

Productividad y eficiencia de ganaderías lecheras especializadas en el Valle del Cauca (Colombia)

F. Morales-Vallecilla¹, S. Ortiz-Grisales^{*}

Artículo recibido: 29 de agosto de 2016 · Aprobado: 29 de octubre de 2018

RESUMEN

El estudio caracterizó la productividad y eficiencia de 52 lecherías especializadas en el Valle del Cauca (Colombia). Se encontró que en promedio los predios fueron de 41,3 hectáreas y 133 animales, respectivamente. El cuadro reproductivo supuso: días abiertos (97-225), servicios por concepción (1,4-5,4) e intervalo entre partos en días (IPP) (382-520). Las pasturas básicas fueron estrella *C. plestostachyus* y guinea *P. maximun*, con rendimientos anuales de 18,6 Ton MS.ha⁻¹, un consumo de MS de pasto por vaca de 9,44 kg y un total de 12,2 kg incluyendo los concentrados. Se determinó una relación lineal $Y = \text{Producción de leche (kg.día)} = 5,6639 + 0,5513 X$, $R^2 = 0,77$, donde solo con pastoreo las vacas producen 5,66 l.vaca⁻¹día y cada kg de concentrado adicional incrementó en 0,5513 l.vaca⁻¹día. Las vacas productivas fueron 84,8 vacas.hato⁻¹ con 11,9 l.vaca⁻¹día. La carga animal por finca fue 3,2 UGG.ha⁻¹ con una productividad de 7965 litros.ha⁻¹año; donde por cada UGG que ingresa al sistema se mejora en 2816 l.ha⁻¹año. De 34 variables analizadas las que determinaron la productividad de las fincas fueron: litros totales por lactancia (33,3%), vacas en ordeño (17,7%), hectáreas productivas (11,0%), l.ha⁻¹año (7,8%), kilogramos de concentrado (5,3%) y MS del pasto en kg.ha⁻¹(4,5%). Se identificaron cuatro sistemas de producción con base en pastoreo que dependen críticamente de los suplementos concentrados con asimetrías en componentes raciales que afectan negativamente la productividad.

Palabras clave: ganado lechero, lecherías, pastoreo, eficiencia, suplementos, productividad.

Productivity and efficiency of specialized dairy farms in the Valley of Cauca (Colombia)

ABSTRACT

The study characterizes productivity and efficiency of 52 specialized dairies in Valle del Cauca (Colombia). It was found that, on average, the farms were 41.3 hectares and 133 animals respectively. The reproductive status was: open days (97-225), services by conception (1.4- 5.4), in interval between births in days (IPP) (382-520). The basic pastures were Stargrass *C. plestostachyus* and Guinea *P. maximun*, with yields per year of 18.6 DM.Ton.ha⁻¹ year and dry matter intake (DMI) of cow pasture of 9.44 kg and total of 12.2 kg including supplements. A linear relationship was determined: $Y = \text{Milk}$

¹ Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Palmira (Colombia).

^{*} Autor para correspondencia: sortizg@unal.edu.co.

yield (kg.day) = 5.6639 + 0.5513 X, $R^2 = 0.77$, where with only grazing, cows produce 5.66 l.cow⁻¹day and each kg of additional supplements increases by 0.5513 l.cow⁻¹ day. The productive cows were 84.8 farm⁻¹ cows with 11.9 l.cow⁻¹day. The animal load per farm was 3.2 large livestock units (LLU) per ha with a productivity of 7965 liters.ha⁻¹year; where for each LLU that enters the system, is improved by 2816 l.Ha⁻¹year. Of the 34 variables analyzed, those that determined the productivity of the dairies were: total litters per lactation (33.3%), milking cows (17.7%), Ha productive (11.0%), liters per Ha year (7.8%), supplements (5.3%) and pasture production DM kg.Ha⁻¹ (4.5%). Four grazing-based production systems were identified that depend critically on concentrated supplements with severe asymmetries in racial components that negatively affect productivity.

Key words: dairy cattle, dairies, grazing, efficiency, supplements, productivity.

INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina y en especial el sector lácteo es jalonada por el crecimiento demográfico global, en especial por el aumento en los ingresos y la transformación en las preferencias y apetencias dietarias por la leche fresca y derivados lácteos con valor agregado; esto supone que la producción mundial de leche deberá crecer más del 50% en una prospectiva hacia el 2030 (Steinfeld *et al.* 2009; Robinson y Pozzi 2011; Alexandratos y Bruinsma 2012; Gerosa y Skpoet 2012).

La producción de leche bovina, sin embargo, se debate entre los sistemas pastoriles que se caracterizan por la alta producción de leche por unidad de superficie y los sistemas en confinamiento que presentan elevada producción por vaca (Clark y Kanneganti 1998); esta diferencia en producción probablemente sea consecuencia del diferencial en consumo de materia seca entre los sistemas pastoriles y el de vacas confinadas quienes consumen Ración Total Mezclada (RTM) (Maulfair *et al.* 2011). Es por ello que las vacas de alta producción en pastoreo deben ser suplementadas para alcanzar el óptimo de su potencial genético (Bargo *et al.* 2012).

Comparados con sistemas intensivos, los sistema pastoriles *per se* se consideran

generadores de gases de efecto invernadero por unidad de producto; a su vez, el clima neotropical (iso hiper térmico e iso hiper húmedo), sus suelos (ácidos y lateríticos en su mayoría) y la fisiología de la planta, de maduración acelerada (Holguín *et al.* 2015), condicionan la oferta de forrajes y el consumo voluntario, en especial en pastos tropicales (Hodgson y Brookes 1999; Robinson y Clason 2000) que son fuente de energía para la nutrición bovina por su baja proteína cruda y altos niveles en fibra, pero de baja calidad comparados con pasturas de clima templado (Peruchena 2007; Juárez *et al.* 2011).

Lo anterior supone la necesidad de adoptar raciones mezcladas totales (RTM) o raciones mezcladas parciales (RMP), con lo cual, se ha logrado que las vacas lecheras expresen su máximo rendimiento genético que está asociado con mejor consumo de materia seca (MS) por día, cuando este es derivado de recursos de alta calidad Muehanned *et al.* 2017.

Según la Federación Nacional de Ganaderos (Fedegan), dentro del sector bovino, el renglón lácteo ocupa un lugar prominente en la estructura económica y social del país, pues presenta una participación cercana del 9% del PIB agropecuario y

supone un trabajo estable para unos 497 mil productores entre pequeños, medianos y grandes, con diferentes niveles de organización, desarrollo tecnológico y objetivos productivos (Fedegan 2013a).

