



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**SIMULACIÓN Y MODELACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD Y  
COMPETITIVIDAD DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN  
EL VALLE DEL CAUCA COLOMBIA**

**FERNANDO MORALES VALLECILLA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE POSGRADOS  
PALMIRA 2016**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
SEDE PALMIRA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ACTA DE JURADO DE TESIS

DOCTORADO EN CIENCIAS AGRARIAS  
LINEA DE INVESTIGACIÓN PRODUCCIÓN ANIMAL TROPICAL

En Palmira a los 16 días del mes de septiembre de 2016, se reunió en esta Sede el Jurado Calificador de Tesis, integrado por los Doctores HECTOR ANZOLA VASQUEZ, HECTOR JAIRO CORREA y ARNULFO GÓMEZ CARABALÍ.

Para calificar la Tesis de Grado de:

**FERNANDO MORALES VALLECILLA**

Titulada:

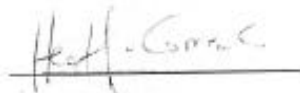
"Simulación y modelación de la productividad y competitividad de sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca Colombia" bajo la dirección del Doctor Sanín Ortiz.

Después de oír el informe del jurado evaluador compuesto por los Doctores HECTOR ANZOLA VASQUEZ, HECTOR JAIRO CORREA y ARNULFO GÓMEZ CARABALÍ, mediante deliberación privada decidieron calificar la Tesis como:

APROBADA

REPROBADA

  
HECTOR ANZOLA VASQUEZ

  
HECTOR JAIRO CORREA

cc. 14213300

  
ARNULFO GÓMEZ CARABALÍ

**SIMULACIÓN Y MODELACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD Y  
COMPETITIVIDAD DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN  
EL VALLE DEL CAUCA COLOMBIA**

**FERNANDO MORALES VALLECILLA**

**Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:  
Doctor en Ciencias Agrarias**

**Director (a):**

**SANIN ORTIZ GRISALES, Zootecnista, Mg.C., Dr.C.**

**Línea de Investigación:**

**Producción Animal Tropical**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE POSGRADOS  
PALMIRA 2016**

*“La tierra no pertenece al hombre, el hombre pertenece a la tierra, todas las cosas están conectadas como la sangre que une a una familia, lo que le ocurre a la tierra le ocurre a los hijos de la tierra. El hombre no tejó la telaraña de la vida, es sólo un hilo, cualquier cosa que se le haga a la telaraña se la hace a sí mismo”*

*Jefe Sioux (Seattle 1854)*

*“La preocupación por el hombre y su destino siempre debe ser el interés primordial de todo esfuerzo técnico. Nunca olvides esto entre tus diagramas y ecuaciones”*

*Albert Einstein*

## Agradecimientos

### Agradecimientos

Agradezco a Dios y a toda mi telaraña familiar, en especial a mi esposa Angélica Lucia y a mis dos hijos Laura Carolina y Oscar Fernando por su apoyo incondicional.

Al Dr. Sanín Ortiz por sus sabios concejos, a Pedro Carlos Martín y la red RESALAN por su impulso, al Dr. Hugo Sánchez Guerrero por compartir su información, Al Ing. Patricio Rodiño en Uruguay, a Carlos Arciniegas y Juan Fuentes. A Esteban y Juan Carlos Chiriboga y toda la familia Nutravan en Ecuador, a la oficina de bioestadística de la Universidad Nacional sede Palmira, al Dr. Raúl Molina y a todo grupo de investigación de Hartón del Valle de la Universidad Nacional sede Palmira, a los Tecnigan (FEDEGAN, FNG) de Tuluá y Popayán por su apoyo, al profesor Charles Nicholson de la Universidad Estatal de Pensilvania.

A todos los productores y empleados de las empresas ganaderas del Valle del Cauca y el país, ellos son el motor y la razón de desarrollar este trabajo.

A la Universidad Nacional de Colombia mi alma mater, a la empresa FDN NUTRIENTES S.A, a su equipo de trabajo y a sus socios por todo el apoyo recibido.

Y a la memoria de mis familiares, mis abuelos, mi padre, mi primo Jorge Alberto, mi tío Víctor y mis amigos Carlos Eduardo, Craig, Cesar, Álvaro, Gonzalo, etc. (q.e.p.d.)

## Resumen

El estudio caracterizó la productividad y eficiencia de 52 ganaderías de lechería especializada en el Valle del Cauca (Colombia) con promedio de 41.3 has y 133 animales, las pasturas usadas por los productores fueron Estrella *Cynodon plestacyus* y Guinea *Megathyrus maximus*, con producciones de 18.6 t.MS.ha<sup>-1</sup> año, un consumo total de 12.2 kg.MS.vaca<sup>-1</sup>, cada hato promedio era de 85 vacas con 11.9 kg.vaca.día<sup>-1</sup>, un IPP de 14.2 meses, la carga fue 3.2 UGG.ha<sup>-1</sup> y 7965 litros.ha.año<sup>-1</sup>, la eficiencia de 0.97. Se identificaron cuatro sistemas de producción y como limitantes se encontraron los altos niveles de fibras en los pastos y los forrajes, el bajo consumo de suplementos, la variabilidad genética, los estándares sanitarios y la calidad de la leche. La eficiencia de Producción de leche en Uruguay, Ecuador y Popayán fue superior a los del Valle del Cauca, la mayor oferta forrajera y la capacidad de carga de los SPL en el Valle, no logran equiparar la competitividad del Uruguay. El precio pagado al productor fue de US\$0.33.litro<sup>-1</sup> (COP\$3058 /US\$), el costo.litro<sup>-1</sup> fue US\$0.251, con un margen de US\$0.07, un ROI de 10.2% y una utilidad de US\$53 .ha<sup>-1</sup>. La intensificación de los SPL mejoro la eficiencia y disminuyo el costo/litro, el costo de los recursos domésticos CRD y el costo de beneficio social CBS mostraron índices menores a 1, lo que indica que los SPL en el Valle son competitivos; sin embargo precios internacionales menores a US\$2500 y tasas de cambio inferiores a \$2500 /US ponen en riesgo la producción local. Los SPL más competitivos y sustentables fueron el Sistema pastoril o silvopastoril con suplementación media SPMS y el pastoril con ración parcial mezclada SPTMR. El consumo de productos lácteos crecerá en el Valle del Cauca, deberá aumentarse la oferta a 2.8 millones de litros diarios para los próximos 20 años, para lo cual se quiere desarrollar una producción eficiente, competitiva y sostenible, los ganaderos deberán reconvertir sus SPL a modelos que optimicen los recursos principales agua y tierra.

Palabras claves: Ganado lechero, modelos pastoriles, costo y utilidad de la leche

### Abstract

The study evaluated the productivity and efficiency of 52 farms specialized dairy in the Cauca Valley (Colombia) with an average of 41.3 hectares and 133 animals, the basic pastures used by producers were Estrella *Cynodon plestostacyus* and Guinea *Megathyrus maximus*, with production of 18.6 t.DM.ha<sup>-1</sup> per year and total intake of 12.2 kg.DM.Vaca<sup>-1</sup>. Each herd had 85 cows, averaged of 11.9 kg.vaca.día<sup>-1</sup> and IPP 14.2 months, 3.2 UGG.ha<sup>-1</sup> stoking rate and 7965 liters.ha.año<sup>-1</sup>, efficient of milk production was 0.97. Four production systems were identified and as limiting the high levels of fiber in pastures and forages, low intake of supplements, genetic variability, health standards and quality of milk were found. Productivity and efficiency of dairy farms in Uruguay, Ecuador and Popayan were higher than those of Valle del Cauca, most forage supply per year and stoking rate of systems in the Valley, they fail to match the competitiveness with systems of Uruguay. The producer price was US \$ 0.33 (exchange rate COP \$ 3058 / US \$), cost / liter was US \$ 0.251, with a margin of US \$ 0.07, the ROI was 10.2% and income per hectare was US \$ 53 ha<sup>-1</sup>, intensified production systems improved production efficiency and decreased the cost / liter, the cost of domestic resources CRD and the cost of social benefit CBS showed lower rates to 1, indicating that milk production systems are competitive, however lower international prices to US \$ 2500 and rates exchange less than \$ 2500 per dollar put at risk at local production. Systems more competitive and sustainable for the Valle del Cauca were the pastoral production or Silvopastoral system with media supplementation SPMS and grazing or silvopastoral systems with partial mixed ration SPTMR. Dairy products Consumption in Cauca Valley could grow by 2.8 million liters per day for the next 20 years. If you want to develop an efficient, competitive and sustainable production in the region, farmers must restructure and intensify their production systems models that optimize the main resources water and land.

Keywords: Dairy Cattle, grazing models, cost and profit of milk

<b>Tabla de Contenido</b>	<b>Pág</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 1. Productividad y eficiencia de ganaderías lecheras especializadas en el Valle del Cauca (Colombia).....</b>	<b>5</b>
<b>Capítulo 2. Comparación de la Eficiencia en Sistemas lecheros de Uruguay, Ecuador y Colombia.....</b>	<b>25</b>
<b>2.1 Cadena de valor y cadenas de suministro, herramientas para aumentar Nuestra competitividad en la ganadería lechera.....</b>	<b>46</b>
<b>Capítulo 3. Evaluación nutricional y alternativas para el mejoramiento de la Eficiencia en sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca (Colombia).....</b>	<b>57</b>
<b>Capítulo 4. Evaluación económica de cuatro sistemas tipo de producción Lechera en el Valle del Cauca Colombia.....</b>	<b>81</b>
<b>Capítulo 5. Comparación de dos sistemas de producción de leche en el Valle Del Cauca bajo la metodología de Dinámica de sistemas.....</b>	<b>101</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>120</b>
<b>Anexo 1. Resumen del desarrollo del trabajo.....</b>	<b>124</b>
<b>Anexo 2. Registro fotográficos de los SPL en el Valle del Cauca.....</b>	<b>130</b>
<b>Anexo 3. Trabajos agregados .....</b>	<b>132</b>
<b>Evaluación del desarrollo, rendimiento y valor nutricional del pasto Estrella y su respuesta a la fertilización con una urea de liberación lenta.....</b>	<b>132</b>
<b>Evaluación del rendimiento y el valor nutricional del pasto estrella africana y Tifton 85 en la Hacienda el Guabito ubicada en La Paila – Valle.....</b>	<b>138</b>
<b>Comparación de la eficiencia biológica, económica y energética de dos agro sistemas de producción de leche: uno silvopastoril y otro convencional.....</b>	<b>147</b>
<b>Análisis del comportamiento en pastoreo, consumo de MS y producción de vacas lecheras en dos haciendas del Valle Del Cauca.....</b>	<b>169</b>
<b>Anexo 4. Encuestas aplicadas.....</b>	<b>182</b>
<b>Anexo 5. Formato de evaluación de la cadena de valor.....</b>	<b>184.</b>



## Lista de tablas

Tabla 1-1. Información de los Sistemas de Producción de Leche Especializada En el Valle del Cauca – Colombia.....	10
Tabla 1-2. Información Productiva de los Sistemas de Producción de Leche Especializada.....	13
Tabla 1-3. Información Reproductiva de las Fincas Analizadas en el Valle.....	14
Tabla 1-4. Variables Derivadas en Sistemas de Producción de Leche Especializada en el Valle del Cauca – Colombia.....	15
Tabla 1-5. Autovalores para la matriz de correlación de variables.....	16
Tabla 2-1. Caracterización de sistemas de producción de leche en Uruguay, Ecuador, Colombia.....	30
Tabla 2-2. Caracterización de variables de los animales de leche en Uruguay, Ecuador, Colombia.....	34
Tabla 2-3. Variables de eficiencia derivadas de sistemas productivas de Uruguay, Ecuador y Colombia.....	39
Tabla 2-4. Variables de eficiencia económica de sistemas productivos de Uruguay, Ecuador y Colombia.....	40
Tabla 2-1.1. Resultados comparativos en la cadena de valor en dos grupos en dos Países (Uruguay y Valle del Cauca, Colombia).....	50
Tabla 3-1. Análisis de los sistemas productivos típicos en el Valle del Cauca.....	60
Tabla 3-2. Información productiva de sistemas de leche especializados en el V.C.....	61
Tabla 3-3. Variables derivadas de los sistemas de leche especializados en el V.C.....	61
Tabla 3-4. Composición química de los dos forrajes más Utilizados en la SPL del V.C.	65
Tabla 3-5. Estrategias nutricionales para mejorar los SPL en el VC.....	66
Tabla 3-6. Consumo de alimentos y aporte nutricional de las raciones.....	67
Tabla 3-7. Balance de nutrientes en la ración de SPL en el VC.....	72
Tabla 4-1. Resumen de indicadores de Fincas Tipo identificadas en los SPL en el Valle del Cauca-Colombia.....	86
Tabla 4-2. Ingresos, costos, utilidad anual de SPL en el Valle del Cauca.....	90
Tabla 4-3. Indicadores y variables derivadas de la rentabilidad de SPL en el V.C.....	93
Tabla 5-1. Indicadores de comparación de dos SPL en el Valle del Cauca.....	104
Tabla 5-2. Resultados Económicos de la simulación de dos SPL en el V del C.....	108
Tabla 5-3. Metas al alcanzar en SPL en el Valle del Cauca.....	114
Tabla 6-1. Comparación de dos fuentes de urea en la composición y calidad del pasto estrella en la Hacienda el Trejito (Cerrito).....	134
Tabla 6-2. Evaluación de dos fuentes de urea altura y número de hojas y Producción de FVD del pasto Estrella en la hacienda el Trejito (Cerrito).....	135
Tabla 7-1. Comportamiento meteorológico en la hacienda el Guabito (la Paila).....	142

---

Tabla 7-2. Valores de las medias para diferentes especies Tifton 85 y Pasto estrella....	142
Tabla 7-3. Contenido nutricional de pasto Tifton 85 y Estrella africana.....	143
Tabla 8-1. Equivalencias energéticas utilizadas para la conversión d unidades.....	152
Tabla 8-2. Consumo de materia seca en vacas pastoreando-Hda Arizona.....	155
Tabla 8-3. Consumo de materia seca total y producción de leche H. Arizona.....	155
Tabla 8-4. Balance energético de dos sistemas de producción de leche.....	157
Tabla 8-9. Balance energético hacienda el castillo.....	158
Tabla 8-10. Indicadores de eficiencia de dos sistemas de producción en el V del C.....	161
Tabla 8-11. Indicadores energéticos en dos sistemas de producción en el V del C.....	163
Tabla 9-1. Información sobre la ubicación de las hacienda Canadá y Chiquique.....	170
Tabla 9-2. Distribución del tiempo usado en la actividad de vacas pastoreando.....	173
Tabla 9-4. Tasa de bocado y masticaciones por bolo.....	175
Tabla 9-5. Consumo de materia seca estimado por 4 modelos de predicción.....	177
Tabla 9-6. Relación consumo de materia seca y producción de leche.....	177
Tabla 9-7. Relación del consumo de M. Seca y la producción de leche.....	178

Lista de Figuras	Pág
Figura 1-1. Relación entre Consumo de Materia Seca (kg) y la Producción De Leche de <b>SPL</b> en el Valle-Colombia .....	15
Figura 1-2. Relación entre Carga Animal (UGG) y Productividad en fincas lecheras En el Valle del Cauca.....	16
Figura 1-3. Agrupamiento para los Sistemas de producción lechera <b>SPL</b> en el V.C.....	17
Figura 2-1. Entrega de leche por finca (Litros por día), Uruguay, Ecuador y Colombia..	31
Figura 2-2. Promedio vaca día en SPL de Uruguay, Ecuador y Colombia.....	32
Figura 2-3. Prod. A 305 de vacas lecheras en en SPL de Uruguay, Ecu. Y Colombia...	32
Figura 2-4. Kg de m. seca de pasturas en SPL de Uruguay, Ecuador y Colombia.....	33
Figura 2-5. Consumos de M. Seca en SPL de Uruguay, Ecuador y Colombia.....	33
Figura 2-6. Intervalo entre partos en SPL de Uruguay, Ecuador y Colombia.....	34
Figura 2-7. Productividad en l.ha.año <sup>-1</sup> de SPL de Uruguay, Ecuador y Colombia.....	37
Figura 2-8. Eficiencia de la producción de leche en SPL en Uruguay, Ecu. y Colombia..	37
Figura 2-9. Litros Libre (Litros por fuera de la suplementación) en SPL.....	38
Figura 2-1.1. Cadena de valor para la ganadería de leche.....	49
Figura 2-1.2. Resultados comparativos en la cadena de valor en dos grupos en dos Países.....	53
Figura 3-1. Como resolver problemas del mundo real a través de la modelación Tomado de Borshchev y Filippov (2004).....	62
Figura 3-2. Relación entre el consumo de materia seca y la producción de leche en sistemas de producción en el Valle del Cauca (Colombia).....	68
Figura 3-3 Relación de la disminución del % de FDN en la ración con la eficiencia de producción de leche en SPL en el Valle del Cauca (Colombia).....	69
Figura 3-4. Relación entre el consumo de proteína cruda y la producción de leche en SPL en el Valle del Cauca.....	69
Figura 3-5. Relación entre el incremento de la energía en la ración y la producción de Leche en SPL en el Valle del Cauca.....	70
Figura 3-6. Producción de Metano (Mega Julios de CH <sub>4</sub> ) según los sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca.....	74
Figura 3-7. Producción de metano por litro de leche producido (MJ CH <sub>4</sub> .L <sup>-1</sup> ) en SPL En el Valle del Cauca.....	74
Figura 3-8. Relación del Consumo de materia seca por vaca en Kg y los gramos Producidos de metano en los sistemas de producción de leche del Valle del Cauca.....	75
Figura 4-1. Costo de los recursos domésticos en la producción de leche por nivel de productividad de las vacas en Colombia.....	84
Figura 4-2. Concepto grafico del punto de equilibrio en un SPL.....	87
Figura 4-3. Precio, costo litro y utilidad bruta de SPL en el Valle del Cauca.....	91
Figura 4-4. La estructura del costo en pesos de SPL en el Valle del Cauca.....	92
Figura 4-5. Relación entre eficiencia, costos y utilidad de los SPL en VC.....	94

---

Figura 4-6. Costos de los recursos domésticos CRD y Costo de beneficio social de los sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca.....	100
Figura 4-7. Simulación de costos de los recursos domésticos CRD y Costo de beneficio social de los sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca.....	101
Figura 4-8. Precio de referencia de la leche entera en polvo 2008 a 2016.....	102
Figura 4-9. Simulaciones de precio de litro a diferentes tasas de cambio y costos De litro en los Sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca.....	103.
Figura 5-1. Flujos y niveles del modelo de producción de leche en DS en el V del C.....	105
Figura 5-2. Simulación de la capacidad de carga del dos SPL en el V del C.....	107
Figura 5-3. Simulación de la producción de leche en dos SPL en el V del C.....	107
Figura 5-4 Simulación de la producción por ha de dos SPL en el V del C.....	108
Figura 5-5. Simulación de los ingresos netos de dos SPL en el V del C.....	109
Figura 5-6. Simulación de los costos por litro en dos SPL en el V del C.....	110
Figura 5-7. Simulación del % de costos de alimentación por litro en dos SPL. ....	110
Figura 5-8. Simulación de los kg de Co2 eq. Por litro de leche en dos SPL.....	111
Figura 5-9. Simulación de la huella hídrica en dos SPL en el Valle del Cauca.....	112
Figura 5-10. Simulación de la mano de obre en dos SPL en el Valle del Cauca.....	112
Figura 5-11. Simulación del índice de sostenibilidad ganadera en dos SPL.....	113
Figura 5-12. Simulación del crecimiento poblacional del Valle del Cauca.....	115
Figura 5-13. Aporte de las toneladas de CO2eq. Para incrementar la producción de leche en 1 millón de litros en el Valle del Cauca .....	116
Figura 7-1. Diseño de experimento para una evaluación de dos pasturas.....	140
Figura 7-2. Relación hoja tallo de pasto estrella y pasto Tifton 85.....	144
Figura 8-1. Flujograma del proceso de cuantificación de concentrados Hda Arizona.....	150
Figura 8-2. Flujograma de aforo de potreros bajo la técnica del doble muestreo.....	151
Figura 8-3. Diagrama conceptual de uso y conversión de la energía en el SPL De la hacienda Arizona en Jamundi (Valle).....	154
Figura 8-4. Diagrama conceptual de uso y conversión de la energía en el SPL De la hacienda El castillo en Jamundi (Valle).....	154
Figura 8-5. Distribución de la media en CMS para las haciendas Arizona y el Castillo. ....	156
Figura 8-6. Distribución de la media en producción de leche H. Arizona y el Castillo.....	156
Figura 9-1. Comportamiento de vacas Jersey en dos SPL en el Valle del Cauca.....	174

# Introducción

## ESTUDIO DE LA PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL VALLE DEL CAUCA (COLOMBIA).

### 1.1 Identificación del fenómeno de estudio

Para la economía global el sector lácteo es importante y en los últimos años el crecimiento demográfico ha jalonado el incremento en la demanda de productos lácteos y sus derivados; además, el aumento en los ingresos, así como la transformación en las preferencias alimentarias en las áreas metropolitanas de las mega ciudades, están estimulando un acelerado incremento en la demanda de productos pecuarios, a la vez que la globalización impulsa el comercio de insumos y productos (Stenfield y Rosales. 2009).

Se prevé que la producción de leche crecerá de 580 a 1043 millones de toneladas al año y por ello el impacto ambiental por unidad de producción ganadera tendrá que reducirse a la mitad si se quiere evitar que el nivel de los daños ambientales actuales se incremente (Steinfeld. *et al.* 2010).

La producción de leche en Colombia ha sido dinámica durante los últimos 30 años, en la década de los 70s la producción creció a una tasa anual de 4.7%, y durante los 80s siguió creciendo excepcionalmente a una tasa del 6.5%, para 1990 el ritmo de crecimiento fue del 3.8% (Balcázar 2003). En el 2014, la producción de láctea se estimó en 5.9 millones de toneladas de leche, con un crecimiento entre 2009 al 2014 de 1.3% (Pérez y Ortega, 2015)

Según información de la Federación Nacional de Ganaderos (FEDEGAN), el sector lácteo en Colombia ocupa un lugar prominente en la estructura económica y social del país, pues presenta una participación cercana del 9% del PIB Agropecuario y un número aproximado de 475 mil productores entre pequeños, medianos y grandes, con diferentes niveles de organización, desarrollo tecnológico y objetivos productivos (FEDEGAN, 2003). Por su dinamismo y desempeño estos sistemas de producción tiene profundas implicaciones en el bienestar de la población, no sólo por su significado en la nutrición y crecimiento de los niños, la generación de empleo y el ingreso que generan sus actividades de producción; sino por la incidencia que los precios tienen en las condiciones de acceso alimentario por parte de la población urbana (Balcázar, A. 2003).

