuvieron una mayor eficiencia; también vale resaltar que la longevidad en el ganado Romosinuano puede ser mayor a 12 años de vida, incluso, Hernández (1981) reportó hembras con 15 años de edad que se encontraban en su doceavo parto, característica de gran importancia al evaluar los posibles rendimientos económicos que de ello se deriven.

Para la EPP, se obtuvo un promedio de 34.1 meses, donde el mayor reporte fue de 36 meses (Restrepo J., 2019) y el menor de 32 meses (Ossa, 2008). En este caso, la edad al primer parto es alta, no obstante, es importante considerar que el primer servicio efectivo depende más del peso que de la edad del animal, lo cual limita su valor dado las tasas de crecimiento encontradas en Romosinuano para Colombia. Para los IEP en el ganado Romosinuano obtuvo un promedio de 399, reportando su mayor valor de 425 días (Restrepo J., 2019) y el menor de 373 días (Rilé et al. 2014).

Con respecto a la estructura de hato, los datos fueron extraídos en su mayoría por los productores de sistemas ganaderos de raza Romosinuano en Colombia, los cuales resaltaron la adaptabilidad que posee la raza como topografía desfavorable, resistencia a las altas temperaturas, la humedad excesiva y a otras contingencias desfavorables, como la presencia de parásitos externos e internos. El número de hembras en el hato fue de 20 animales, dada la cantidad promedio de animales que poseen los productores comerciales de ganado Romosinuano. Esto tiene coherencia con el censo de animales y productores reportado en Colombia de 3262 cabezas de ganado Romosinuano, distribuidas en 28 explotaciones (Martínez G., 1988).

Valores económicos de criterios de selección en sistemas de producción Romosinuano: La estimación de los valores económicos permite identificar cuan relevante puede llegar a ser cada criterio de selección para el programa de mejoramiento genético. Estos criterios deben ser identificados con base en las necesidades y condiciones de producción locales de la población objeto de selección genética. Para el sistema propuesto para ganado Romosinuano, el impacto económico de la reproducción fue cuantificado mediante la valoración del IEP y la EPP. Por otro lado, los criterios asociados al crecimiento fueron dependientes de dos tipos de sistema, el primero evaluó la venta de ternera a los 8 meses de edad y el segundo era referente a la venta de ternera a los 16 meses de edad.

Amaya et al. (2020) valoraron económicamente criterios de selección genética asociados al desempeño reproductivo, las cuales también tuvieron mayor importancia económica sobre características de crecimiento. La disminución de la EPP y el IEP permite una reducción de

costos importantes de producción, principalmente en las hembras de reemplazo y el número de terneros obtenidos por año. Asimismo, la selección genética por un mayor crecimiento permite que los animales permanezcan menos tiempo en las praderas, lo cual disminuye el tiempo del ciclo de producción y aumenta la rentabilidad. La evaluación económica no se realizará a través de los resultados de las utilidades de cada sistema, sino según la evaluación de la importancia económica relativa, lo cual facilita la interpretación de los datos y permite simplificar la toma de decisiones en un programa de selección genética (Amera et al., 2001).

Es importante que los modelos bioeconómicos evalúen características productivas y reproductivas simultáneamente para la determinación de utilidades económicas (Ponzoni R. y Newman S., 1989), debido a que al no tener en cuenta estas características, se puede generar una imprecisión hasta del 40% en la valoración económica (Kluyts et al, 2007). Aby et al. (2012) encontró que las características que obtuvieron mayor importancia económica relativa fueron vida productiva del rebaño (29 - 39%) y características de crecimiento (24 - 29%), valores similares a los encontrados a los reportados aquí para ganado Romosinuano. No obstante, la importancia económica relativa para el intervalo entre partos (3-4%) fue muy inferior al estimado para ganado Romosinuano, posiblemente porque los programas reproductivos de países templados incluyen montas estacionales, lo cual disminuye la importancia del parámetro intervalo entre partos. Otra característica evaluada fue la EPP con una importancia entre 4 y 6%, también inferior a nuestros resultados, dado principalmente porque en nuestras condiciones el primer servicio efectivo está dado por el peso y no por la edad.