La producción de leche en Colombia se sustenta en sistemas de producción de diferente apropiación tecnológica: pastoreo a bajo insumo, pastoreo suplementado y la lechería especializada, donde ésta última representa 45% de la producción nacional y se desarrolla principalmente en las zonas alto andinas de clima frío o en los valles interandinos, mientras que los sistemas de doble propósito están en el trópico bajo en zonas de menos de 1000 msnm (Holmann *et al.* 2003).

En Colombia las vacas dedicadas a la lechería especializada y al doble propósito se estiman en una población de 1,4 y 8,4 millones de cabezas, que producen 2,771 y 3,749 millones de litros, respectivamente; esto representa el 42,5 y 57,7% de la producción nacional para cada sector. La ganadería intensiva en Colombia está asociada a la cercanía a grandes ciudades y su presión productiva se debe al elevado costo de la tierra, que hace que los sistemas sean más intensivos en carga (animales por unidad de área), uso de insumos y sistemas administrativos (Fedegan 2013b).

Por su parte, el inventario bovino del Valle de Cauca se estimó en 458.872 animales en 11.122 predios ganaderos, de ellos, 27,6% en ceba; 28,9% en cría; 38,5% en doble propósito y tan solo un 5% en sistemas de lechería especializada, representados en cerca de 22.943 animales, de los cuales 13.765 son animales adultos (Fedegan 2013b).

La caracterización y tipificación de los sistemas de producción se consideran como un punto de partida en la investigación con

enfoque de sistemas de producción y su finalidad es la de agrupar productores con características técnicas, productivas y socioeconómicas similares para poder conocerlos (García 2011).

En el Valle del Cauca existen sistemas intensivos y de doble propósito; los primeros, se caracterizan porque el ternero macho es desechado al nacimiento y se crían las terneras, las vacas son ordeñadas dos veces por día, se presenta un alto uso de insumos, alta tecnificación e infraestructura; en los segundos, ubicados en las laderas del valle geográfico, se ordeña la vaca con su ternero, hay bajo nivel de tecnificación, carga animal de 0,6 animales.ha⁻¹ y producción de 6,25 kg de leche vaca.día⁻¹ (García y Ramirez 2011).

El presente artículo tiene como objetivo reportar los resultados de la caracterización de la productividad y eficiencia de una muestra seleccionada de ganaderías especializadas en producción de leche en el Valle del Cauca (Colombia).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Se analizaron 52 unidades ganaderas productoras de leche en 9 municipios del Valle del Cauca (Colombia). Las unidades se localizaron entre 3°5'35" y 5°00'30" de latitud Norte, 75°41'32" y 77°00'33" de longitud Oeste y en un rango de altitud de 920 a 2200 msnm. La altura promedio de las unidades fue de 1268 ± 327,7 msnm, temperatura media anual de 23,3 ± 1,7°C, humedad relativa 76,2 ± 4,73% y una precipitación de 1254 ± 320 mm anuales, con topografía plana y ondulada y, un nivel de pH del suelo de 6,1 ± 0,7 (Tabla 1) (Cenicafé 2013; Cenicafé 2013).

Criterios de selección de unidades de producción

Las 52 fincas productoras de leche se estudiaron con base al análisis de la información de los registros en cada una de ellas o de la tomada directamente de los sistemas de información: *Interherd*, *Ganadero*, *Leche 2000*, o cuadernos de información de cada uno de los productores.

Se analizó la información de 6.930 animales aplicando una encuesta de evaluación con diez criterios mayores y determinantes de la cadena de valor: oferta ambiental, logística de entrada (compras, transporte, recibo de los productos), producción de pastos y forrajes, sistemas de producción de leche y productividad, control reproductivo y genético, sistemas y tecnologías de ordeño, logística de salida (ordeño, enfriamiento, entrega), desarrollo tecnológico, gestión de desarrollo humano e infraestructura gerencial (administración y finanzas) (Morales 2014); además de las exigencias básicas del sistema BPG (Buenas Practicas de Ganaderas) establecidas por el decreto 616 del 2006 expedido por el Ministerio de Protección Social (MPS 2006) y por la Resolución 3585 del 2008 del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA 2008). En dos fincas contrastantes por altitud, se determinó el consumo de materia seca por vaca mediante el monitoreo del comportamiento ingestivo y se verificaron los modelos de Mertens (1987) y NRC (2001).

Para el análisis de la información se revisaron indicadores basados en estadística descriptiva, análisis univariado, análisis de correlaciones simples, análisis de varianza y prueba de diferencia mínima significativa (Duncan al 5%). Luego se aplicó análisis multivariado, usado para explicar las relaciones entre las variables y reducir la dimensionalidad del sistema, por medio de combinaciones lineales de las variables

cuantitativas originales que en su orden fueron: componentes principales, análisis de correspondencia múltiple, análisis de agrupamiento o clúster y se buscaron coeficientes de correlación de las variables, esto con el fin de disminuir la dimensionalidad en el número de variables y si los datos eran jerárquicos o no, para hacer un análisis discriminante que permitiera conocer las relaciones que existen dentro de los grupos estudiados, su variabilidad y el tipo de factores que tipifican y explican la variabilidad del sistema de producción (García 2011).

Posteriormente, se definieron los grupos de fincas encontrados con base en el análisis de agrupamiento o de conglomerado, teniendo en cuenta el coeficiente de determinación (R^2), seguidamente, se agruparon las observaciones más similares y se establecieron grupos homogéneos; con esta técnica de clasificación jerárquica, se obtiene como resultado un número reducido de grupos de acuerdo con las variables utilizadas como criterio de clasificación, esta información fue procesada inicialmente en tablas dinámicas de Excel[®] y posteriormente, procesadas en el sistema SAS (SAS[®] 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valle geográfico del río Cauca comprende cerca de 2,2 millones de hectáreas, de las cuales, 305 mil son planas y están bañadas por el río Cauca que lo atraviesa de Sur a Norte; además de recibir afluentes como los ríos Fraile, Amaime, Buga, Tuluá, Bugalagrande, etc., contribuye al elevado potencial productivo a la región, en donde se estiman 228 mil hectáreas dedicadas al cultivo industrial de la Caña de Azúcar (Asocaña 2013).

Lo anterior sugiere que dado el efecto de la rentabilidad por hectárea producto de la agroindustria de la caña de azúcar,

se genera un desplazamiento físico de los sistemas ganaderos del valle geográfico hacia las laderas de las cordilleras central y oriental, con todas las implicaciones que esto supone: impactos negativos sobre el suelo (procesos de erosión), reducción en los caudales del agua sino se protegen las fuentes, desarrollo de ganadería sobre pendientes limitantes, dificultades agronómicas en la implantación de sistemas de pasturas o silvopastoriles, mano de obra escasa y costosa, caminos vecinales deficientes y apalancamiento financiero limitado.