FEDEGAN en el transcurso del año 2006, diseño y concertó con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (MADR) el Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana (PEGA 2019), que contiene las directrices para mejorar la competitividad y sostenibilidad del sector en el largo plazo, a través de programas de empresarización de la ganadería, aumento de la productividad, integración de las cadenas productivas, focalización regional, fomento del consumo y desarrollo de un modelo exportador (FEDEGAN, 2008).

Sin embargo y a raíz del interés de la política de seguridad democrática del gobierno anterior (2006-2010) y el nuevo programa de **“Prosperidad para Todos 2010-2014”** del

actual, el sector agropecuario ha sido tomado como uno de los sectores estratégicos para el desarrollo nacional y plantea como la segunda locomotora del plan de desarrollo nacional, el cual espera que el sector genere bienestar para el país mejorando las condiciones de vida de la población rural, generando empleo e incrementando la producción de alimentos para la población; además los procesos aperturistas a nuevos mercados continúan y se incentivara la firma de los tratados de libre comercio con otros países como los EE UU y UE (DNP,2010).

Estos fenómenos cambiaran de manera radical los escenarios económicos de la actividad y, en el sentir de los gremios, entre otros la Cooperativa Lechera de Antioquía (COLANTA), la situación sería crítica, pues según Castro (2010), “El sector lácteo en Colombia no es competitivo” y ello se debe, de un lado, a la tasa de cambio, pues el peso Colombiano es una moneda revaluada (12.8% de enero a septiembre de 2010) y de otro, a los acuerdos de libre comercio a todo nivel, que propiciarán la entrada al país, sin aranceles o con aranceles privilegiados a 13.182 toneladas de leche en polvo y otros derivados de la industria (Castro, 2010).

Desde la firma protocolaria del tratado de libre comercio con la Unión Europea (19 de Mayo de 2010), el país ganadero viene mostrando su inconformismo ante las posibles distorsiones que se puedan presentar en el mercado lácteo nacional ([www.fedegan.org](http://www.fedegan.org)).

La Cooperativa de Ganaderos del Centro y Norte del Valle (COGANCEVALLE) advierte que esta negociación puede tener un impacto negativo sobre unos ocho mil pequeños productores del departamento del Valle del Cauca que tiene menos de 50 cabezas de ganado (COGANCEVALLE, 2010).

En un estudio de la empresa FINCA S.A con el modelo ASEL (Análisis y simulación económica de lechería), se analizaron 60 hatos en trópico alto y medio y determino que los costos de producción de leche más relevantes en la producción de leche especializada son: Suplementación, Fertilización, Mano de Obra, Costos operativos y Costos extinguidos y financieros; pero no lograron establecer cuál es la mejor estructura de costos y la mayor competitividad de los sistemas de producción (Osorio, 2011).

La producción de leche ha dejado de ser un negocio simple y los nuevos desarrollos hacen que los productores y empresarios que se dedican al negocio de la leche, deban sumar nuevas habilidades para continuar; sin embargo, los mercados agroalimentarios han cambiado y están incrementando los precios debido: **a)** Retrocesos de los subsidios en la Unión Europea, **b)** El desarrollo de la política de producción de etanol y biocombustibles en los Estados Unidos que dedicaron en el 2010 cerca del 106.7 millones de toneladas de maíz (esto representa un 30% de la cosecha total de maíz de los Estados Unidos), **c)** la aparición de la demanda Asiática de raíces feculentas y almidones; además **d)** El aumento en la conciencia del cambio climático (San Marino, 2010).

Teniendo en cuenta la actual coyuntura macroeconómica, el gobierno a través de la Dirección Nacional de Planeación y el MADR, desarrollaron dos documentos para mejorar la competitividad del sector lácteo nacional y consolidar la política sanitaria y de inocuidad de las cadenas lácteas y cárnicas, cuyas acciones contarán con recursos por 532 mil millones de pesos en los próximos años (DNP, 2010).

Para la Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle (SAG) se debe mejorar la productividad de los sistemas ganaderos del Valle del Cauca y optimizar el uso de los recursos para poder afrontar los nuevos retos de un mundo globalizado (SAG 2006). Y para Tomás Preston, “el desafío y las oportunidades futuras de la región se centran en reducir la huella ecológica y aumentar la biocapacidad de la tierra” (Preston 2007).

Con base en lo anterior, queda claro que los nuevos modelos productivos deben tomar en cuenta: el costo de la tierra, el costo y provisión de los alimentos, la volatilidad de los mercados y sus precios, la presión por el uso agrícola de las tierras, la presión ambiental y las actitudes de los consumidores hacia el bienestar animal, el cambio climático y la seguridad agroalimentaria (Pingali and McCullough, 2010); además de establecer sistemas ganaderos que traduzcan las ventajas comparativas de la región hacia ventajas competitivas para el desarrollo de una ganadería productiva, incluyente y sustentable (FEDEGAN 2008).

Es por ello que Martín (2010), sugiere que la información acerca de las interrelaciones entre los sistemas de producción (manejo de los suelos y pastos, genotipos y ecotipos, efecto de la época del año, suplementación y resultados económicos de las haciendas) en el Valle del Cauca son exiguas y que la información disponible comúnmente es experimental o de encuestas y sólo relaciona algunos de estos factores, cuando el criterio de éxito es el biológico y ambiental antes que el económico y propone aprovechar la información de las fuentes primarias disponibles para el desarrollo de nuevos estudios sobre productividad y competitividad en la región, aprovechando los nuevos sistemas de modelación (Martín 2010)

Sin embargo, debido a la complejidad de la dinámica ocasionada por diferencias en el comportamiento en el corto y mediano plazo que surgen de las interacciones de los componentes de los sistemas ganaderos, un enfoque de sistemas a menudo puede complementar otras actividades que generen conocimiento. Los modelos dinámicos orientados a los sistemas son un método que puede ayudar a identificar limitaciones, prácticas rentables de producción, políticas de apoyo e información de las necesidades prioritarias para el mayor logro de estos múltiples objetivos. (Nicholson, Tedeschi y Lellis, 2011)

“Tenemos que relacionar los puntos entre cambio climático, escasez de agua, escasez de energía, salud global, seguridad alimentaria y empoderamiento de la mujeres” Ban Ki-Moon, Secretario General de la Naciones Unidas (2012)

## **1.2. Identificación del problema asociado al fenómeno de estudio**

Se requiere conocer cuáles de los sistemas de producción lechera del Valle del Cauca (Colombia) poseen los niveles de competitividad, inclusión social y sostenibilidad para afrontar el reto de los mercados nacionales e internacionales.

Es necesario identificar cual es el peso relativo de componentes del sistema en la productividad y costos y cuáles deben ser las claves de éxito y las alternativas de cambio en un nuevo entorno competitivo

### **1.3. Formulación de la hipótesis asociada al problema de estudio.**

Si la información acerca de los sistemas actuales de producción de leche y sus interacciones de productividad (resultados productivos, socio-económicos, componentes y ambientales) en el Valle del Cauca, están de acuerdo con las exigencias de una ganadería lechera productiva, incluyente y sostenible; entonces, se podrá afirmar que los sistemas de producción lechera en la región son Competitivos y estarán preparados para afrontar los retos que impondrán los mercados.

### **1.4. Soluciones Objetivas a la Hipótesis**

#### 1.4.1. Solución 1 para la hipótesis.

Identificar los sistemas representativos en producción lechera del Valle del Cauca y caracterizarlos según muestra seleccionada por consenso entre técnicos y productores de la región

#### 1.4.2. Solución 2 para la hipótesis.

Evaluar y proponer escenarios de mejoramiento para la eficiencia, productividad y competitividad de los sistemas de producción de leche identificados en el Valle del Cauca y su aporte a una ganadería competitiva, incluyente y sustentable.

#### 1.4.3. Solución 3 para la hipótesis.

Diseñar lineamientos y soluciones productivas para una mejor gestión ganadera y presentar herramientas de planificación para que técnicos, instituciones y ganaderos en cada sistema de producción puedan adoptar, con base en los nuevos modelos y escenarios propuestos



## Capítulo 1

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

## Resumen

El estudio caracterizó la productividad y eficiencia de 52 ganaderías de lechería especializada en el Valle del Cauca (Colombia) que tenían en promedio 41.3 has y 133 animales. La ganadería viene siendo desplazada a las zonas de ladera por la presión agrícola y los centros urbanos, las pasturas básicas usadas por los productores fueron Estrella *Cynodon plestostachyus* y Guinea *Megathyrsus maximus*, con producciones de biomasa al año de 18.6 t ms.ha<sup>-1</sup> año, un consumo de materia seca de pasto por vaca de 9.44 kg y un total de 12.2 kg ms.día<sup>-1</sup> incluyendo los suplementos concentrados. Cada hato tenía en promedio 85 vacas con producción de 11.9 kg.vaca.día<sup>-1</sup> y un IPP de 14.2 meses, la carga fue 3.2 UGG.ha<sup>-1</sup> y una productividad de 7965 litros.ha.año<sup>-1</sup>, la eficiencia en la producción de leche fue de 0.97. Se identificaron cuatro sistemas de producción y como limitantes se encontraron los altos niveles de fibras en los pastos y los forrajes, la baja suplementación forrajera, el bajo consumo de suplementos, la diversidad genética, los estándares sanitarios y la calidad de la leche. El crecimiento de la demanda de leche, la capacidad industrial, las mejoras en las vías terciarias y secundarias en especial en las zonas de ladera, el manejo de los recursos naturales, las mejoras en las condiciones sociales y económicas de la región, la presión nacional y mundial por los procesos de productividad y competitividad, harán crecer el sector lácteo Vallecaucano en los próximos años.

**Palabras claves:** Ganado lechero, sistemas ganaderos en el Valle Cauca, producción lechera.

## Abstract

### Productivity and Efficiency of Specialized Dairy Farms in the Valley of Cauca (Colombia)

The study evaluated the productivity and efficiency of 52 specialized dairy herds in the Cauca Valley (Colombia) who had on average 41.3 ha and 133 animals. Livestock had been moved to the hillside areas due to the agricultural pressure and urbanization. The basic pastures used by producers were Estrella, *C.plestostachyus* and Guinea, *M. maximus*, with biomass production of 18.6 t.DM.ha<sup>-1</sup> per year and grass DMI of 9.44 kg per cow and 12.2 kg of total DMI included concentrated. Each herd was on average 85 cows, with milk yield of 11.9 kg.cow<sup>-1</sup> per day and 14.2 months of calving interval, 3.2 stocking rate with a productivity of 7965 litros.ha<sup>-1</sup> per year, efficiency in milk production was 0.97 kg of milk / kg ms.día<sup>-1</sup>. Four production systems were identified; The Limitations of milk productions were high levels of fiber in pastures and forages, low forage supplementation and concentrate, genetic diversity, health standards and quality of milk. Due increase in demand, industrial capacity, improvements in the tertiary and secondary

roads, management of natural resources, improvements in social and economic conditions of the region, national pressure and global processes for productivity and competitiveness, the dairy sector could grow in the coming years.

Keywords: Dairy cattle, livestock systems in Cauca Valley , milk production.

## 1.1. Introducción

La ganadería bovina y en especial el sector lácteo está siendo y será jalonado 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 (Stenfield y Rosales, 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 alta producción de leche por unidad de superficie, o los sistemas en confinamiento, que expresan una alta producción por vaca (Clark y Kanneganti, 1999) y esta diferencia en producción, probablemente sea consecuencia del diferencial en consumos de materia seca, que resulta mayor en de vacas confinadas consumiendo 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, 2003).

Los sistemas pastoriles *per se*, se consideran generadores de gases de efecto invernadero por unidad de producto, comparado con sistemas intensivos (Díaz, 2011), y ello probablemente sea realista, pues el clima neotropical (iso híper térmico e iso híper húmedo), suelos (ácidos, lateríticos o infértiles) y fisiología de la planta de maduración acelerada (Holguín *et al.*, 2015; Ortiz, 2016) , condicionan la oferta de forrajes y el consumo voluntario, en especial en pastos tropicales (Hodgson *et al.*, 1999; Robinson y Clason, 2000). Los pastos tropicales son fuente de energía para la nutrición bovina y poseen baja proteína y altos niveles de fibra (Sierra, 2011), lo cual los hace de baja calidad al comparados con pasturas de clima templado (Peruchena, 2007; Juárez *et al.*, 2011).

Lo anterior supone como obligada la oportunidad de adoptar las raciones totales mezcladas (RTM) o las raciones parciales mezcladas (RPM), con lo cual han logrado que la vaca lechera exprese su máximo rendimiento genético, asociado con mejor consumo de materia seca (MS) por día derivado de recursos de alta calidad (Lammers *et al.*, 2002).

Según la Federación Nacional de Ganaderos (FEDEGAN), dentro del sector bovino, el renglón lácteo en Colombia ocupa un lugar prominente en la estructura económica y social del país, pues presenta una participación cercana del 9% del producto interno bruto (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, 2013).

La producción de leche en Colombia se sustenta en sistemas de producción de diferente apropiación tecnológica: pastoreo con bajo insumo, pastoreo suplementado y la lechería especializada, donde ésta última representa 45% de la producción nacional y se encuentran 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 (Balcázar, 2003; Holmann, 2004; Holmann, 2008).

En Colombia, según FEDEGAN (2012), las vacas dedicadas a la lechería especializada y la 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 respectivamente. La ganadería intensiva en Colombia está asociada a la cercanía a grandes ciudades y su presión productiva es debida al alto 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, 2013).

El inventario bovino del Valle de Cauca se estimó en 458.872 animales en 11.122 predios ganaderos (FEDEGAN, 2012), y de ellos, 27.6% en ceba; 28.9% en cría; 38.5% en doble propósito y tan sólo un 5% de los animales se encuentran en sistemas de lechería especializada lo que correspondería a cerca de 22.943 animales totales, de los cuales 13.765 son animales adultos (FEDEGAN 2013).

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 (Ocampo y Duran, 2002) y su finalidad es la de agrupar productores con características técnico, productivas y socioeconómicas similares para poder conocerlos (García, 2011).

Existen en el Valle del Cauca 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 y se observa una alta utilización de insumos, alta tecnificación e infraestructura (Anzola, 2003); mientras que en los segundos se ordeña la vaca con su ternero y se han ubicado en las laderas del Valle geográfico con bajo nivel de tecnificación, carga animal de 0.6 Animales.ha<sup>-1</sup> y producción de 6.25 kg vaca.día<sup>-1</sup> (García, 2011).

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

## **1. 2. Materiales y Métodos**

### **1.2.1. Localización**

Se analizaron 52 unidades de producción ganadera de leche, en nueve municipios del Valle del Cauca, Colombia. Localizado 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 del estudio 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, con

topografía plana y ondulada y, un nivel de pH de  $6.1 \pm 0.7$ , (Cenicaña, 2013; Cenicafe, 2013; CVC, 2013).

### **1.2.2 Criterios de Selección de Unidades de Producción**

Se estudiaron 52 fincas ganaderas productoras de leche, con base el análisis de la información de registros en cada uno de los sistemas productivos o tomados 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 expedidos por los Ministerios de Protección Social y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y por la Resolución 3585 del 2008 del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2011).

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 adelantó análisis multivariado, que se usa para explicar las relaciones entre las variables y reducir la dimensionalidad del sistema, por medio de combinaciones lineales de las variables cuantitativas originales (Baena, 2010), en ese 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 sistemas 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  $R^2$ , luego 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 (Baena, 2002), esta información fue procesada inicialmente en tablas dinámicas de Excel y posteriormente procesadas en el sistema SAS (SAS, 2013)

### 1.3. Resultados y Discusión

El Valle geográfico del río Cauca comprende cerca de 2.2 millones de hectáreas (has), de las cuales 305 mil son planas y están bañadas por el río Cauca que lo pasa de Sur a Norte; además de recibir afluentes como los ríos Fraile, Amaime, Buga, Tuluá, Bugalagrande, etc., le entrega un alto potencial productivo a la región, se estima que son 228 mil hectáreas dedicadas al cultivo industrial de la Caña de Azúcar (ASOCAÑA, 2013).

Esto sugiere, que por el efecto de la rentabilidad por hectárea producida por 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 o 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 Estrella, *Cynodon plestostachyus*; Guinea, *Megathyrsus máximus* y en menor grado *Brachiaria decumbens* o *Brachiaria Brizantha*, Gramas nativas *Paspalum spp* y algunas especies arbóreas, donde productores integran Sistemas silvopastoriles (SSP) con base en Pasto Estrella y Leucaena *Leucaena Leucocephala*. En las zonas de montaña predominan el pasto Estrella y el Puntero *Hyparrhenia rufa* hasta los 1800 msnm y hacia arriba el Kikuyo *Pennisetum clandestinum*.

#### 1.3.1. Características generales de las fincas analizadas.

Las fincas analizadas se localizaron a una altura de 1268.8  $\pm$ 327.8 msnm, con una temperatura promedio de 23.3  $\pm$ 1.7°C, 76.2 $\pm$ 4.7% de humedad relativa y una precipitación pluvial de 1254 $\pm$ 320.3 mm anuales. El pH del suelo se encontraba entre 6.1 $\pm$ 0.7, con límites entre 4.9 en las zonas altas y 7.4 en la zona del Centro y Norte del Valle (Tabla 1.1).

Los animales se encuentran 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), algunas fincas están iniciando a introducir sistemas silvopastoriles con base en Botón de Oro *Tithonia diversifolia* o Leucaena *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 hacía zonas medias cordilleranas menos adecuadas para el desarrollo de una ganadería sostenible, hallazgo similar fue encontrado en el plan de especialización bovina del Valle del Cauca (SAG, 2006).

Las fincas se caracterizaron por tener, en promedio, 41.3 has, con un rango entre 4 y 150 ha. Según FEDEGAN (2013), el promedio en extensión de una finca ganadera en el Valle del Cauca es de 51.7 has, teniendo en cuenta que se tienen 570 mil has para la actividad

ganadera en cerca de 11 mil predios, lo que corrobora que esta actividad en general, es desarrollada por medianos y pequeños productores (Sandoval, 2010).

Las unidades de producción mostraron una oferta forrajera de  $0.8 \pm 0.3$  kg.m<sup>2</sup>, con una materia seca (MS) de  $20.9 \pm 1.1\%$ , una producción estimada de  $18.6 \pm 7.6$  t ms.ha año<sup>-1</sup>, con un 25% de fincas que superaron las 25 t ms.ha.año<sup>-1</sup> y valores de proteína cruda (PC) entre 10-14%; esto concuerda con Peters *et al.*, (2003), quienes reportan pasto Estrella con 20 a 30 t MS. ha año<sup>-1</sup> en suelos fértiles y altos niveles de fertilización y 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, hasta fincas con alta oferta forrajera respectivamente (Tabla 1-1). Lo anterior está dentro de lo estimado (9.85 y 9.5 kg de MS total vaca.día<sup>-1</sup>) reportados en vacas doble propósito en un hato experimental en Veracruz, México (Juárez, 2011) y en un sistema silvopastoril en el Valle del Cauca (Mahecha, 2000) respectivamente.

**Tabla 1-1.** Información de los Sistemas de Producción de Leche Especializada En el Valle del Cauca - Colombia

VARIABLE	UNIDAD	Media	Desv. Estandar	Coef.de variación	Mínimo	Máximo
<b>Información ambiental de las Fincas</b>						
N° de Fincas Analizadas	<b>Finca</b>	52				
Altitud	msnm	1268.8	327.8	25.8	920.0	2250.0
Temperatura	°C	23.3	1.7	7.3	18.0	25.5
H. 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
<b>Producción de Pastos y Forrajes</b>						
Área	has	41.3	38.3	92.7	4.0	150.0
Aforo Pastura	kg.m <sup>2</sup>	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 <sup>-1</sup>	18636.2	7691.5	41.3	4800.0	37180.0
Consumo MS Pastoreo	kg MS día	9.4	1.1	11.3	6.8	11.7

### 1.3.2. 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 la influencia del *Bos indicus* (Gyr, Brahman, Guzerat, etc.) un 20.7%. Se pudo establecer que las razas con más sangre *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.

El número de animales por predio expresó un rango muy amplio entre 10 y 929 cabezas por finca, con un promedio de 133 animales y el hato adulto tuvieron rangos entre 3 a 502 animales, con un promedio de 85 vacas adultas, de las cuales 77% fueron vacas en ordeño. Estos valores son importantes a tener en cuenta 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 diarias de leche entre 35 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 1-2)

La producción promedio por vaca fue de  $11.9 \pm 3.1$  kg.vaca.día<sup>-1</sup> valores contrastantes en cada sistema de producción, para el futuro el sector ganadero de la región se 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 ayudara a diluir los costos de producción en estos sistemas.

El consumo de suplementos concentrados fue de  $3.07 \pm 1.38$  kg.vaca.día<sup>-1</sup>; estos suplementos son preparados por fábricas de alimentos con base en maíz y torta de soya importados y subproductos de las agroindustria de la región, los consumos encontrados poseen valores muy bajos a los registrados en sistemas intensivos de otros países como Estados Unidos, México, Uruguay y Argentina.

El consumo de materia seca total por animal día fue de  $12.2 \pm 1.9$  kg MS.vaca.día<sup>-1</sup>, esto representa entre el 2.4 a 2.8% del peso vivo de los animales, estos consumos son similares a los reportados en vacas en producción en México (Juárez, 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.día<sup>-1</sup> encontrados en pasto Kikuyo en la sabana de Bogotá (Mojica *et al.*, 2009).

El precio del litro de leche se ubicó en  $\$916.5 \pm 59.8$ , unos US\$ 0.48 / l., con una tasa de cambio \$1900/US\$, esta variabilidad de precio, es debido a las asimetrías tecnológicas y económicas de los productores de la región y 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, a la informalidad en la compra del producto y a problemas de calidad composicional y sanitaria de la leche.

En el momento del análisis, el precio de la leche se consideró competitivo, si se compara con el valor de referencia de Septiembre del 2013 “Global Dairy Trade” GDT (2013); el cual mostraba que el precio de la leche en polvo era de U\$4880 por tonelada, si esta leche fuera internada al país con los costos de transporte y reconversión a una tasa de cambio de \$1900, el precio del recurso local debería estar por los **U\$0.58** por litro, pero es una cosa muy diferente cuando el precio de GDT (Junio de 2013), fue de U\$2409 por

tonelada, para este caso la leche reconvertida estaría cerca **U\$0.35** por litro, con lo cual los productores estaría con un precio de compra de su leche 37% por encima de mercado internacional y no sería competitivo.

Lo anterior concuerda con las afirmaciones de Castro (2010), quien afirma: “el sector lácteo en Colombia no es competitivo, pues las variaciones en la tasa de cambio cuando esta revaluada y los acuerdos de libre comercio propiciarán la entrada de grandes cantidades de leche en polvo” (Castro, 2010); sin embargo lo contrario podría pasar en el país, si la tasa de cambio supera los \$2700/ US\$, la leche estaría muy costosa para importar y se favorecería la producción nacional.

