

# Estimación del consumo de forraje para dos biotipos bovinos lecheros en el trópico altoandino de Nariño, Colombia

## Estimation of forage consumption for two dairy cattle biotypes in the high Andean tropics of Nariño, Colombia

Juan Leonardo Cardona Iglesias<sup>1\*</sup>, Yesid Avellaneda Avellaneda<sup>2</sup>, y Edwin Castro Rincón<sup>3</sup>.

### Abstract

The implementation of efficient grazing technologies in high mountain cattle ranches in the department of Nariño (Colombia) increases the sustainability of these production systems and promotes the conservation of the landscape design. With the objective of evaluating the dry matter intake of F1 (Kiwi-cross x Holstein) and Holstein cattle biotypes, present in hillside areas of the Nariño mountain, a preliminary trial of individual consumption of ryegrass (*Lolium perenne*) was carried out in Pasto (Nariño-Colombia) with the gauging technique, and the results were compared with models reported in the literature. The data were analyzed as a completely randomized design, with repeated measures over time. Intake per gauging was higher ( $p < 0.05$ ) in Holstein cows, with respect to F1 cows (12.74 vs. 9.69 kg/dry-matter/day), but per unit live weight was similar ( $p > 0.05$ ). On the other hand, the milk composition of F1 cows was superior ( $p < 0.05$ ) for fat, protein, and total solids (%). In conclusion, the two breeds evaluated recorded the same forage intake capacity as a function of live weight, but, due to the larger size of the Holstein cows the absolute intake was higher, indicating that an adjustment in forage supply should be made according to the size of the animals. This work contributes to improve grazing techniques, making the use of pastures and their environment more sustainable, which favors productive efficiency and improves the quality of life for the producer families in the area.

**Keywords:** Altiplano, climate change, rural community, cattle, animal nutrition.

### Resumen

La implementación de tecnologías eficientes de pastoreo en las ganaderías de alta montaña del departamento de Nariño (Colombia), permite incrementar la sostenibilidad de estos sistemas productivos y propende por la conservación del diseño paisajístico. Con el objetivo de evaluar el consumo de materia seca de los biotipos bovinos F1 (Kiwi-cross x Holstein) y Holstein, presentes en zonas de ladera de la montaña nariñense, se realizó en Pasto (Nariño-Colombia) un ensayo preliminar de consumo individual de pasto ryegrass (*Lolium perenne*) con la técnica de aforos, y se compararon los resultados con modelos reportados por la literatura. La información se analizó como un diseño completamente al azar, con medidas repetidas en el tiempo. El consumo por aforo fue mayor ( $p < 0,05$ ) en vacas Holstein, respecto a las F1 (12,74 vs 9,69 kg/materia-seca/día), pero por unidad de peso vivo fue similar ( $p > 0,05$ ). Por otro lado, la composición láctea de las vacas F1 fue superior ( $p < 0,05$ ) para grasa, proteína y sólidos totales (%). En conclusión, las dos razas evaluadas registraron la misma capacidad de ingestión de forraje en función de su peso vivo, pero, debido al mayor tamaño de las vacas Holstein el consumo absoluto fue mayor, lo que indica que se debe realizar un ajuste en la oferta de forraje según el tamaño de los animales. El presente trabajo contribuye a mejorar las técnicas de pastoreo, haciendo más sostenible el uso de praderas y su entorno, lo que favorece la eficiencia productiva y mejoramiento de la calidad de vida para las familias productoras de la zona.

**Palabras clave:** Altiplano, cambio climático, comunidad rural, ganado vacuno, nutrición animal.

**Recibido:** 21/05/2021

**Aceptado:** 20/09/2021

**Publicado:** 31/10/2021

**Sección:** Artículo Original

\* **Autor correspondiente:** [jcardona@agrosavia.co](mailto:jcardona@agrosavia.co)

### Introducción

Los sistemas bovinos de lechería especializada en Colombia se desarrollan por encima de los 2000 m.s.n.m, siendo esta una importante actividad desde el punto de vista, social y económico para las regiones (Carulla y Ortega, 2016). Los productores ganaderos de alta montaña del departamento de Nariño se tipifican según lo expresado por Haller y Branca (2020) como minifundistas (el 60% de los predios tienen menos de ocho vacas) y de subsistencia. En el 80% de estos predios la alimentación del ganado está basada en el consumo

de pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus* (Hochst. Ex Chiov.) Morrone), el cual no alcanza a llenar los

<sup>1</sup>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Centro de Investigación La Suiza, Santander, Colombia., ORCID: [0000-0001-5225-8108](https://orcid.org/0000-0001-5225-8108)

<sup>2</sup>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Centro de Investigación Tibaitatá - Mosquera, Colombia ORCID: [0000-0003-2471-5863](https://orcid.org/0000-0003-2471-5863)

<sup>3</sup>Centro de Investigación Obonuco - Colombia ORCID: [0000-0001-9841-8242](https://orcid.org/0000-0001-9841-8242)

**Como citar:** Cardona Iglesias, J. L., Avellaneda Avellaneda, Y., & Castro Rincón, E. (2021). Estimación del consumo de forraje para dos biotipos bovinos lecheros en el trópico altoandino de Nariño, Colombia: Consumo materia seca bovinos lecheros en el trópico altoandino de Nariño, Colombia: Consumo materia seca bovinos lecheros. Revista De Investigaciones Altoandinas, 23(4), 220-228. DOI: [10.18271/ria.2021.301](https://doi.org/10.18271/ria.2021.301)



Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) Share - Adapt

requerimientos nutricionales de los bovinos, generando baja productividad e ineficiencia económica (Castillo *et al.*, 2019; Portillo-López *et al.*, 2019).