El Valle del Cauca tiene una ganadería con base en pasturas de especies como *Cynodon plestostachyus*, *Panicum maximum* y en menor grado *Brachiaria decumbens* o *Brachiaria Brizantha*, Gramas nativas *Paspalum* spp. y algunas especies arbóreas, con las cuales, algunos productores integran sistemas silvopastoriles (SSP) con base en pasto estrella y *Leucaena leucocephala*. En las zonas de montaña predominan el pasto estrella y el puntero (*Hyparrhenia rufa*) hasta los 1800 msnm, y a mayores altitudes el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) (Mahecha et al. 2000).

Características generales de las fincas analizadas

En la Tabla 1 se muestra la información ambiental de las fincas. En el área de estudio la vacada se maneja en pastoreo rotacional con cercas fijas o eléctricas y en 32 fincas (62%) se encontró pastoreo más una suplementación forrajera (ensilado de maíz, ensilado de forraje de maíz sin mazorca, forraje de caña de azúcar o cogollos, subproductos agrícolas fibrosos o subproductos de la agroindustria de las frutas), además, algunas fincas están comenzando a introducir sistemas silvopastoriles con base en *Tithonia diversifolia* o *Leucaena leucocephala*.

El 52% de las fincas en estudio se localizaron a los 920 y 1400 msnm y el resto entre 1400 y 2200 msnm; esto confirma que la ganadería de leche viene desplazándose desde el bacín aluvial de desborde (zona ocupada por el cultivo de caña de azúcar), hacia el bacín de pie de monte o hacia zonas medias de cordillera menos adecuadas para el desarrollo de una ganadería sostenible, acentuando así el reto de abordar sistemas de pastoreo suplementado en canoa con pastos de corte más concentrado (Holmann et al. 2003).

Las fincas incluidas en este estudio se caracterizaron por tener en promedio un área de 41,3 hectáreas, con un rango de entre 4 y 150 ha. Según Fedegan (2013a), el promedio de una finca ganadera en el Valle del Cauca es de 51,7 hectáreas y teniendo en cuenta que se tienen 570 mil hectáreas para la actividad ganadera distribuidas en cerca de 11 mil predios, se corrobora que esta actividad en general es desarrollada por medianos y pequeños productores (Fedegan 2003b).

Las unidades de producción mostraron una oferta forrajera de $0,8 \pm 0,3 \text{ kg.m}^2$, con un porcentaje de materia seca (MS) de $20,9 \pm 1,1$, una producción estimada de $18,6 \pm 7,6 \text{ Ton MS.ha}^{-1} \text{ año}$, con un 25% de fincas que superaron las $25 \text{ Ton MS.ha}^{-1} \text{ año}$ y valores de proteína cruda (PC) entre 10-14%; esto concuerda con lo encontrado por Peters et al. (2003), quienes reportaron producciones para el pasto estrella de 20 a $30 \text{ Ton MS.ha}^{-1} \text{ año}$ en suelos fértiles y con altos niveles de fertilización, unos contenidos de PC entre 10-15% y una digestibilidad de 60 a 70%.

El consumo diario de materia seca por vaca derivada del pastoreo (CMSP) fluctuó entre 6,8 y 11,7 kg para fincas con baja oferta de forraje ($0,3 \text{ kg.m}^2$) y fincas con alta oferta forrajera ($1,3 \text{ kg.m}^2$), respectivamente

(Tabla 1). De lo anterior se desprende que, probablemente esa asimetría en CMSP por parte de vacas con alto potencial lechero se vea reflejado en producciones modestas, que son susceptibles de ser mejoradas mediante la suplementación con forrajes de alto valor biológico o con concentrados comerciales, tal y como se observó en varias lecherías del presente estudio. No obstante, ese déficit del CMSP supone un doble faltante, pues de un lado, no es suficiente en materia seca consumida (9,85 y 9,5 kg de MS total vaca. día⁻¹) si se compara con lo reportado por Juárez *et al.* (2011) para vacas doble propósito en un hato experimental en Veracruz, México y mucho menos en calidad, según lo reportado en un sistema silvopastoril en el Valle del Cauca (Mahecha *et al.* 2000).

Información productiva de las fincas analizadas

La proporción racial de los hatos analizados mostró un 79,3% de animales *Bos taurus* (Holstein, Pardo Suizo, Jersey, Ayrshire, Hartón del Valle, etc.) y 20,7% de *Bos indicus* (Gyr, Brahman, Guzerat, etc.). Se pudo establecer además que las razas *Bos taurus* están en zonas más altas, con climas más benignos y donde el efecto de parásitos externos como la garrapata es menor; aunque hay hatos de genética taurina pura en todas las áreas estudiadas.

Por su parte, el número de animales en predio expresó un rango muy amplio entre 10 y 929 cabezas por finca, con un promedio de 133,2 animales; a su vez, el hato adulto tuvo rangos entre 3 a

TABLA 1. Información de los sistemas de producción de leche especializada en el Valle del Cauca (Colombia).

Variable	Unidad	Media	Desv Std	Coef.de variación	Mínimo	Máximo
Información ambiental de las Fincas						
Nº de Fincas Analizadas	Finca	52				
Altitud	msnm	1268,8	327,8	25,8	920,0	2200,0
Temperatura	°C	23,3	1,7	7,3	18,0	25,5
Humedad Relativa	%	76,2	4,7	6,2	65,0	84,0
Precipitación	mm	1254,0	320,3	25,5	700,0	2500,0
Acidez del Suelo	pH	6,1	0,7	11,5	4,9	7,4
Producción de Pastos y Forrajes						
Área	Has	41,3	38,3	92,7	4,0	150,0
Aforo Pastura	kg.m ²	0,8	0,3	32,8	0,3	1,3
Materia seca pasto (MS)	%	20,9	1,1	5,3	18,0	23,0
Producción de pasto en MS y año	kg.ha ⁻¹	18636,2	7691,5	41,3	4800,0	37180,0
Consumo MS pastoreo	kg de MS día	9,4	1,1	11,3	6,8	11,7

502 animales, con un promedio de 84,8 vacas adultas, de las cuales, 77% fueron vacas en ordeño. Es importante tener en cuenta estos valores para establecer cuáles serán las unidades mínimas rentables que resistirán los cambios en los mercados y en las políticas gubernamentales, puesto que unidades medianas (menores a 50 vacas) tendrán dificultades en absorber los costos fijos de los sistemas de producción actuales, pues si se observan los valores en producción diaria por finca, se encontraron fincas con producciones entre 3500 a 5800 litros por día, lo que demuestra la brecha en variabilidad de inventario y las asimetrías en la capacidad económica del productor de leche del Valle del Cauca, lo que supone fincas que tendrán el volumen suficiente para generar los recursos para sustentar la actividad y otras que no (Tabla 2).

