

Factores que influyen en el desempeño del sistema doble propósito bovino en el Piedemonte Araucano (Colombia)

O. A. Daza^{1*}, C. Manrique²

Recibido: 23/08/2020. Aprobado: 05/10/2021

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar los factores que influyen en el desempeño del sistema doble propósito en el Piedemonte Araucano. Se analizaron los registros productivos de 973 vacas pertenecientes al proyecto “Desarrollo de un programa de gestión tecnológica para la innovación social y productiva de la carne y la leche en sistemas de producción bovina de la región de los Llanos de Colombia (PBA)”, liderado por la Universidad Nacional de Colombia, entre 2016 y 2017.

En esta investigación se evaluó el potencial genético del recurso animal bovino en el sistema productivo doble propósito bovino, para ello se contó con la participación de 62 predios seleccionados aleatoriamente en los municipios del Piedemonte Araucano (Araucuita, Fortul, Saravena y Tame), se realizaron mediciones de la producción de leche y el peso del ternero destete que genera este sistema productivo. Se encontró que la característica producción de leche por lactancia (PLL) es mayor o menor de acuerdo con el número de partos, así como también varía significativamente según el municipio, el grupo racial y la duración de la lactancia; en cuanto al peso al destete (PD), se encontró que la duración de la lactancia influye de manera relevante en este resultado, así como el municipio y el grupo racial, sin embargo, factores como el sexo no arrojaron diferencias significativas para esta variable. Además, se generaron los parámetros genéticos de heredabilidad (h^2) y correlaciones genéticas para cada raza establecida en el sistema de producción doble propósito, para estas características productivas mencionadas, en el departamento de Arauca.

Palabras clave: heredabilidad, correlación genética, producción de leche, destete, Piedemonte Araucano.

Factors that influence the performance of the dual purpose bovine system in the Araucanian Piedemonte (Colombia)

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the factors that influence the performance of the dual purpose system in the Araucanian Foothills. The productive records of 973 cows belonging to the project led by the National University of Colombia, “Development of a technological management program for the social and productive innovation of

¹ Universidad Nacional de Colombia, Arauca (Colombia).

² Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

* Correo electrónico: oadazac@unal.edu.co

meat and milk in bovine production systems of the Llanos region of Colombia (PBA)", were analyzed between 2016 and 2017.

In this research the genetic potential of the bovine animal resource in the bovine dual purpose production system was evaluated, which involved the participation of 62 farms randomly selected in the municipalities of the Araucanian Foothills (Araucuita, Fortul, Saravena, and Tame), measurements of the milk production and weaning calf weight generated by this production system were performed. It was found that the characteristic milk production by lactation (PLL) is higher or lower depending on the number of deliveries, as well as it varies significantly according to the municipality, racial group and duration of lactation; regarding weaning weight (PD), it was found that the duration of lactation significantly influences this result, as well as the municipality and the racial group, however, factors such as sex did not show significant differences for this variable.

In addition, the genetic parameters of heritability (h^2) and genetic correlations were generated for each breed established in the dual purpose production system, for the aforementioned productive characteristics.

Keywords: heritability, genetic correlation, milk production, weaning, Araucano Foothills.

INTRODUCCIÓN

El trópico bajo se caracteriza por una diversidad climática cambiante, cuyos suelos presentan limitaciones como la carencia de nutrientes fundamentales para la producción de forrajes de buena calidad, esto conlleva bajo rendimiento animal y necesidad de suplementos nutricionales para lograr una transformación eficiente en este sistema pecuario, específicamente en la industria bovina productora de carne y leche (Rodríguez 2011). A su vez, esto implica, según Vilaboa y Díaz (2009), que el pastoreo extensivo se desarrolle en todos los sistemas de producción bovina ubicados en las regiones tropicales de América Latina. Dicha afirmación concuerda con los resultados de la encuesta realizada en el departamento de Arauca por parte del Proyecto Bovino Arauca (PBA) (PBA 2015), la cual reconoce el pastoreo extensivo como de uso cotidiano en la mayoría de las ganaderías bovinas del Piedemonte Araucano, sin importar a cuál sistema de producción pertenecen.

En Colombia, el sistema de producción bovina de doble propósito aporta el 63%

de la carne y un 50% de la producción de leche del país (CCI y MADR 2010; MADR y CCI 2009). Se estima que alrededor del 42% del hato bovino nacional es manejado bajo el sistema de producción de doble propósito (Fedegán 2006). Para el departamento de Arauca, la ganadería bovina es el segundo renglón económico después del petróleo y representa el 21% del PIB departamental (Gobernación de Arauca 2012).

En este contexto, Tatis y Botero (2005) consideran que en este sistema de producción el ternero y la madre constituyen la unidad biológica productiva y económica durante la lactancia, generando simultáneamente carne y leche. Asimismo, este sistema genera las futuras hembras de reemplazo y los machos destetos que representan uno de los componentes de ingresos económicos para el productor ganadero (Prieto *et al.* 2010). El destete se realiza dependiendo del estado de preñez de la madre, el cual debe ser entre los 6 a 7 meses de gestación y es confirmado mediante la palpación rectal, o igualmente cuando la producción de leche no es rentable para mantener la

vaca en el lote de ordeño (Tatis y Botero 2005). En cuanto al peso de las crías al destete, Ossa (2003) lo señala como un indicador de la producción de leche de la vaca; es decir, más peso de la cría indica más producción de leche de la vaca, lo que demuestra su habilidad para criar terneros, y en menor valor se observan las capacidades de desarrollo de los terneros. El crecimiento animal es definido como la acreción de proteína, grasa y hueso, medido en cambio del peso vivo o como el cambio en el peso por unidad de tiempo (Owens *et al.* 1995).