Bittencourt et al, (2006) evaluó dos tipos de sistemas de producción, el primero con un objetivo zootécnico dedicado a cría y otro el cual cumple el ciclo completo de producción, siendo estos escenarios similares a los establecidos en este estudio. Allí, las características que obtuvieron mayor relevancia económica fue el número de terneros destete (97%), la cual podría ser comparada con el IEP del Romosinuano, dado que menores IEP produce un aumento en el número de terneros destetos año. Por otro lado, el peso al destete tuvo una importancia del 29%, estos valores fueron influenciados por el valor económico de la carne y el precio del alimento, aun así, el peso de los animales sí generaron una influencia en el

valor económico de la cantidad de terneros destetos.

Laske et al. (2012) en ganado cárnico de Brasil con manejo en condiciones extensivas y con alimentación de pasturas nativas evaluaron características como la tasa de destete con una importancia económica de 89.5%, lo cual coincide nuevamente con el efecto económico mayor de características reproductivas. Además, cuando los parámetros reproductivos son bajos, su importancia económica es mayor cuando existen mejoras genéticas (Albera et al., 2004). Por esta razón, es importante continuar con la evaluación de características asociadas al crecimiento en ganado Romosinuano. Otros parámetros evaluados fueron peso al destete (6.9%) y peso de la vaca (3.6%), siendo hasta 3 veces menores a los estimados en ganado Romosinuano de Colombia, posiblemente debido a que en Brasil el tamaño del animal es una variable importante en las condiciones de mercado.

Campos et al. (2013) evaluó sistemas económicos de ganadería Brangus ubicados en Brasil, con importancia económica de 82.4% para el número de terneros destetados y el peso al sacrificio de 17.6%. Aunque en este estudio no fue evaluado el peso al sacrificio, este puede ser comparado con el peso de comercialización en Romosinuano a los 16 meses, teniendo en cuenta que son las características finales de comercialización. En ganado Romosinuano la importancia económica de P16M fue mayor (24.6%) debido a que la venta en pie de ganado para continuar su ciclo de ceba es más rentable que la venta de canales o animales para sacrificio. Laske et al. (2012) reportaron que diferencias en características asociadas a crecimiento tienden a tener una mayor fluctuación en las estimaciones, debido a todos los factores que la afectan, entre ellos y quizás el más importante, el precio del alimento suministrado y el efecto que tiene en el peso del animal.

Komlosi, (2010) realizó una evaluación económica en ganado Holstein en Hungría en donde la calidad de la leche tuvo la mayor importancia económica. Aunque en ganado Romosinuano no evaluamos económicamente la producción de leche, se podría sugerir que la implementación de un pago en Colombia por calidad de carne podría generar una mayor importancia económica para las características asociadas al crecimiento. Pravia et al. (2014) y Fernandez et al. (2018), estimaron una importancia relativa para el peso al destete de 6.9

y 1.1%, respectivamente. Lo anterior fue muy inferior al reportado en este estudio de 25.5%. Esto puede ser explicado porque Pravia et al. (2014) incluyó más de tres características asociadas al componente de sobrevivencia y reproducción, lo cual disminuye considerablemente el efecto económico de características asociadas al crecimiento. En ganado Romosinuano, considerando su fortaleza de adaptación y resistencia, al incluir este tipo de características en índices de selección, podrían disminuir el efecto económico del P8M.

Krupova et al. (2015) reportaron importancias económicas para pesos a diferentes edades más similares a las halladas en ganado Romosinuano de Colombia. Las características evaluadas en este proyecto fueron: rendimiento de la leche (20%), ganancia diaria de terneros (20%), vida productiva (10%) y concepción de las vacas (8%). En el sistema vaca-ternero, los rasgos más importantes fueron aumento de peso de los terneros de 120 a 210 d y desde el nacimiento hasta 120 d (19 y 14%, respectivamente), productivo (17%) y la tasa de concepción de las vacas (13%). Aunque el manejo en países templados es basado en sistemas de estabulación, sus resultados similares sugieren que las características de crecimiento siguen siendo importantes a pesar de los cambios zootécnicos en los sistemas de producción. En Colombia, los sistemas son a base de pastoreo, no obstante, los productores bovinos que implementan esquemas de semi estabulación o alta suplementación han incrementado en los últimos años, lo cual debería considerarse en futuros modelos bioeconómicos construidos.