De otra parte, la producción promedio por vaca fue de $11,9 \pm 3,1$ kg.vaca⁻¹día valores contrastantes en cada sistema de producción, para el futuro el sector ganadero de la región deberá trabajar en mejorar estos valores si quiere permanecer competitivo frente a la llegada de leche de otras regiones o países, pues un incremento en la producción láctea por vaca ayudará a diluir los costos de producción en estos sistemas.

En cuanto al consumo de suplementos concentrados, este fue de $3,07 \pm 1,38$ kg.vaca⁻¹día y supuso suministros regidos más por la sugerencia del vendedor de concentrados que de una directriz técnica profesional, situación que dificulta un análisis cuidadoso de las relaciones de suministro a consumo en función del estatus fisiológico de la vacada o el establecimiento de una tasa de sustitución de forraje por concentrado. Además, los consumos encontrados expresan valores muy bajos a los registrados en sistemas intensivos de

otros países como Estados Unidos, México, Uruguay o Argentina (Bargo *et al.* 2012).

A su vez, el consumo de materia seca total por animal día fue de $12,2 \pm 1,9$ kg MS.vaca⁻¹día, esto representa entre el 2,4 al 2,8% del peso vivo de los animales; estos consumos son similares a los reportados para vacas en producción en México (Juárez *et al.* 2011) y son valores bajos comparados con los 19 kg MS (3,4% de peso vivo) reportados en vacas con pasturas de alta calidad como el *Rye grass* (Kolver y Muller 1998), o los 14,6 a 15,6 kg MS.vaca⁻¹día encontrados en pasto kikuyo en la sabana de Bogotá (Mojica *et al.* 2009). En todo caso, el consumo bajo de MS está asociado con forrajes que expresan niveles altos de fibra detergente neutra (FDN), los cuales limitan la disponibilidad de carbohidratos no fibrosos, la digestibilidad y hacen que el aporte de nutrientes sea deficitario en general.

De otra parte, el precio del litro de leche se ubicó en $\$916,5 \pm 59,8$ (unos US\$0,48 con una tasa de cambio $\$2900/\text{US\$}$), esta variabilidad en el precio se debe a las asimetrías tecnológicas y económicas de los productores de la región y a las condiciones de producción en cantidad y calidad composicional y sanitaria; además, de la dificultad logística en las unidades de producción debido a la precariedad de las carreteras secundarias y terciarias del departamento, en especial en las zonas de ladera, y a la informalidad en la compra del producto.

En el momento del análisis el precio de la leche fue competitivo si se compara con el valor de referencia de septiembre de 2013, el cual mostraba que el precio de la leche en polvo era de U\$4880 por tonelada; si esta fuera importada al país, con los costos de transporte y reconversión a una tasa de cambio de $\$1900/\text{US\$}$, el precio del recurso local debería estar cerca de U\$0,58 por

litro, muy diferente a cuando el precio fue de US\$2409 por tonelada (junio de 2013), caso para el cual, la leche reconvertida estaría cerca de los US\$0,35 por litro, con lo cual, los productores locales obtendrían un precio de compra para su leche 37% por encima al del mercado internacional y no sería competitivo. Lo anterior concuerda con Castro (2010), quien afirmó que: “el sector lácteo en Colombia no es competitivo, pues las variaciones en la tasa de cambio cuando está revaluada y los acuerdos de libre comercio propiciarán la entrada de grandes cantidades de leche en polvo”; sin embargo, lo contrario podría pasar en el país si la tasa de cambio supera los \$2700/US\$, ya que los costos de importación de leche serían muy elevados, lo cual favorecería la producción nacional.

Por su parte, el precio del suplemento se situó en \$794,7 ± 93,8 (cerca de

US\$0,42/kg), valor muy por debajo del precio nacional debido a la mayor oferta de subproductos en la región y a la cercanía del puerto de Buenaventura a las plantas de alimento balanceado, factor que favorece el uso de este insumo en los sistemas de producción actuales, pero a su vez, muestra la debilidad que tiene el país pues la base de la formulación de los alimentos son maíz y torta de soya, los cuales dependen del mercado internacional y sus fluctuaciones dependen de la tasa de cambio, los costos del transporte y las bases de compra que se dictan en las grandes bolsas del mundo (Morales 2007).

La relación precio del litro de leche / precio kilogramo del suplemento fue de 1,15 a 1 a favor de la leche, esto favorece el uso del suplemento en los sistemas productivos intensivos. Los consumos de suplemento (concentrados comerciales

TABLA 2. Información productiva de los sistemas de producción de leche especializada en el Valle del Cauca (Colombia).

Información Productiva						
Variable	Unidad	Media	Desv Std	Coef.de variación	Mínimo	Máximo
Animales por finca	Nº	133,3	182,0	136,6	10,0	929,0
Vacas adultas	Un	84,8	116,0	136,7	6,0	642,0
Vacas ordeño	Nº	65,4	90,9	139,0	3,0	502,0
Producción finca/día	litros	807,7	1159,0	143,5	35,0	5800,0
Litros por vaca y día	litros	11,9	3,1	25,8	3,75	18,1
Consumo suplemento	kg/vaca/día	3,07	1,38	45,2	0,0	6,0
Consumo MS vaca.día ⁻¹	kg/día	12,2	1,91	15,7	7,9	16,7
Precio por litro	Cop\$	916,5	59,8	6,5	780,0	1000,0
Precio suplemento	Cop\$	794,7	93,8	11,8	350,0	960,0

generalmente) representaron 25% de la ración y el consumo total por vaca también incluyó el consumo de pasturas y algunos suplementos forrajeros como el ensilaje de maíz, pastos de corte, cogollos (puntas) de caña o subproductos fibrosos de algunas agroindustrias de la región, que a la larga puede ser el factor crítico de la productividad (Morales 2012).

Con base en los hallazgos de productividad, consumo de materia seca, precios de la leche y precios de los suplementos se evidencia la posibilidad de mejora para los sistemas de producción de leche en la región y se recomienda seguir estudiando estos fenómenos puesto que, según las observaciones del estudio, el consumo de materia seca de los pastos tropicales (estrella y guinea) con alto contenido de fibra (65 a 68% de FDN), la baja digestibilidad y el bajo consumo de suplemento por sus altos costos son los principales limitantes de la productividad de las vacas lecheras en pastoreo en el Valle del Cauca.