El precio del suplemento se situó en \$794.7 ± 93.8, unos 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, este factor favorece el uso de este insumo en los sistema de producción actuales, pero a su vez nos 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 dicten en las grandes bolsas del mundo.

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 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, forrajes de pastos de corte, cogollos (puntas) de caña o subproductos fibrosos de algunas agroindustrias de la región.

Con base en los hallazgos de productividad, consumo de materia seca, precios de la leche y precios de los suplementos, se observa posibilidad de mejoramiento para los sistemas de producción de leche en la región y se debe seguir estudiando estos fenómenos puesto que según las observaciones, el consumo de materia seca de los pastos tropicales (Estrella y Guinea), con alto contenido de fibra (65 a 68% de Fibra detergente Neutra 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.



**Tabla 1-2.** Información Productiva de los Sistemas de Producción de Leche Especializada en el Valle del Cauca - Colombia

VARIABLE	Información Productiva					
	UNIDAD	Media	Desv. Estandar	Coef. de variación	Mínimo	Máximo
Animales por finca	N°	133	182.0	136.6	10.0	929.0
Vacas Adultas	Un	85	116.0	136.7	6.0	642.0
Vacas Ordeño	N°	65	90.9	139.0	3.0	502.0
Producción Finca-Día	Litros	807.7	1159.0	143.5	35.0	5800.0
Promedio litros por Vaca y día	Litros	11.9	3.1	25.8	3.75	18.1
Consumo Suplemento Concentrado	Kg/Vaca/día	3.07	1.38	45.2	0.0	6.0
Consumo MS total por Vaca y día	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

### 1.3.3. Información Reproductiva de las Fincas Analizadas.

En cuanto a los indicadores reproductivos se encontró que los días abiertos se ubican en  $147.8 \pm 25.7$  días (Tabla 1-3), 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 en IEP a los encontrados en vacas cebuínas en un hato en bosque seco tropical en la región de Antioquía (García, 2003) y a los  $455 \pm 129$ , reportados en ganados F1 (Gyr x Holstein) en el norte del Valle (Motta y Lizcano, 2012).

Los servicios por concepción fueron de  $2.7 \pm 0.81$  (Tabla 1.3), valores que se consideran altos y un % de natalidad superior al 80%, que se considera bueno; pero con un estricto control reproductivo, nutricional y ambiental, se podría mejorar las tasas de concepción y disminuir los días abiertos en más de 20-25 días, lo que mejoraría los indicadores productivos y la rentabilidad de las ganadería en más de US\$ 100 dólares por vaca año si tomamos la metodología propuesta por Vries (2006), que estima que un día abierto cuesta unos US\$ 5,41 por día 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 sólo la lechería especializada.

La mortalidad acumulada en la fincas fue de 4% y el promedio de descarte por año fue de 10.2%, esto debido principalmente a descartes por producción y reproducción, esto 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 podría estar afectando la eficiencia productiva y reproductiva de los animales que están siendo retenidos en los hatos.

**Tabla 1-3** Información Reproductiva de las Fincas Analizadas en el Valle del Cauca - Colombia

VARIABLE	UNIDAD	Media	Dev 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%

#### 1.3.4. 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 1.4), los valores de animales por hectárea reportados por FEDEGAN (2013), para la región no superan los  $0.8 \text{ animales.ha}^{-1}$  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  $3.08 \text{ UGG/ha}$  encontrado por Osorio (2012) para el Valle del Cauca en sistemas especializados de leche.

Los litros de leche por hectárea productiva fueron de  $7965 \pm 6676.9 \text{ l.ha.año}^{-1}$  con un 15% de unidades productivas que superaron los 15 mil  $\text{l.ha.año}^{-1}$ . Los litros libres por vaca (litros por fuera del costo de la suplementación) fueron de  $8.84 \pm 2.19$ , esto supone valores muy por debajo a lo reportado en sistemas especializado de regiones de trópico alto 12.8 litros libres (Osorio, 2012), de Uruguay con 15 a 16 litros (CREA, 2013) o en Argentina 20-22 litros (Bargo, 2012), estos valores muestran que las estrategias de trabajo en estos sistemas deben ser las de 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 año de  $5973.9 \pm 4827.8 \text{ l}$ , con fincas que superaron los  $15.000 \text{ Litros libres.ha.año}^{-1}$ , los cuales son competitivos al compararse con estándares mundiales, como en el caso de nueva Zelanda que reporta  $2.8 \text{ UGG.ha}^{-1}$  y una productividad de  $11.673 \text{ Litros/Ha/Año}$  (FEDEGAN, 2013)

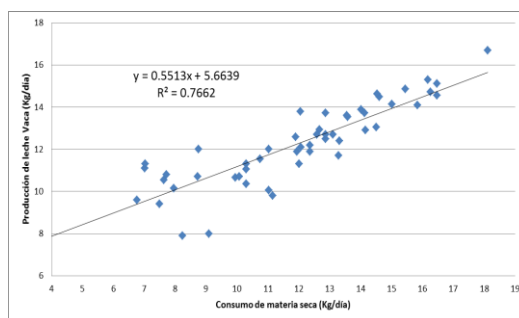
La eficiencia biológica en producción de leche para las ganaderías evaluadas fue de  $0.97 \pm 0.15 \text{ Kg de leche producida por Kg de MS consumida}$ , valores similares a los encontrados en Costa Rica por Baars (1998).

**Tabla 1.4.** Variables Derivadas en Sistemas de Producción de Leche Especializada en el Valle del Cauca – Colombia

Variable	Variables derivadas					
	Unidad	Media	Desv. Estandar	Coef. var	Mín	Máx
Unid. Gran Ganado	UGG	119.2	162.1	136.0	10.6	849.7
Unid. Gran Ganado/ha	UGG/ha	3.2	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	ll.ha <sup>-1</sup>	5973.9	4827.8	80.8	387.0	18557.0
Eficiencia de producción de leche	kg.kgms <sup>-1</sup>	0.97	0.15	16.0	0.42	1.14

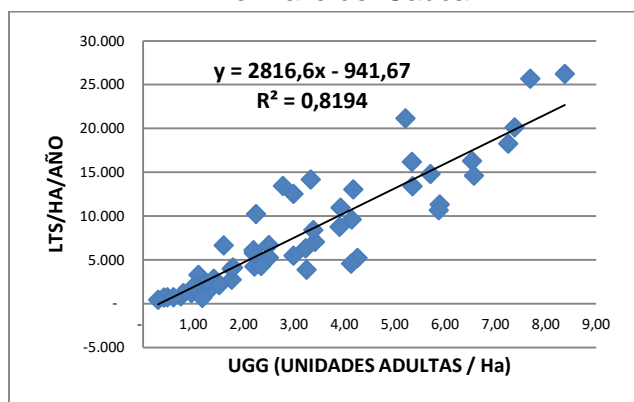
Se analizó la relación entre la Producción de leche (l.vaca.día<sup>-1</sup>) y el consumo de materia seca en kg MS.vaca.día<sup>-1</sup>, encontrando un modelo lineal:  $Y = \text{Producción de leche (kg.día}^{-1}) = 5.6639 + 0.5513 X$ ,  $R^2 = 0.77$ ; así mismo, el modelo explica por intermedio de la pendiente que se puede incrementar en 0.5513 unidades lácteas por cada unidad de MS consumida. De todo ello se desprende que aumentar de modo significativo del consumo de materia seca (X) en las vacas, aumentara la producción de leche (Y) en forma lineal (Figura 1.1), siempre que los recursos forrajeros sean de buena calidad, que es el gran limitante en las pasturas tropicales.

**Figura 1.1** Relación entre Consumo de Materia Seca (kg) y la Producción de Leche (litros) de Sistemas de Producción de leche en el Valle-Colombia (Morales, 2013)



También se observó que hay una relación directa entre productividad (l.ha.año<sup>-1</sup>) y Unidades Gran Ganado (UGG), la cual se explica en la figura dos, donde con solo una UGG se puede lograr un incremento en 2826.6 l.ha.año<sup>-1</sup>, siempre y cuando la finca tenga la oferta biológica y ambiental para elevar la producción forrajera, según lo explica el modelo lineal (Figura 1.2)

**Figura 1-2.** Relación entre Carga Animal (UGG) y Productividad en fincas lecheras En el Valle del Cauca



Esto quiere decir que probablemente para lograr un aumento de la productividad por hectárea es necesario aumentar la producción de leche por vaca o la carga animal, y esto se consigue si se puede incrementar la producción de forrajes y se aporta a la nutrición del suelo y la pastura, realizando resiembras, mejorando los sistemas de rotación, balanceando el sistema entre lo que sale y lo que ingresa, estableciendo nuevas especies forrajeras que ofrezcan mejor productividad y digestibilidad o desarrollando sistemas silvopastoriles; hallazgos sobre la disponibilidad de biomasa en los potreros para mejoramiento de la carga animal fueron reportados a través de estimaciones sucesivas de disponibilidad de biomasa y carga (Mc Cutcheon, 2011).

#### 1.4. 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 ha.año<sup>-1</sup> (83.8%), kg de concentrado por animal (45.2%), kg de MS Pasto por Ha (41.3%) y proporción Racial (22.7%). Luego de realizar los coeficientes de correlación entre variables, se buscaron las que daban mayores coeficientes de correlación entre variables y se encontraron los valores propios o valores sintéticos para las variables (Tabla 1.5) que poseían auto valores superiores a 1.

**Tabla 1.5.** Autovalores para la matriz de correlación de variables (Variables estudiadas = 34)

Variable	Autovalor	Diferencia	Proporción	Acumulado
Litros totales	11.25	5.33	0.3338	0.3338
Vacas Ordeño	6.0	2.26	0.1770	0.5109
Has 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

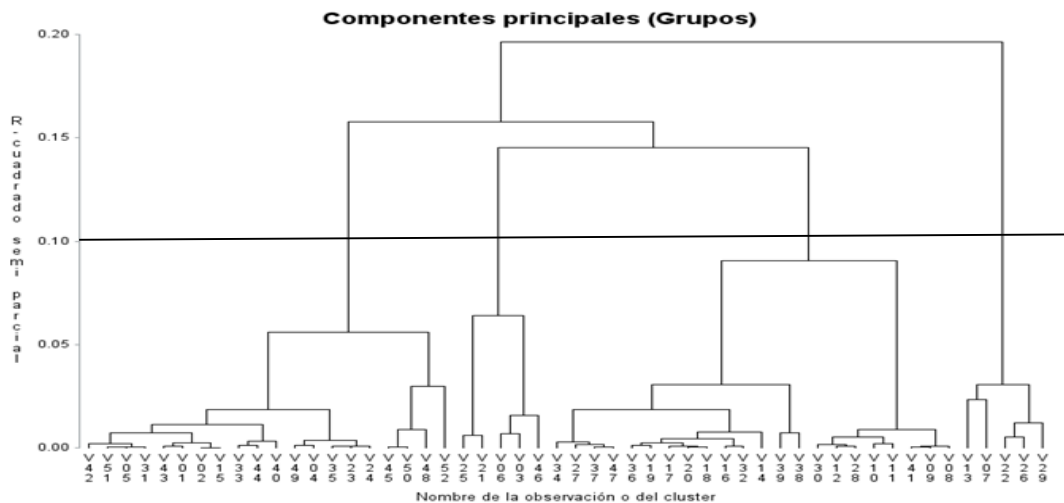
Estos valores propios o sintéticos muestran cuales son las variables que diferencian en mayor grado el sistema de producción.

Con los resultados encontrados 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 (Figura 3).

Los sistemas encontrados fueron: (1) Sistema Pastoril con Suplementación Baja (**SPSB**), (2) Sistema Pastoril o Silvopastoril con Suplementación Media (**SPSM**), (3) Sistema Mixto Pastoril y Suplementación forrajera ó RTM-Parcial (**SPTMR**), (4) Sistema Pastoril de Ganadería Industrial (**SPGI**); estos nuevos sistemas difieren a los encontrados por Arias (2001) y son una variante productiva a los propuestos por Dermottet (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).

**Figura 1-3** Agrupamiento para los Sistemas de producción lechera en el Valle del Cauca (Colombia)



Breustedt y Glauben (2007) en Europa Occidental, Díaz (2013) en Argentina, Chile y Uruguay y Duarte Vilela (2015) en Brasil; comentan que los sistemas lecheros en sus regiones, tienen una gran presión por aumentar la producción láctea por vaca, su eficiencia alimenticia y la leche entregada diariamente. Estos fenómenos vienen presionando la economía de los hatos, los cuales han disminuido en su número y observaron un aumento en la escala productiva, lo que al parecer los ha hecho más competitivos para participar de los mercados mundiales. Fenómenos similares se presentan 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 observan en un estudio realizado por los círculos de excelencia ganadera en 7 hatos industriales que existen en la región (Tecnigan, 2014).

El informe anual de la Asociación de Cultivadores de Caña del Valle del Cauca (ASOCAÑA), muestra que la industria creció sus áreas productivas a cerca de 225.560 has, de las cuales una gran parte se destinaron para la fabricación de 387 millones de litros de alcohol carburante, este crecimiento fue acelerado en el período 2010-2013, debido a que el precio internacional del azúcar estaba en valores de 22.1 centavos de dólar por libra y el petróleo estaba alto, para los años 2014-2015 este valor tan sólo llegó a 13.1 centavos (Asocaña, 2015) y la tendencia del petróleo fue a la baja, factor que freno el crecimiento que venía teniendo la industria azucarera. Esto concuerda con lo reportado por Haan (2010), quien dice que el crecimiento de la industria de Biocombustibles en el mundo viene compitiendo con recursos y tierra de la agricultura y la ganadería.

Esta competencia de la ganadería con los cultivos industriales, hace que las fincas que no migren a sistemas de mayor eficiencia, serán reemplazadas por otros cultivos o serán absorbidas por otras ganaderías, lo que causa un desplazamiento del ganado a zonas de tierras más económicas como las zonas de ladera del mismo Valle del Cauca, en el cual se nota hoy un crecimiento de los hatos lecheros.

Para Van Chalker (2005), los costos de producción del litro de leche, las estimaciones de los flujos de caja y la canastas de costos serán claves para visualizar el futuro de la actividad y definir si los sistemas ganaderos son sostenibles o no; Mientras que para Duarte Vilela (2015), la urbanización acelerada, los eventos climáticos extremos y las innovaciones tecnológicas, serán claves para repensar los sistemas de producción en el trópico Americano

## **1.5. Conclusiones**

La eficiencia de producción de leche en los sistemas de producción en el Valle del Cauca es baja y mejorara si se incrementa la producción de leche por vaca, aumenta el consumo de materia seca total y su calidad mejora.

Entre los limitantes de la eficiencia y productividad de los sistemas ganaderos del Valle del Cauca, se encuentran: los altos niveles de fibras (FDN) en los pastos y los forrajes, su baja digestibilidad, la baja suplementación forrajera y proteica, el bajo consumo de suplementos debido a sus altos costos con relación a la leche y a baja oferta de materias primas alternativas, debido a la reducción en las siembras de cultivos transitorios (maíz, sorgo y soya) y a la llegada de productos ya procesados al país que limitan y encarecen la oferta de subproductos agroindustriales.

El mejoramiento genético, las mejoras en los estándares sanitarios de los animales y la calidad de la leche, mejoraran la competitividad de los productores de la región.

El crecimiento de la demanda de leche, el mejoramiento de la capacidad industrial, las mejoras en las vías terciarias y secundarias del departamento del Valle del Cauca en

especial en las zonas de ladera, la racionalización en el manejo de los recursos naturales, las mejoras en las condiciones sociales y económicas de la región, la presión nacional y mundial por los procesos de productividad y competitividad, harán crecer el sector lácteo Vallecaucano en los próximos años.

Por lo tanto hacia el futuro hay que trabajar en desarrollar propuestas, estrategias y escenarios para los nuevos entornos competitivos a los que se enfrentaran los sistemas ganaderos de la región y el país y discutir modelos como la intensificación sostenible, como lo plantea Nicholson (2011), pues se deben ajustar los sistemas de producción actuales para lograr desarrollar una ganadería incluyente, sostenible y económicamente sustentable hacia los nuevos escenarios del posconflicto.

## Bibliografía (Capítulo 1)

Alexandratos N. and Bruinsma J., 2012. WORLD AGRICULTURE TOWARDS 2030/2050 The 2012 Revision. ESA Working Paper No. 12-03 June 2012 Agricultural Development Economics Division Food and Agriculture Organization of the United Nations. [www.fao.org/economic/esa](http://www.fao.org/economic/esa)

Anzola, H.J. 2003. Situación de los Recursos Zoo genéticos en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y CORPOICA. 119 p.

Arias, J.H. 1991. La Ganadería en la formación Colombiana. Ministerio de Agricultura y desarrollo rural de Colombia. 125p.

ASOCAÑA, 2013. Aspectos generales del sector azucarero 2012-2013. Asociación de cultivadores de Caña ASOCAÑA. Cali, Mayo 2013.

Baena D., 2010. Investigación de Operaciones, Análisis de Casos en Ciencias Agropecuarias y Administración de Empresas. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Palmira, Colombia. 470 p.

Balcázar, A. 2003. Análisis de la Competitividad y Ventajas Comparativas de la Ganadería de leche en Colombia. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y FINCA S.A. Informe Final. Bogotá, Colombia, 46 p. 2003.

Baars, R.M.T. 1998. Nutrition management, nitrogen efficiency, and income over feed cost on Dairy Farms in Costa Rica. *J. Dairy Sci.* 81:801.

Bargo, F. L.D.; Muller, J.E., Delahoy and T.W. Cassidy 2002. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J. Dairy Sci.* 85:1777-1792.

Castro, G. 2010. Competitividad en el Sector Lácteo. En Memorias del Seminario Internacional de Competitividad de Carne y Leche. COLANTA. Medellín (Colombia).

Clark, D.A, Kanneganti V.R, 1998. Grazing management systems for dairy cattle, In: Cherney J.H. and Cherney D.J., eds. 1999. Grass for dairy cattle. CAB International, Oxon, UK.331p.

Cenicafe, 2013. Anuario Meteorológico cafetero. Cenicafe, Fondo nacional del café, 2013.

Cenicaña, 2013. Boletín meteorológico, [www.cenicana.org/clima/boletin-meteorologico](http://www.cenicana.org/clima/boletin-meteorologico)  
CREA, 2013. Taller de Análisis de resultados de la Gestión Lechera. Federación Uruguaya de Grupos CREA. [www.fucrea.org](http://www.fucrea.org).

CVC, 2013. Boletín hidroclimatológico, [www.cvc.gov.co](http://www.cvc.gov.co).

Dermorttet M. 2010. Identifying investment opportunities for ruminant livestock feeding in developing countries. Word Bank. 2010.



Díaz, M.T., 2011. Perspectivas de la producción bovina en América Latina en el nuevo contexto de cambio climático y economías de bajo carbono. En 2° Simposio internacional de Genómica y modelación en los nuevos escenarios de la ganadería bovina tropical. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Cali, Junio de 2011.

Duarte Vilela, 2015. Visión general d la lechería tropical. En memorias del III Foro internacional de la leche, Fedegan, Barranquilla 2015.

FEDEGAN 2008. Los ganaderos le apostamos a la capacitación. Carta Fedegan. No. 107. Julio-Agosto de 2008. p.24.

FEDEGAN, 2013. La ganadería Bovina en Colombia, Federación Colombiana de Ganaderos, Bogotá, [www.fedegan.org.co](http://www.fedegan.org.co).

FEDEGAN, 2013. Costos modales en la ganadería de leche, trópico alto de Colombia: Ventana a la competitividad ganadera. Fondo Nacional del Ganado, SENA. Octubre de 2013, 109 p.

García D.M.A., 2011. Curso de métodos estadísticos en investigación Agrícola. Notas de clases, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, semestre 2011<sup>a</sup>.

García M., Maldonado J., López, J., 2003. Caracterización productiva y reproductiva de las explotaciones ganaderas del bajo cauca y el litoral atlántico antioqueños. Rev. Colombiana de Ciencia Pecuaria. Vol. 16:2, 2003.

García, Q.I.; Ramírez N.L. 2011. Tipificación de la producción ganadera en el Municipio de Bolívar, Valle del Cauca, Colombia. Revista Colombiana de Ciencia Animal, Vol 4, No. 1, 2011

Holguín, V. A.; Ortiz, G. S.; Velasco N. A y Mora D. J. 2015. Evaluación multicriterio de 44 introducciones de *Tithonia diversifolia* en Candelaria Valle del Cauca. Rev. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Vol. 62 nro. 2, mayo-agosto. 57-72.

Holmann, F. et al. 2004. Producción de Leche y su Relación con los Mercados, Caso Colombiano. CIAT, International Livestock Research Institute (ILRI). Cali, Colombia.

Holmann, F. et al. 2008. Competitividad de la producción de leche frente a los tratados de libre comercio en Nicaragua, Costa Rica y Colombia. CIAT, ILRI, Enero de 2008 74 p.

Hodgson, J. And I. M. Brookes, 1999. Nutrition of grazing animals, In Pasture and Crop Science, White, J., and J. Hodgson, ed. Oxford University Press, Auckland, N.Z.

Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2011. Las Buenas Prácticas Ganaderas en la Producción de Leche, Bogotá, 2011. 32p.

Juárez L. F., Montero L. M., Núñez H. G., 2011. Limitaciones y Potencial de los forrajes para mejorar la nutrición de bovinos en regiones tropicales. En 2° Simposio internacional de Genómica y modelación en los nuevos escenarios de la ganadería bovina tropical. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Cali, Junio de 2011.

Kolver, E.S., Muller D., 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or total mixed ration. *Journal Dairy Sci.* 81: 1403.

Lammers B.P., Heinrichs J., Isler V.A. 2002. Uso de Ración Totalmente Mezclada (TMR) en vacas lecheras. Department of Dairy and Animal Science the Pennsylvania State University. [www.das.psu.edu/teamdairy](http://www.das.psu.edu/teamdairy).

McCutcheon, J. (2011). Using Pasture Measurement to Improve Your Management. The Ohio State University Extension. Ohio, USA. Disponible en <http://ohioline.osu.edu/anrfact/pdf/11-HCS-868.pdf>

Martin, P.C. 2010. Un programa de ganadería ecológica: objetivos, beneficios de la transferencia y financiamiento. En Memorias del III Congreso de Producción Animal Tropical, La Habana, 15-19 de Noviembre.

Mahecha L., Duran C.V., Rosales M., Molina C.H., Molina E., 2000. Consumo de pasto estrella africana (*Cynodon plestostachyus*) y *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) en un sistema silvopastoril. *Pasturas Tropicales* Vol. 22 N°1.