La baja calidad del pasto kikuyo se debe a sus bajos contenidos de ENL (Energía Neta de Lactancia), con promedios de 1,15 Mcal (megacalorías)/kgMS y de carbohidratos solubles (10,5% promedio), lo que hace que haya una relación inadecuada entre el nitrógeno y la energía ruminal. Así mismo, el alto contenido de Fibra Detergente Neutra (FDN) (56,2% promedio) hace que la digestibilidad de esta gramínea sea baja (Flórez-Gómez *et al.*, 2017; Vargas *et al.*, 2018; Quiñones *et al.*, 2020). Además, los productores ganaderos de la zona altoandina deben enfrentarse a efectos de la variabilidad climática, lo que ocasiona una estacionalidad en la producción de leche, debido a la reducción en la calidad nutricional de los forrajes que ofrecen a sus animales (Cardona-Iglesias *et al.*, 2019b; Castillo *et al.*, 2019; Castro *et al.*, 2020).

Por otra parte, la eficiencia productiva en bovinos está relacionada con el consumo de materia seca (CMS), no obstante, en condiciones de campo, los productores tienen limitantes para la medición de esta variable, aun cuando existen metodologías de bajo costo como el método agronómico. El uso de este no es generalizado, debido a limitaciones metodológicas que conllevan a la no obtención de datos confiables (Navia *et al.*, 2015; Mejía *et al.*, 2017). Debido a los múltiples mecanismos que regulan el CMS en pastoreo y a las limitantes en su estimación, este parámetro se considera de gran interés en investigación para ganadería bovina (Mejía *et al.*, 2017; Cardona *et al.*, 2019b).

En un 81% de las fincas de Nariño predomina la raza Holstein, por presentar un mayor volumen de leche (Navia *et al.*, 2015; Astaíza *et al.*, 2017). Sin embargo, debido a las condiciones topográficas de la zona, esta raza considerada pesada, tiene incidencia en la compactación y erosión de los suelos. Lo anterior, hace necesario promover el uso de un biotipo animal que sea más versátil a las condiciones topográficas, bajo un contexto de producción sostenible en las zonas de alta montaña (Mogollón *et al.*, 2020; Nieto-Sierra *et al.*, 2021). La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) ha buscado desde hace varios años un modelo de lechería para alta montaña en Nariño, con enfoque de sostenibilidad ambiental, social y económica para la región. Entre los componentes estudiados se encuentran la genética y la nutrición del ganado.

Con relación al componente genético, el proyecto evaluó un cruce absorbente entre las razas bovinas Holstein y Kiwicross (Mogollón *et al.*, 2020). En evaluaciones preliminares con los animales F1 resultantes de estos cruces, se ha evidenciado similar producción de

leche, comparados con bovinos de la raza Holstein y superioridad en calidad composicional de la misma (Cardona-Iglesias *et al.*, 2019a; Castro *et al.*, 2020). En el componente nutricional, se han incorporado prácticas de alimentación donde se ha promovido el establecimiento de variedades mejoradas de gramíneas, como ryegrass validados para esta zona, y la estandarización de técnicas para medir y potencializar el CMS (Benavides-Cruz *et al.*, 2019; Castillo *et al.*, 2019). Tomando como partida el contexto anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el consumo de materia seca de los biotipos bovinos F1 (Kiwi-cross x Holstein) y Holstein, presentes en zonas de ladera de la montaña nariñense.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El estudio tuvo lugar en el centro de investigación (C.I) Obonuco, de AGROSAVIA, municipio de Pasto, Nariño (Colombia). El C.I está ubicado a una altura de 2865 m.s.n.m, con coordenadas: 01°11'28,3' N y 77°19'08,8''O y se caracteriza por registrar una temperatura promedio anual de 12 °C y una precipitación promedio anual de 841 mm, que corresponde a la zona de vida bosque seco montano bajo. El trabajo fue realizado en el mes de febrero de 2020, con precipitaciones promedio de 70 mm, atribuible en la zona como periodo de bajas precipitaciones.

### Animales experimentales

Se seleccionaron 10 vacas lactantes, 5 F1 (kiwi cross x Holstein) y 5 Holstein. Las vacas F1 pesaban en promedio 410 kg de peso vivo ( $\pm 15$  DS), 2 partos ( $\pm 0,0$  D.E), 13,2 litros/vaca/día ( $\pm 3,6$  DS) y 102 días en leche (DEL) ( $\pm 9$  DS). Por su parte, las vacas Holstein registraban un peso vivo promedio de 513 kg ( $\pm 47$  DS), 4,4 partos ( $\pm 1$  DS), una producción de 15 litros/vaca/día ( $\pm 6$  DS) y 99 DEL ( $\pm 13$  DS).