El fenotipo doble propósito se encuentra determinado por la expresión de genes relacionados tanto con calidad de la leche como con genes que participan en características organolépticas de la carne. Al respecto se han descrito algunos genes que tienen relación directa con la calidad de la leche como kappa caseína, prolactina, hormona de crecimiento y leptina, los cuales han sido objeto de estudios moleculares para determinar alelos implicados en uno u otro fenotipo y utilizados ampliamente en programas de mejora animal (Hernández 2001). Entre los factores genéticos relacionados con calidad de la carne, se han reportado los genes asociados a terneza de la carne, entre los que se destacan los genes para el sistema de calpaína, el gen CAST de calpastatina, los sistemas de las catepsinas –y su inhibidor cistatinas– y caspasas (Ortega y Ariza 2012).

En cuanto a los diferentes factores ambientales que afectan la producción doble propósito, es necesario resaltar que la actividad antropogénica ha incrementado los niveles de CO₂, alterado las propiedades biológicas y químicas del suelo y modificado el uso continuo y cambio de uso del suelo, hechos que han conllevado a cambios climáticos, los cuales se pueden

resumir en un aumento de las temperaturas, aumento en las concentraciones de CO₂ atmosférico y cambios en la distribución de las precipitaciones, factores que han incidido de manera directa sobre las condiciones nutricionales de los animales en pastoreo, efecto que ha sido ampliamente estudiado desde hace cerca de medio siglo, lo que ha arrojado como resultado que algunos factores medioambientales como la temperatura ambiental, la velocidad del viento y la radiación solar inciden sobre la producción (Árias *et al.* 2008). En el trópico, los sistemas de producción de leche están limitados por condiciones del ambiente que incluyen temperatura, humedad y precipitación, cuyas variaciones disminuyen la producción, razón por la cual se requiere un manejo de los animales, lo que disminuye la posibilidad de expresión de su potencial genético (Carvajal–Hernández *et al.* 2002).

Por otra parte, Vera *et al.* (1994) señalan que el ordeño en este sistema DP se puede efectuar una o dos veces al día, donde se sujeta la cría al lado de la vaca para estimular la bajada de la leche, y habitualmente se mantienen las crías junto a la madre hasta alcanzar la edad del destete. Este sistema suele emplear en muchos casos el amamantamiento restringido, el cual consiste en dejar el ternero la primera semana de vida junto a la vaca para que tome calostro a voluntad, luego de este tiempo el ternero es apartado de su madre y se reencuentra con ella solo en el momento del ordeño para estimular el descenso de la leche e ingerir la leche residual, enseguida se liberan separadamente y se reúnen de nuevo a las 6 horas para que la cría tome el total de la leche que la vaca ha producido en ese lapso (Tatis y Botero 2005; Tatis 2006).

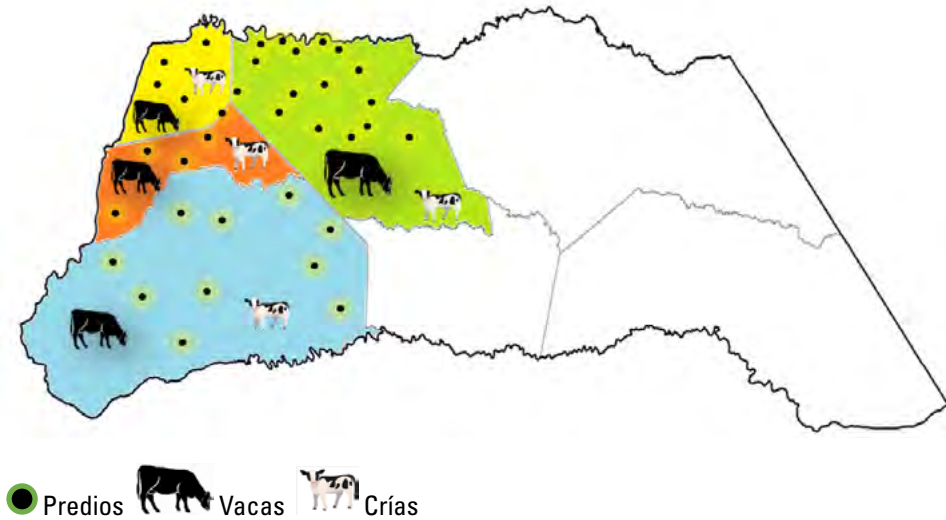
El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de los factores genéticos y no genéticos en el desempeño

de hembras en el sistema doble propósito del Piedemonte Araucano.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se utilizaron los datos provenientes de fincas del sistema de producción doble propósito (DP) del Piedemonte Araucano que participaron en el proyecto “Desarrollo de un programa de gestión tecnológica para la innovación social y productiva de la carne y la leche en sistemas de producción bovina de la región de los Llanos de Colombia (PBA)”.