Es evidente que las características reproductivas logran obtener una mayor influencia económica en aquellos sistemas de ganadería las cuales no reciben ningún tipo de incentivo económico con la calidad y cantidad de producción cárnica o lechera, también es importante mencionar la importancia que tiene la evaluación de utilidades económicas y que estos análisis deberían ser específicos para cada producción para así evaluar cuales son las características que presentan una mayor relevancia en el sistema y cuanto puede afectar con respecto a su utilidad económica para así facilitar la toma de decisiones de selección genética.

6. CONCLUSIONES

- Al realizar la comparación de las características productivas y reproductivas del ganado Romosinuano con razas cárnicas que han sido introducidas a Colombia, se evidencia que las razas introducidas reportan en promedio pesos superiores a los reportados para el ganado Romosinuano. No obstante, la eficiencia reproductiva fue mayor siempre en las consultas con ganado Romosinuano. En producción bovina, y como fue evidenciado en este estudio, la importancia económica de las características reproductivas es más alta, lo cual permite concluir que los sistemas de producción con ganado Romosinuano podrían ser más rentables que razas introducidas debido a su adaptación, condición reflejada en una mayor eficiencia reproductiva.
- La característica reproductiva intervalo entre partos debe ser incluida como criterio de selección genética a pesar de su baja heredabilidad. La inclusión de esta característica está justificada en una mayor importancia económica sobre ellos pesos a diferentes edades y la edad al primer parto. La selección genética por el intervalo entre partos generará aumentos en las utilidades económicas de las ganaderías Romosinuano que se encuentran en condiciones de manejo similares a las descritas en este estudio.
- Los estudios que estiman valores económicos son una herramienta de gran utilidad para los productores de ganadería Romosinuano, debido a que permitan valorar el componente económico, redireccionar las estrategias de selección genética y aumentar las utilidades económicas que pueden generar este tipo de sistemas. Finalmente, tomar decisiones oportunas por cambios en condiciones de producción y de mercado del ganado Romosinuano en condiciones colombianas.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los productores de ganado Romosinuano tener en cuenta el intervalo entre partos como uno de los criterios de selección para mejoramiento genético, debido a que esta característica demostró el mayor aumento en la utilidad económica en condiciones de trópico bajo colombiano. Paralelamente, se deben evaluar otras características reproductivas y de adaptación con propósito de iniciar su inclusión en el programa de mejoramiento.
- Las implementaciones de ganaderías puras Romosinuano en ambientes adversos, como son la mayoría de los sistemas productivos colombianos, es viable dadas las ventajas económicas encontradas en las características evaluadas. El uso de este material genético en sistemas de cruzamiento podría ser una alternativa para incrementar la competitividad y eficiencia económica. No obstante, estos sistemas bajo esquemas de cruzamiento con ganado Romosinuano también deben ser valorados económicamente.
- Promover la indagación y ampliación de información investigativa para las ganaderías Romosinuano, para generar una mayor precisión en las predicciones económicas del sistema según sus diferentes condiciones de manejo. Es importante definir objetivos de cría considerando características de producción y adaptación con el objetivo de optimizar la utilidad económica de los sistemas debido a los procesos de selección genética.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Aby B., Aass L., Sehested E and Vangen, O. “A bio-economic model for calculating economic values of traits Bittencourt or intensive and extensive beef cattle breeds.” *Livestock Science* 143 (2012): Pág. 259–269.
- De Alba J. “El Bovino Romosinuano en Turrialba”. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba (Costa Rica). (1984). Pág.55-56.
- Albera A., Carnier P. and Groen, A. “Definition of a breeding goal for the Piemontese breed: economic and biological values and their sensitivity to production circumstances.” *Livestock Production Science* 89 (2004): 67–78.
- Amaya A., Martínez R. y Cerón M. “Parámetros genéticos para crecimiento y reproducción en ganado Simmental mediante parentesco por pedigrí y genómico” *Revista MVZ Córdoba* 25(1): e1520 (2020_a).
- Amaya A., Garrick D., Martinez R. y Ceron M. “Economic values for index improvement of dual-purpose Simmental cattle” *Livestock Science* 240 (2020_b) 104224
- Amera P., Simm G., Keane M., Diskin M. and Wickham B. “Breeding objectives for beef cattle in Ireland.” *Livestock Production Science* 67 (2001): Pág. 223–239.
- Bejarano D. "Estudio de asociación genómica para características de crecimiento en las razas bovinas Criollas Blanco Orejinegro y Romosinuano" Tesis Universidad Nacional de Colombia - facultad de medicina veterinaria y zootecnia, departamento de producción animal (2016) Pág. 66
- Bittencourt T., Lôbo R. y Bezerra L. "Objetivos de seleção para sistemas de produção de gado de corte em pasto: ponderadores econômicos" *rq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.58, n.2 (2006) Pág:196-204.
- Bonilla, M.H. “Estudio sobre razas criollas colombianas. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia”. Dirección de Desarrollo Tecnológico y Protección Sanitaria. (2007). Pág. 5-10.
- Byrne T., Amer P., Fennessy P., Cromier A., Keady, T.W.J., Hanrahan J.P., McHugh M.P and Wickham, B.W. “Breeding objectives for sheep in Ireland: A bio-economic approach.” *Livestock Science* 132 (2010): Pág.135–144.