Malagon, R; Prager, M. Enfoque de sistemas: Una opción para el análisis de producción agrícola. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, 2001.

Maulfair D.D., Fustini M., Heinrichs A.J. 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.

Mojica J.E., Castro E., León J., Cárdenas E.A., Pabón M.L., Carulla J.E., 2009. Efecto de la oferta de pasto Kikuyo sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina. *Livestock Research for rural Development*, 21(01) 2009.

Morales V.F., 2007. Experiencias de campo en zonas de clima frío del Ecuador y Colombia, Hay mercado pero no Hato. Carta FEDEGAN Numero 107. Federación Nacional de Ganaderos de Colombia FEDEGAN 2007.

Morales V.F., 2011. Estudio de la productividad y competitividad de los sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca (Colombia), proyecto de grado de Doctor en Ciencias Agropecuarias con énfasis en producción animal tropical. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, 2011.

Morales V.F. 2012. Factores críticos para mejorar la productividad. Informe especial. En Carta FEDEGAN Número 131. Pag 50-53.

Morales 2014. Cadena de valor y cadenas de suministro herramientas para aumentar la competitividad de nuestras ganaderías. *Rev. Genética Bovina*, Número 37, Marzo-Abril de 2014. ISSN 1909-8723. Bogotá D.E.

Motta D.P., Rivera C.L., Mariño A.A., Lizcano P. C., 2012. Desempeño productivo y reproductivo de vacas F1 Gyr x Holstein en clima cálido Colombia. Vet. Zootec. 6(1): 17-23, 2012

Nicholson C.F, Tedeschi L.O Y Lellis Vieira A. C. G. 2011. Aplicación de los modelos de estudio de dinámica de sistemas para mejorar la rentabilidad y sostenibilidad de los sistemas de la producción ganadera en América Latina. II Simposio Internacional de Genómica y Modelación en los Nuevos Escenarios de la Ganadería Bovina Tropical, Junio 22-25, 2011, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.

Ocampo, L.M. y Duran C.V., 2002. Validación de un modelo de programación lineal para la evaluación Ex - ante de alternativas tecnológicas con Ganado criollo Hartón del Valle en el Valle del Cauca. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, 160 p.

Ortiz, G, S., Duarte, J. M. y Galvis, G. D. 2016. Selección de clones de *Tithonia diversifolia* por validez forrajera integral. Artículo en prensa para publicar.

Osorio, F., 2010. Estudio de Lecherías Especializadas Competitivas. Revista Infortambo Andina. N°25. Noviembre de 2010. Bogotá, Colombia.

Osorio, F., 2012. Construyendo la finca eficiente. Taller Finca S.A. Medellín, Septiembre de 2012.

Peruchena, C. 2007. Suplementación de bovinos en sistemas pastoriles. Tomado de: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar) 01.01.15

Peters, M., Franco L.H., Schmidt A., Hincapié B., 2003. Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores de Centro América. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali Colombia. 113p.

Pingali P. Y McCulloch E. 2010. Drivers of Change in global Agriculture and Livestock System

Preston, T.R. 2007. Alimentos o Combustibles. En Seminario “El futuro de la Producción Agropecuaria”. Cogancevalle. Buga, Colombia.

Robinson, J. L. y Clason, T. 2000. De sistemas Pastoriles a Silvopastoriles. *Agroforestry Notes* (USDA-NAC). Paper 22. Toma de: <http://digitalcommons.unl.edu/agroforestnotes/22> 01.01.15

Robinson, T. P. and Pozzi F. 2011. Mapping supply and demand for animal-source foods to 2030, by. Animal Production and Health Working Paper. No. 2. Rome. Tomado de: <http://www.fao.org/docrep/014/i2425e/i2425e00.pdf>

Sandoval, A. 2010. Riesgo de los tratados internacionales para la producción de leche en la región. Asamblea General de Asociados Cooperativa de Ganaderos del Centro y Norte del Valle del Cauca.

San Marino, A. 2010. Desafíos y Oportunidades de la Lechería Global. En Memorias del Seminario Internacional de Competitividad de Carne y Leche. COLANTA. Medellín (Colombia).

SAS, 2013. Statistical Analysis System Versión 9.4, 2013).

Sere y Stenfield, 1996. World livestock production systems: current status, issues and trend. Animal Production and health paper No. 127. FAO. Rome.

SOCIEDAD DE AGRICULTORES Y GANADEROS DEL VALLE SAG, 2006. Plan De Especialización Bovina del Valle del Cauca. Ministerio de Agricultura. SAG y AZOOVALLE, 217 p.

Steinfeld, H., Rosales, M. 2009. La Larga sombra del ganado. Problemas ambientales y opciones, Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación FAO, 2009

Steinfeld, H. et al. 2010. Livestock in a Changing Landscape. (Drivers, Consequences, and Responses). Scientific Committee on Problems of Environment. IslandPress. Washington, United States of America.

Vries, A., 2006. Determinants of the cost of days open in dairy cattle. Department of Animal Sciences University of Florida. Proceedings of the 11th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics, 2006, Available at [www.sciquest.org.nz](http://www.sciquest.org.nz)

Gerosa, S. and Skpoet J. 2012. Milk availability Trends in production and demand and medium-term outlook. ESA Working paper No. 12-01 February 2012 Agricultural Development Economics Division Food and Agriculture Organization of the United Nations. Tomado de: [www.fao.org/economic/esa](http://www.fao.org/economic/esa)

## Capítulo 2

# Comparación de la Eficiencia en Sistemas lecheros de Uruguay, Ecuador y Colombia

### Resumen

El propósito del estudio fue comparar la productividad y eficiencia de hatos lecheros seleccionados de Uruguay, Ecuador con hatos del Valle del Cauca y Popayán (Colombia), segundo identificar oportunidades para mejorar la productividad y competitividad lechera del Valle del Cauca. El promedio por vaca día fue Uruguay 22.6 l, Ecuador 21.5 l y Popayán 21.3 l y hubo diferencias con Valle del Cauca 14.4 l ( $P < 0.05$ ). La producción forrajera ( $\text{kg MS}\cdot\text{ha}\cdot\text{año}^{-1}$ ) fue superior en el Valle, 27.868; seguido de Popayán 22.560; Ecuador, 20496 y Uruguay con 10080 kg. El consumo de materia seca ( $\text{kg MS vaca}\cdot\text{día}^{-1}$ ), fue mayor para las fincas uruguayas con 18.7, que para las del Ecuador, 17.9; Popayán; 16.9 y Valle 13.7 Kg. La eficiencia biológica de producción de leche fue superior en Popayán, 1.3; Uruguay y Ecuador, 1.24 y Valle, 1.08; Los  $\text{l}\cdot\text{ha}\cdot\text{año}^{-1}$  presentaron diferencia ( $p < 0.05$ ) entre países, 22.370 l., Valle del Cauca, 20.974 l., Ecuador, 19.367 l. y Uruguay, 5.892 l. El costo por litro de leche Valle y Ecuador, U\$0.38; Popayán, U\$0.35 y Uruguay con U\$0.31/L. La rentabilidad sobre el Capital Utilizado o ROCE fue mayor en Uruguay y Popayán con un 27%, Ecuador, 24% y Valle con 12%. La productividad y eficiencia de hatos lecheros en Uruguay, Ecuador y Popayán fueron superiores a los del Valle del Cauca. La mayor oferta forrajera al año y la capacidad de carga de los sistemas de leche en el Valle, no logran equiparar la competitividad de los sistemas de leche del Uruguay o de las zonas frías de Ecuador o Popayán, Los márgenes por litro de leche son menores y los sistemas actuales requieren de mayor inversión por ha.

**Palabras claves:** Producción lechera; costo litro y rentabilidad, competitividad.

### Abstract

The purpose of the study was compared the productivity and efficiency of Uruguayan selected dairy herds and Ecuador with herds of the Cauca Valley and Popayan (Colombia), second to identify opportunities to improve the productivity and competitiveness of the Cauca and Valley Dairy farms. Cow per day averaged Uruguay 22.6 l, Ecuador 21.5 l and Popayan 21.3 l and there were differences with Valley 14.4 l ( $P < 0.05$ ). Forage production ( $\text{kg DM}\cdot\text{ha}\cdot\text{year}^{-1}$ ) was higher in the Valley, 27.868; followed by Popayan 22.560; Ecuador, 20496 and Uruguay with 10080 kg. Dry matter intake ( $\text{kg DM}\cdot\text{cow}^{-1}$ ) was higher for Uruguay farms with 18.7, Ecuador 17.9; Popayan, 16.9 and Valley 13.7 kg; Biological efficiency of milk production was higher in Popayan, 1.3; Uruguay and Ecuador, 1.24 and Valley, 1.08. The  $\text{l}\cdot\text{ha}\cdot\text{year}^{-1}$  presented difference ( $p < 0.05$ ) between countries, Popayan 22.370, Valley 20.974, Ecuador 19.367 and Uruguay 5.892 l. The cost per liter of milk, Valle and Ecuador, U\$ 0.38; Popayan, U\$ 0.35 and Uruguay \$ 0.31/l. The Return on Capital Expense (ROCE) were more profitable in Uruguay and Popayan with 27%, Ecuador, 24% and 12% for Valle. The productivity and efficiency of dairy cows in Uruguay, Ecuador and Popayan herds were higher of the Valley of Cauca. Greater forage supply per year and stocking rate in the Valley systems, unable to equate the competitiveness of the systems of the Uruguay, margins per liter of milk are lower and current systems require greater investment.

**Keywords:** Dairy Production, profit and liter cost, competitiveness.

## 2.1. Introducción

El sector pecuario mundial está en ascenso debido a factores como el crecimiento poblacional, el aumento en la demanda de alimentos, la seguridad en los alimentos de origen animal y sus normas de calidad, la competencia por recursos como la tierra y el agua; las proyecciones muestran que la población de ganado (Bovino, Ovino y Caprino) en países en desarrollo pasaran de 467 a 648 millones de animales incrementando la competencia por recursos de alimentación (World Bank, 2012); además, los sistemas productivos deberán afrontar los retos del cómo manejar la vulnerabilidad al cambio climático (Schneider, 2010), en este contexto, se observa que es fundamental mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos naturales y desarrollar sistemas de producción bovina sostenible y de baja huella de carbono (Díaz, 2011).

El sector ganadero mundial deberá mejorar su eficiencia alimenticia en los rumiantes con el fin de disminuir el crecimiento de las áreas para pastoreo y bajar la generación de gases de efecto invernadero (GEI), por lo cual se deben estudiar nuevos sistemas basados en agricultura mixta entre pastizales y cultivos (De Cees *et al.*, 2010), esto hace importante estudiar sistemas y modelos que evalúen el crecimiento de las poblaciones y los límites de la capacidad biofísica del planeta y su eficiencia (Nicholson, 2015).

Para la toma de decisiones, los países y las empresas deben determinar si los problemas son genéricos o únicos y precisar en qué consiste el problema; además, hay que especificar lo que se debe lograr con una decisión y definir qué es correcto y que no; además establecer que es lo aceptable e incorporar la acción en la decisión (Drucker, 1995), para comparar sistemas o casos complejos el “benchmarking” es un método sistemático de enfoque estratégico que busca crear ventajas competitivas con base en comparar las organizaciones o los países frente a los líderes del mercado, identificando las mejores prácticas, promoviendo el rendimiento superior y conociendo cuales de los indicadores difieren de los propios (Besterfield *et al.*, 2003).

La evaluación comparativa es un proceso continuo de medición de productos, servicios y prácticas comerciales contra los competidores más duros o aquellas compañías reconocidas como líderes de la industria; además, el concepto de la evaluación comparativa se ha debatido intensamente en la estrategia empresarial, esta comparación debe hacerse con competidores directos de clase mundial para buscar la estructura de metas, indicadores u objetivos de las operaciones (Salim, 2014).

La lechería en América Latina y el Caribe es variada en sistemas productivos que se diferencian desde lo tecnológico y genético hasta aspectos socio económicos y culturales (Díaz, 2011), estos sistemas tienen distintos grados de desarrollo, pero en todos se presenta un crecimiento importante y se observa un camino abierto para que la producción de leche continúe su expansión en los próximos años (Rodríguez, 2012)

Países como Argentina y Uruguay poseen sistemas intensivos pastoriles (Rye grass y Alfalfa) con un fuerte apoyo de suplementos concentrados (granos), reservas de forrajes (Silo maíz o sorgo) y ordeños mecanizados, los cuales se realizan en zonas de geografía

uniforme, sin montañas y en zonas de llanura o relieve moderado (Bargo, 2003; Rodríguez, 2012); mientras que en países como Colombia los sistemas en pastoreo de las zonas altas se basan en pasto Kikuyo *Penisetum clandestinum* pasto tropical C4 originario de Kenia (Morales A., 2013), En Quito (Ecuador) existe introducción de mezclas de Kikuyo con Rye grass *Lolium spp* y trébol *Trifolium repens* en zonas de ladera de la sierra Ecuatoriana (Batallas, 2013).

Zonas como el Valle del Cauca (Colombia) a 1000 msnm, el pastoreo se hace con base en el pasto Estrella *Cynodon plectostachyus* gramínea tropical C4 de alto rendimiento de materia seca (20 a 30 t ms.ha.año<sup>-1</sup>) con contenidos de proteína de 10 a 15% (Peters, 2003) y un alto contenido de Fibra Detergente Neutra (FDN) 60 a 65% (Solarte y Morales, 2014), lo que limita el consumo y la producción de las vacas (Juárez, 2011), además del pastoreo los animales son suplementados con concentrados comerciales altos en proteína (Anzola, 2003) y en algunos casos suplementación con ensilajes de maíz o caña y sistemas silvopastoriles (Morales, 2014). En estos sistemas, los alimentos representan entre el 40 al 50% del costo del litro leche. Por lo tanto, mejorar la conversión de forrajes y suplementos, es clave si se quiere incrementar la rentabilidad en producción lechera (Linn, 2006).

Los nuevos sistemas alimenticios buscan aumentar el consumo de materia seca (MS) de vacas lecheras en sistemas basados en pasturas y suplementación, otros sistemas mixtos que no sólo los animales pastorean; sino que reciben alimento forrajero en canoas o raciones totalmente mezcladas (RTM), cada sistemas tiene diferentes consumos de materia seca y esto marca diferencia en la productividad (Bargo, 2003) y en la eficiencia de las raciones (Hutjens, 2005).

Sistemas de producción basados en RTM o RTM Parciales, han logrado que la vaca lechera obtengan un mayor rendimiento, debido a que se logra más consumo de MS por día con una ración de más calidad, pero todavía existen dudas en la eficacia económica de estos sistemas (Lammers, 2002).

El panorama actual del sector lácteo en Colombia presenta retos en la innovación y competitividad pues los precios internacionales están por debajo de lo que se paga en el país (Morales, 2013); sin embargo, debido a la devaluación del peso frente al dólar, los valores de la leche Colombiana bajo de U\$0.49 en Julio de 2014 a U\$0.30 en Julio de 2015, esto beneficia la producción nacional (FEDEGAN, 2015), pero si tomamos en cuenta que el 40% de los costos del litro de leche es alimento estos también elevaran su precio debido a que los concentrados dependen de la importación de maíz y torta de soya.

Es importante entonces analizar que hacen países exportadores en la región como Argentina o Uruguay, pues para estos países existe una estrecha relación entre precio al productor y precio internacional, además se debe conocer que está haciendo Ecuador, que su producción láctea crece a tasas superiores al 7% en los últimos 20 años, cuando Colombia no alcanza un 4% (FAO, 2012).

El propósito del estudio fue comparar la productividad y eficiencia de hatos lecheros seleccionados de Uruguay, Ecuador con lo que se hace en los sistemas de producción lechera del Valle del Cauca y Cauca (Colombia), además de identificar oportunidades para mejorar la productividad y competitividad lechera del Valle del Cauca.

## **2.2. Materiales y Métodos**

### **2.2.1 Localización y recopilación de la información de sistemas lecheros de Uruguay, Ecuador y Colombia**

Se colectó, organizó y analizó la información proveniente de un diagnóstico directo de 20 ganaderías en los tres países durante el primer semestre del 2014: (5) en el sur oeste de **Uruguay**  $34^{\circ}28' S$  y  $57^{\circ}50' O$  a 15 msnm, (5) en **Ecuador**  $0^{\circ}31' S$  y  $78^{\circ}34' O$  en las regiones de Tambillo y Machachi a una hora de la ciudad de Quito y 2800 msnm, (3) en la zona alta de Popayán (**ColFrio**)  $2^{\circ}27' N$  y  $76^{\circ}36'$  entre 2400 y 2600 msnm y (7) fincas de características industriales en el Valle del Cauca (**ColValle**) Colombia  $3^{\circ}5' N$  y  $75^{\circ}41' O$  entre 1000 a 1500 msnm. Estas ganaderías contaban con sistemas de información y de costos organizados y actualizados, tenían un buen manejo técnico y cumplían con las exigencias de entes reguladores estatales en BPG (Buenas Prácticas Ganaderas); además de programas de manejo sanitario que incluía certificaciones de Tuberculosis y Brucelosis y las respectivas vacunas para control de enfermedades reproductivas.

Este trabajo contó con el apoyo de los técnicos y propietarios de cada hato lechero y se tuvo la colaboración de los técnicos del grupo CREA Dos Orillas del Uruguay, Coprega y Asociación Holstein del Ecuador y Circulo de Excelencia Ganadera de FNG en Popayán (Cauca) y Tuluá (Valle del Cauca).

Para el análisis de la información se revisaron indicadores: (Animales totales, vacas en ordeño, Producción total y promedio en litros, Consumo de pastura en kg, consumos de suplemento en kg y consumo de materia seca total en kg; en la parte reproductiva se evaluó el intervalo parto primer servicio, los días abiertos, los intervalos entre partos y los servicios por concepción y para la calidad de leche se obtuvieron los datos suministrados por las empresas compradoras de leche para los indicadores unidades formadoras de colonia, Células somáticas, la proteína en leche y la grasa en leche. En primer lugar, se analizaron cada una de las variables por medio en Análisis de varianza (ANOVAS) con base en el programa SAS (SAS, 2013) y los indicadores encontrados se compararon con referentes regionales o mundiales.

El análisis de Productividad y eficiencia se efectuó con base en variables derivadas e indicadores como: Índice de temperatura y humedad relativa (**ITH**); Unidades de Gran Ganado (**UGG**); Unidades Gran Ganado Hectárea Productiva (**UGG.ha.p<sup>-1</sup>**); litros por hectárea año (**I.ha.año<sup>-1</sup>**), eficiencia en leche o kg de leche por kilo de materia seca consumida por la vaca en un día (**kg Leche.kg ms. vaca día<sup>-1</sup>**); Litros Libres o litros por fuera de la suplementación con grano o concentrados (**II**); litros libres por hectárea y año (**II.ha.año<sup>-1</sup>**); Relación Leche a Grano Suplementario (**leche:grano**); Porcentaje de



pastura en la ración (%PR) y productividad de la mano de obra en litros por hombre año ( $\text{l. hombre.año}^{-1}$ ).

## **2.2.2 Análisis Económico de sistemas lecheros de Uruguay, Ecuador y Colombia**

Para el análisis económico se tomaron los precios del litro de leche pagado a cada productor por las empresas compradoras y para obtener el costo del litro de leche, se basó en la información contable de cada uno de ellos, utilizando la metodología de costo directo o valor sacrificado por los productos o servicios que se espera aporten un beneficio presente o futuro a cada organización (Uribe, 2011) y se comparó con la metodología de costos modales propuesta para el análisis de costos en la ganadería de leche de trópico alto por FEDEGAN (2013). Con ello se estableció una plantilla de costos directos en excell que incluía los costos de pasturas, alimentos, reproducción, mano de obra, ordeño y otros costos.

Con la diferencia entre precio y costo se pudo determinar el margen de contribución o margen bruto del sistema y se pudo establecer la utilidad bruta por ha, y con el costo de inversión por animal en cada país y se calculó la rentabilidad del sistema sobre el capital utilizado o sus siglas en inglés (ROCE).

## **2.3. Resultados y Discusión**

### **2.3.1. Descripción de los sistemas productivos de Uruguay, Ecuador y Colombia.**

El área total de las fincas fueron de Uruguay 189.6, Quito 52, Valle 72.6, y Popayán 23 has totales y el área productiva de 160, 37.4, 61.1, 13.3, para las fincas de Uruguay, Quito, Valle del Cauca y Popayán respectivamente, con lo cual se observa una menor presión por la tierra en las zonas de Uruguay que en los otros dos países y esto puede generar una mejor competitividad por escala en ese país que en los otros dos países, y un mayor potencial productivo hacia el futuro que en las otras zonas.

La temperatura y Humedad relativa entre los tres países dependen de la época del año y en Uruguay se encuentran grandes variaciones entre invierno y verano, fenómeno muy diferente a lo que pasa en las zonas de Colombia y Ecuador, que las condiciones ambientales cambian es con la altitud y con la presencia o no de lluvias. Al comparar los suelos de cada región se encontró una buena acumulación de materia orgánica y Nitrógeno en los suelos de Uruguay, Quito y Popayán y se observa mayor extracción de nutrientes en los últimos 20 años en los suelos del Valle del Cauca probablemente debido a una mayor intensidad productiva (Tabla 2.1)

Las pasturas observadas en Uruguay estaban basadas en gramíneas de la zona templada como el Rye Grass *Lolium spp* y la leguminosa Alfalfa *Medicago Sativa* (CREA, 2013), zonas como Ecuador basan el sistema en Pasto kikuyo *pennisetum clandestinum* y Rye grass, lo cual concuerda con lo descrito por Batallas (2013), Popayán alto basa su alimentación en pasto Kikuyo y Valle del Cauca en Estrella africana o Pasto Guinea (Morales, 2014)

El suplemento forrajero encontrado principalmente en la ganadería de Uruguay fueron ensilajes de maíz y sorgo, mientras que en Ecuador suplementa con ensilajes de maíz, Avena o Henolajes de pastos kikuyos y rye grass, El Valle del Cauca basa su suplementación forrajera con ensilajes de maíz, recursos agroindustriales o caña de azúcar y Popayán no presenta suplementación forrajera en las fincas evaluadas (Tabla 2-1)

**Tabla 2-1.** Caracterización de sistemas de producción de leche de Uruguay, Ecuador y Colombia

Información General	UN	Uruguay		Quito Ecuador		Valle Cálido		Popayán Frio	
		Prom	Desv. Est	Prom	Desv. Est	Prom	Desv. Est	Prom	Desv. Est
Área totales	has	189.6	87.3	52.0	14.5	72.6	56.5	23.0	19.1
Área productiva	has	160.0	60.1	37.4	9.0	61.1	46.4	13.3	5.8
Temperatura Promedio	°C	18.0	12 a 24	11.0	8 a 18	24.5	16 a 34.5	18.0	12 a 24
H. Relativa	HR	75%		70%		78%		73%	
Fertilidad	B-M-A	Alta		Alta		Media-Alta		Media-Baja	
Pastura 1	Especie	<i>Lolium spp</i>		<i>Pennisetum clandestinum</i>		<i>Cynodon Plestostachyus</i>		<i>Pennisetum clandestinum</i>	
Pastura 2	Especie	<i>Medicago sativa</i>		<i>Lolium spp</i>		<i>Megathyrus maximus</i>		<i>Lolium spp</i>	
Suplemento forrajero	TIPO	Silo Maíz y/o Sorgo		Silo Maíz y/o Henolaje		Silo Maíz		ND	
Calidad pastura	B-M-A	Alta		Medio-Alta		Medio-Baja		Media-Alta	
Cobertura arbórea	B-M-A	Baja		Baja		Alta		Baja	
Genética	Taurus : Cebú	Holstein 100%		Holstein y mezclas Taurinas		Cruces 75% Taurinos: 25% Cebuinos		Holstein y mezclas Taurinas	
Control sanitario	B-M-A	Alto		Alto		Alto		Medio	
Nivel de automatización	B-M-A	Medio-Bajo		Medio-Bajo		Medio-Alto		Bajo	
Sistemas de costos		Alto		Medio		Alto		Medio	

La calidad de las pasturas puede calificarse como altas al poseer variedades de Rye Grass y Alfalfa (>21% en proteína y FDN <50%) para el caso uruguayo, Medio Altas en Ecuador y Popayán Kikuyo (18-21% en proteína y FDN 50-59%) y Baja en el Valle del Cauca con pasto Estrella (<17% en proteína y FDN >60%), aunque esta última con una alta productividad y cantidad producida por metro cuadrado y por hectárea.