Las fincas seleccionadas se ubican en los cuatro municipios del piedemonte del departamento de Arauca (Arauquita, Fortul, Saravena y Tame). De un total de 62 predios participantes en el PBA, se seleccionaron de manera aleatoria 62 fincas, las cuales manejan una trazabilidad de la producción (carne–leche); asimismo, es importante anotar que cada una de estas fincas maneja un rango de entre 50 a 150 bovinos, de los cuales, para efecto de la medición, se tuvo en cuenta la población que se encontraba en el área productiva de ordeño (figura 1). Una vez seleccionados



Según color	Municipio	Predios	Vacas	Crías
	Arauquita	24	402	402
	Fortul	11	177	177
	Saravena	15	208	208
	Tame	12	190	190
totales	4	62	977	977

FIGURA 1. Mapa del departamento de Arauca (Piedemonte Araucano en color) con la muestra total de fincas, vacas y crías por municipio, de las cuales se tomaron datos y se cumplió estricto seguimiento. Fuente: Elaboración propia.

Denominaciones y descripción (en blanco 3 municipios del departamento sin muestreo) (PBA, 2015).

los animales, se tomaron los registros productivos de aquellas madres y crías que contaban con un número de identificación durante un periodo de 1 año. Las mediciones de peso y de leche en kilogramos se realizaron en báscula convencional, tanto para la madre como para la cría; en total, se obtuvieron registros de 973 vacas con sus respectivas crías con 3 mediciones cada una, además se incluyeron los datos para número de partos de la madre, sexo de la cría, tipología racial de la madre y del padre, peso al nacimiento, edad y peso de terneros al destete, producción de leche por lactancia, duración de la lactancia, también se incluyó información sobre los diferentes manejos en cuanto al tipo de ordeño, como el ordeño manual en establos techados, número de ordeños por día, toma de la leche residual por parte de los terneros, asimismo si estos fueron apartados al corral o a potreros aislados luego del medio día.

Se realizaron 3 controles (mediciones) cada 45 días de las vacas en lactancias, teniendo en cuenta información como la fecha de parto, el peso al nacimiento de la cría (PN), el sexo de la cría, la fecha del control con la producción de leche y el peso de la cría en kilogramos.

Con los datos de producción de los controles, se generó la curva producción de leche por lactancia (PLL) mediante el método de intervalos, definido por el Comité Internacional para el Control del Rendimiento Animal (ICAR 2017). De acuerdo con la normativa de esta entidad, en el presente estudio se utilizaron aquellas lactancias que mínimo duraron 150 días. Asimismo, los datos de PLL y PD al final de la lactancia no fueron ajustados y se utilizó como covariable los días en lactancia (DL).

Análisis estadístico

El peso de becerros al destete y la producción de leche se procesó mediante análisis de varianza con un modelo de efectos mixtos, donde los efectos incluidos fueron: finca, rango de parto, sexo, tipo de ordeño, suplementación y grupo racial de la hembra, se utilizó el procedimiento GLM del programa SAS.

El modelo estadístico utilizado fue un modelo lineal mixto con efectos fijos de municipio, finca, rango de partos, sexo, tipo de ordeño y grupo racial de la madre y el padre.

$$Yijklmnp = m + F_i + RP_j + S_k + TO_l + SP_m + GRH_n + E_{ijklmnp}$$

Donde:

Yijklmnp: es peso al destete o producción de leche por lactancia del animal "p", de la finca "i", "j" rango de parto, de sexo "k", con "l" tipo de ordeño, "m" tipo de suplementación y del grupo racial de la hembra "n".

F_i: Efecto de la finca (i= 1, 2, . . . , 64)

RP_j: Efecto rango de parto (j= 1, 2, . . . , 10)

S_k: Efecto sexo (K= macho, hembra)

TO_l: Efecto tipo de ordeño (l= manual o mecánico)

SP_m: Efecto de la suplementación (m= si hubo o no suplementación)

GRH_n: Efecto grupo racial de la hembra (n= Fenotipo 1, individuos con más de 75% de cebuino; Fenotipo 2, individuos con más de 75% de taurino; Fenotipo 3, individuos con 50% taurino y 50% cebuino; Fenotipo 4, individuos con entre un 50% a 75% de cebuino; Fenotipo 5, individuos con entre un 50% a 75% de taurino).

Eijklmnp = Efecto de error residual, con distribución normal de m cero y varianza d 2.

Efecto aleatorio: animal y entorno permanente.

En este modelo mixto, se consideran factores fijos todos los no genéticos y el efecto aleatorio está dado por el grupo racial del animal.

$$Yijklmnop = m + Fi + RP_j + Sk + TOI + SP_m + GRH_n + Mu + E_{ijklmnop}$$

Mu= Efecto de municipio (u es el número de municipios incluidos: Saravena, Fortul, Tame y Arauquita)

En este modelo mixto, se consideran factores fijos todos los no genéticos, y el efecto aleatorio está dado por el grupo racial del animal.

$$Yijklmnop = m + Fi + RP_j + Sk + TOI + SP_m + GRH_n + Mu + E_{ijklmnop}$$

Se estimaron los parámetros genéticos de heredabilidad y la correlación de las características PD y PLL con base en los resultados del ANAVA de la variación entre grupos y dentro de grupos. La heredabilidad se estimó utilizando un modelo bivariado (Saxton 2004) con efectos fijos de finca, rango de parto (1, 2, 3, 4, 5 y más de 5 partos), sexo, tipo de ordeño (manual o mecánico), suplementación (sí o no) y grupo racial de la hembra, el cual se determinó de acuerdo con el fenotipo observado con las siguientes proporciones definidas por los investigadores:

- Fenotipo 1: corresponde a individuos con más de 75% de cebuino.
- Fenotipo 2: corresponde a individuos con más de 75% de taurino.
- Fenotipo 3: corresponde a individuos con 50% taurino y 50% cebuino.
- Fenotipo 4: corresponde a individuos con entre un 50% a 75% de cebuino.
- Fenotipo 5: corresponde a individuos con entre un 50% a 75% de taurino.