### Manejo experimental

Se consideró un periodo de acostumbramiento de cinco días y, posteriormente, un periodo de evaluación de cinco días. Las vacas seleccionadas se mantuvieron en un mismo potrero de pasto ryegrass (*Lolium perenne*) de 35 días de rebrote. Los animales pastorearon en franjas individuales con uso de cuerda eléctrica adelante y atrás. La franja diaria de pastoreo se asignó en tres momentos: después del ordeño de la mañana (6:00), luego del ordeño de la tarde (16:00) y en un horario intermedio (12:00). Los animales tuvieron agua a voluntad en bebederos individuales. Los animales se sometieron al mismo manejo del hato en términos de rutina de ordeño y no recibieron ningún tipo de suplementación, de

acuerdo con las características del modelo en validación. La medición diaria del consumo de pasto ryegrass se realizó por el método de aforo de entrada y salida según la metodología adaptada de Angulo *et al.* (2022). A las vacas se le ofreció forraje a una tasa de 4 kg MS (materia seca) /100 kg de peso vivo. El porcentaje de pérdidas de forraje durante el pastoreo se calculó como la diferencia entre el forraje no consumido y el aforo inicial. Además, se calculó la diferencia del consumo de forraje calculado por aforo y el estimado con las ecuaciones que se presentan a continuación, expresado como un porcentaje del primer valor:

$$\text{CMS} = (\text{Producción de leche corregida} \times 0,372 + 0,0968 \times \text{Peso vivo}^{0,75}) \times (1 - e^{-0,192 \times (\text{Días en leche} + 3,67)}),$$

descrita por el Concejo Nacional de Investigación, por sus siglas en inglés NRC, (NRC, 2001).

$$\text{CMS} = 0,076 + 0,404 \times \text{Consumo de concentrado} + 0,013 \times \text{Peso vivo} + 4,12 \times \log_{10}(\text{Semana de lactancia}) - 0,129 \times (\text{Semana de lactancia})^n + 0,14 \times \text{Producción de}$$

leche descrita por el Consejo de Investigación Agrícola y Alimentaria, por sus siglas en inglés AFRC, (AFRC, 1993).

### Caracterización del pasto ryegrass

Se tomaron muestras de forraje según la metodología descrita por Ariza *et al.* (2020), las cuales se enviaron al laboratorio de química analítica del C.I Tibaitatá de AGROSAVIA (Mosquera-Cundinamarca, Colombia), donde se realizaron los análisis para determinar: materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra en detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido (FDA), carbohidratos no estructurales (CNE), calcio (Ca) y fósforo (P) a través de la metodología NIRS (Ariza *et al.*, 2017). Además, se utilizó el valor de EN<sub>L</sub> (Energía Neta de Lactancia Mcal/kg MS) estimado según la plataforma AlimenTro de AGROSAVIA (Ariza *et al.*, 2020). El resultado de composición química del pasto ryegrass durante los días de medición se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1.** Composición química y nutricional del del pasto ryegrass con 35 días de rebrote, durante los cinco días de evaluación en Nariño-Colombia.

Día de muestreo	%MS	%PC	%FDN	%FDA	%CNE	%Ca	%P	EN <sub>L</sub> Mcal/kg
1	13,9	27,6	37,5	21,9	11,0	0,80	0,28	1,56
2	16,7	24,7	40,0	22,0	13,5	0,89	0,27	1,50
3	13,4	26,3	43,4	24,0	11,4	0,51	0,34	1,52
4	14,0	24,1	46,8	26,3	11,6	0,46	0,34	1,46
5	13,4	25,0	42,4	25,3	12,2	0,64	0,36	1,48

MS: Materia seca; PC: Proteína cruda; FDN: Fibra en detergente neutra; FDA: Fibra en detergente ácido; CNE: Carbohidratos No Estructurales; Ca: Calcio; P: Fósforo; EN<sub>L</sub>: Energía Neta de Lactancia Mcal/kg MS.

### Volumen y calidad composicional de la leche

La producción de leche se registró para cada animal durante los períodos de medición en un medidor de leche (ordeño mecánico tipo espina de pescado (Read MILKING SYSTEMS -18 BAIL HERRINGBONE-Read Industrial LTDA- Nueva Zelanda) a las 5:00 y a las 15:00 h en la sala de ordeño. Durante los cinco días de medición se recolectaron muestras individuales de leche en un medidor (Tru-Test Milk Meters, Nueva Zelanda). A las muestras obtenidas se les analizó % grasa, % proteína, y % sólidos totales, a través del método de espectroscopia infrarroja (AOAC, 2015), el nitrógeno ureico en leche (NUL), se determinó por el método infrarrojo (espectrofotetría IR). Las muestras se analizaron en el Centro de Investigación Obonuco-

AGROSAVIA. Según el National Research Council (NRC, 2001) se realizó la corrección de la leche al 4 % de grasa (LCG), así: LCG = 0,4 x kg leche + 15 x kg grasa. La conversión de alimento se calculó como la razón entre el consumo de materia seca y el volumen de leche corregida por grasa (CMS/producción de leche).

### Análisis de la información:

La información de producción y calidad composicional de leche, el CMS y la conversión alimenticia, se analizó como un diseño completamente al azar con medidas repetidas de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \lambda_k + \delta_{ij} + \tau_l + (\tau^* \tau)_{il} + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = observación  $ijk$

$\mu$  = media general

$\tau_i$  = Efecto de la raza  $i$ -ésima

$\tau_k$  = Efecto del día  $k$ -ésimo

$(\tau^*t)_{ik}$  = efecto de la interacción entre la raza  $i$  y el día  $k$ .

$\delta_{ij}$  = error aleatorio con media 0 y varianza  $\sigma^2$ . La variación entre animales (vacas) dentro de la raza y que es igual a la covarianza entre medidas repetidas dentro de animales.