Las fincas evaluadas en Uruguay, Ecuador y Popayán contaban con una baja densidad arbórea <20 árboles.ha<sup>-1</sup>, a diferencia del Valle del Cauca con >20 árboles.ha<sup>-1</sup>, donde se destaca un interés por aumentar la cobertura arbórea en los potreros, ya sea con árboles individuales o como sistemas silvopastoriles.

La genética predominante en Uruguay fue la raza Holstein, a diferencia de Ecuador y Popayán que además de la raza Holstein, incluyen otras razas taurinas como el Pardo Suizo, el Jersey, el Rojo Sueco, etc. y sus mezclas; Valle del Cauca debido a las difíciles

condiciones de clima (alta temperatura y humedad relativa) y presencia de ectoparásitos como garrapatas *Boophilus sp* y nuches *Dermatobia sp.*, incluye mezclas de ganados taurinos con razas Cebuínos como la raza Gyr o el Brahman.

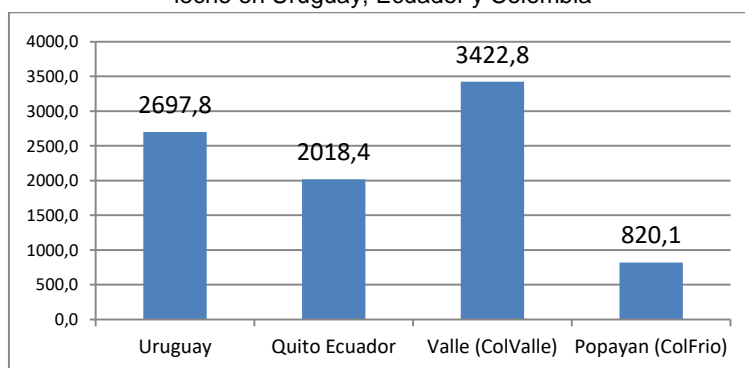
Se observaron buenos controles sanitarios y buenas prácticas de ordeño en los sistemas de Uruguay, Ecuador y Valle del Cauca, mientras que la zona de Popayán posee deficiencias marcadas en las prácticas de ordeño, debido a que este proceso de desarrolla con equipos móviles directamente en el potrero, dificultando las labores de limpieza.

Se destaca un buen control de costos e indicadores en las fincas del Valle del Cauca (Colombia) y en Uruguay y se observaron deficiencias en estos conceptos en las fincas del Ecuador y Popayán.

### 2.3.2 Caracterización de los sistemas de producción de leche en los tres países.

Al caracterizar los sistemas de producción se encontró que las fincas Uruguayas y el grupo elite del Valle del Cauca poseían más animales totales y mayor número de vacas en ordeño. Los valores encontrados para animales en ordeño fueron de: Valle del Cauca 251.6, Uruguay 117.6, Quito 92 y Popayán 38. Esto hace que la entrega de leche por día fue superior para las fincas del Valle con 3422 l.día<sup>-1</sup>, seguidos de Uruguay con 2697.8 l.día<sup>-1</sup>, Quito con 2018.5 l.día<sup>-1</sup> y Popayán con 820.1 l.día<sup>-1</sup> (Figura 2-1), esto muestra que todos los países en sistemas ganaderos especializados están buscando una mayor escala de entrega de leche con el fin de reducir los costos fijos y que un menor número animales en ordeño dificultan la competitividad de los sistemas.

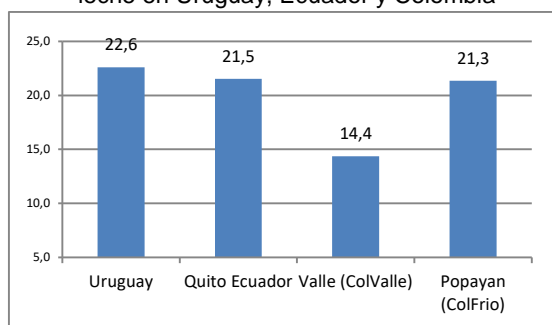
**Figura 2-1.** Entrega de leche por finca (l.día<sup>-1</sup>) de sistemas de producción de leche en Uruguay, Ecuador y Colombia



Este factor es clave para analizar la capacidad del sistema para absorber costos fijos; sin embargo para el caso del Valle del Cauca en un estudio de la productividad de leche en 52 fincas lecheras, se observó que la entrega diaria de leche sólo fue de 807 L.día<sup>-1</sup>, con fincas que entregan 35 litros y otras que entregan 5800 l, lo que muestra una asimetría en la región, por ello algunos gremios lecheros comentan: “Un gran número de fincas del Valle, tienen comprometida su competitividad y sostenibilidad en el negocio de producción de leche por carecer de volumen” (Morales, 2014), diferente al caso Uruguayo que posee una entrega promedio de 1500 l.día<sup>-1</sup> en el 82% de sus hatos (Viera E., 2013).

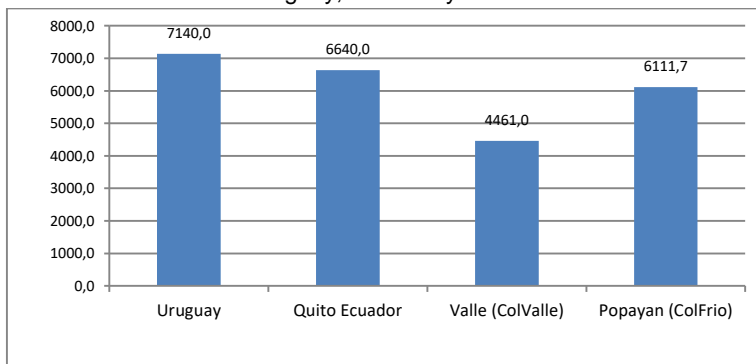
El promedio por vaca día fue superior en Uruguay con **22.6** litros, seguido por Quito (Ecuador) con **21.5** l y Popayán (Colombia) con **21.3** l, mientras que Valle del Cauca presento el menor promedio por vaca con **14.4** l para las fincas evaluadas (Figura 2-2), mostrando diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), entre las fincas de Uruguay, Ecuador y Popayán con las del Valle del Cauca.

**Figura 2-2.** Promedio vaca por día (l) de sistemas de producción de leche en Uruguay, Ecuador y Colombia



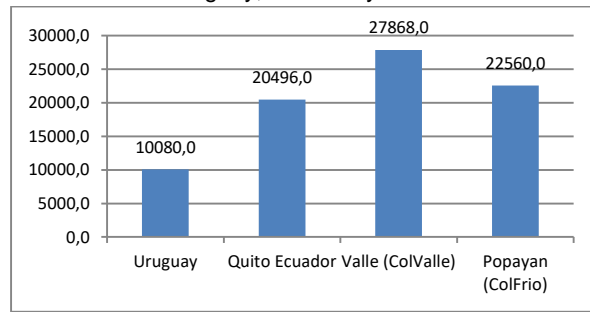
La producción ajustada a 305 días en los sistemas de producción, fue superior en Uruguay 7140 litros, seguida de Ecuador 6640 l, Popayán con 6111.7 l y por último para el Valle del Cauca con 4461 l (Figura 2-3), Estos valores mostraron coeficientes de variación muy altos para las fincas del Valle del Cauca (12.8%), con lo que se puede decir que una condición de las intensificación genética de los sistemas productivos del Valle es disminuir la variabilidad genética y mejorar la producción por lactancia de sus vacas, si se quiere ser más competitivo.

**Figura 2-3.** Producción a 305 días, de sistemas de producción de leche en Uruguay, Ecuador y Colombia



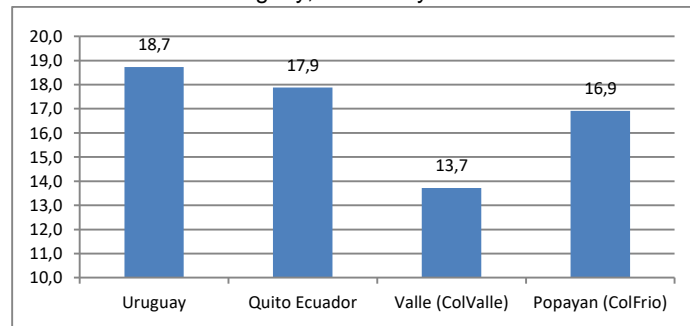
La producción forrajera medida en kilogramos de materia seca ( $\text{kg MS} \cdot \text{ha} \cdot \text{año}^{-1}$ ) fue superior en el Valle (Colombia) con **27868** kg, seguido de Popayán, Quito (Ecuador) y Uruguay con valores de **22560**, **20496** y **10080** kg respectivamente (Figura 2-4). Este valor aunque alto tiene grandes diferencias en la calidad del insumo producido, puesto que en zonas tropicales se producen grandes cantidades de pastos por  $\text{m}^2$  y por ha, pero esto disminuyen muy rápidamente su calidad nutricional por senescencia, siendo este uno de los grandes limitantes en el consumo de materia seca de pastos y en la producción por vaca para estos sistemas.

**Figura 2-4.** Kilogramos de materia seca de pasturas en sistemas de producción de leche en Uruguay, Ecuador y Colombia



El consumo de materia seca (**kg MS. vaca día<sup>-1</sup>**), fue mayor para las fincas uruguayas con **18.7 kg**, que para las del Ecuador de **17.9 kg**, Popayán (Col frío) de **16.9 kg** y para el Valle (Colcal) con **13.7 kg** (Figura 2-5), este factor es clave pues determina el potencial productivo de los animales y será muy importante para el análisis de competitividad. Los sistemas del Valle del Cauca mostraron diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) al compararlos con los otros sistemas y presentar un menor consumo.

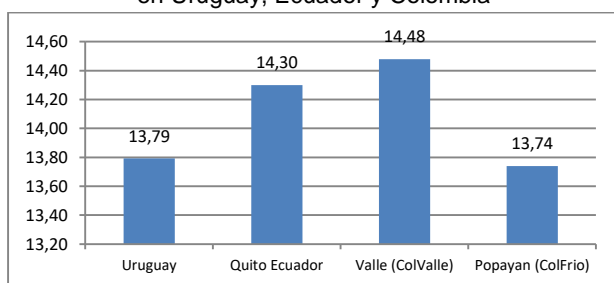
**Figura 2-5.** Consumo de materia seca por vaca (kg ms) en sistemas de producción de leche en Uruguay, Ecuador y Colombia



El intervalo parto Primer Servicio (**IP1S**) fue mejor en el Valle del Cauca con **77 días**, seguido de Uruguay con **81.4**, Quito con **88** y Popayán con **88.7 (Tabla 2.2)**. Los Servicios por concepción (**S.C**) fueron menores para las fincas de Uruguay **2.18**, seguidas por las de Quito **2.3** y Popayán con **2.7**, las fincas del Valle del Cauca mostraron mayor valor con **4.0** y un coeficiente de Variación de del 32.9%. Lo que indica que se debe trabajar más sobre el manejo reproductivo y estudiar los posibles efectos de la temperatura y el índice ITH, sobre la tasa de concepción y el cómo mitigarlos (Thatcher *et al.*, 2010)

Los días abiertos fueron de **139.2**, **153.8**, **158** y **142** para las fincas de Uruguay, Ecuador, Popayán (Col) y Valle (Col), con unos intervalos entre partos de 13.7, 14.3, 14.5 y 13.7 respectivamente (Tabla 2), lo cual no muestra diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) (Figura 2-6)

**Figura 2-6.** Intervalo entre partos en sistemas de producción de leche en Uruguay, Ecuador y Colombia



Las Unidades Formadoras de Colonia (UFC) fueron en Uruguay **24.600**, Ecuador **49.200**, Valle del Cauca **29.120** y Popayán **13.667**, mientras que para el indicador Recuento de Células Somáticas (RCS) los resultados encontrados fueron Uruguay **226.600**, Ecuador **365.000**, Valle **382.800** y Popayán **316.667**, valores de 250.273 RCS fueron encontrados en Antioquia (Márquez, 2011), Según el Concejo mundial de mastitis este valor no debería superar los 200.000 (Campos G.R., 2010)

Los promedios de la proteína en leche reportada por las empresas compradoras fueron de: Uruguay **3.46%**, Ecuador **3.02%**, Valle **3.15%** y Popayán **3.17%**, mientras que para el promedio de grasa en la leche, fueron: Uruguay **3.72%**, Ecuador **3.73%**, Valle **3.82%** y Popayán **3.73%** (Tabla 2-2)

**TABLA 2-2.** Caracterización de variables de sistemas de producción de leche en Uruguay, Ecuador y Colombia

Indicador	UN	Uruguay		Quito Ecuador		Valle (ColValle)		Popayán (ColFrio)	
		Prom	Desv. Est	Prom	Desv. Est	Prom	Desv. Est	Prom	Desv. Est
<b>Animales totales</b>	<b>UN</b>	266.2	105.6	165.4	51.0	444.2	307.1	68.0	39.1
<b>Vacas en ordeño</b>	<b>UN</b>	117.6 a	43.9	92.0 a	29.6	251.6 b	201.3	38.0 c	17.5
<b>Producción/día</b>	<b>l</b>	2697.8	1106.1	2018.4	765.5	3422.8	2564.1	820.1	405.4
<b>Promedio vaca día</b>	<b>l</b>	22.6 a	2.7	21.5 a	1.8	14.4 b	2.2	21.3 a	0.8
<b>Prod. A 305 día</b>	<b>l</b>	7140.0 a	779.7	6640.0 a	517.7	4461.0 b	569.3	6111.7 a	69.2
<b>Producción/año</b>	<b>l</b>	946587.4	358929.7	736716.0	279396.2	1249322.0	935896.5	299324.3	147986.5
<b>Kg pasto Producido</b>	<b>kg</b>	10080 a	1171.3	20496 b	2503.4	27868 c	3332.7	22560 b	2997.6
<b>Consumo de pastura (Est)</b>	<b>kg ms</b>	8.5	1.2	11.9	0.2	8.3	0.5	11.3	0.6
<b>Suplemento Forrajero</b>	<b>kg ms</b>	3.3	2.1	0.6	1.3	1.5	1.2	0.0	0.0
<b>Suplemento Concentrado</b>	<b>kg ms</b>	6.9	1.8	5.4	1.4	3.9	1.1	5.6	0.3
<b>Consumo de M. Seca total</b>	<b>kg ms</b>	18.7 a	0.8	17.9 a	1.4	13.7 b	1.8	16.9 a	0.5
<b>Intervalo Parto 1er Servicio</b>	<b>días</b>	81.4 a	13.3	88.0 a	6.7	77.0 a	9.6	88.7 a	20.8
<b>Días Abiertos</b>	<b>días</b>	139.2 a	21.8	153.8 a	16.4	158 a	16.9	142 a	28.2
<b>Servicios por Concepción</b>	<b>S.C</b>	2.18 a	0.21	2.30 a	0.16	4.0 b	1.32	2.70 a	0.40
<b>Intervalo Entre Partos</b>	<b>meses</b>	13.79 a	0.77	14.30 a	0.58	14.48 a	0.55	13.74 a	0.97

TABLA 2-2. Caracterización de variables de sistemas de producción de leche en Uruguay, Ecuador y Colombia (Continuación)

Unid. Formad. De Colonia	UFC	24600	14553	49200	13664	29120	21456	13667	1528
Células somáticas	CSC	226600 <sup>a</sup>	29022	365000 <sup>b</sup>	71183	382800 <sup>b</sup>	69837	316667 <sup>b</sup>	55076
Proteína en leche	%	3.46	0.05	3.02	0.06	3.15	0.12	3.17	0.02
Grasa en leche	%	3.72	0.04	3.73	0.05	3.82	0.13	3.73	0.06

\* Los valores con letras son significativamente diferentes. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ )

#### 2.4. Análisis de Productividad y Eficiencia

Para comparar el análisis de varianza en los sistemas de los tres países se analizaron indicadores de productividad y eficiencia entre los cuales se encontró que las variables originales que más diferencias generaron entre los sistemas fueron: hectáreas totales, especies de pastos, kg de materia seca por año, vacas en ordeño, litros por día, consumo de materia seca y calidad de la leche

La posibilidad de los países tropicales (Colombia y Ecuador) de producir pasturas durante los 12 meses del año con relación a países templados genera una ventaja comparativa de los sistemas tropicales frente a los templados en el volumen ofertado al año; sin embargo como advierte Mabrouk y colaboradores; a medida que cambian los patrones climáticos cambiara la dinámica de los hábitats, la diversidad genética, la incidencia de plagas y enfermedades (Mabrouk *et al*, 2011), por lo cual se deben realizar prácticas de manejo como el riego, las barreras corta vientos, el bienestar animal, los sistemas silvopastoriles (FEDEGAN, 2010), o el uso de especies de mayor capacidad de adaptación y digestibilidad, estas prácticas serán clave para mitigar o mejorar la estabilidad de los sistemas actuales.

Los valores de producción promedio (Litros vaca) en las fincas ubicadas en trópico alto de Quito (Ecuador) y Popayán (Colfrio) mostraron producciones de leche similares **21.5 y 21.3** Lts y consumos de materia seca parecidos de **17.9** para las fincas de Ecuador y **16.9** para las de Popayán, esto demuestra que ambos sistemas en manejos similares tienen los mismos resultados productivos pues están basados en pastos Kikuyo y concuerda por los trabajos realizados por Mojica, Carulla y Cárdenas en la sabana de Bogotá (2009).

Las variables derivadas en el estudio, sirven para evaluar la eficiencia productiva de los sistemas (Tabla 2-3). Las fincas analizadas se encontraban en diferentes condiciones ambientales de altura sobre el nivel del mar, temperatura ambiental y humedad relativa que pueden afectar la productividad de los mismo y por ello se estimó el factor de ITH (índice de temperatura y Humedad) para cada sistemas y estos se encontraba por debajo del 100% en las fincas de Uruguay, Ecuador y Popayán y un índice superior al 100% en las fincas del Valle del Cauca (Colombia), vacas con ITH superiores al 100% tienen efectos negativos en la producción de leche y la reproducción (Thatcher, 2010).

Las vacas en el Valle del Cauca, se enfrentan a choques térmicos entre día y noche (Cenicaña 2013), esto puede reducir el consumo de materia seca, aumentar la incidencia de enfermedades y desequilibran el balance hídrico y electrolítico de los animales.

Estos fenómenos de estrés del calor aumentan la temperatura corporal, el ritmo respiratorio, disminuyen el consumo de alimento (Schütz *et al.*, 2010), y la producción de leche (Bohmanova 2007), tiene efectos negativos en la reproducción (García *et al.*, 2006) y el metabolismo (Kadzere *et al.*, 2002); sin embargo deben hacerse más estudios sobre los efectos de la radiación solar (Tucker *et al.* 2007) y la velocidad del Viento (Nassuna-Musoke *et al.* 2007)

Hallazgos similares por estrés de calor fueron estudiados en la universidad de Arizona en sistemas del sur de los Estados Unidos y concuerdan con la disminución del consumo de materia seca de los animales y una menor producción de leche (Chase, 2013).

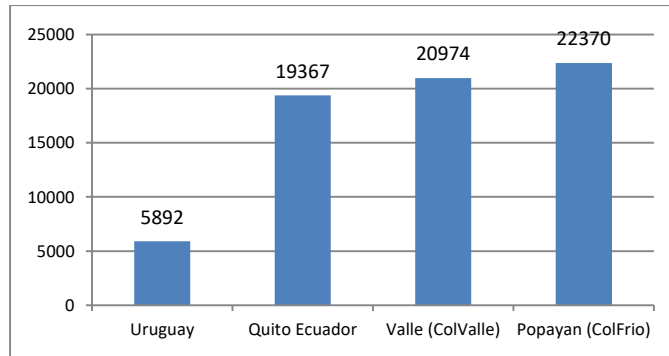
Las Unidades de gran ganado, UGG (Vacas de 500 kg de peso vivo) fueron de **248** en Uruguay, **154** en Ecuador, **420** en el Valle (Colombia) y de **67.8** en Popayán, esto demuestra que los hatos evaluados en Uruguay y el Valle Colombia tienen un mayor número de animales que los de Popayán y Quito Ecuador, lo que les permite manejar mejor las economías de escala en cuanto a compras y absorción de costos fijos; sin embargo los de Valle presentan más asimetrías en su tamaño.

Las fincas analizadas del Valle del Cauca mostraron mayor número de UGG.ha<sup>-1</sup> productiva, con valores de **7.87**, seguido por las de Popayán con **4.97**, Ecuador con **4.14** y por último Uruguay con **1.55**, esto demuestra una alta eficiencia en el uso de la tierra por parte de las fincas del Valle del Cauca Colombia, con valores muy superiores a los encontrados por Osorio (2010) y Morales y Ortiz (2014); además indica un mayor potencial de crecimiento para las fincas en Uruguay

Los litros por hectárea por año (l.ha.año<sup>-1</sup>) presentaron diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre países y este indicador fue liderado por las fincas de Popayán (Col) con 22.370 l, luego Valle del Cauca con 20.974 l, Ecuador con 19.367 l y por último Uruguay con 5892 l.ha.año<sup>-1</sup> (Figura 2-7), esto demuestra una mayor presión por la tierra en países como Ecuador y Colombia, con relación al Uruguay y esta situación debe ser estudiada con el fin de conocer las implicaciones de la presión de la tierra sobre la extracción de nutrientes de los sistemas, el precio por ha y los efectos de estos fenómenos en la seguridad agroalimentaria de los tres países.