Información reproductiva de las fincas analizadas

En cuanto a los estimadores reproductivos, se encontró que los días abiertos se ubican en $147,8 \pm 25,7$ días (Tabla 3), mientras que el intervalo entre partos (IEP) fue de 432 días (14,2 meses), con fincas con intervalos de 382 días y otras con valores de 510 días, valores inferiores a los 444 días de IEP encontrados en vacas cebuínas en un hato en bosque seco tropical en la región de Antioquía (García *et al.* 2002) y a los 455 ± 129 reportados en ganados F1 (Gyr x Hostein) en el Norte del Valle (Motta *et al.* 2012).

A su vez, los servicios por concepción fueron de $2,73 \pm 0,81$ (Tabla 3), valores que se consideran altos, y un porcentaje de natalidad superior al 80%, que se con-

sidera bueno; pero con un estricto control reproductivo, nutricional y ambiental se podría mejorar la concepción y disminuir los días abiertos en más de 20-25 días, lo que mejoraría los indicadores productivos y la rentabilidad de las ganaderías en más de US\$100 dólares por vaca año si tomamos la metodología propuesta por De Vries (2006), quien estima que un día abierto cuesta cerca de US\$5,41 después de 150 días, esto podría traer un beneficio a los productores de la región cercano a 1,4 millones de dólares por año, en solo la lechería especializada.

Por su parte, la mortalidad acumulada en las fincas fue de 4% y el promedio de descarte por año de 10,2% (Tabla 3), esto debido principalmente a descartes por producción y reproducción, lo que indica que la permanencia de los animales en los hatos se encuentra entre 8 y 11 años, valores muy por encima a los encontrados en zonas frías del país; este factor se debe estudiar más a fondo pues puede afectar la eficiencia productiva y reproductiva de los animales que están siendo retenidos en los hatos.

Información de la eficiencia y productividad económica de las fincas analizadas

La carga por hectárea en Unidades Bovinas Adultas o Unidades Gran Ganado (1 UGG = 500 kg) fue de $3,16 \pm 2,1$ (Tabla 4), los valores de animales por hectárea reportados por Fedegan (2013b) para la región no superaron los 0,8 animales.ha⁻¹ para el promedio de la población total incluyendo carne y leche, lo que demuestra que la lechería especializada presenta grandes diferencias con los sistemas tradicionales de manejo y concuerdan con el 3,08 UGG.ha⁻¹ encontrado por Osorio (2012) para el Valle del Cauca en sistemas especializados de leche.

El volumen anual de leche por hectárea productiva fue de $7965 \pm 6676,9 \text{ l.ha}^{-1}$ con un 15% de unidades productivas que superaron los $15.000 \text{ l.ha}^{-1}\text{año}$. Los litros libres por vaca (LLV), litros por fuera del costo de la suplementación, fueron de $8,4 \pm 2,19$, valores por debajo de los reportados en sistemas especializados de regiones de trópico alto: 12,8 litros, 15-16 litros en Uruguay o 20-22 litros en Argentina (Bargo *et al.* 2012). Estos valores muestran que las estrategias en estos sistemas se deben enfocar en mejorar la producción de leche por vaca y optimizar las cargas de las

fincas para aumentar los litros libres por vaca y por hectárea, pues en este trabajo se encontraron unidades productivas con valores de litros libres por hectárea al año de $5973,9 \pm 4827,8$ con fincas que superaron los $15.000 \text{ l.libres.ha}^{-1} \text{ año}$, los cuales son competitivos al compararse con estándares mundiales, como en el caso de Nueva Zelanda que ha reportado $2,8 \text{ UGG.ha}^{-1}$ y una productividad de $11.673 \text{ l.ha}^{-1}\text{año}$ (Fedegan 2013a).
 Por su parte, la eficiencia biológica en producción de leche para las ganaderías evaluadas fue de $0,97 \pm 0,15 \text{ kg}$ de leche

TABLA 3. Información reproductiva de las fincas analizadas en el Valle del Cauca (Colombia).

Variable	Unidad	Media	Desv Std	Coef. de variación	Mínimo	Máximo
Días abiertos	Días	147,8	25,7	17,4	97,0	225,0
Intervalo entre partos	Días	432,8	25,7	5,95	382,0	510,0
Natalidad	%	84,5%	0,4%	5,61	72%	96%
Servicios por concepción	Numero	2,73	0,81	29,7	1,4	5,4
Mortalidad total	%	4,0%	0,1%	44,2	1%	11%
Descartes	%	10,2%	1,4%	14,7	7%	14%

TABLA 4. Variables derivadas en sistemas de producción de leche especializada en el Valle del Cauca (Colombia).

Variable	Unidad	Variables derivadas				
		Media	Desv Std	Coef. var	Mín	Máx
Unid. Gran Ganado	UGG	119,2	162,1	136,0	10,6	849,7
UGG/ha	UGG.ha ⁻¹	3,16	2,1	67,8	0,3	8,4
Litros / ha / año	l	7965,2	6676,9	83,8	438,0	26218,0
Litros libres	l	8,84	2,19	24,8	3,6	12,3
Litros libres / ha	l.ha ⁻¹	5973,9	4827,8	80,8	387,0	18557,0
Eficiencia prod. de leche	EfiPro	0,97	0,15	16,0	0,42	1,14

producida por kilogramo de materia seca consumida, valores similares a los encontrados en Costa Rica por Baars (1998).

De otra parte, se analizó la relación entre la producción de leche (l.vaca⁻¹día) y el consumo de materia seca (kg MS.vaca⁻¹día) y se encontró una relación lineal: $Y = Producción\ de\ leche\ (kg.\ día) = 5,6639 + 0,5513X, R^2 = 0,77$. EL modelo explica que, en los sistemas analizados, solo con pastoreo, las vacas pueden producir 5,66 litros y por cada kilogramo de concentrado adicional, según el valor de la pendiente, que se puede

incrementar en 0,5513 unidades lácteas. De todo ello se desprende que aumentar de modo significativo de consumo de materia seca (X) en las vacas aumentará la producción de leche (Y) en forma lineal (Figura 1), siempre que los recursos forrajeros sean de alta calidad, el cual es el factor limitante en las pasturas tropicales.

También se observó que hay una relación directa entre productividad (l.ha⁻¹año) y Unidades Gran Ganado (UGG) (Figura 2), donde con solo una UGG se puede lograr un incremento en 2826,6 l.ha⁻¹año,

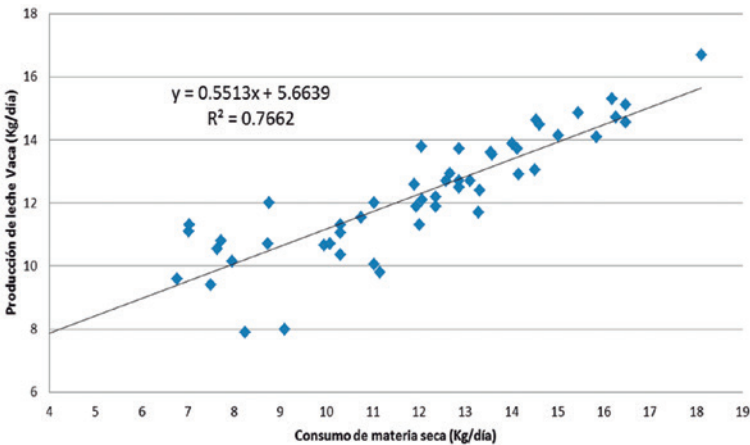


FIGURA 1. Relación entre consumo de materia seca (kg) y la producción de leche (litros) en sistemas de producción de leche del Valle del Cauca (Colombia).