Además, se utilizó como covariable los días de lactancia (DL), así como efectos aleatorios animal y entorno permanente. Se realizaron pruebas de comparación múltiple de Tukey entre las características PD y DLL para cada uno de los siguientes factores: rango entre partos, sexo, tipo de ordeño, suplemento y grupo racial de la hembra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el proceso de visita y recolección de información a las fincas, se observó que los productores ganaderos del Piedemonte Araucano llevan escasos registros de sus actividades con los bovinos. Se pudo evidenciar que la totalidad de los ganaderos del departamento visitados durante este proyecto mantienen los ganados en pastoreos extensivos rotacionales, un bajo número de ellos proporciona suplementos. De un total de 62 fincas, el 28% reporta suplementación a sus animales, la cual estuvo compuesta principalmente por silo o dietas balanceadas de concentrados. Esto puede ser debido a la poca oferta de suplementos en la región, o bien la costumbre de los llaneros de criar el ganado en pastoreo extensivo.

El resultado de ANAVA (tabla 1) muestra que la duración de la lactancia tuvo un efecto altamente significativo ($p < 0,001$) sobre el peso al destete y producción de litros de leche, este resultado puede obedecer a que cuantos más días de lactancia, mayor cantidad de leche producida, y de igual manera mayor ganancia de peso del becerro al destete, el cual estuvo comprendido entre 150 a 354 días, lo que permite que los animales que se destetan tardíamente aprovechen todos los nutrientes de la leche materna y, por tanto, pueden presentar mayor peso

TABLA 1. Significancia de factores en el peso al destete y producción de leche por lactancia

FV	PD	PLL
DL	< 0,001	< 0,001
Finca	0,001	0,001
Rango parto	0,469	0,001
Sexo	0,224	0,997
Tipo de ordeño	0,707	0,662
Suplementación	0,537	0,011
Grupo racial hembra	0,003	< 0,001

Fuente: Elaboración propia.

al destete y mayor producción de litros de leche. Debido a este efecto sobre el PD y PLL, se ajustaron los datos por duración de lactancia para las pruebas de comparación múltiple en los factores restantes, mostrados a continuación.

Estos datos deben ser tomados con precaución, ya que la mayoría de los productores del Piedemonte Araucano no cuentan con registros exactos de nacimientos o preñeces para verificar la edad apropiada de destete, sino que se basan en la cantidad mínima de leche producida por vaca o el peso (tamaño) máximo de la cría para realizar el destete. Los mismos resultados fueron obtenidos en estudios realizados por Vaccaro *et al.* (1995) en vacas doble propósito de Venezuela, con rangos de lactancias de 217 a 318 días.

De igual manera, Hernández *et al.* (2000) obtuvieron un rango de 183-200 días para vacas de primer y segundo parto, respectivamente, con niveles muy significativos para peso al destete.

Llama la atención que el factor de suplementación no presentó un efecto significativo sobre las características de PD y PLL, las razones pueden ser que pocas fincas realizan suplementación, la falta

de suplementos disponibles en la región o el costo, los cuales inciden para que los productores no utilicen suplementos en la alimentación y que prefieran dejar todo el peso de la nutrición animal en el pastoreo. De acuerdo con Vélez (1997), la sensibilidad de respuesta al suplemento en vacas al pastoreo en trópico, aún no se encuentra bien definida, pero información de climas más templados indica que, con un concentrado balanceado, se puede producir 2 kg de leche por kg de suplemento (Sheen, y Riesco 2002).

En la tabla 2, se presentan los promedios ajustados y la prueba de comparación múltiple de Tukey para rango de partos. El rango de parto presentó efecto significativo para PLL, asimismo, este estudio mostró que las vacas de tercer a quinto parto presentaron la mayor producción de leche (1.090 l), una cifra altamente significativa en relación con las vacas en primer parto, cuya producción fue de 984 l.

Como se observa en la tabla 2, las vacas de entre 3 y 5 partos presentan una mayor PLL, esto puede ser debido a que, a mayor desarrollo corporal de las vacas, en específico de la glándula mamaria, y una mayor eficiencia alimenticia, estas

TABLA 2. Promedios ajustados por rango de parto

Rango	PD			PLL		
	N	\bar{Y}		N	\bar{Y}	
1	193	130	a	194	984	b
2	239	134	a	240	1.034	a,b
3 a 5	385	132	a	387	1.090	a
Más de 5	130	132	a	130	1.064	a,b

Promedios con letra diferente presentan diferencias significativas ($P < 0,05$)

Fuente: Elaboración propia.

alcanzan su pico productivo, asimismo el sistema hormonal responde pronto y con mayor precisión, lo que permite una mayor producción de leche. Por el contrario, se puede observar que las vacas primerizas aún no muestran todo su potencial en cuanto a la producción de leche, además, se tiene conocimiento que las vacas con más de 5 partos tienden a disminuir la producción láctea, esto puede ser debido a que el ganadero de esta región maneja todo su ganado por igual sin importar el número de partos y por tanto no cuenta con un manejo diferenciado en cuanto a nutrición o suplementación alimenticia. Los resultados no muestran una diferencia significativa entre el número de partos y el peso al destete, aunque diversas variaciones en la alimentación, el periodo de lactación y el manejo de los animales pueden influir en el peso al destete; esto significa que, en el Piedemonte Araucano, el manejo de los animales del sistema productivo doble propósito es homogéneo en cuanto a cruces raciales, tipo de ordeño, hora de aparte de las crías, entre otros; lo que explica que no se observaran diferencias significativas entre el peso al destete y número de partos.