$\epsilon_{ijk}$  = error aleatorio con media 0 y varianza  $\sigma^2$ , la varianza entre mediciones dentro de animales.

Los datos de medición de producción y composición de la leche durante tres días previos al ensayo se utilizaron

como covariable, que fue mantenida en el modelo si resultaba significativa o retirada del mismo en caso contrario. Para el análisis de la información se usó el procedimiento MIXED de SAS (versión 9.1), utilizando la opción REPEATED, para considerar el efecto de los días de muestreo.

## Resultados

El biotipo animal no afectó el volumen de leche producida ( $p > 0,05$ ) (tabla 2), pero se evidenció efecto significativo de la covariable producción inicial. La composición láctea, en términos porcentuales, fue superior ( $p < 0,05$ ) en la leche de las vacas del biotipo F1 (Kiwi cross x Holstein) respecto las Holstein. En ese sentido, la leche de las F1 registró 0,78%, 0,58% y 1,28% más ( $p < 0,05$ ) de grasa, proteína y sólidos totales, respectivamente. Sin embargo, cuando se contabilizó la producción diaria de grasa, proteína y sólidos totales no se encontraron diferencias ( $p > 0,05$ ), dada la relación con valores iniciales de covariable (tabla 2).

**Tabla 2.** Medias ajustadas de desempeño productivo de dos biotipos bovinos lecheros, F1 (Kiwi cross x Holstein) y Holstein pastoreando ryegrass en Nariño-Colombia.

Ítem	F1	Holstein	EEM	Efecto			
				R <sup>1</sup>	M <sup>2</sup>	RxM	Cov
Volumen de leche (l/v/d)	14,41	14,64	1,06	ns	ns	ns	**
Leche corregida (l/v/d)	13,57	13,97	0,97	ns	ns	ns	*
Grasa láctea (%)	4,12 <sup>a</sup>	3,34 <sup>b</sup>	0,12	**	ns	ns	-
Grasa láctea (kg/d)	0,53	0,53	0,038	ns	ns	ns	**
Proteína láctea (%)	3,46 <sup>a</sup>	2,88 <sup>b</sup>	0,12	**	***	ns	-
Proteína láctea (kg/d)	0,47	0,42	0,043	ns	ns	ns	***
Sólidos totales (%)	13,26 <sup>a</sup>	11,98 <sup>b</sup>	0,25	**	*	ns	**
Sólidos totales (kg/d)	1,94	1,66	0,139	ns	ns	ns	***
NUL (mg/dL)	17,87	18,49	0,36	ns	***	ns	-

<sup>1</sup> R: Efecto de la raza; <sup>2</sup> M Efecto del día de muestreo; RXM: Efecto de la interacción raza y día de muestreo. Ns: no significativo; +:  $p < 0,1$ ; \*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$ ; \*\*\*:  $p < 0,001$ ; <sup>1</sup>. NUL: nitrógeno ureico en leche, l/v/d: litros vaca día.

Los animales Holstein consumieron 3,05 kg más ( $p < 0,05$ ) de forraje que las vacas F1, sin embargo, cuando este se expresó en función del peso vivo las diferencias desaparecieron (tabla 3). Al analizar las diferencias para el CMS, calculados al comparar los datos de consumo por aforo con el consumo estimado por las ecuaciones seleccionadas, indica que no hubo diferencias durante la evaluación, entre las razas (tabla 3). En tres de los cuatro resultados promedio, los valores observados de CMS fueron inferiores para la estimación con los modelos NRC o AFRC (tabla 3). Además, el promedio

de las diferencias de consumo con el modelo AFRC fueron menores, comparados con las diferencias del modelo NRC. En la figura 1 se muestra la tendencia de la diferencia con el modelo AFRC durante la medición y se observa una significancia ( $p < 0,05$ ) para el día 2 y 3 entre los animales F1 y Holstein. Las pérdidas de forraje por pastoreo fueron de 37,5%, sin diferencias absolutas en la media del período experimental entre las dos razas (tabla 3). La conversión alimenticia fue similar ( $p > 0,05$ ), de 0,79 para F1 y 0,91 para Holstein.

**Tabla 3.** Medias ajustadas de consumo de materia seca de dos biotipos bovinos lecheros, F1 (Kiwi cross x Holstein) y Holstein pastoreando ryegrass en Nariño-Colombia.

Ítem	F1	Holstein	EEM	Efecto		
				R	M	RxM
Consumo de MS (kg/v/d)						
Kg/vaca/d Aforo	9,69 <sup>b</sup>	12,74 <sup>a</sup>	0,78	*	***	**
Kg/vaca/d NRC	13,08	15,77				
Kg/vaca/d AFRC	9,98	11,81				
% del PV Aforo	2,41	2,48	0,15	ns	***	ns
Kg/Biomasa/MS pre-past/fran	16,4	20,5	0,5	*	ns	ns
Kg/Biomasa/MS post-past/fran	6,6	7,7	0,3	ns	ns	ns
Diferencia en consumo de MS						
% del CMS NRC	-41,2	-25,9	8,16	ns	**	*
% del CMS AFRC	-7,84	5,43	6,28	ns	***	**
Pérdidas de forraje (%)	35,7	39,7	4,8	ns	**	**
Conversión alimenticia (kg/l)	0,79	0,91	0,07	ns	**	+

<sup>1</sup> R: Efecto de la raza; <sup>2</sup> M Efecto del día de muestreo; RxM: Efecto de la interacción raza y día de muestreo. Ns: no significativo; +: p<0,1; \*: p<0,05; \*\*: p<0,01; \*\*\*: p<0,001; <sup>1</sup>, Pre-past: pre-pastoreo; Pos-past: post-pastoreo; Fran: franja.