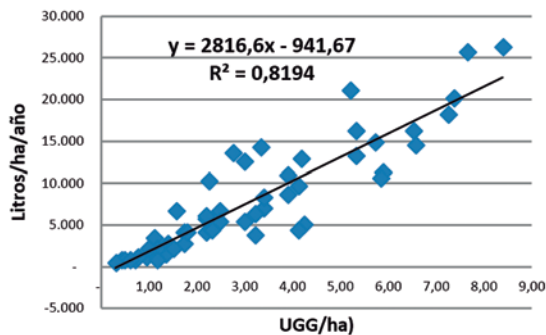


FIGURA 2. Relación entre carga animal (UGG) y productividad en fincas lecheras en el Valle del Cauca (Colombia).

TABLA 5. Autovalores para la matriz de correlación de variables (Variables estudiadas = 34).

Variable	Autovalor	Diferencia	Proporción	Acumulado
Litros totales lactancia	11,25	5,33	0,3338	0,3338
Vacas ordeño	6,0	2,26	0,1770	0,5109
Hectáreas productivas	3,75	1,08	0,1105	0,6214
Litros/ha/año	2,67	0,85	0,0786	0,6999
Kg de concentrado	1,81	0,28	0,0535	0,7534
Kg de MS pasto/ha	1,53	0,12	0,0450	0,7984
Proporción racial	1,40	0,48	0,0414	0,8398

siempre y cuando la finca tenga la oferta biológica y ambiental necesaria para elevar la producción forrajera, según lo explica el modelo lineal de la Figura 2.

De la Figura 2 se desprende que para lograr un aumento de la productividad por hectárea es necesario aumentar la producción de leche por medio de la carga animal, lo cual se logra solo si se incrementa la producción de forrajes al mejorar la nutrición del suelo y la pastura, realizando resiembras, mejorando los sistemas de rotación, ingresando nuevas especies forrajeras que ofrezcan mejor productividad y digestibilidad o desarrollando sistemas silvopastoriles para mejorar la disponibilidad de biomasa en los potreros y así incrementar la carga animal.

Análisis de componentes principales y de agrupamiento

Al realizar el análisis de componentes principales (ACP) las variables que mostraron más diferencia y variabilidad (CV%) dentro del sistema en los grupos fueron: litros totales por día (143%), número de vacas en ordeño (139%), hectáreas productivas (92,7%), litros por hectárea al año (83,8%), kilogramos de concentrado por animal (45,2%), kilogramos de MS pasto por hectárea (41,3%) y proporción racial (22,7%).

Luego de calcular los coeficientes de correlación entre variables se identificaron aquellas con mayores valores y se encontraron los valores sintéticos para las variables que poseían auto valores superiores a 1 (Tabla 5).

Estos valores propios o sintéticos muestran cuales son las variables que diferencian en mayor grado el sistema de producción. Con los resultados y las diferencias encontrados se puede decir, que para la ganadería lechera del Valle del Cauca se identificaron cuatro (4) grupos de sistemas de producción ($P < 0,1$) (Figura 3).

Los sistemas encontrados utilizan ampliamente la base forrajera (con abonamiento con nitrógeno amoniacal por lo menos una vez cada seis meses) y dependen en gran medida del complemento de concentrados para mantener el desempeño. Los sistemas fueron: 1) Sistema pastoreo con suplementación baja (SPSB), 2) Sistema pastoreo o silvopastoril con suplementación media (SPSM), 3) Sistema mixto pastoreo y suplementación forrajera con ración total mezclada (RTM) y 4) Sistema pastoreo de ganadería industrial (SPGI) con fuerte subsidio de concentrado comercial. Estos nuevos sistemas son una variante productiva a los propuestos por World Bank (2010), pero no consideran

las variaciones productivas que se presenta en nuestra región con base en la altitud y pisos térmicos.

No se registró ningún sistema de ganadería industrial en confinamiento (alta población de animales confinados por hectárea con dependencia de insumos alimenticios externos en una proporción mayor al 50%), como lo estudiado por Sere y Stenfield (1996).

Tanto en Europa Occidental como en Argentina, Chile, Uruguay y Brasil los sistemas lecheros son presionados por aumentar la producción láctea por vaca, su eficiencia alimenticia y la leche entregada diariamente (Breustedt y Glauben 2007). Estos fenómenos han presionado la economía de los hatos, los cuales han disminuido en número y aumentado en escala productiva, lo que al parecer los ha hecho más competitivos para participar de los mercados mundiales. Fenómenos similares se vienen presentando en los sistemas de producción de leche en el Valle de Cauca plano, pues se ha reducido el número de hatos y los que quedan vienen incrementado la población bovina, como se observa en un estudio realizado por los círculos de excelencia ganadera en siete

hatos industriales que existen en la región (Motta *et al.* 2012).

El informe anual de la Asociación de Cultivadores de Caña del Valle del Cauca muestra que la industria incrementó su área productiva en cerca de 225.560 hectáreas, de las cuales, una gran parte fue destinada a la obtención de 387 millones de litros de alcohol carburante; este crecimiento fue acelerado en el período 2010-2013 debido a que en dicho lapso el precio internacional del azúcar era de US\$22,1 centavos por libra y el del petróleo fue elevado; por el contrario, para los años 2014-2015 este valor tan solo llegó a US\$13,1 centavos (Asocaña 2013) y la tendencia del petróleo fue a la baja, factor que frenó el crecimiento que venía teniendo la industria azucarera. Esto concuerda con el crecimiento de la industria de biocombustibles en el mundo que viene compitiendo por recursos y tierra de la agricultura y la ganadería (De Haan *et al.* 2010).