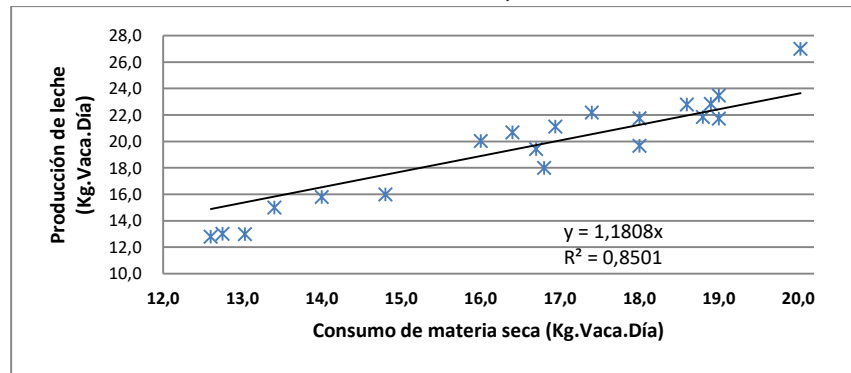
**Figura 2-7.** Productividad en l.ha.año<sup>-1</sup> de sistemas de producción de leche en Uruguay, Ecuador y Colombia



La eficiencia biológica de producción de leche (Kg de leche producida / Kg de MS consumida) fue superior en las fincas de Popayán con **1.3**, seguido de Uruguay y Quito Ecuador, ambas con **1.24** y **1.08** en el Valle (Colombia).

El modelo que representa la eficiencia comparativa entre las variables producción de leche y consumo de materia seca por día, fue:  $y=1.1808 X$ ,  $R^2=0.85$ ; donde "Y" es la variable dependiente y representa la producción de leche en kg, "X" es la variable independiente y representa al consumo de materia seca (kg.Vaca.día<sup>-1</sup>) y  $\beta=1.1808$  (Figura 2-8), es la pendiente, Con base en este modelo lineal, se acepta que por cada 1,18 unidades de MS consumida por la vaca, se incrementa la producción de leche en una unidad

**Figura 2-8.** Eficiencia de la producción de leche (kg de leche/kg de materia seca consumida)

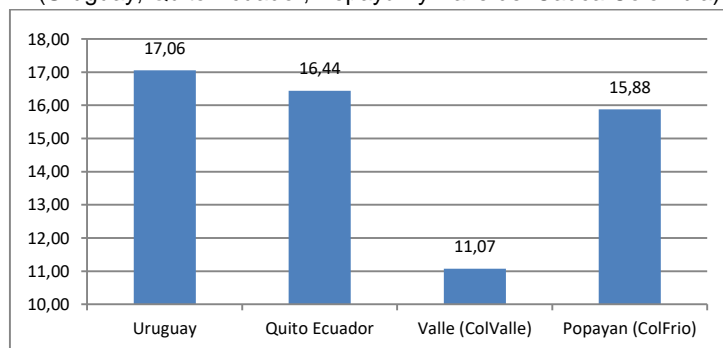


Los valores encontrados se encuentran por debajo a los reportados por Reis (2010) en raciones totales mezcladas RTM y por Bargo (2012) en sistemas pastoriles templados y los segundos concuerdan con lo estudiado por Baars (1998) y Morales (2014). Según lo anterior se debe trabajar en buscar incrementar la eficiencia de los sistemas en Colombia por encima de **1.2**, si se quiere ser más competitivo y esto se logra mejorando la calidad y digestibilidad de las raciones utilizadas.

Los litros libres (litros producidos por fuera del costo de la suplementación) fueron superiores en el sistema de Uruguay con **17.06**, Ecuador con **16.44**, Popayán con **15.8** y

el menor valor Para el Valle con **11.07** (Figura 2-9), esto indica que los sistemas ganaderos del Uruguay son más competitivos con este indicador debido a una mayor oferta agrícola local, que disminuye el costo del recurso doméstico CRD. Si se toma en cuenta un mayor uso de insumo a menor costo, esto mejoraría la respuesta animal en producción de leche y genera mayor margen por vaca que los sistemas en Colombia, que dependen en gran parte de granos importados de Norteamérica y Argentina, entonces se puede decir que: “una agricultura eficiente hace competitiva la ganadería de un país”

**Figura 2-9.** Litros Libres (o litros por fuera de la suplementación) por vaca en (Uruguay, Quito Ecuador, Popayán y Valle del Cauca Colombia)



El precio de la leche frente al grano también es superior en los sistemas ganaderos del Uruguay y esto permite que los productores utilicen mayor cantidad de insumo (suplementación con granos) en estos sistemas que en Ecuador y Colombia, disminuyendo la relación Pastura Grano en la ración, con una participación de **45%** en el Uruguay, mucho menor que los otros dos países que usan una mayor proporción de pastura con más del **60%** (Tabla 2.3).

Para el indicador de eficiencia de la mano de obra medido como **litros.hombre.año<sup>-1</sup>** se encontró en el sistemas Uruguayo un valor de **301.601 l**, Seguido de Ecuador con **122.129 l**, Popayán con **111.155 l** y el menor valor se encontró en el Valle del Cauca con sólo **109.765 l** (Tabla 2-3), valor muy similar a los 102.702 l, con el uso de equipos mecánicos encontrado en hatos de lechería especializada en las zonas lecheras de Colombia por parte de estudios de la empresa FINCA S.A (Osorio, 2013), esto indica la importancia que los sistemas ganaderos locales en Colombia, mejoren la eficiencia de la mano de obra no sólo con programas de capacitación y entrenamiento, sino con la dilución que se logra al mejorar la productividad en el hato y al aumentar el nivel de automatización y mecanización de los sistemas de producción de leche.

**Tabla 2-3.** Variables de Eficiencia Derivadas de Sistemas Productivos de Uruguay, Quito Ecuador, Valle del Cauca Colombia y Popayán Colombia

Indicador	UN	Uruguay		Quito Ecuador		Valle Calido		Popayan Frio	
		Prom	Desv. Est	Prom	Desv. Est	Prom	Desv. Est	Prom	Desv. Est
Índice ITH (Temp+HR)	ITH	93%		81%		103%		91%	
UGG	UN	248.5	101.9	154.6	44.6	420.2	294.6	67.8	35.6
UGG/Ha productiva	UN	1.55	0.12	4.14	0.68	7.87	1.69	4.97	0.55
Litros/Ha/año	l ha año <sup>-1</sup>	5892	239	19367	4605	20974	2649	22370	6339
Eficiencia de leche	kg leche. kg MS <sup>-1</sup>	1.24	0.10	1.24	0.04	1.08	0.05	1.30	0.01
Relac. Prod:Grano	l. kg conc <sup>-1</sup>	3.40	0.61	4.23	1.16	3.88	0.95	3.83	0.28
Litros libres / vaca	l	17.06	1.82	16.44	1.96	11.07	1.58	15.88	0.89
Litros libres/ha/año	l.l. ha. año <sup>-1</sup>	4589	419	14869	4193	16886	3151	16595	4477
Relación \$ Leche: \$Grano	\$ l. \$kg <sup>-1</sup>	1.22	0.04	1.05	0.02	1.07	0.07	1.13	0.10
% Pastura en la ración	%	45%	5.1%	67%	5.1%	61.5%	8.8%	67%	2%
Litros hombre / año	l	301061	88331	122129	25684	109765	25182	111155	4608

## 2.5. Análisis Económico

Para el análisis económico se establecieron los precios de venta de leche en cada país encontrándose lo siguiente: El precio del litro de leche más alto fue el de Quito (Ecuador) con U\$0.5, el cual depende en gran parte de una política de concertación del precio interno entre productores, gremios, empresas transformadoras y estado, seguido por el Valle (Col) con un precio de U\$0.48 y una tasa de cambio de \$1900 por U\$ en el 2014, Popayán con U\$0.47 y por último Uruguay con U\$0.42 (Tabla 4), el cual tenía el valor más cercano al valor reportado en el mercado internacional U\$0.35 (Global Dairy Trade, 2014) y por ende es el país más competitivo para llegar a los mercados externos.

En el caso Colombiano el valor del peso frente al dólar puede cambiar y establecer una nueva posición competitiva para el país, el cual en el momento del estudio la tasa de \$1900 por dólar, hacía inviable procesos de exportación. Los costos por litro de leche analizados fueron de U\$0.38 para los sistemas del Valle y Ecuador, de U\$0.35 para Popayán y el mejor costo lo registro Uruguay con U\$0.31/litro.

Con los precios por litro y el costo litro de pudo establecer el margen de contribución (o margen bruto) en el cual los más altos observados fueron los de Ecuador y Popayán con U\$0.12, seguido de Uruguay con U\$0.11 y el menor margen fue el del Valle (Col) con un valor de U\$0.10 (Tabla 2-4)

**TABLA 2-4.** Variables de Eficiencia Económica de Sistemas Productivos de Uruguay, Ecuador y Colombia

Indicador	UN	Uruguay		Quito Ecuador		Valle Cálido		Popayán Frio	
		Prom	Desv. Est	Prom	Desv. Est	Prom	Desv. Est	Prom	Desv. Est
Precio de venta litro	US\$	0.42	0.02	0.50	0.02	0.48	0.02	0.47	0.02
Costo por litro	US\$	0.31	0.02	0.38	0.03	0.38	0.03	0.35	0.02
Margen Bruto (\$/l – C\$/l)	US\$	0.11		0.12		0.10		0.12	
Utilidad por vaca día	US\$	2.5		2.6		1.4		2.6	
Utilidad Bruta por ha/Año	US\$	505		1784		1689		1991	
Costo por animal adulto	U\$	1200		1800		1800		1500	
Inversión en Ganado	U\$	1864		7454		14159		7448	
<b>ROCE (1)</b>	%	27%		24%		12%		27%	

(1) ROCE: sigla en inglés de Rentabilidad sobre el capital invertido.

La utilidad bruta por ha año, fue de US\$1991 para los sistemas de Popayán, US\$1784 para Quito (Ecuador), US\$1689 en el Valle (Colombia) y un menor valor en Uruguay con US\$505, estos datos son muy importantes como referentes en cada país pues los productores todo el tiempo están evaluando la tasa de oportunidad de su tierra con base en la rentabilidad de la misma. Para el caso del Valle del Cauca por ejemplo este comparativo se hace con base en el cultivo agroindustrial de la caña de azúcar el cual para el año 2014 se encontraba por encima de los US\$200 / ha<sup>-1</sup>mes con una TRM de \$1900 / US\$ (Asocaña, 2014), contra un valor de US\$140.75 ha<sup>-1</sup>mes para la lechería, sin embargo este valor no puede ser comparado de forma tan simple si se tiene en cuenta que muchas de las ganaderías de esta región están ubicadas en áreas donde la caña de azúcar no puede ser cultivada.

En el análisis de inversión por cada país se relacionó el número de animales por ha en cada sistema, multiplicado por el costo de cada animal. Es así como se encontró que el sistema que más invierte por ha es Valle (Col) con US\$14159, seguido por Ecuador con US\$7454 y Popayán con US\$7448 y el sistema de menor inversión fue Uruguay con US\$1864.

Con base en esta información se calculó la Rentabilidad sobre el Capital Utilizado ROCE y se encontró que la lechería de Uruguay y Popayán fueron más rentables en términos de Utilidad sobre inversión con un 27%, seguidos de Quito (Ecuador) con el 24% y por último el Valle del Cauca con 12%.

## Conclusiones

Al comparar la productividad y eficiencia de hatos lecheros de Uruguay y Ecuador con lo que se hace en los departamentos del Valle del Cauca y Cauca (Colombia), se encontró que la eficiencia por vaca (litros por vaca, producción a 305 días y eficiencia biológica de

producción de leche) fueron superiores en las fincas de Uruguay y Ecuador, que las del Valle del Cauca, mientras que las fincas de Popayán (Colfrio), lograron eficiencia similares. La mayor oferta forrajera al año y la capacidad de carga de los sistemas de leche en el Valle del Cauca, no logran equiparar la competitividad de los sistemas de leche del Uruguay o de las zonas frías de Ecuador o Popayán, Los márgenes por litro de leche son menores y los sistemas actuales requieren de mayor inversión

Si se quiere aprovechar las ventajas comparativas como la mayor producción de forrajes ( $\text{kg.MS.ha}^{-1}$ ) durante el año en el Valle del Cauca, se deberá mejorar la calidad de las pasturas, los niveles de suplementación y sus costos e incrementar el consumo de materia seca, con el fin de obtener una respuesta animal mayor, lo que equivale a mejorar entre un 30 a 40% la eficiencia si queremos estar cerca al Uruguay, así como mejorar la calidad genética de los animales, si se quiere mejorar la productividad y competitividad de los sistemas en el Valle del Cauca. La escala productiva y la calidad de la leche (Composicional y microbiológica) serán claves para mejorar los indicadores de costo de litro y la eficiencia de la mano de obra; otros conceptos como el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades, hábitat, servicios públicos, capacitación y entrenamiento de la mano de obra y mejoramiento de la seguridad en el campo deberán ser estudiados con el fin de mejorar el desarrollo de los sistemas productivos de la región.

## Bibliografía (Capítulo 2)

Anzola, H.J. 2003. Situación de los Recursos Zoogenéticos en Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y CORPOICA. 119 p.

Asocaña, 2014. Informe Anual 2013 -  
2014. [www.asocana.org/modules/documentos/10572.aspx](http://www.asocana.org/modules/documentos/10572.aspx)

Baena D., 2010. Investigación de Operaciones. Análisis de Casos en Ciencias Agropecuarias y Administración de Empresas, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, Palmira, Colombia. 470 p.

Bargo, F.; Muller, L.; Kolver, E. And Delahoy, J. 2003. Invited Review: Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture. *J. Dairy Sci.* 86:1–42.

Batallas C., 2013. Manejo eficiente de los sistemas de pastoreo, En Seminario de productividad lechera, Centro de convenciones, Quito Ecuador, Octubre de 2013.

Besterfield, D. H., Besterfield, C., Besterfield, G. H., Y Besterfield, M., 2003. Total Quality Management. (3rd ed.). Pearson, USA. 484 p.

Bohmanova J., Mistal I, Cole J. 2007. Temperature and humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *J. Dairy Sci.* 90:1947–1956.

Cenicaña, 2013. Boletín meteorológico, [www.cenicana.org/clima/boletin-meteorologico](http://www.cenicana.org/clima/boletin-meteorologico)

Campos G.R. et al., 2010. Factores que inciden en el recuento de células somáticas (RSC) y la calidad de la leche. Monografía., Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, 2010, 54 p.

Cenicaña, 2013. Boletín meteorológico, [www.cenicana.org/clima/boletin-meteorologico](http://www.cenicana.org/clima/boletin-meteorologico)  
Chase L.E. 2013. Heat Stress in Dairy Cattle, What's New? Department of Animal Science, Cornell University, 2013

CREA, 2013. Taller de Análisis de resultados de la Gestión Lechera. Federación Uruguaya de Grupos CREA. [www.fucreea.org](http://www.fucreea.org).

De Cees H., Gerber P., Opio C. 2010. Structural Change in Livestock Sector. In Livestock in a Changing Landscape. Vol. 1., Island Press, Washington, Pag. 35-50

Dermott M., 2010. Identifying investment opportunities for ruminant livestock feeding in developing countries. World Bank. 2010. 178 p.

Díaz, M.T., 2011. Perspectivas de la producción bovina en América Latina en el nuevo contexto de cambio climático y economías de bajo carbono. En 2° Simposio internacional de Genómica y modelación en los nuevos escenarios de la ganadería bovina tropical. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Cali, Junio de 2011.

Drucker, Peter, 1995. La decisión Eficaz. En Oficio y Arte de la Gerencia Vol. II. Selección de Joseph Bower. Escuela de Administración de Empresas de Harvard, Boston, Ed. Norma, 1995. Pag. 207.

FAO 2012, Situación de la Cadena Láctea en América Latina y el caribe en 2011. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, FEPALE. Chile, 2011.

FEDEGAN, 2010. Establecimiento y manejo de bancos mixtos de forraje. CIPAV, FEDEGAN, SENA. Bogotá, 2010. 40 p.

FEDEGAN, 2013. Costos modales en la ganadería de leche, trópico alto de Colombia: Ventana a la competitividad ganadera. Fedegan, Fondo Nacional del Ganado, SENA. Octubre de 2013, 109 p.

FEDEGAN, 2015. Unidad de seguimiento de precios, Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural, Cálculos oficina de Planeación, FEDEGAN & FONDO NACIONAL DEL GANADO (FNG). [www.fedegan.org.co](http://www.fedegan.org.co).

García-Ispierto I., Lopez-Gatius F., Bech-Sabat G., Santolaria P., Yaniz J., Nogareda C., DE Rensis F., Lopez-Bejar M. 2007. Climate factors affecting conception rate of high producing dairy cows in northeastern Spain. *Theriogenology* 67:1379–1385.

Global Dairy Trade, 2014. Result whole milk power, changes in 5 years. <https://www.globaldairytrade.info>. 2014

Hutjens, M.F. 2005. Dairy Efficiency and Dry Matter Intake, Proceedings of the 7th Western Dairy Management Conference.

Juárez L. F., Montero L. M., Núñez H. G., 2011. Limitaciones y Potencial de los forrajes para mejorar la nutrición de bovinos en regiones tropicales. En 2° Simposio internacional de Genómica y modelación en los nuevos escenarios de la ganadería bovina tropical. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Cali, Junio de 2011.

Kadzere C., Murphy M., Silanikove N., Maltz E. 2002. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science* 77:59–91.

Lammers B.P., Heinrichs J., Isler V.A. 2002. Uso de Ración Total Mezclada (TMR) en vacas lecheras, info. Department of Dairy and Animal Science the Pennsylvania State University. [www.extension.psu.edu/.../uso-de-ration-total-mezclada-para-vacas-lecheras](http://www.extension.psu.edu/.../uso-de-ration-total-mezclada-para-vacas-lecheras)

Linn Jim, 2006. Feed efficiency: Its Economic Impact in lactating Dairy Cows. WCDS Advance in Dairy Technology. Vol 18: 19-28. University of Minnesota, 2006. [www.articles.extension.org/.../feed-efficiency-and-its-imp](http://www.articles.extension.org/.../feed-efficiency-and-its-imp)

Mabrouk A.E., Mejía S., 2011. Climate change: Causes and possible impacts on agroecosystems. En 2° Simposio internacional de genómica y modelación en los

escenarios de la ganadería bovina tropical. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, Junio 22 al 25 de 2011.

Márquez, S. et al. (2011). Análisis histórico de la intervención productiva y reproductiva en un sistema de ganadería de leche especializado en el altiplano norte de Antioquia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24(3), pp. 401

Mojica J.E., Castro E., León J., Cárdenas E.A., Pabón M.L., Carulla J.E., 2009. Efecto de la oferta de pasto kikuyo sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina. *Livestock Research for rural. Development*. 21(1). <http://www.lrrd.org/lrrd21/1/moji21001.htm>.

Morales A., León J., Cárdenas E., Afanador G., Carulla J. 2013. Composición química de la leche, digestibilidad *in vitro* de la materia seca y producción en vacas alimentadas con gramíneas solas o asociadas con *Lotus uliginosus*. *Revista de Med. Veterinaria y Zootecnia*: 60 (1). Enero a Abril 2013 .P.32-48.

Morales V. F, Ortiz G.S. 2014. Productividad y eficiencia de ganaderías lecheras especializadas en el Valle del Cauca (Colombia) por publicar 19 p.

Morales V.F., Martín P.C., Ortiz G.S., 2011. Estudio de la productividad y competitividad de los sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca (Colombia). Proyecto de Doctorado en Ciencias Agropecuarias con énfasis en producción animal tropical. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, 2011.

Nassuna-Musoke G., Kabassa J., King M. 2007. Response of friesian cows to microclimate on small farms in warm tropical climates. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 6 (7):899-906.

Nicholson C.F, Tedeschi L.O Y Lellis Vieira A. C. G. 2011. Aplicación de los modelos de estudio de dinámica de sistemas para mejorar la rentabilidad y sostenibilidad de los sistemas de la producción ganadera en América Latina. II Simposio Internacional de Genómica y Modelación en los Nuevos Escenarios de de la Ganadería Bovina Tropical, Junio 22-25, 2011, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.

Nicholson C.F., 2015. System dynamics and sustainable intensification of food systems: Complementarities and challengers. 33<sup>rd</sup> International Conference of the System Dynamic Society, July 19-23, 2015, Cambridge, MA.

Osorio, F., 2010. Estudio de Lecherías Especializadas Competitivas. En: *Revista Infortambo Andina*. N°25. Noviembre de 2010. Bogotá, Colombia.

Osorio, F., 2013. Análisis de productividad y costos en lecherías especializadas. En: Seminario de productividad Finca S.A, Buga, 15 de Mayo de 2013. [www.finca.com.co](http://www.finca.com.co)



Peters, M., Franco L.H., Schmidt A., Hincapié B., 2003. Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores de Centro América. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali Colombia. 113p.

Reis, R.B., y D.K. Combs. 2000. Effects of increasing levels of grain supplementation on rumen environment and lactation performance of dairy cows grazing grass-legume pasture. *J. Dairy Sci.* 83:2888-2898.

Rodríguez A., 2012, Sustentabilidad en la producción lechera. En: 8° Seminario Internacional de leche y carne de Colanta, Medellín, 25 y 26 de octubre de 2012.

Salim A.M. 2014 Competitive advantage through Benchmarking: Field study of industrial companies listed in Amman Stock Exchange. *Journal of Business studies Quarterly.* Volume 5, Number 4. page 41-51

Schneider, F. 2010. Drivers of Change. In *Livestock in a Changing Landscape Drivers, Consequences, and Responses.* Vol. 1., Island Press, Washington, Pag. 3-10.

Schütz, K. E.; Rogers, A. R.; Poulouin, Y. A.; Cox, N. R. and Tucker, C. B. 2010. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* (93), 125–133.

Thatcher W.W. Flamenbaum I., Block J., Bilby., 2010. Interrelationships of heat stress and reproduction in lactating dairy cows. In *High plains dairy conference.* University of Florida, State of Israel Extension Service and Texas Agrilife research and Extensión Service. Pg. 45-60.

Tucker C., Rogers A., Schütz K. 2007. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in pasture-based system. *Applied Animal Behaviour Science.* Doi: 10.1016/j.applanim.2007.03.015.

Uribe M. R., 2011, *Costos para la toma de decisiones.* Bogota: Mc Graw Hill. 1ª edición, 2011. 315 p.