Como se observó un efecto altamente significativo de las características PD y PLL y duración de la lactancia ($p < 0,01$), estas se evaluaron en el Piedemonte Araucano para hacer la comparación, por una prueba de contrastes, entre los municipios, cuyo resultado se presenta en la tabla 3. El resultado de la comparación entre municipios muestra que Fortul y Tame tuvieron los mayores promedios para las dos variables (ajustadas), pues no hubo diferencias significativas entre estas ($p > 0,05$). De igual manera, no se evidenciaron diferencias significativas entre los municipios de Arauquita y Saravena ($p > 0,05$).

Se observaron diferencias significativas entre los municipios de Arauquita y Fortul en cuanto a la PLL, con 970 litros para Arauquita y 1.161 para el municipio de Fortul, respectivamente. Por otra parte, los municipios de Saravena y Tame mantienen comportamientos similares tanto en PLL como en PD. Esto puede obedecer a que en el municipio de Fortul se han realizado mejores cruces genéticos en pro de la producción de leche, además del cambio en la práctica del ganadero del Piedemonte Araucano, dando un mejor

TABLA 3. Promedios ajustados por municipio

Municipio	PD			PLL		
	N	\bar{Y}		N	\bar{Y}	\bar{Y}
Araucuita	391	129	b	391	970	b
Fortul	166	135	a	169	1.161	a
Saravena	205	129	b	205	952	b
Tame	185	134	a	186	1.088	a

Promedios con letra diferente presentan diferencias significativas ($P < 0,05$)

Fuente: Elaboración propia.

manejo a los animales y contemplando diversas condiciones de bienestar animal (corrales, asepsia, buen trato y suplementación alimenticia), además se reconoce el buen uso y la mejora de praderas que se ha realizado en este municipio; de igual modo, es importante tener en cuenta la práctica de rotación de potreros que permite la óptima alimentación de los bovinos en este sistema productivo, así como las condiciones climatológicas y topográficas del municipio de Tame, el cual cuenta con promedios de temperatura entre 24 y 28 grados centígrados (Ideam, 2020).

Además, de acuerdo con lo observado durante las visitas realizadas a las fincas doble propósito del Piedemonte Araucano (Fortul, Tame), se puede comprobar que estos productores mantienen criterios propios de manejo, los cuales varían según el propietario u ordeñador, pudiendo dejar un pezón al ternero o hacer ordeño parcial de las cuatro tetas, complementado con el manejo adecuado de praderas, instalaciones, registros y genética estable para una mayor producción en estos municipios; estos resultados coinciden con estudios realizados en Arauca por Salamanca *et al.*

(2011) y Salamanca y Bentes (2012), donde la producción de leche estuvo muy por debajo de lo reportado por Hernández *et al.* (2000) en el que obtuvieron 1.862 kg en promedio, de igual modo Cuevas *et al.* (2013) muestran un grupo de productores ganaderos que implementan nuevos conocimientos y tecnologías para obtener mejores resultados en su hato ganadero.

El sexo de la cría no tuvo efecto significativo ($p > 0,05$) entre PD y PLL, cuyos promedios ajustados se presentan en la tabla 4. Es evidente entonces que los productores del Piedemonte Araucano manejan todas las crías de forma similar sin importar el sexo, es decir, comparten la misma alimentación, genética, tipo de ordeño, hora de apartadas, entre otros. Como a esta temprana edad de las crías, aún no se expresan hormonas sexuales, se genera un desarrollo corporal muy similar; es así que en el presente estudio no influyó el sexo significativamente en el promedio de PD o PLL. Sin embargo, otros estudios como los de Salamanca *et al.* (2011) reportan machos al destete que alcanzaron un promedio de 144 kg y las hembras 133 kg, con una diferencia de 11 kg. Lo anterior

TABLA 4. Promedios ajustados por sexo

Sexo	PD			PLL		
	N	\bar{Y}		N	\bar{Y}	
Hembra	471	131	a	472	1.043	A
Macho	476	133	a	479	1.042	A

Promedios con letra diferente presentan diferencias significativas ($P < 0,05$)

Fuente: Elaboración propia.

coincide con lo reportado por Montes (2008), Arango *et al.* (2000), donde el sexo fue altamente significativo, pues los machos alcanzaron un mayor peso al destete que las hembras. De la misma manera, el tipo de ordeño tampoco presentó efecto significativo ($p > 0,05$) en las variables analizadas y los promedios ajustados se presentan en la tabla 5.

Se observó que la práctica sigue siendo el manejo tradicional (ordeño manual), por ende, son muy pocos los ganaderos que han implementado el ordeño mecánico en la región; además, los que lo han hecho son productores con ganados de genéticas y manejos normales, es decir, de igual calidad y manejo al que se ordeña manualmente, adecuándose más por moda

que por necesidad real de su hato lechero. Asimismo, las instalaciones son similares en los dos tipos de ordeños, por tanto, las diferencias no son significativas para el PD ni para la PLL. El tipo de ordeño no influye directamente en la cantidad de leche producida; sin embargo, algunos reportes sí resaltan una calidad sanitaria superior de la leche obtenida por el método de ordeño mecánico a la de la leche obtenida por ordeño manual (Ávila *et al.* 2002).