Esta competencia de la ganadería con cultivos industriales hace que las fincas que no migren a sistemas de mayor eficiencia, sean reemplazadas por otros cultivos o sean absorbidas por otras ganaderías, lo

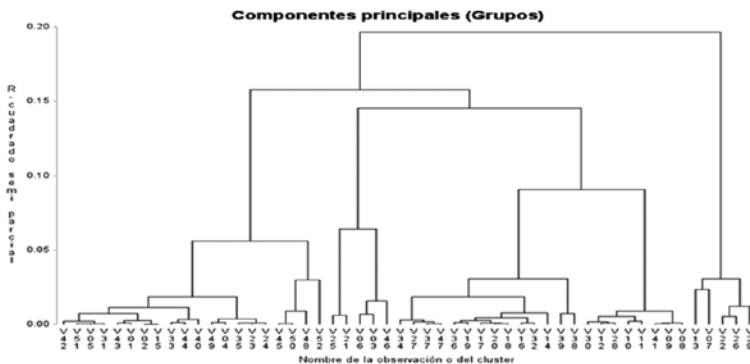


FIGURA 3. Agrupamiento para los Sistemas de producción lechera en el Valle del Cauca (Colombia).

que causa un desplazamiento del ganado a zonas de tierras más económicas como las zonas de ladera del mismo Valle del Cauca, en la cual se nota hoy un crecimiento de los hatos lecheros.

Para los costos de producción del litro de leche las estimaciones de los flujos de caja y la canasta de costos serán claves para visualizar el futuro de la actividad y definir si los sistemas ganaderos son sostenibles o no; mientras que para la urbanización acelerada, los eventos climáticos extremos y las innovaciones en paliativos para frenar el cambio climático serán claves para repensar los sistemas de producción en el trópico americano.

CONCLUSIONES

La pastura base en los sistemas de producción lechero estudiados son de baja calidad *per se* (pasto estrella y guinea) y de rendimiento modesto de materia seca por hectárea al año.

La producción diaria por vaca se encuentra en un umbral bajo (3,75-18,1) que requiere ser mejorado.

El cuadro reproductivo es susceptible de mejorar con base en los hallazgos: días abiertos (97-225), servicios por concepción (1,4-5,4), in intervalo entre partos en días (IPP) (382-520).

Con solo pastoreo las vacas pueden producir 5,66 litros por vaca al día y cada kg de concentrado adicional incrementa tal cifra en 0,55 litros, para una eficiencia biológica de 0,97 kg de materia seca consumida por litro de leche producida.

La carga animal por finca fue 3,2 UGG/ha con una productividad anual de 7965 l/ha, donde por cada UGG que ingresa al sistema puede haber una mejora anual de 2816 l/ha.

De 34 variables analizadas las que determinaron la productividad de las fincas fueron: litros totales por lactancia (33,3%), vacas en ordeño (17,7%), hectáreas productivas (11,0%), litros por hectárea y año (7,8%), kilogramos de concentrado (5,3%) y materia seca del pasto en kilogramos por hectárea (4,5%).

Se identificaron cuatro sistemas de producción lechero con base en pastoreo que dependen críticamente de los suplementos concentrados con severas asimetrías en componentes raciales que afectan negativamente la productividad.

BIBLIOGRAFÍA

- Alexandratos N, Bruinsma J. 2012. World Agriculture Towards 2030/2050—The 2012 Revision: ESA Working Paper No. 12-03 June 2012 [Internet]. Agricultural Development Economics Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO; [citado 2018 ene. 11]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/016/ap106e/ap106e.pdf>.
- [Asocaña] Asociación de Cultivadores de Caña. 2013. Aspectos generales del sector azucarero 2012-2013. Cali (CO): Asocaña.
- Baars RMT. 1998. Nutrition management, nitrogen efficiency, and income over feed cost on dairy farms in Costa Rica. *J Dairy Sci.* 81: 801. Doi: 10.3168/jds.S0022-0302(98)75637-1.
- Bargo FLD, Muller JE, Cassidy TW. 2012. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J. Dairy Sci.* 85: 1777-1792. Doi: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74252-5.
- Breustedt G, Glauben T. 2007. Driving forces behind exiting form farming in Western Europe. *J Agric Econ.* 58(1): 115-127. Doi: 10.1111/j.1477-9552.2007.00082.x.
- Cenicafe. 2013. Anuario Meteorológico cafetero 2013 [Internet]. Manizales (CO): Cenicafe, Fondo Nacional del Café y Federación Nacional de Cafeteros; [citado 2018 feb. 11]

- Disponible en: <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/660/5/anu2013.pdf>.
- Cenicafía. 2013. Boletines diarios de la Red Meteorológica Automatizada – RMA [Internet]. Florida (Colombia): Cenicafía; [citado 2018 ene. 11]. Disponible en: <https://bit.ly/2QIPuQc>
- Clark DA, Kanneganti VR. 1998. Grazing management systems for dairy cattle. En: Cherney JH, Cherney DJR, editores. Grass for dairy cattle. Wallingford (UK): CABI Publishing, CAB International.
- De Haan C, Gerber P, Opio C. 2010. Structural change in the livestock sector. En: Steinfeld H, Mooney HA, Schneider F, Neville LE, editores. Livestock in a changing landscape. Vol. 1. Drives, consequences and responses. Washington, DC: World bank. p. 35-50.
- De Vries A. 2006. Determinants of the cost of days open in dairy cattle [Internet]. En: Proceedings of the 11th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics – ISVEE; 2006; Cairns (AU); [citado 2017 dic 10]. Disponible en: <https://bit.ly/2PAYbr7>.
- [Fedegan] Federación Colombiana de Ganaderos. 2013a. Costos modales en la ganadería de leche, trópico alto de Colombia: ventana a la competitividad ganadera [Internet]. Bogotá (CO): Fondo Nacional del Ganado, Fedegan y Sena; [citado 2017 dic. 11]. Disponible en: http://static.fedegan.org.co/s3.amazonaws.com/publicaciones/Libro_Costos_de_ganaderia.pdf.
- [Fedegan] Federación Colombiana de Ganaderos. 2013b. La ganadería bovina en Colombia. Bogotá (CO): Fedegan.
- García DMA. 2011. Curso de métodos estadísticos en investigación Agrícola. Notas de clases semestre 2011^a. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.
- García GA, Cárdenas CA, Monterrosa V, Valencia L, Maldonado JG. 2002. Caracterización productiva y reproductiva de las explotaciones ganaderas del bajo cauca y el litoral atlántico antioqueños. I. Haciendas la Leyenda y la Candelaria. Rev Col Cienc Pec. 15(3): 293-301.
- García QI, Ramírez LM. 2011. Tipificación de la producción ganadera en el Municipio de Bolívar, Valle del Cauca, Colombia. Rev Col Cienc Anim. 4.
- Gerosa S, Skpoet J. 2012. Milk availability: Trends in production and demand and medium-term outlook. ESA Working paper No. 12-01 [Internet]. Agricultural Development Economics Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO; [citado 2017 oct. 19]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-an450e.pdf>.
- Hodgson J, Brookes IM. 1999. Nutrition of grazing animals. En: White J, Hodgson J, editores. Pasture and Crop Science. Auckland (NZ): Oxford University Press.
- Holguín VA, Ortiz GS, Velasco NA, Mora DJ. 2015. Evaluación multicriterio de 44 introducciones de *Tithonia diversifolia* en Candelaria Valle del Cauca. Rev Med Vet Zoot. 62(2): 57-72. Doi: 10.15446/rfmvz.v62n2.51995.
- Holmann F, Rivas L, Carulla J, Giraldo L, Guzmán S, Martínez M, Rivera B, Medina A, Farrow A. 2003. Evolución de los Sistemas de Producción de Leche en el Trópico Latinoamericano y su interrelación con los Mercados: Un Análisis del Caso Colombiano [Internet]. Cali (CO): CIAT; [citado 2017 nov. 12]. Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/88920>.
- [ICA] Instituto Colombiano Agropecuario. 2008. Resolución 3585 del 2008 – “Por la cual se establece el sistema de inspección, evaluación y certificación oficial de la producción primaria de leche, de conformidad con lo dispuesto en el Capítulo II del Título I del Decreto 616 de 2006”. Bogotá (CO): Instituto Colombiano Agropecuario.
- Juárez LF, Montero LM, Núñez HG. 2011. Limitaciones y Potencial de los forrajes para mejorar la nutrición de bovinos en regiones tropicales. En: Durán CV, Campos R, editores. Memorias 2° Simposio internacional de genómica y modelación en los nuevos escenarios de la ganadería bovina tropical; 2011 jun. 22-25; Cali. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.
- Kolver ES, Muller D. 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or total mixed ration. J Dairy Sci. 81(5): 1403-1411. Doi: 10.3168/jds.S0022-0302(98)75704-2.
- Mahecha L, Duran CV, Rosales M, Molina CH, Molina E. 2000. Consumo de pasto estrella africana (*Cynodon plestostachyus*) y leucaena (*Leucaena*