Viera E., Bengoa F., Bagnato G., Arboleda I., 2013. El sector lechero Uruguayo, Contribuciones de las políticas públicas y la institucionalidad sectorial a su desarrollo, Programa Regional FIDA, Mercosur, Montevideo, Noviembre de 2013, 16 p.

World Bank. 2012. Identifying investment opportunities for ruminant livestock feeding in developing countries. International Development Association or the World Bank, Washington DC. [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)

## Capítulo 2.1

# Cadena de valor y cadenas de suministro, herramientas para aumentar nuestra competitividad en la ganadería lechera

### 2.1.1 Introducción

En los últimos años y con la presencia de los tratados firmados por Colombia, se ha desarrollado gran expectativas en cómo mejorar la productividad y competitividad de los sistemas ganaderos locales, con el fin de estar atento a los movimientos de los mercados y al cómo nos adaptaremos a los nuevos entornos económicos.

Para la Escuela de negocios de la Universidad de Harvard en USA, la competitividad es la habilidad de un país o una región de crear, producir y distribuir productos o servicios en el mercado internacional, manteniendo ganancias crecientes y optimizando los recursos; en forma simple Miguel Urrutia (1994) ex director del banco de la república, lo definió como la capacidad de responder ventajosamente en los mercados.

Son muchos los economistas o políticos que hablan del atraso de nuestros sistemas productivos y puede que en cierto sentido tengan razón en muchos casos, sin embargo hoy son gran cantidad los productores y técnicos que trabajan en mejorar los estándares productivos y generar productos de mayor valor agregado o por lo menos en definir estrategias de gestión que permitan disminuir costos de producción o por lo menos mantenerlos con relación al precio internacional.

El uso de la **“Cadena de valor Ganadera y sus costos”**, como estrategia es una herramienta para buscar fuentes de diferenciación para la generación de valor

La cadena de valor, disgrega a la empresa en sus actividades estratégicas relevantes para comprender el comportamiento de los costos y las fuentes de diferenciación existente y su verdadero potencial en el mercado (Porter, 1994)

Los ganaderos tienden a confundir los términos de eficiencia operacional con los de estrategia, pues realizar por ejemplo una renovación de pasturas, no necesariamente me asegura mayores ganancias, si no tengo las condiciones para hacerlo (mercadeo del producto, vías de acceso o potencial productivo de los animales, etc.); establecer entonces procesos estratégicos, me implica ir más cerca del mercado y sólo muy pocos casos en el país lo han logrado.

Estamos conformes con la entrega de nuestro producto al “lechero” o al Pasteurizador que transforma, y que ha incrementado de manera sustancial su valor agregado en el mercado en los últimos años y sólo nos quejamos. Hacemos muy poco para mejorar nuestros índices de competitividad, estando en un negocio que requiere trabajar muy duro en liderazgo en costos y para ello debemos buscar herramientas que logren visualizar los problemas disgregados para no perdernos en todas las alternativas o problemas que podemos tener.

La cadena de valor fue un método propuesto por Michael Porter en 1994 y que ha sido evaluado en gran cantidad de empresas, esta consiste en disgregar la empresa ganadera en sus actividades estratégicas para comprender el comportamiento de los costos y las fuentes de diferenciación.

En este sentido un ganadero logra generar ventaja competitiva si es capaz de producir su leche en forma más económica "liderazgo en costos" o logra desarrollar productos de mayor diferenciación (Porter, 1980), como leches con mayor calidad en sólidos totales, calidad microbiológica, ventajas nutraceuticas (Léonil y Maubois,2002), una mayor concentración de ácido linoléico conjugado CLA (Rojas y Carulla, 2005), leches de tipo orgánico o ecológicas desde su origen; pero estas diferencia deben ser conocidas, posicionadas y apreciadas por el consumidor.

Para diferenciar las actividades de la empresa se pueden crear sistemas de valor que buscan atrapar el dinero que pasa diariamente por nuestras manos y que no logramos retener sea por desconocimiento, falta de gestión o falta de integración con otros productores.

Para Lograr una gestión ganadera eficaz debemos alinear tres factores claves: (a) Conocimiento de la innovación o cambio ya sea por el productor, trabajador o asesor, (b) que el tiempo sea el adecuado para implementarlo y (c) que se tenga la capacidad económica para realizarlo, sin cumplir con este triángulo el nuevo cambio en la finca fracasara muy probablemente; pero como son muchas las estrategias que puedo utilizar para mejorar mi competitividad, la cadena de valor me identifica mis puntos más débiles y es allí donde puedo iniciar las labores para corregir las fallas.

La primera gran dificultad que sufre el sector ganadero es su gran dispersión y su baja capacidad de escala, se calculan más de 400 mil productores (FEDEGAN, 2014), en todo el país que entregan en promedio 48 litros por día cuando un productor Uruguayo entrega 1400 litros/día y un Argentino más de 2500 litros/día (Díaz T., 2013), esto hace muy democrático la producción de leche nacional, pero le resta competitividad para llegar a los mercados internacionales.

La cadena de abastecimiento de la leche en Colombia es ineficiente y prueba de ello son los altos costos de transporte, se adolece de una adecuada infraestructura vial a centros de acopio o de centros de consumo y esto por supuesto aleja cada vez más al campesino lechero de hablar de competitividad y más bien lo mantiene en una contante lucha por la sobrevivencia.

Esto lógicamente no pasa con una proporción cercana al 25 o 30% de los ganaderos que si poseen mejores medios para la producción, logran economías de escala, acceden a buenos precios de insumos y hoy pueden decir que son competitivos.

Todo lo anterior quiere decir que la competitividad no es más que interacción de tres factores fundamentales: (1) Calidad del producto a entregar, (2) cantidad de entrega y (3) su relación entre el precio y el costos (Perea O.,2013)

## **Competitividad = (Calidad x Cantidad x Relación Precio/Costo)**

El objetivo de este trabajo fue identificar los resultados de la cadena de valor para algunas empresas ganaderas de la región, conocer sus fortalezas y debilidades; además de plantear una metodología sencilla para estudiar factores críticos de producción de los productores para corregirlos, o establecer planes de mejora si se quieren optimizar los procesos en los nuevos entornos competitivos.

### **1. Materiales y Métodos**

Para el presente trabajo, se comparó la cadena de valor de dos grupos de trabajo, el grupo CREA “Dos orillas” de la región sur oeste del Uruguay y el círculo de excelencia ganadera del Valle del Cauca región Sur oeste de Colombia. Se hicieron discusiones focales con cada uno de los productores, se analizaron factores como la oferta ambiental, la eficiencia productiva y reproductiva, problemas de infraestructura y la estructura de gestión por procesos de las ganaderías.

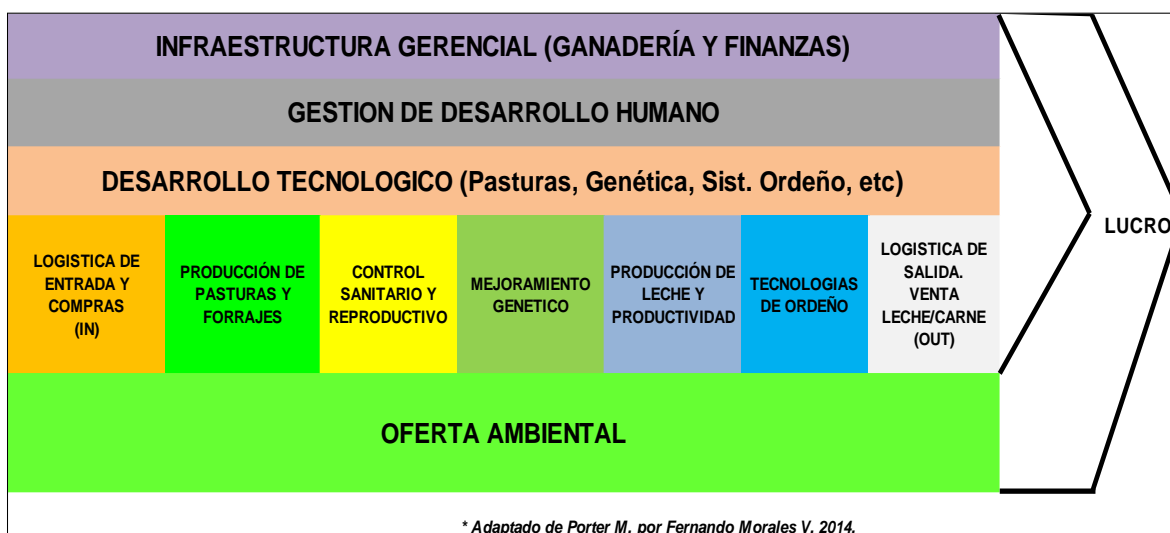
Se adaptó el sistema de cadena de valor (Porter M., 1994), el cual integra todos los factores de productividad y los coloca en acción. Por ello creemos que la gran diferencia de nuestros sistemas de producción con el modelo tradicional de empresa, es que nuestras ganaderías como lo decía un empresario “No tienen techo”, esto hace que el primer control que debemos tener en nuestro sistemas es conocer la oferta ambiental en un nuevo entorno de cambio climático, que hace que debemos tener una producción lechera más estable y predecible y esto nos debe poner de manifiesto con la importancia de almacenar alimentos y de presupuestar los cambios climáticos y su impacto en la ganadería.

La cadena de valor entonces diferencia dos grandes grupos de acción: Las actividades de **gestión ganadera o actividades primarias** y las actividades de **apoyo o de ayuda a la operación** (Figura 2-1.1)

(A) Entre las **actividades primarias** que debo separar se encuentran:

1. Logística de entrada, control de compras y abastecimiento
2. Producción de pasturas y conservación de forrajes
3. Control genético, reproductivo y sanitario
4. Producción de leche y productividad
5. Tecnologías de ordeño
6. Logística de salida y venta del producto

**Figura 2-1.1.** Cadena de valor para la ganadería de leche



Dentro de estas actividades debo conocer en mi logística de entrada factores como capacidad de compra, logística de transporte del producto a mi finca e impacto de la misma en el costo de producción para definir mecanismos de acción que disminuyan el costo, hoy el impacto del costo de insumos está en gran parte determinado por los canales de comercialización largos e ineficientes de nuestro país que encarecen los productos en muchos casos sin generar un valor agregado real, es por ello que usted debe determinar cuál es ese factor y actuar en conjunto para acercar al proveedor primario o su finca y permitir que un aumento de la competencia en las regiones, mejoren los precios de los insumos.

**(B) Actividades de apoyo deben retomarse:**

1. Desarrollo tecnológico
2. Gestión del desarrollo humano
3. Infraestructura gerencial (Ganadería, información y finanzas)

Esto elementos deben acompañar el desarrollo de cada productor y el trabajo de las cooperativas, centros tecnológicos y FEDEGAN-FNG debe focalizar acciones regionales para mejorar la competitividad en estos aspectos.

Se aplicó la encuesta a cada productor que describía cada uno de los elementos de las actividades primarias y las actividades de apoyo (Anexo 5) y posteriormente se evaluaron las diferencias entre las dos regiones.

**2. Resultados y Discusión**

Al comparar las dos cadenas de valor se encontraron los siguientes resultados: El valor promedio de los datos de oferta ambiental de las dos zonas fue superior para el caso Uruguayo,  $4.09 \pm 0.09$  y  $3.72 \pm 0.37$  que para el caso del Valle, Uruguay fue mejor por considerarse más homogénea las condiciones de clima que las presentes en el Valle del

Cauca y las fincas que fueron evaluadas tuvieron ubicaciones más diversas y esto puede observarse en el coeficiente de variación de cada uno de los resultados (Tabla 2.1.1)

**Tabla 2.1.1.** Resultados comparativos en la cadena de valor en dos grupos en dos países (Uruguay y Valle del Cauca, Colombia)

	Actividades	GRUPO CREA 2 ORILLAS URUGUAY	Desv Est	C.V (%)	C.EXC. V.CCOLOMBIA	Desv. Est	C.V. (%)
A Primarias	Of. ambiental	4.09	0.09	2.2%	3.72	0.371	10.0%
	Log. Entrada	4.02	0.11	2.7%	3.88	0.331	8.5%
	Pastos & Forrajes	3.74	0.05	1.5%	3.84	0.143	3.7%
	P. Leche y Productividad.	4.04	0.23	5.8%	3.80	0.313	8.2%
	Reproducción. y genética	3.74	0.20	5.3%	3.86	0.556	14.4%
	Tecnología ordeño	3.66	0.25	6.8%	3.60	0.191	5.3%
	Log. Salida	3.73	0.16	4.2%	3.79	0.318	8.4%
A. APOYO	<i>Des. Tecnológico</i>	3.51	0.01	0.3%	3.66	0.285	7.8%
	<i>Des. Humano</i>	3.75	0.23	6.1%	3.78	0.391	10.4%
	<i>Infraestructura Gerencia</i>	3.89	0.18	4.7%	3.86	0.565	14.6%

En la logística de entrada las fincas del Uruguay ( $4.02 \pm 0.11$ ) superaron a las del Valle del Cauca ( $3.88 \pm 0.33$ ) en especial por la uniformidad de los sistemas viales y en la estructura de cooperativas que oferta a precios competitivos materias primas como el maíz y la soya (Foto 2-1.1 y 2-1.2)



Foto: (2-1.1) Entrada a una finca ganadera del Uruguay, (2-1.2) Silos de almacenamiento de maíz en la vía de Colonia a Montevideo (Uruguay)

Para el caso de las pasturas y los forrajes, el grupo de Uruguay tuvo una calificación de  $3.74 \pm 0.05$  (Foto 2.1.3), contra los del Valle de  $3.84 \pm 0.14$  (Foto 2.1.4), un valor superior en el Valle debido a la oferta de materia seca en los pastos durante el año, el sistema Uruguayo trabaja más la calidad con Rye grass y Alfalfa, mientras que en el Valle se

busca más la oferta de pastura para tener más cantidad de animales por ha; esto indica que el Valle del Cauca al tener mayor presión demográfica que el Uruguay, presiona más la tierra



Foto: (2-1.3) Potrero de Alfalfa (6-7 pastoreos año), Uruguay  
(2-1.4) Pastura de Estrella (12 pastoreos año), Darién (Valle, Colombia)

Para mejorar los sistemas de pasturas del Valle del Cauca, es necesario el uso de tecnologías como los correctivos al suelo (Rocas fosfóricas, cales agrícolas, dolomitas o yesos agrícolas), los cuales permiten balancear los suelos a las condiciones de cada especie forrajera y el uso racional de fertilizantes orgánicos o químicos son alternativas disponibles para nuestros productores, esto se hace con base en los análisis de suelos y con un buen cálculo de extracción de nutrientes de los mismos, consultar a técnicos idóneos en estos temas es importante, la introducción de sistemas integrados gramíneas y leguminosas disminuirán radicalmente el valor de fibra en la ración y aumentarán los valores de proteína, mejorando la calidad, la oferta forrajera y el potencial de productivo de sus animales.

Tecnologías como la pastura arborizada (Foto 2-1.5) o sistemas silvo-pastoriles SSP (Foto 2-1.6) vienen cobrando cada vez más la relevancia en especial en sistemas tropicales, pues no sólo son amigables con el medio ambiente; sino que reducen el uso de fertilizantes químicos y disminuyen en el largo plazo el costo de mantenimiento de la pastura; en un estudio realizado por Cárdenas E., Carulla J. y colaboradores (2012), encontraron que el ingreso de una leguminosa como Lotus sp, logró aumentar el consumo de materia seca entre el 6 y 7% y esto hizo que las vacas aumentaran no sólo la cantidad de leche; sino la calidad de la misma, este tipo de hallazgos nos invitan a aumentar la inclusión de nuevas especies al sistema, además de aumentar las renovaciones de praderas para mejorar las relaciones gramíneas y leguminosas.



**Foto 2-1.5.** Potrero de pasto estrella arborizado con matarraton (*Glicidia sepium*), Tuluá (Valle)  
**Foto 2-1.6.** Sistema silvopastoril con pasto estrella, guinea y Leucaena (*L. Leucocephala*), La Paila (Valle)

La producción de leche, fue superior para el caso de Uruguay ( $4.04 \pm 0.23$ ), por producir más litros por vaca que el Valle del Cauca ( $3.8 \pm 0.31$ ) y utilizar mayor cantidad de recursos locales que los sistemas del Valle (Colombia) que tienen que importar muchos de sus insumos, además la eficiencia de producción de leche es superior (1.2) que las fincas del Valle (1.0)

La Eficiencia de la producción de leche (kg de leche producidos/ kg de materia seca consumidos) es generalmente baja y en los sistemas tropicales no se superan valores de 1 a 1.1 (Morales, 2014), cuando en sistemas de trópico alto pueden estar en 1.2 (Bargo, 2003; Correa, 2011)), y en sistemas de confinamiento con valores superiores a 1.4 ó 1.5 (Bargo, 2003; Hutjens, 2013), en ello tendremos que trabajar en mejoramiento de oferta y la calidad de las pasturas que nos permitan aumentar los consumos de materia seca de los mismos, los cuales se encuentran en 9 a 10.5 kg en trópico bajo (Mahecha, 2010; Morales, 2013) y 12 a 14.3 kg en el caso de pasto kikuyo o sus mezclas con rye grass y leguminosas (Correa, 2011; Carulla y Cárdenas, 2012) y su tasa de degradabilidad en el rumen.

El bajo consumo de materia seca y de energía han sido identificados como los principales limitantes en la producción de leche de vacas de alta producción en sistemas pastoriles, Kolver and Muller, 1998; Leaver, 1985; Mc Gilloway and Mayne, 1996, (citados por Bargo, 2003) y estas diferencias fueron constatadas en las fincas de Uruguay con 18 kg de materia seca, frente a las del valle que llegaron sólo a 13 kg (Foto 2.1.7)

**Foto 2.1.7.** Cuantificación de la oferta forrajera y el consumo de materia seca en Uruguay (grupo Crea 2 Orillas, Morales, 2014).



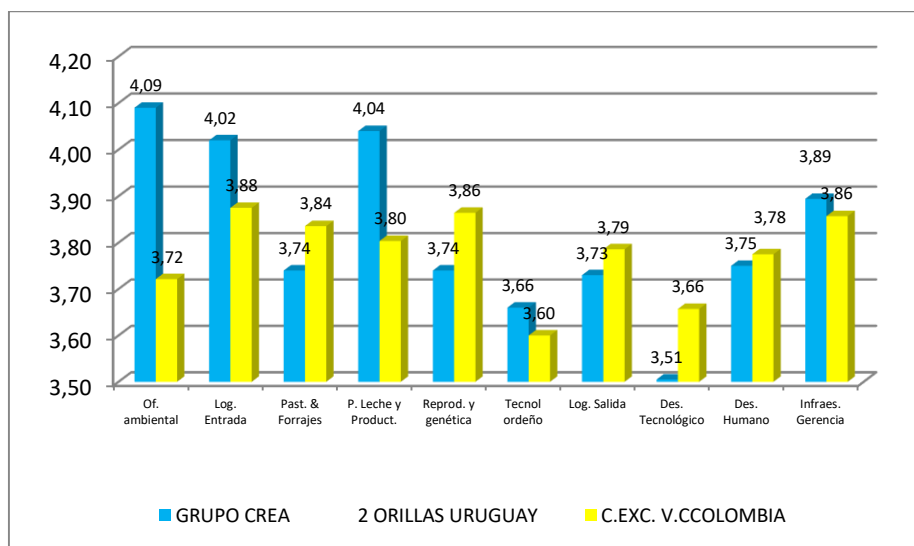


La gestión de reproducción fue superior para las fincas del Valle ( $3.86\pm 0.55$ ), contra Uruguay ( $3.74\pm 0.2$ ), pero la diferencia no fue importante, cabe destacar el mayor uso de tecnologías de la reproducción (Embriones o uso de inseminación a tiempo fijo), que las fincas estudiadas en Uruguay.

A Colombia ha llegado todo tipo de genética a través de razas especializadas y sistemas de mejoramiento reproductivo basados en biotecnología reproductiva, para este caso se sugiere trabajar más en el desarrollo de índices de mejoramiento que introduzcan relaciones como genotipo-ambiente e indicadores que integren la producción y reproducción, que nos permitan tomar decisiones de cuál es el animal adecuado a las condiciones agroecológicas de cada sistema de producción, las razas puras han demostrado toda su capacidad productiva en trópico alto; sin embargo en trópico bajo las hibridación con ganados Cebuínos (Gyr, Guzarat y Brahman línea lechera) han demostrado que no sólo producen animales más resistentes, sino que logran índices productivos superiores (Quiñones, 2010; Duran, 2013; Milani, 2014).

No se encontraron grandes diferencias en lo relacionado a las tecnologías de ordeño, sin embargo se pudo observar que las ganaderías industriales del Valle del Cauca, han realizado más inversión en estas tecnologías que en Uruguay, pero la distancia encontrada en los dos países muestran que no se presenta ventaja competitiva en estas actividades, por lo cual se plantea estudiar más a fondo las diferencias en calidad de leche, para conocer si hay diferencias entre los sistemas. Trabajos en el departamento de Antioquía, identificaron que la calidad del producto y la tecnología de ordeño, repercuten en la calidad del producto final y en el precio de pago de la leche (Barrios D.H., Olivera M.A., 2013)

**Figura 2-1.2.** Resultados comparativos en la cadena de valor en dos grupos de productores de leche de dos países (Uruguay y Valle del Cauca, Colombia)



Se observó que en los dos sistemas hay que trabajar más en el nivel de escolaridad del personal, fortaleciendo programas como los de mayordomía, gestión productiva y certificaciones por competencias.

Las rutas de acceso a las ganaderías, La capacidad de almacenamiento y los sistemas de frío en finca deben ser un reto para las cuencas lecheras, con el fin de mejorar la logística y captación de la leche en cada región con el fin de disminuir los costos de logística de la leche al centro de consumo e incentivar con créditos blandos y sistemas modernos de financiamiento como el “leasing”, o nuevos modelos que nos permitan acceder a nuevas o mejores tecnologías adaptadas a nuestro medio como hoy lo demuestran sistema de “control central de ordeño con líneas de vacío” que llegan a los potreros y que fueron desarrollados por ganaderos de la región antioqueña, temas de por sí innovadores para nuestro país y Latinoamérica (Foto 2-1.8)



Foto 2-1.8. Sistema de ordeño en potrero con línea de conducción de vacío desde la casa

Al comparar los resultados de los dos países en cuanto a desarrollo tecnológico, desarrollo humano e infraestructura gerencial, no se encontraron grandes diferencias entre los dos países, los productores estudiados tienen un buen nivel de conocimiento de su negocio y ambos llevan información de tipo técnica y económica, si se observa una mayor aceptación de la consultoría nutricional en Uruguay, que en el Valle del Cauca, pero no se puede mostrar una gran diferencia entre estos dos factores.