La suplementación presentó efecto significativo ($p < 0,05$) en la PLL, siendo mayor la producción cuando se suplementó que en las vacas no suplementadas (1.111 y 975). En la tabla 6, se presentan los promedios ajustados de acuerdo con las condiciones de la dieta.

TABLA 5. Promedios ajustados por tipo de ordeño

Tipo	PD			PLL		
	N	\bar{Y}		N	\bar{Y}	
Manual	711	132	a	715	1.057	A
Mecánico	236	132	a	236	1.029	A

Promedios con letra diferente presentan diferencias significativas ($P < 0,05$)

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 6. Promedios ajustados por suplemento

Suplementación	PD			PLL		
	N	\bar{Y}		N	\bar{Y}	
No	680	131	a	684	975	b
Sí	267	132	a	267	1.111	a

Promedios con letra diferente presentan diferencias significativas ($P < 0,05$)

Fuente: Elaboración propia.

Se encontró que, según los ganaderos, el alto costo de los suplementos y el bajo precio de la leche no justifica la inversión diaria por vaca, es así que esta causa se vuelve importante para que el productor disminuya el suministro de insumos en la alimentación de animales mantenidos en pastoreo; en efecto, la mayoría de los productores opta mejor por dar un adecuado manejo a las praderas, sembrando nuevos pastos e implementando rotaciones. En contraste, los pocos ganaderos que lo hacen afirman que las vacas suplementadas se tranquilizan en el área de ordeño, además de comprobar

mediante el pesaje de la leche un mejor rendimiento y desempeño fisiológico; lo cual concuerda con Rearte (1992), quien indica que la alimentación suplementaria es una alternativa para mejorar los niveles productivos, tanto de leche como de carne, solo que en el Piedemonte Araucano los costos del suplemento son superiores a lo que el animal representa en carne o leche.

Los grupos raciales en que se clasificaron las hembras presentaron un efecto altamente significativo ($p < 0,01$) para las dos variables analizadas. En la tabla 7 se presentan los promedios ajustados para cada grupo. Para PD, los grupos 1 y 3

TABLA 7. Promedios ajustados por grupo racial

Grupo	PD			PLL		
	N	\bar{Y}		N	\bar{Y}	
1	221	134	a	225	901	b
2	62	128	b	62	1.052	a
3	506	134	a	506	1.068	a
4	99	131	a,b	99	1.034	a
5	59	132	a,b	59	1.158	a

Promedios con letra diferente presentan diferencias significativas ($P < 0,05$)

Fuente: Elaboración propia.

presentaron los mejores promedios, pero en la PLL, el grupo 1 presentó la producción más baja.

Arauca es un departamento netamente ganadero y, de acuerdo con lo encontrado en este estudio, se ratifica que la línea genética base es ganado Cebú, sin embargo, se ha venido implementando el manejo del ganado doble propósito y cruces de Cebú con Taurus, con lo cual el ganadero busca generar economía o ingresos tanto de la leche como de la carne.

Se pudo determinar que los terneros de tipología racial 1 y 3 (1= porcentaje >75% Cebuinos y 3= 50% Cebú x 50% Taurus respectivamente) alcanzaron un mayor peso al destete. Esto puede ser debido a que estaban mejor adaptados y su genética responde mejor a las condiciones ambientales y geográficas del Piedemonte llanero, esta afirmación es respaldada por estudios realizados anteriormente en ganado doble propósito por Vaccaro (1995), Sheen, y Riesco (2002), donde obtuvieron

resultados similares. Además, Roman *et al.* (2013) señalan que los efectos positivos o negativos de cruzamiento dependen tanto de las razas involucradas como del ambiente y el sistema de producción en el cual se van a utilizar.

Por otra parte, si se observa la PLL en las vacas tipología racial 1, es decir, las que poseen porcentaje >75% de fenotipo cebú, estas mostraron el menor promedio de leche en comparación con las demás tipologías. Esto puede obedecer a que el ganadero ha implementado el ordeño en su ganadería Cebú sin cruzarla con Taurus, la cual por naturaleza no es propiamente lechera; pero sí es importante como base de la genética con los cruces Europeos o Taurus, lo que genera muy buena adaptabilidad de estos al trópico bajo (piedemonte llanero).

En la tabla 8 se presentan los componentes de varianza para cada característica evaluada. A partir de estos componentes, se obtuvieron los estimadores de heredabilidad para las características en esta

TABLA 8. Componentes de varianza para peso al destete y producción de leche por lactancia

	Peso destete	Producción de leche
Animal	7,009	14.586
Entorno Permanente	0,521	1.711
Residual	233.646	91.164

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 9. Heredabilidades para peso al destete y producción de leche por lactancia

Característica	Heredabilidad±E.E
Peso al destete	0,03±0,03
Producción de leche	0,16±0,09

Fuente: Elaboración propia.

población (tabla 9). Ambos estimadores fueron bajos ($< 0,20$); resultados similares son encontrados por Galeano (2010) en estudios hechos a la ganadería doble propósito en Colombia.

En la tabla 10 se presentan las correlaciones genéticas (arriba de la diagonal) y fenotípicas (debajo de la diagonal) entre el PD y PLL. Ambas correlaciones fueron bajas.

TABLA 10. Correlaciones entre peso al destete y producción de la leche por lactancia

Peso nacimiento		-0,07*
Peso destete	0,15	

*Correlación genética arriba de la diagonal

Correlación fenotípica abajo de la diagonal

Fuente: Elaboración propia.