- Byrne T., Santos B., Amer P., Martin-Collado D., Pryce J. and M. Axford§. “New breeding objectives and selection indices for the Australian dairy industry.” American Dairy Science Association 99 (2016): Pág. 1-22.
- Campos G., Braccini J., Oaigen R., Cardoso, F., Cobuci J., Kern E., Campos L.T., Bertoli C. and McManus C. “Bioeconomic model and selection indices in Aberdeen Angus cattle.” J. Anim. Breed. Genet. ISSN 0931-2668 (2013).
- Fernandez G., Savegnago R., Faro L. y Mosaquatro R. " Economic values and selection index in different Angus-Nellore cross-bred production systems" J Anim Breed Genet. 135 (2018) Pág:208–220.
- Garrick, D. “Accounting for feed costs in improvement programmes for grazed dairy cattle” 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 19-23, (2002).
- Hernández, B.G. “Effect of year, of season, age of dam and sex of calf on calving interval and growth rate of Romosinuano cattle” thesis, university of Nebraska Lincoln, Ne., USA. (1981) Pág. 140.
- Hernández, B.G. Informe Técnico “Guía del Ganado Romosinuano”. Revista Carta Ganadera. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). No 21. edición de mayo. (1976). Pág. 29-3720.
- Instituto Colombiano Agropecuario “Razas Criollas Colombianas. Manual de asistencia Técnica”, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)., (1976): pág. 56.
- Kluyts J., Naser F., y Bradfield M."Proposed economic selection indices for the Simmentaler breed in South Africa" South African Journal of Animal Science, 37 (2) (2007).
- Komlosi I., Wolfova M., Wolf B., Farkas B., Szendrei Z. y Beri B. "Economic weights of production and functional traits for Holstein-Friesian cattle in Hungary" J. Anim. Breed. Genet. 127 (2010) Pág: 143–153
- Krupova Z., Krupa E., Michalickova M., Wolfova M., y Kasarda R. "Economic values for health and feed efficiency traits of dual-purpose cattle in marginal areas" J. Dairy Sci. 99 (2015) Pág:44–656
- Laske C.H., Machado Teixeira B.B., Laurino Dionello N.J. and Flores Cardoso F. “Breeding objectives and economic values for traits of low input familybased beef cattle