- leucocephala*) en un sistema silvopastoril. Pasturas Tropicales. 22(1): 26-30.
- Maulfair DD, Fustini M, Heinrichs AJ. 2011. Effect of varying total mixed ration particle size on rumen digesta and fecal particle size and digestibility in lactating dairy cows. J Dairy Sci. 94: 3527–3536. Doi: 10.3168/jds.2010-3718.
- Mertens DR. 1987. Predicting Intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. J Anim Sci. 64(5): 1548–1558. Doi: 10.2527/jas1987.6451548x.
- [MPS] Ministerio de Protección Social. 2006. Decreto 616 del 2006 – “Por el cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendi, importe o exporte en el país” [Internet]. Bogotá (CO): Ministerio de Protección Social, Gobierno de Colombia; [citado 2017 dic. 11]. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/getattachment/15425e0f-81fb-4111-b215-63e61e9e9130/2006D616.aspx>.
- Mojica JE, Castro E, León J, Cárdenas EA, Pabón ML, Carulla JE. 2009. Efecto de la oferta de pasto Kikuyo sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina. Livestock Research for rural Development [Internet]. [Citado 2017 jun. 10]; 21(01). Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd21/1/moji21001.htm>
- Morales VF. 2007. Experiencias de campo en zonas de clima frío del Ecuador y Colombia, hay mercado pero no ható. Carta Fedegan [Internet]. [Citado 2017 nov. 15]; (107): 28-34. Disponible en: <https://www.fedegan.org.co/carta-fedegan-107-formacion-de-capital-humano>.
- Morales F. 2012. Factores críticos para mejorar la productividad. Informe especial. En: Carta Fedegan [Internet]. [Citado 2017 nov 15]; (131): 50-53. Disponible en: <https://www.fedegan.org.co/carta-fedegan-131-gira-tecnica-ganadera-por-bolivar>.
- Morales F. 2014. Cadena de valor y cadenas de suministro herramientas para aumentar la competitividad de nuestras ganaderías. Rev Genética Bovina. (37).
- Motta DP, Rivera CL, Mariño AA, Lizcano PC. 2012. Desempeño productivo y reproductivo de vacas F1 Gyr x Holstein en clima cálido Colombia. Vet Zootec. 6(1): 17-23.
- Muhanned EM, Mohammad A, Gorgulu M, Goncu S. 2017. The effects of total mixed ration and separate feeding on lactational performance of dairy cows. ARJA. 5(2): 1-7. Doi: 10.9734/ARJA/2017/33663.
- [NRC] National Research Council. 2001. The nutrient requirement of dairy cattle. 7° ed. Washington DC: National Academy Press.
- Peruchena C. 2007. Suplementación de bovinos en sistemas pastoriles [Internet]. Sitio Argentino de Producción Animal; [citado 2015 ene. 01]. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/81-sistemas_pastoriles.pdf.
- Peters M, Franco LH, Schmidt A, Hincapié B. 2003. Especies forrajeras multipropósito: opciones para productores de Centro América. Cali (CO): Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Robinson JL, Clason T. 2000. De sistemas pastoriles a silvopastoriles. Agroforestry Notes (USDA-NAC) [Internet]. Nebraska (US): U.S. Department of Agriculture: Forest Service–National Agroforestry Center; [citado 2017 dic 9]. Disponible en: <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1021&context=agroforestrynotes>.
- Robinson TP, Pozzi F. 2011. Mapping supply and demand for animal-source foods to 2030. Animal production and health working paper. Nro. 2 [Internet]. Rome (IT): FAO; [citado 2017 dic. 9]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/014/i2425e/i2425e00.pdf>.
- [SAS] Statistical Analysis System. 2013. Statistical Analysis System Versión 9.4. Cary (US).
- Sere C, Stenfield H. 1996. World livestock production systems: current status, issues and trend. Animal Production and health paper. Nro. 127 [Internet]. Rome (IT): FAO; [citado 2017 dic. 9]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-w0027e.pdf>.
- Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M, de Haan C. 2009. La larga sombra del ganado. Problemas ambientales y opciones [Internet]. Roma (IT): FAO; [citado 2017 nov. 18]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a0701s.pdf>.
- World Bank. 2010. Identifying investment opportunities for ruminant livestock feeding in developing countries [Internet]. Washington DC: The World Bank; [citado 2017 nov. 11]. Disponible en: <https://bit.ly/2PuatBH>.

Article citation

Morales-Valencilla F, Ortiz-Grisales S. 2018. Productividad y eficiencia de ganaderías lecheras especializadas en el Valle del Cauca (Colombia). [Productivity and efficiency of specialized dairy farms in the Valley of Cauca (Colombia)]. Rev Med Vet Zoot. 65(3): 252-268. Doi: 10.15446/rfmvz.v65n3.76463.