**Figura 1.** Diferencia entre el consumo observado por aforo y el predicho con el modelo AFRC de dos biotipos bovinos lecheros, F1 (Kiwi cross x Holstein) y Holstein, durante un ensayo de pastoreo individual con ryegrass, en Nariño-Colombia

## Discusión

Obtener una leche de óptima calidad composicional, es indispensable, debido a que este alimento hace parte de la soberanía alimentaria de las familias rurales. En Nariño, muchos de los productores ganaderos de alta montaña pertenecen a la etnia indígena de los Pastos, para quienes la leche es un alimento fundamental (Piarpusan *et al.*, 2019). La variación en la composición láctea se puede atribuir a diferentes factores, entre los que se pueden citar nutrición y manejo del pastoreo, manejo animal, número de lactancias y genética (Bondan *et al.*, 2018). Respecto

a la genética y su relación con la composición de la leche, en países como Nueva Zelanda se han desarrollado estrategias de cruzamiento orientadas a generar animales de menor tamaño, y menor ingesta de forraje y una mayor cantidad de sólidos en leche (Mogollón *et al.*, 2020).

Para Colombia y buscando biotipos adaptados para alta montaña, donde se ubica gran parte de la cuenca lechera del país, se han trabajado cruces con Holstein, Blanco orejinegro y Jersey, entre otros, observando animales más rústicos y con altos sólidos en la leche, lo que mejora el pago por calidad composicional frente a animales



puros y de mayor tamaño (Nieto-Sierra *et al.*, 2021). Los resultados de los trabajos realizados por Echeverri *et al.* (2011), y Cardona-Cifuentes *et al.* (2017) en cuanto al % de sólidos en leche, coinciden con lo observado en este estudio, donde se vio un efecto del biotipo animal asociado a la calidad de la leche, con énfasis en grasa y sólidos totales, resaltando aumentos entre 15-20% para estos parámetros sobre animales Holstein. La anterior respuesta podría estar relacionada a una mayor eficiencia de uso del forraje de alta calidad en biotipos bovinos lecheros pequeños, tal como lo reporta Lopez *et al.* (2018), presentando estudios en Nueva Zelanda con reportes de sólidos totales superiores al 13% y CMS de 13,5kg/día.

Según Arcos *et al.* (2019), para optimizar el uso del pastoreo se debe tener en cuenta el biotipo animal. Se ha identificado que los animales tipo Holstein responden mejor en productividad a dietas con altos niveles de nutrientes, mientras que en dietas con restricciones responden mejor los animales de biotipo pequeño, tipo Jersey o sus cruces, esto señala la necesidad de usar líneas genéticas de menor tamaño que hagan un mejor uso de las pasturas en estos sistemas de producción. Lo anterior, según los autores, debido a un factor asociado a un uso más eficiente de nutrientes, donde el biotipo pequeño es menos susceptible a las pérdidas de peso, es por eso que, no sacrifica ni consumo, ni producción en pro del peso vivo.

En general los ganaderos de alta montaña en Nariño prefieren biotipos bovinos grandes como la Holstein por su alto volumen de leche, este trabajo puede orientar hacia un mejor manejo del pastoreo de esta raza, procurando minimizar impactos ambientales sobre la pradera, debido a sobre pastoreos o cargas animales inadecuadas. Sin embargo, también se presenta la oportunidad de que aquellos productores que prefieran hacer ajustes en sus ganaderías consideren la posibilidad de tener biotipos bovinos de menor tamaño, más adaptados a la oferta nutricional y ambiental de alta montaña (Pipino *et al.*, 2019; Mogollón *et al.*, 2020).

Del correcto manejo de las praderas depende en gran medida la eficiencia económica de las fincas lecheras con modelos pastoriles. Lo anterior evita el cambio de vocación, la migración de las comunidades rurales a la ciudad, la pérdida de áreas de crecimiento forestal y la pérdida de biodiversidad (Cocca *et al.*, 2012). Con la información extraída en esta investigación se pudo observar que, el CMS de pasto ryegrass probablemente no fue negativamente afectado por los componentes del forraje, ya que el consumo de FDN, con relación al peso vivo fue de 0,99% y 1,04%, para F1 y Holstein, respectivamente, valores inferiores a los reportados por Morales y Ortiz (2018) de 2,4% en vacas cruzadas en

el departamento del Valle del Cauca (Colombia). Sin embargo, en un reporte reciente, Gadeken y Casper (2017) reportan que las vacas que recibieron hasta un 80% de la materia seca como forraje, llegaron hasta un 0,85% de consumo del FDN, valor relacionado directamente con la ingestión de FDN indigerible, señalando la importancia de usar forrajes no lignificados para aumentar el volumen y composición de la leche en sistemas pastoriles de la región andina.