RECOMENDACIONES

Si se tiene pie de cría tipo Cebú y se requiere implementar la lechería, se deben cruzar con razas europeas para obtener mejores resultados en cuanto a la PLL. Si se tiene pie de cría tipo Taurus y se requiere implementar la lechería en el trópico bajo, se deben cruzar con razas Indicus para obtener mejores resultados en cuanto a la adaptabilidad al medio, PLL y PD.

Por otro lado, si se busca producción de carne, las tipologías con encaste Cebú o F1 muestran mejores resultados en cuanto al peso de las crías al momento del destete. Para la venta de crías al destete (machos-hembras), los PD son muy similares de acuerdo con la tipología. Reconocer el medio ambiente y las tipologías raciales del Piedemonte Araucano es necesario para implementar los diferentes manejos con el sistema productivo bovino de doble propósito. Asimismo, es importante realizar más estudios científicos de investigación pecuaria en el departamento de Arauca,

en especial sobre la producción bovina del Piedemonte Araucano, ya que hay poca incursión en relación con la ganadería del oriente colombiano.

CONCLUSIONES

La suplementación alimenticia en el ganado doble propósito busca mantener el rendimiento de las vacas en producción, aunque a su vez esta suplementación se convierte en un gasto inviable en la región, ya que los costos de estos insumos en el piedemonte Araucano son superiores al aumento en la producción del animal suplementado.

En el Piedemonte Araucano, se puede afirmar que un efecto demostrativo en el aumento del PD y la PLL obedece a que los productores prefieren extender este tiempo al destete con la finalidad de obtener ingresos continuos.

El PD no tiene relación con el número de partos de la vaca; al contrario, se

destaca que las vacas de tercer a quinto parto presentan una mayor producción de litros de leche, más esto no influye en la ganancia de peso de la cría, sin importar la tipología racial.

El tipo de ordeño no afecta la PLL ni el PD, si bien el ganadero de la región está arraigado a la cultura y desconoce un mejor manejo, lo cual haría esta actividad más eficiente.

Cabe resaltar las correlaciones genéticas evaluadas para PD y PLL, las cuales tienen un valor relevante en el Piedemonte Araucano o trópico bajo, ya que cada ganadero implementa diferentes tipologías raciales, las cuales expresan h^2 en mayor o menor proporción (leche, carne) en relación con los diferentes manejos.

AGRADECIMIENTOS

Los escritores manifiestan sinceros agradecimientos a los criadores de ganado bovino doble propósito del Piedemonte Araucano por colaborar y permitir la toma de datos a sus animales para así llevar a cabo con éxito la presente investigación científica con la Universidad Nacional de Colombia.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores manifiestan no tener conflicto de intereses en relación con el manejo de este documento; asimismo, se autoriza a esta publicación de la Universidad Nacional de Colombia para realizar cualquier tipo de publicación científica del presente escrito.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

Para llevar a cabo este proyecto de investigación no se recibieron fondos de ninguna entidad.

REFERENCIAS

- Arango UJ, Gaviria J y Montoya SC. 2000. Heterosis para el peso y la ganancia de peso desde el nacimiento hasta los 18 meses en el cruce de bovinos Aberdeen Angus por cebú. *Rev. Fac. Nal. Medellín*. 53(1): 863-885. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24065/24701>
- Arauca-PBA, PB (2015). Desarrollo de un programa de gestión tecnológica para la innovación social y productiva de la carne y la leche en sistemas de producción bovina de la región de los llanos en Colombia. Departamento de Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá.
- Árias RA, Mader TL, Escobar PC. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos de medicina veterinaria*. 40(1): 7-22. <https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2008000100002>
- Ávila TS, Gutiérrez CJ, Sánchez GI, Canizal JE. 2002. Comparación del estado de salud de la ubre y la calidad sanitaria de la leche de vacas ordeñadas manual o mecánicamente. *Vet. Méx*. 33(4): 387-394. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/423/42333404.pdf>
- Carvajal y Hernández M, Valencia-Heredia E, Segura-Correa J. 2002. Duración de la lactancia y producción de leche de vacas Holstein en el Estado de Yucatán, México. *Rev. Biomed*. 13(1): 25-31. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revbio/bio-2002/bio021d.pdf>
- Comité Internacional para el Control del Rendimiento Animal (ICAR). 2017. Disponible en: https://www.icar.org/Documents/technical_series/ICAR-Technical-Series-no-15-Santiago-de-Chile/ICAR-Funciones-actividades-y-servicios.pdf
- Corporación Colombia Internacional (CCI), y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (MADR). Caracterización de la producción de leche en Colombia. Primera edición. Bogotá: CCI-MADR. 2010. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000090&pid=S0120-0690201200020000800008&lng=en
- Cuevas RV, Baca MJ, Cervantes EF, Espinosa GJ, Aguilar AJ, Loaiza MA. 2013. Factores que