- production system in the State of Rio Grande do Sul.” R. Bras. Zootec.,41- n.2(2012): Pág. 298-305.
- López J., Jiménez J.A., Pérez Cabal M.A., González O. and Alenda R. “A bio-economic model to improve profitability in a large national beef cattle population.” Spanish Journal of Agricultural Research 15 (2017).
 - Martínez G. “El Ganado Criollo Romosinuano” Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)., (1998).
 - Martínez R., Quiceno J., Gallego J., Mateus H., Rodríguez Z., Medina P., Ballesteros H. "Growth performance of Blanco Orejinegro and Romosinuano bullocks on pasture" Rev Colomb Cienc Pec; Vol.25 (2012) Pág. 36-45
 - Martínez R., Ramirez R., Nuñez R. y Garcia, J. “Parámetros y tendencias genéticas de variables de crecimiento para bovinos Romosinuano en México” Nova scientia. vol.10. n.21 (2018).
 - Martínez R., Tibaitata C., Onefro G., Pérez J. y Vásquez R. "Evaluación de la variabilidad y potencial genético de poblaciones de bovinos criollos colombianos" AGRI 44 (2009). Pág. 57-66
 - NRC-Nutrient Requirements of Dairy Cattle, Seventh Revised Edition. National Academic Press, Washington D.C (2001).
 - Ossa G., Hinestroza A., Rodríguez R., Pérez G., Abuabara Y., “Formación, desarrollo y caracterización fenotípica de los caracteres productivos y reproductivos del hato Romosinuano del banco de germoplasma de Colombia” Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu. 4(2) (2013) Pág. 1231-243
 - Ossa Saraz G., Pérez Narváez H. J., Noriega Márquez J. G., Pérez Garcia J. P. y Vergara Garay O. D. “Parámetros y tendencias genéticas para características de crecimiento en una población de ganado criollo Romosinuano” Livestock Research for Rural Development (2015).
 - Ossa G. “Potencial Productivo Del Ganado Romosinuano, Bon,Cebú Y Sus Cruzamientos En El Valle Del Sinú Y Bajo Cauca Antioqueño”.CORPOICA. ICA. COLCIENCIAS. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colombia. (2008).
 - Pallares J., Guerrero A., Gómez J., Castro A., "Ganado Romosinuano" plegable de divulgación-ICA (Colombia) No. 206, (1986) Pág. 2

- Ponzoni R. y Newman S. "Developing breeding objectives for australian beef cattle Production." *Animal Production* 49 (1989): Pág. 35-47.
- Pravia M.I., Ravagnolo O., Urioste J.I. and Garrick D. "Identification of breeding objectives using a bioeconomic model for a beef cattle production system in Uruguay." *Livestock Science* 160 (2014): Pág. 21–28.
- Restrepo J. L. "Recursos Zoo Genéticos De Colombia – CORPOICA. (2019)
- Riley, Chase, Coleman y Olson " Evaluation of the Criollo breed Romosinuano as purebred and crossbred cows with Brahman and Angus in Florida: I. Reproduction and parturition" *J. Anim. Sci.* 92 (2014). Pág. 1902–1910
- Riera, Rodas, González, Rodríguez, Avellaneda y Huerta "Rasgos de crecimiento y pesos en canal de toros Brahmán puros y F1 Brahmán x Bos Taurus criados y cebados semi-intensivamente en sabana mejorada" *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 12-1 (2004) Pág. 66-72
- Sarmiento y García "Estimación de parámetros genéticos y componentes de varianza para rasgos de crecimiento en ganado Romosinuano en el trópico húmedo colombiano" *Investigación genética y molecular* 6 (3) (2012). Pág. 482-491
- Severino V., Pérez G., Muñoz González J., Piñeiro Vázquez A., Chay Canul A., "Caracterización del nivel tecnológico, edad a la pubertad y primer servicio de hembras Romosinuano en México" *ISSN 2007-9621 Vol. 29* (2019)
- Wolfova M., Wolf T., Průbíl J., Zahradkova R. and Kica, J. "Breeding objectives for beef cattle used in different production systems: 1. Model development." *Livestock Production Science* 95 (2005), Pág. 201–215.