En un trabajo desarrollado por Nieman *et al.* (2015), se comparó el desempeño de dos genotipos de Holstein, uno de Estados Unidos (521 kg de peso vivo) y uno de Nueva Zelanda (376 kg de peso vivo), se tuvo una respuesta similar a la encontrada en el actual estudio, es decir un menor CMS por parte del genotipo de Nueva Zelanda, pero un consumo similar en función del peso corporal. Lo anterior denota que el peso es un factor importante para estimar el CMS en bovinos lecheros, pues se relaciona directamente con el tamaño del mordisco y capacidad ingestiva del biotipo animal (Boval y Sauvant, 2019). Además del peso corporal de los bovinos, otros factores como el tipo de forraje, el manejo del pastoreo, el nivel de suplementación, deben ser tenidos en cuenta en los sistemas de producción de leche de alta montaña, en donde por efectos de la variabilidad climática cada vez es más escasa la disponibilidad de forrajes, lo que obliga a maximizar su consumo (Cardona-Iglesias *et al.*, 2019a). Además, cuando se dispone de suficiente oferta de forraje el factor que más condiciona el CMS es el nivel de suplementación (no usado en este estudio) por un efecto de sustitución (Méndez *et al.* 2020).

Por otra parte, en un estudio desarrollado en Colombia se concluyó que la estimación del CMS por marcadores y la estimada con la ecuación del NRC son similares para bovinos en pastoreo (Correa-Cardona *et al.*, 2009). Sin embargo, en otros trabajos se ha observado que la predicción del consumo tiende a sobrestimarse con la ecuación del NRC, como lo reporta Jensen *et al.* (2015), quienes encontraron 6,8% más en el consumo de dietas totalmente mezcladas. Además, De Souza *et al.* (2019) reportan un sesgo medio de -1,7 y -0,8 kg MS, para vacas en lactancia temprana.

Finalmente, Hellwing *et al.* (2016), comentan que la correlación entre los diferentes métodos de estimación del CMS está por debajo de 0,5, mostrando que la técnica de medición del consumo es un punto crítico en los sistemas ganaderos bovinos. Según Escobar *et al.* (2020) y Haller y Branca (2020), las investigaciones científicas en zonas de alta montaña deben mejorar las interacciones humanas y su conexión con el medio ambiente circundante, vistos como un todo. Relacionado con lo anterior, los resultados de esta investigación están orientados a resolver problemáticas técnicas de

los productores en Nariño, sin dejar de lado los arraigos bioculturales de las comunidades.

## Conclusiones

Los animales F1, por ser más livianos, consumieron menos forraje, sin embargo, produjeron similar cantidad de leche con una alta concentración de sólidos, por lo que se asume una mayor eficiencia en la utilización de los nutrientes. Este beneficio productivo en la relación de entrada (forraje) y salida (leche) permitiría mejorar las condiciones productivas de las fincas ganaderas, hacer un mejor uso del suelo, mejorar las praderas y con ello el paisaje de la región de alta montaña. Además, brinda la posibilidad de lograr mejores condiciones de negociación por venta de leche y/o dar mayor valor agregado a los derivados lácteos, lo que puede promover productos de origen que ayuden a impulsar el desarrollo rural de la región.

Con la información obtenida en este trabajo se pretende ajustar las técnicas del manejo del pastoreo con el fin de hacer más eficiente y sostenible el uso de los suelos en fincas ganaderas de ecosistemas altoandinos en Nariño. La validación del modelo ganadero que viene desarrollando AGROSAVIA, incorpora investigación adaptativa, que tiene en cuenta el medioambiente de montaña y su interacción con la cosmovisión de los pueblos originarios de estas regiones, para lograr una mayor adopción de tecnologías sostenibles e integrales.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Convenio Especial de Cooperación de Ciencia Tecnología e Innovación No. 882-2015, entre el Departamento de Nariño y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA, financiado con recursos del Sistema General de Regalías SGR asignados al Departamento de Nariño y recursos propios de AGROSAVIA, así mismo a los profesionales: Lina Marcela Ríos, Tatiana Rodríguez y Martín Valenzuela, por su apoyo en el trabajo de campo.

## Referencias

Agricultural Food and Research Council. (1993). Energy and Protein Requirements of Ruminants. Advisory Manual, Agricultural and Food Research Council Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

Angulo, J., Nemocón, A., Posada, S. y Mahecha, L. (2022). Producción, calidad de leche y análisis económico de vacas Holstein suplementadas con ensilaje de botón de oro (*Tithonia diversifolia*)

o ensilaje de maíz. *Biotechnología En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial*, 1-13. <https://bit.ly/3DLvKkD>