- determinan el uso de innovaciones tecnológicas en la ganadería de doble propósito en Sinaloa, México. *Rev Méx Cienc Pec.* 13(1): 31-46. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2656/265625754005.pdf>
- Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegán). 2006. Plan estratégico de la ganadería Colombiana. 2019. pp. 28-163.
- Galeano, AP, Manrique, C. (2010). Estimación de parámetros genéticos para características productivas y reproductivas en los sistemas doble propósito del trópico bajo colombiano. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 57(II): 119-131. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/remezv/article/view/17342/18179>
- Gobernación de Arauca. 2012. Exposición de motivos del proyecto de ordenanza 001E de 2012 "Por el cual se adopta el plan de desarrollo para el departamento de Arauca 2012-2015. Es hora de resultados. pp. 14-17. Disponible en: <https://repositorioicodim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/448/22987-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, D. 2001. Utilización de información molecular en programas de mejora genética. *Revista Frisona Española.* 125: 12-19.
- Hernández, RE, Segura VM, Segura JC, Osorio MM. 2000. Intervalo entre partos, duración de la lactancia y producción de leche en un hato de doble propósito en Yucatán, México. *Agrociencia.* 34(6): 12-34. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/302/30234604.pdf>
- Ideam. 2020. Boletín de temperatura promedio anual de Colombia, Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/96341417/Boletín+Agroclimático+61+Enero+2020/2250553d-3b95-4c8a-a4fb-5c68ee9048af?version=1.0>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (MADR), Corporación Colombia Internacional (CCI). 2009. Oferta Agropecuaria: Encuesta Nacional Agropecuaria. Bogotá.
- Montes VD, Vergara GO, Prieto ME. 2008. Determinación de un índice de selección para el peso al nacer y al destete en ganado bovino de la raza brahmán. *Rev. M. V. Z. Córdoba.* 13(2): 1365-1368. <https://revistamvz.unicordoba.edu.co/article/view/396/464>
- Ortega Torres, J, Ariza Botero, MF. 2012. El mecanismo de muerte celular programada y su importancia en el proceso de maduración de la carne bovina. *Revista de Medicina Veterinaria*, 23: 83-96. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-93542012000100009&lng=en&tng=es
- Ossa SG. 2003. Mejoramiento genético aplicado a los sistemas de producción de carne. Bogotá: Produmedios. p. 148.
- Owens FN., Gill DR., Secrist DS, Coleman S.W. 1995. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. *J Anim Sci.* 73: 3152-3172. Disponible en: <https://sci-hub.hkvisa.net/https://academic.oup.com/jas/article-abstract/73/10/3152/4632634?redirectedFrom=fulltext>
- Prieto ME, Montes M D, Lara L, Ríos RH. 2010. Suplementación con balanceado comercial en crías vacunas lactantes bajo sistema doble propósito. *Rev.MVZ Córdoba.* 15(3): 2194-2203. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v15n3/v15n3a07.pdf>
- Rearte, D. 1992. Alimentación y composición de la leche en los sistemas pastoriles. EEA. CERBAS. INTA. Argentina: Centro Regional Buenos Aires Sur. 94 p.
- Rodríguez I. 2011. Estrategias de alimentación para bovinos en el trópico. *Mundo pecuario.* 7(3):156-167.
- Rojas, MA, Torres A, Gómez MG, Lucena CE, Martínez GE, Pérez GA. 2019. La producción de leche de un rebaño doble propósito. *Gaceta De Ciencias Veterinarias.* 24(2): 2-9. Disponible en: <https://revistas.uclv.org/index.php/gcv/article/view/3288>
- Román PS, Ruiz L, Montaldo HH, Rizzi R, Román PH. 2013. Efectos de cruzamiento para producción de leche y características de crecimiento en bovinos de doble propósito en el trópico húmedo. *Rev Mex Cienc Pec.* 4(4): 405-416. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242013000400001
- Salamanca AC, Quintero RB, Bentez MJ. 2011. Características de crecimiento predestete en becerros del Sistema Doble Propósito en el municipio

- de Arauca. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Cooperativa de Colombia. 29(4): 455-465. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-72692011000400007&script=sci_abstract
- Salamanca C, Bentez, M. (2012) Producción de leche de vacas mestizas del Sistema Doble Propósito en el municipio de Arauca. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Cooperativa de Colombia. 13(7): 8-11 Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070712/071216.pdf>
- Saxton A. 2004. Genetic Analysis of complex trait using SAS. Cary, NC: SAS Institue Inc. 292 p.
- Sheen, R y Riesco, D. 2002. Factores que afectan la producción de leche en vacas de doble propósito en trópico húmedo (Pucallpa). Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 13(1): 25-31. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172002000100004&script=sci_abstract
- Tatis RE. 2006. El sistema vacuno en doble propósito. Agricultura de las Américas. 357: 2-4.
- Tatis RE, Botero LM. 2005. Génesis y consolidación del sistema vacuno en doble propósito. Bogotá: Ed. Produmedios.
- Vaccaro LR, Vaccaro O, Verde R, Álvarez H, Mejías L, Romero E. 1995. Genetic improvement of dual purpose herds: Some results from Venezuela. En: Dual Purpose Cattle Research. Anderson S and J Wadsworth (eds.). Proc. Int. Workshop. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán/ International Foundation for Science. Mérida, México. pp. 133-149.
- Vélez, M. 1997. Producción de ganado lechero en el trópico. Zaruaras. Honduras: Ed. Línea Gráfica. Escuela Agrícola Panamericana, p. 183.
- Vilaboa Arroniz J, Díaz Rivera P. (2009). Caracterización socioeconómica y tecnológica de los sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, México. *Zootecnia Tropical*, 27(4): 427-436. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692009000400008&lng=es&tlng=es.

Forma de citación del artículo:

O. A. Daza, C. Manrique. 2022. Factores que influyen en el desempeño del sistema doble propósito bovino en el Piedemonte Araucano (Colombia). Rev Med Vet Zoot. 69(2): 166-181. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v69n2.103268>