9. ANEXOS

1.1. Anexo: revisión bibliográfica de índices productivos del ganado Romosinuano en condiciones de pastoreo

Características Romosinuano (Pastoreo)			Porcentaje			
			%			
Autor	Año	País	Fertilidad	Natalidad	Mortalidad	Destetos
Ica	1976	Colombia		81		96
Hernández B.G.	1976	Colombia		81	3.2	75.5
Martinez G.,	2011	Colombia		81.1	3.2	78.5
Pallares Et Al.	1986	Colombia	80	82.5	3.4	
Restrepo J. L.	2019	Colombia	85			
Severino Et Al.	2019	Mexico	95			
Campos et al.	2013	Brasil	92			
Promedio			88	81.18	3.27	83.3

1.2. Anexo: revisión bibliográfica de edades del ganado Romosinuano.

Características Romosinuano (Pastoreo)			Edad					Tiempo	
			Meses			Años		Días	
Autor	Año	País	Desdeto	Pubertad	1er. Serv.	1er. Parto	Sacrificio	Longevidad	Iep
Bonilla, M.H.	2007	Colombia						12	
Ica	1976	Colombia	9			34	29	13.5	
Ossa Y Col	2015	Colombia	9						
Hernández B.G.	1976	Colombia	8						
Ossa Et Al.	2013	Colombia	8.5						422
Ossa	2008	Colombia	7.9	22.2	22.94	32.4			
Pallares Et Al.	1986	Colombia	9						
Restrepo J. L.	2019	Colombia				36	27	12	425
Rile et al.	2014	Usa							426.8
Rile et al.	2014	Usa							373.5
Severino et al.	2019	Mexico		20	23				
Campos et al.	2013	Brasil	7		24		24		
Promedio			8.3	21.1	23.3	34.1	26.7	12.5	399

1.3. Anexo: revisión bibliográfica de índices tamaño y producción láctea de ganado Romosinuano

Características Romosinuano (Pastoreo)			Tamaño		Periodo De Lactancia			
Autor	Año	Pais	Alzada	Longitud	Días De Lactancia	Litros De Leche Día	% Grasa	% Proteína
Ossa Y Col	2015	Colombia	123.5	175.5				
Martinez et al.,	2012	Colombia	115	106				
Martinez G.,	2011	Colombia	131.5	159.5				
Martinez G.,	2011	Colombia	123.5	145.5				
Restrepo J. L.	2019	Colombia	123.4	146.6	114	2.8	4.6	3.9
Promedio			123.4	146.6	114	2.8	4.6	3.9

1.4. Anexo: Anexo: revisión bibliográfica de pesos en el ganado Romosinuano en condiciones de pastoreo,

Características Romosinuano (Pastoreo)			Pesos				
Autor	Año	Pais	kg				
			Pn	Pd	P16	P18	P24
De Alba J.	1984	Costa Rica					400
Ica	1976	Colombia		170			350
Ossa Y Col	2015	Colombia	28.4	149			281.1
Bejarano D.	2016	Colombia	30	167	230		290
Hernández B.G.	1976	Colombia		170.5			
Martinez Et Al.,	2009	Colombia	31.5	187.1			
Martinez Et Al.,	2009	Colombia	28.7	176			
Martinez Et Al.,	2012	Colombia				259	
Martinez G.,	2011	Colombia	29.6	182.4			
Martinez G.,	2011	Colombia	29.4	165.5			
Ossa Et Al.	2013	Colombia		163	230		
Ossa	2008	Colombia	27.9	161.2	206		
Pallares Et Al.	1986	Colombia		185		278	
Restrepo J. L.	2019	Colombia		180	240		
Sarmiento Y Garcia	2012	Colombia	30.5	207.8	296.6		
Promedio			29.5	174.2	240.6	268.5	330.3

1.5. Anexo: Anexo: revisión bibliográfica de pesos en hembras Romosinuano después de los 48 meses (1er a 5to parto) en condiciones de pastoreo.

Características Romosinuano (Pastoreo)			Pesos					Gr/Ani./Dia
			kg					
Autor	Año	Pais	P. 1er. Parto	2do Parto	3er. Par	4to. Part	5to. Part	Gdp (Pre)
De Alba J.	1984	Costa Rica	385	419	447	455	469	
Ica	1976	Colombia						
Ossa Y Col	2015	Colombia						
Hernández B.G.	1976	Colombia						633
Martinez Et Al.,	2009	Colombia						581.2
Martinez Et Al.,	2009	Colombia						563.8
Ossa Et Al.	2013	Colombia	396	445				
Restrepo J. L.	2019	Colombia						640
Sarmiento Y Garcia	2012	Colombia						656
Severino Et Al.	2019	Mexico						333.6
Promedio			390.5	432.0	447.0	455.0	469.0	614.7