- Arcos, C., Lascano, P., Guevara, R., Torres, C. y Guevara, G. (2019). Plano alimentario, días de lactancia y genotipos de vacas en pastoreo, como efectos en la producción de leche y cambios de peso vivo en sistemas lecheros del Trópico Alto en Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 2(3), 51-56. <https://bit.ly/2VYWGFM>
- AOAC, Official Method. (2015). 972.16 Fat, lactose, protein, and solids in milk. 20th. ed. Rockville, USA: AOAC International.
- Ariza, C., Mayorga, O., Mojica, B., Parra, D. y Afanador, G. (2017). Use of LOCAL algorithm with near infrared spectroscopy in forage resources for grazing systems in Colombia. *J. Near Infrared Spectrosc.* 26 (1), 44-52. DOI: [10.1177/0967033517746900](https://doi.org/10.1177/0967033517746900)
- Ariza, C., Mayorga, O., Gualdrón, L., Valencia, D., Mestra, L., Santana, M., Ortiz, R., Pérez, N., Camargo, D., Carvajal, C., Parra, D. y Sierra, A. (2020). Alimento: el valor nutricional de recursos forrajeros de Colombia. Sistema de información. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -AGROSAVIA*. DOI: [10.21930/agrosavia.brochure.7403824](https://doi.org/10.21930/agrosavia.brochure.7403824)
- Astaiza, J. M., Muñoz, M. R., Benavides, C. J., Vallejo, D. A. y Chaves, C. A. (2017). Caracterización técnica y productiva de los sistemas de producción lechera del valle de Sibundoy, Putumayo (Colombia). *Rev Med Vet. (34 Supl)*, 31-43. DOI: [10.19052/mv.4253](https://doi.org/10.19052/mv.4253)
- Benavides-Cruz, J., Avellaneda, Y., Buitrago, C., Castro, E., Castillo, J., Rendón, C., Romero, J., Torres D., Vargas, J., Zuñiga, A., Benavides, G., Carrillo, S., Diaz, J., Gómez, C., Hernández, D., Porras, A. y Vela, J. (2019). Guías de mejores prácticas en sistemas de producción de leche con base en pasturas para el trópico alto colombiano. Mosquera, Colombia: *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia)*. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/35641>
- Bondan, C., Folchini, J., Noro, M., Quadros, D., Machado, K. y Gonzales, F. (2018). Milk composition of Holstein cows: a retrospective study. *Ciência Rural*, 48(12), 1-8. [10.1590/0103-8478cr20180123](https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180123)
- Boval, M. y Sauvant, D. (2019). Ingestive behaviour of grazing ruminants: meta-analysis of the components of bite mass. *Animal Feed Science and Technology*, 251, 96-111. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.03.002>
- Cardona-Iglesias, J. L., Castro, E., Valenzuela, M., Hernández, F. y Avellaneda, Y. (2019a). Efecto del ensilaje de avena sobre la productividad de vacas lactantes en Nariño-Colombia /. *Revista Científica*

- FVC-LUZ, 29(3), 165-177. [www.saber.ula.ve/handle/123456789/46700](http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/46700)
- Cardona-Iglesias, J., Mahecha, L. y Angulo, J. (2019b). Methane estimation in cows grazing silvopastoral systems with *Tithonia diversifolia* and supplemented with polyunsaturated fats. *Revista Científica, FVC-LUZ*, 29(2), 107-118. <https://bit.ly/3ASPmkF>
- Cardona-Cifuentes, D., Londoño, M. y Echeverri, J. (2017). Evaluación comparativa de parámetros productivos en diferentes cruces de ganado Blanco-Orejinegro con Holstein. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu.* 18, 513-527. DOI: [10.21930/rcta.vol18\\_num3\\_art:741](https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num3_art:741)
- Carulla, J. E. y Ortega, E. (2016). Sistemas de producción lechera en Colombia: retos y oportunidades. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, Vol 24 (2), 83-87. <https://bit.ly/3yWUoMf>
- Castillo, J., Benavides, J., Vargas, J., Avellaneda, Y. y García, G. (2019). Investigación aplicada sobre sistemas de alimentación de ganado lechero en el trópico alto colombiano. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36 (2), 108-122. <https://bit.ly/3AKmlso>
- Castro, E., Cardona, J., Hernandez, F. y Valenzuela, M. (2020). Efecto del ensilaje de Avena sativa L. en la productividad de vacas lactantes en pastoreo. *Pastos y Forrajes, Matanzas*, v. 43 (2), 150-158. [http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v43n2/en\\_2078-8452-pyf-43-02-150.pdf](http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v43n2/en_2078-8452-pyf-43-02-150.pdf)
- Cocca, G., Sturaro, E., Gallo, L. y Ramanzin, M. (2012). Is the abandonment of traditional livestock farming systems the main driver of mountain landscape change in Alpine areas? *Land Use Policy*. 29, 878-886. DOI: [10.1016/j.landusepol.2012.01.005](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.01.005)
- Correa-Cardona, H. J., Pabón, M. L. y Carulla, J. E. (2009). Estimación del consumo de materia seca en vacas Holstein bajo pastoreo en el trópico alto de Antioquia. *Livestock Research for Rural Development*, Volume 21 (4), 1-20. <https://bit.ly/3iQnXta>
- De Souza, R. A., Tempelman, R.J., Allen M. S. y VandeHaar, M. J. (2019). Updating predictions of dry matter intake of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102 (9), 7948–7960. DOI: [10.3168/jds.2018-16176](https://doi.org/10.3168/jds.2018-16176)
- Echeverri, J., Salazar, V. y Parra, J. (2011). Análisis comparativo de los grupos genéticos Holstein, Jersey y algunos de sus cruces en un hato lechero del Norte de Antioquia en Colombia. *Zootec. Trop.* 29 (1), 49-59. <https://bit.ly/3n4ArAc>
- Escobar-Mamani, F., Branca, D., y Haller, A. (2020). Investigación de montaña sobre y para la región andina. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(4), 311–312. DOI: [10.18271/ria.2020.191](https://doi.org/10.18271/ria.2020.191)
- Flórez-Gómez, L. y Correa, H. (2017). Efecto del tercio de lactancia y la época del año sobre el consumo de materia seca en vacas Holstein pastoreando kikuyo. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 12(3), 181-194. <https://bit.ly/3k1VbVP>
- Gadeken, D. L. y Casper, D. (2017). Evaluation of a high forage total mixed ration on the lactational performance of late lactation dairy cows. *Translational Animal Science*, 1 (1), 108-115. DOI: [10.2527/tas2016.0011](https://doi.org/10.2527/tas2016.0011)
- Haller, A. y Branca, D. (2020). Montología: una perspectiva de montaña hacia la investigación transdisciplinaria y el desarrollo sustentable. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(4), 313-322. DOI: [10.18271/ria.2020.193](https://doi.org/10.18271/ria.2020.193)
- Hellwing, A., Weisbjerg, R., Brask, M., Alstrup, L., Johansen, M., Hymøller, L. y Lund, P. (2016). Prediction of the CH<sub>4</sub> conversion factor (Y<sub>m</sub>) for dairy cows on the basis of national farm data. *Animal Production Science*, 56(3), 535-540. DOI: [10.1071/AN15520](https://doi.org/10.1071/AN15520)
- Jensen, L. M., Nielsen, N. I., Nadeau E., Markussen, B. y Nørgaard, P. (2015). Evaluation of five models predicting feed intake by dairy cows fed total mixed rations. *Livestock Science*, 176, 91-103. DOI: [10.1016/j.livsci.2015.03.026](https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.03.026)
- Lopez, N., Correa, M., Burke, J., Sneddon, N., Schutz, M., Donaghy, D. y Kemp, P. (2018). Genetic parameters for milk urea concentration and milk traits in New Zealand grazing dairy cattle. *New Zealand Journal of Animal Science and Production*, 78, 56-61. <https://bit.ly/3magXts>
- Mejía, E., Mahecha, L. y Angulo, J. (2017). Consumo de materia seca en un sistema silvopastoril de *Tithonia diversifolia* en trópico alto. *Agronomía Mesoamericana*, vol. 28 (2), 389-403. DOI: [10.15517/ma.v28i2.23561](https://doi.org/10.15517/ma.v28i2.23561)
- Méndez, M. N., Chilbroste, P. y Aguerre, M. (2020). Pasture dry matter intake per cow in intensive dairy production systems: effects of grazing and feeding management. *Animal*. 14(4), 846-853. DOI: [10.1017/S1751731119002349](https://doi.org/10.1017/S1751731119002349)
- Mogollón, H., Nieto, D. y Castro, E. (2020). Productive performance of Holstein and the crossbreeding Kiwi Cross x Holstein cattle. *Agronomía Mesoamericana*, 31(2), 329-339. DOI: [10.15517/am.v31i2.38541](https://doi.org/10.15517/am.v31i2.38541)
- Morales, F. y Ortiz, S. (2018). Productividad y eficiencia de ganaderías lecheras especializadas en el Valle del Cauca (Colombia). *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 65 (3), 252-268. DOI: [10.15446/rfmvz.v65n3.76463](https://doi.org/10.15446/rfmvz.v65n3.76463)
- National Research Council. (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Edn., National Academies Press, Washington, DC., USA., ISBN: 0309069971, 381.
- Navia, J., Muñoz, D. y Solarte, J. (2015). Caracterización biofísica y socioeconómica de fincas ganaderas



- de leche en el municipio de Guachucal, Nariño. *Temas agrarios*, 20(1), 113-229. DOI: [10.21897/rta.v20i1.753](https://doi.org/10.21897/rta.v20i1.753)
- Nieman, C., Steensma, K. M., Rowntree, J. E., Beede, D. K. y Utsumi, S. A. (2015). Differential response to stocking rates and feeding by two genotypes of Holstein-Friesian cows in a pasture-based automatic milking system. *Animal*, 9(12), 2039-2049. DOI: [10.1017/S1751731115001901](https://doi.org/10.1017/S1751731115001901)
- Nieto-Sierra, D., Timarán, E., Montes, J., Castro, E. y Mogollón, H. (2021). Crecimiento de terneras F1 y F2 Kiwi Cross x Holstein. *Agronomía Mesoamericana*, 32(1), 224-235. DOI: [10.15517/am.v32i1.41399Piarpusan](https://doi.org/10.15517/am.v32i1.41399Piarpusan)
- E., Rosero, M., Solarte, A., Burbano, A., Paz, J., Jurado, M., Bolaños, J., Daza, A. y Corella, C. (2019). *Nariño territorio intercultural. etnoeducación, cultura e identidad de los pueblos de Nariño*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). <https://bit.ly/3gaQW9z>
- Pipino, D., Piccardi, M., Lembeye, F., Lopez, N. y Vazquez, M. (2019). Comparative study of lactation curves and milk quality in Holstein versus Swedish Red and White-Holstein Cross Cows. *Sustainable Agriculture Research*; 8 (1), 11-20. DOI: [10.5539/sar.v8n1p11](https://doi.org/10.5539/sar.v8n1p11)
- Portillo-López, P., Meneses, D., Morales, S., Cadena, M. y Castro, E. (2019). Evaluación y selección de especies forrajeras de gramíneas y leguminosas en Nariño, Colombia. *Pastos y Forrajes*, 42(2), 93-103. <https://bit.ly/3iROXJ1>
- Quiñones, J., Cardona, J. y Castro, E. (2020). Ensilaje de arbustivas forrajeras para sistemas de alimentación ganadera del trópico altoandino. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(3), 285-301. DOI: [10.18271/ria.2020.662](https://doi.org/10.18271/ria.2020.662)
- Vargas, J., Sierra, A., Mancipe, E. y Avellaneda, Y. (2018). El kikuyo, una gramínea presente en los sistemas de rumiantes en trópico alto colombiano. *Rev. CES Med. Zootec*, 13(2), 137-156. DOI: [10.21615/cesmvz.13.2.4](https://doi.org/10.21615/cesmvz.13.2.4)