Los modelos actuales basados en sólo pasto y suplementación en el Valle del Cauca deben revisarse y estudiar más los resultados con Sistemas de mayor intensidad de producción como los silvopastoriles (en especial en trópico bajo), suplementación forrajera alternativa o el uso de nuevas tecnologías como las raciones parcialmente mezcladas (TMR-P), que disminuyen los riesgos por la variabilidad climática.

### **3. Conclusiones**

Entre las conclusiones de los sistemas observados en los dos países se puede decir:

Los sistemas del Valle del Cauca, ofertan más materia seca y producen más kilogramos de materia seca al año que los del Uruguay, sin embargo sus niveles de FDN (60-70%) limitan el consumo voluntario de los animales y la producción de leche, en comparación con las raciones basadas en Rye grass o alfalfa observados en el Uruguay.

Los modelos de intensificación del Uruguay vienen introduciendo una mayor participación de suplementos forrajeros como los henos y los ensilajes; además del uso de sistemas de ración mezclada parcial (TMR-P), estos sistemas han impulsado el consumo de materia seca, mejoraron la producción de leche y aumentaron la eficiencia de las fincas Uruguayas, sin embargo esto ha sido eficiente gracias a la consolidación de una agricultura eficiente y cooperativa que ha incrementado la productividad de la producción de maíz y soya, incrementando la oferta de alimentos de calidad a precios cercanos a los internacionales.

La ley del sector lácteo Uruguayo (Ley 18242), fomentó la promoción y el desarrollo del sector lácteo como una cadena productiva integrada (Cluster), se reglamentaron las exigencias sanitarias y su control, incentivaron la participación en varios mercados, la ley regula además de la leche, el cuidado del medio ambiente y el bienestar animal y es el ministerio de Ganadería, Agricultura y pesca el encargado de la ejecución de la ley, se creó el Instituto Nacional de la leche INALE para promover y articular los agentes relacionados con la cadena y como consecuencia de ello el Uruguay ha crecido su productividad de 731 litros por ha en 1977 a 2370 litros en 2007.

Gracias a las condiciones naturales y a sus bajo costos de producción, Uruguay cuenta con uno de los precios más competitivos del mundo, sin subsidios a la exportación, llegando a varios mercados como Venezuela, Brasil, China, Argelia, Chile, Rusia, etc. Y unas ventas cercana a los U\$408 millones en leche en polvo y cerca de U\$830 millones en el total de las exportaciones lácteas (Uruguay XXI, 2014)

Como observaciones para el sector Vallecaucano, se sugiere:

1. Trabajar más en el control de la oferta ambiental de los sistemas de producción del Valle del Cauca plano y de ladera.
2. Evaluar más especies de pasturas mejoradas para buscar nuevas oportunidades para mejorar la calidad y productividad de los sistemas de producción.
3. Conocer cuáles serán las especies de mayor plasticidad y adaptación al cambio climático
4. La genética de los sistemas productivos del Valle deben ser más uniformes
5. Existe mucha disparidad en las tecnologías de ordeño y hay que trabajar en índices de vaca que faciliten las labores de ordeño
6. Introducir mejoras en la infraestructura gerencial de las fincas ganaderas del Valle, si quieren llegar a ser verdaderas empresas ganaderas, para ello el outsourcing o las alianzas estratégicas pueden ser las alternativas
7. Desarrollar modelos de integración hacia adelante, como una acción para capturar el valor agregado de los modelos industriales, incrementar los sistemas asociativos o incentivar sociedades privadas o de carácter mixto, que lleguen hasta el consumidor final.

## Bibliografía:

- Bargo F. 2003. Production and digestion of supplement dairy cows on pasture. *J.Dairy Sci.* 86: 1-42.
- Cardenas E., Carulla J y colaboradores. Composición química de la leche en vacas alimentadas con gramíneas solas o asociadas. *Rev. Med. Vet y Zoot.* (60) I, 2013.
- Correa, H. 2013. Factores productivos y nutricionales que afectan la producción y la calidad de la leche, Universidad Nacional de Colombia sede Medellin, En Memorias seminario de competitividad, Quito agosto 2013.
- CREA, 2013. Taller de Análisis de resultados de la Gestión Lechera. Federación Uruguaya de Grupos CREA. [www.fucrea.org](http://www.fucrea.org).
- Fedegan 2013. Costos modales en la ganadería de leche, trópico alto de Colombia, Fedegan-FNG-SENA. Octubre de 2013.
- Hutjens M., 2013. Monitoreando la salud del rumen por medio de la alimentación en *Rev. Hoard Dairyman*, Junio de 2013.
- Léonil J., Maubois J.L., 2002. Milk derived bioactive peptides and proteins: future perspectives proceedings of the 26th international dairy congress, Paris, France.
- Morales V. F. 2013. Eficiencia productiva en ganaderías lecheras en el Valle del Cauca (Colombia), trabajo de seminario I, en doctorado en producción animal tropical (Por publicar). Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, 2013.
- Morales V.F. Productividad y competitividad de sistemas ganaderos. En Curso de competitividad lechera, Nutrición Avanzada (Nutravan) seminario anual de competitividad, Quito Noviembre de 2013.
- Perea Oscar, 2013. Capacitación en desarrollo del recurso humano, Circulo de excelencia ganadera, Tecnigan & Cogancevalle, 2012-2013.
- Porter, M.E. 1980. *Competitive Strategy Techniques for Analysing Industries and Competitors.* Harvard Business School. Boston: Free Press, 1980.
- Porter. M.E. 1994. *La cadena de valor y la ventaja competitiva.* Harvard business School, Boston.
- Rojas C.I., Pabón M.L., Carulla J., 2005. Ácido linoléico conjugado (ACL): Factores dietarios que afectan su contenido en la leche. En *Bioquímica, nutrición y alimentación de la vaca*, pag 91-110. Editorial Biogenesis, U de Antioquía (Medellin)
- Uruguay XXI, 2015. *El sector lácteo de Uruguay*, oficina de inversión y promoción de exportaciones del Uruguay, Junio de 2015.

### Capítulo 3

## Evaluación nutricional y alternativas para el mejoramiento de la eficiencia en sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca (Colombia)

### Resumen

El trabajo propuso escenarios de mejoramiento nutricional para cuatro (4) sistemas “tipo” de producción de leche en el Valle del Cauca, Colombia, para lo cual se deben optimizar el manejo de las pasturas actuales, introducir nuevas especies como la Bermuda Tifton 85 *Cynodon nlemfluensis* CV y algunos sistemas silvopastoriles, que aporten mayor cantidad de proteína metabolizable al sistema, disminuyan los valores de FDA y FDN en la ración total y aumenten el aporte de carbohidratos no fibrosos CNF. La intensificación de los sistemas no sólo mejora la producción de leche; sino que aumenta la competitividad de los hatos, el uso de suplementación forrajera con base en ensilados de maíz, caña o leguminosa como la soya, la alfalfa o sistemas arbustivos o silvopastoriles, son una necesidad, si se quiere mitigar los efectos de la variabilidad climática. El aumento en el consumo de materia seca en todos los sistemas tuvo efectos positivos en la producción y eficiencia de los hatos y se sugiere mejorar los sistemas de confort y control del estrés de calor para mejorar la respuesta animal; además evaluar sistemas que maximicen el consumo de las vacas como las Raciones totales mezcladas o las Ración Parcial mezcladas podrán dar saltos productivos importantes a los sistemas tropicales regionales, pues permitirían optimizar el suelo en tierras costosas como el Valle del Cauca; así como disminuir la producción de metano por litro producido.

Palabras claves: Alimentación, sistemas pastoriles, intensificación, emisión de gases

### Abstract

The paper proposes scenarios for nutritional improvement for four (4) types of Dairy Systems in the Cauca Valley, Colombia, which should optimize the management of existing pastures, introducing new species like Bermuda Tifton 85 *Cynodon nlemfluensis* CV and some silvopastoral systems to provide greater amount of metabolizable protein, decrease the values of ADF and NDF in the ration and increase the contribution of NFC. Intensified systems not only improves milk production; but also increases the herds competitiveness, the use of forage supplementation based on corn silage, sugarcane or legumes such as soybeans, alfalfa or bush or forest grazing systems are a necessity if you want to mitigate the effects of climate variability. The increase in dry matter intake will have positive effects on production and efficiency of the herds, improve comfort systems and controlling heat stress are important to improve animal response. Also evaluate systems that maximize the use of cows as total mixed rations or Partial Ration Mixed, may give important productive jumps to these systems, because they would allow optimize the use of expensive land in the Cauca Valley; and decrease methane production per liter produced.

Keywords: Feed, grazing systems in Colombia, intensification, gas emissions.

### 3.1. Introducción

El crecimiento de la población mundial, el aumento en los procesos de urbanización y de los ingresos per cápita de sus habitantes en especial en los países en vía de desarrollo, vienen impulsando un fuerte aumento en la producción pecuaria mundial (Steinfeld H., 2010), estos crecimientos aceleran la competencia por recursos básicos como la tierra (FAO, 2014) y el agua (World Bank, 2012); generando cambios en las áreas productivas (Morales, 2015), lo que podría generar impactos sobre el cambio climático (El-Sharkawy, *et al.* 2011).

Entre los factores que han transformado la industria animal se encuentran: la aplicación de nuevas tecnologías como el mejoramiento animal (Da Silva, 2015), el control y la sanidad animal (FEDEGAN, 2011) y el mejoramiento de los sistemas de alimentación y nutrición (Tedeschi, 2011). El aumento general de la escala en los sistemas de producción pecuaria mundial, han disminuido los costos de producción y se presenta una tendencia de cambiar las especies rumiantes a mono gástricos, lo que ha modificado el uso de la tierra e incrementan la producción de áreas cultivables para la producción de piensos para animales (Steinfeld, 2010)

Incrementar la eficiencia de los recursos naturales y utilizar sistemas de producción bovina sostenibles serán claves en el desarrollo ganadero de América Latina si se quiere disminuir la huella de carbono (Díaz, 2011), por ello es importante orientar el cambio tecnológico hacia una utilización óptima de la tierra (Steinfeld *et al.*, 2009) y el agua (Hoekstra, *et al.*, 2011); además de desarrollar modelos mixtos de alimentación que mejoren la eficiencia de conversión (De Cees *et al.*, 2010) y logren impactar en la disminución de los gases de efecto invernadero GEI (Bai. *et al.*, 2009)

La producción de leche en Colombia creció de 1996 al 2014 de 4.91 millones de toneladas ECM (Leche corregida al 4% de grasa y 3.3% de proteína), a un valor de 5.94 millones de toneladas (Pérez, 2015 en IFCN 2015), el número de hatos lecheros se estima en 293 mil, con un rendimiento que no supera los  $1.71 \text{ t.vaca.año}^{-1}$ , esto hace que el hato Colombiano tenga una estructura de 11.8 vacas por hato, lo que cataloga la producción de leche nacional como minifundista y allí se destacan varios sistemas de producción entre los especializados de leche en los altiplanos o valles interandinos y los de doble propósito presente en las regiones tropicales inferiores a los 1000 msnm (FEDEGAN, 2015).

Se calcula que en Colombia existen cerca de 8.4 millones de cabezas de ganado en sistemas de doble propósito y sólo 1.4 millones de lechería especializada (FEDEGAN, 2013), los predios presentes en el país poseen gran variabilidad en su inventario y se caracterizan por las asimetrías en la capacidad económica del productor y la tenencia de los predios (Morales, 2015)

Los sistemas de producción ganaderos en Colombia son heterogéneos y se distribuyen en el territorio nacional en función de los recursos agroecológicos (clima, suelo), sin

desconocer factores sociales, culturales y económicos que modelan el contexto Colombiano (Cuenca *et al.*, 2010).

La intensificación de los sistemas de leche tropical en Colombia, deben buscar un mayor nivel productivo por vaca y por hectárea, entre los limitantes de la eficiencia y productividad de los sistemas ganaderos del Valle del Cauca, se encuentran: los altos niveles de fibras (FDN) en los pastos y los forrajes, su baja digestibilidad, la baja suplementación forrajera y proteica, el bajo consumo de suplementos debido a sus altos costos. Para mejorar la eficiencia se debe mejorar la uniformidad de la genética, el manejo de suelos y aguas, introducir especies forrajeras de mejor calidad y digestibilidad e incrementar el consumo de materia seca por vaca (Morales y Ortiz, 2015)

El uso de modelos matemáticos en la nutrición de rumiantes se puede utilizar para analizar los limitantes de la eficiencia nutricional de sistemas ganaderos y sirven además para estimar las necesidades de los animales y los nutrientes requeridos para la producción de ganado lechero (Tedeschi *et al.*, 2015), para poder analizar estos sistemas desde el área nutricional, se deben tener en cuenta las condiciones ambientales, los requerimientos de nutrientes para el mantenimiento, crecimiento y producción de leche (Fox *et al.*, 2004), simulaciones nutricionales realizadas en hembras de reemplazo permitieron observar las debilidades nutricionales (proteína y energía) en sistemas de manejo en el Valle del Cauca (Vélez, 2011).

Los requerimientos de nutrientes del ganado lechero han sido estudiados y presentados por el NRC (2001), este es un documento que revisa y actualiza las investigaciones acerca del manejo y nutrición del ganado lechero en todo sus ciclos de vida (Linn, 2001), otros modelos matemáticos han sido desarrollados por varias universidades para optimizar la nutrición de los rumiantes por varias décadas creando mejoras en los sistemas de alimentación actuales (Chalupa y Boston 2003).

Mejorar los modelos y las aproximaciones al requerimiento nutricional ha sido de mucho interés por investigadores y su frecuencia de uso viene incrementándose para apoyar la toma de decisiones (Tedeschi *et al.*, 2005), no sólo en la nutrición, sino en el manejo, mejoramiento animal; además de dar apoyo en la evaluación del impacto ambiental. El sistema de proteínas y carbohidratos de la Universidad de Cornell (**CNCPS**) predice el requerimiento y el suministro de nutrientes para situaciones específicas y es hoy una gran herramienta para la nutrición de rumiantes actual (Tylutki *et al.* 2007)

Hacia el futuro es importante desarrollar propuestas, estrategias y escenarios para los nuevos entornos competitivos a los que se enfrentaran los sistemas ganaderos de la región y el país (Duran y Campos, 2011); además de discutir nuevos modelos como el de la intensificación sostenible (Nicholson, 2011), o ajustar los sistemas productivos actuales, puesto que estos son la base para implementar mejoras para una ganadería incluyente, sostenible y económicamente sustentable (Martín, 2010).

El propósito de esta investigación y modelación fue estudiar y proponer escenarios de mejoramiento nutricional a los sistemas de producción de leche identificados en el Valle del Cauca, Colombia

### 3.2. Materiales y Métodos

El trabajo fue una continuación del estudio de productividad y eficiencia de ganaderías lecheras especializadas en el Valle del Cauca (Colombia), el cual se basó en 52 unidades de producción ganadera de leche en nueve municipios del Valle del Cauca (Colombia) en una altitud entre los 920 a 2200 msnm y una temperatura media de 23.3 °C. (Morales, 2015).

Se usó información de fincas tipificadas (Morales, 2014) dentro de cuatro sistemas productivos, así: el 38% de los predios se encontraba en un sistema pastoril con baja suplementación (**SPBS**), el 44% de los mismos en sistema pastoril o silvopastoril de media suplementación (**SPMS**), sistemas mixtos pastoril con ración mezclada parcial (**SPTMR**) en un 7.7% de los predios y un 10% en sistemas de ganadería industrial (**SGI**) con más de 200 vacas en ordeño. La topografía de las fincas se encontraban en zonas entre planas y onduladas en la base de las cordilleras central y occidental, con producciones de materia seca de pastos de 14911 a 29170 Kg MS ha.Año<sup>-1</sup> (Tabla 3-1), una alta presencia de árboles y arbustos en el potrero, suplementación forrajera con base en ensilajes de maíz, ensilajes de cogollo de caña, pastos de corte (*Pennisetum spp*) y algunos arbustos como el matarraton (*Gliricidia sepium*), Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) o *Leucaena (L. Leucocephala)*. El número de trabajadores varió dependiendo del número de animales presentes en el sistema (Tabla 3-1)

Tabla 3-1. Análisis de los sistemas productivos típicos del Valle del Cauca (Colombia)

SISTEMA DE PRODUCCIÓN		SPBS	SPMS	SPTMR	SGI
N° de Fincas	UND	20	23	4	5
Área	has	40.3	34.1	12.7	105.2
pH Suelo	pH	5.58	6.23	7.20	6.30
Kg de M. Seca Pasto/ año	Kg MS / Ha	14911	19379	29170	27520
Cobertura arbórea	Arb/Ha	Baja	Media-Alta	Media	Media
Presencia de Arvenses		Alta	Baja	Baja	Baja
Suplemento Forrajero		No	Si	Si	Si
Número de hombres		2.15	4.61	3.00	14.00

La información productiva de los sistemas caracterizados se presentan en la tabla 3-2, y describen la raza, los animales totales (A.Totales), las vacas en ordeño (V.O), el promedio de leche (Prom.Litros), los consumos de alimento concentrados (Cons.Conc), la calidad de mismo, los días abiertos (DAb) y sus intervalos entre partos (IPP), los porcentajes de natalidad (%Natal), los servicios por concepción (S.C), la mortalidad (%M) y la calidad de la leche proteína (%Pro) y grasa (%Grasa) suministrado por las empresas compradoras;



además de los precios del litro de leche (\$.L) y los precios del suplemento (\$.Kg), para cada uno de los sistemas de producción estudiados (tabla 3-2)

Tabla 3-2. Información productiva de los sistemas de leche especializados en el Valle del Cauca

SISTEMA DE PRODUCCIÓN		SPBS	SPMS	SPTMR	SGI
Raza	% Taurino	76.4%	83.2%	91.0%	75.0%
Animales totales	N°	50	102	106	631
Vacas Ordeño	N°	20	56	45	309
Promedio vaca día	Kg/Vaca/día	10.1	11.6	15.1	13.2
Consumo de Concentrado	Kg/Vaca/día	2.21	2.85	4.60	4.26
Calidad	B-M-A	Baja	Medio	Medio-Alto	Alto
Días Abiertos	Días	179.0	142.2	173.7	154.0
Intervalo entre Partos	Días	464	427	459	439
% Natalidad	%	79%	86%	80%	83%
Servicios por concepción	#	3.0	2.7	3.7	3.7
Mortalidad	%	7.0%	5.0%	3.0%	3.0%
% Proteína en Leche	%	3.03	3.11	3.10	3.12
% Grasa en Leche	%	3.77	3.90	3.78	3.83
Precio / Litro de leche	COP\$	907	920	958	968
Precio / Kg de Suplemento	COP\$	875	762	808	808

\* Tasa de cambio = COP \$ 1900 / U\$, para el momento de la toma de la información.

\* Tasa actual de cambio = COP \$ 3203. En marzo de 2016 (Banco de la Republica, 2016).

Al evaluar los sistemas de producción en el Valle del Cauca, el sistema pastoril mixto con Ración suplementaria (**SPTMR**) que incluía el uso de pasturas, suplementación con recursos forrajeros como Ensilados de maíz o caña, y uso de subproductos o alternativas no convencionales , mostro mejores resultados productivos cuando se evaluaron las variables derivadas de UGG, litros ha.año<sup>-1</sup>, litros libres ha.año<sup>-1</sup>, eficiencia de producción de leche y sólo fue superado por la eficiencia de la mano de obra en los sistemas de ganadería industrial debido al factor de escala (Tabla 3-3).

Tabla 3. Variables derivadas de los los sistemas de leche especializados en el Valle del Cauca

SISTEMA DE PRODUCCIÓN		SPBS	SPMS	SPTMR	SGI
Unidades Gran Ganado/Ha	UGG/Ha	0.9	3.6	7.3	5.4
Litros / Ha / Año	Lts	2732.0	7934.0	20837.0	13492.0
Litros Libres / Ha	Lts/Ha	2078.0	6215.5	15280.0	9767.0
Eficiencia Prod. De leche	Kg leche.kgms <sup>-1</sup>	0.9	1.0	1.1	1.0
Eficiencia Mano de Obra	Leche año.Hombre <sup>-1</sup>	86230.1	94037.4	194887.1	217743.1

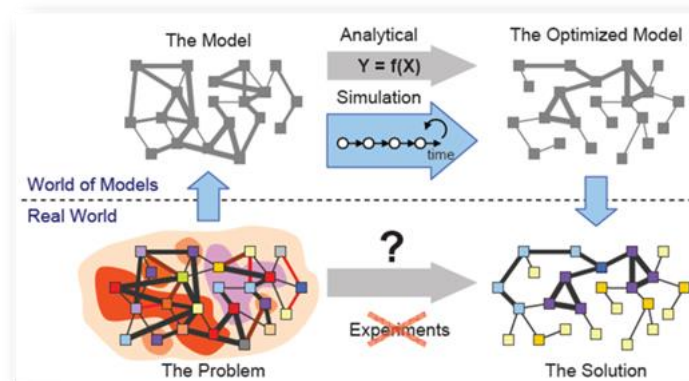
Estas tres tablas fueron claves para el desarrollo del trabajo, luego se analizaron muestras de forrajes más representativos en el Valle del Cauca y los sistemas en mención, se tomaron las bases de datos para los alimentos concentrados y las materias primas más utilizadas en la zona con base en los laboratorios de Universidades reconocidas en el país como la U. de Antioquía, la U. Nacional de Colombia, además del Dairy one of Cornell y el Laboratorio Central NIR de Elk River en Minnesota (EU); además de la base de datos construida por el autor en varios años de experiencia en el área de la nutrición animal y de algunas fábricas de alimentos y subproductos de la región.

### 3.2.1 Porque modelar

Los modelos computacionales proporcionan un marco para la integración de conocimientos científicos y permiten crear un sistema de soporte para la toma de decisiones en un problema real con respecto a los sistemas de producción animal (Tedeschi *et al.*, 2010)

La modelación es una forma de resolver problemas y se puede aplicar cuando la creación de prototipos o experimentos con los sistemas reales es costoso o imposible, el modelado permite optimizar los sistemas antes de su implementación y puede predecir escenarios sobre las respuestas que generará el sistema y para que sea efectivo debe tener un proceso de abstracción del problema desde el mundo real (Figura 3-1), luego analizar las variables claves del modelo y se procede a optimizarlo y por último hay que establecer una cartografía de la solución del modelo (Borshchev y Filippov, 2014).

**Figura 3-1.** Como resolver problemas del mundo real a través de la modelación  
Tomado de Borshchev y Filippov (2004).



Con base en lo anterior y en la información colectada del mundo real en 52 fincas del Valle del Cauca Colombia, se obtuvo la información de los cuatro sistemas de producción tipificados (Morales, 2015) y con ello se establecieron cuatro fincas “tipo” o fincas “Modelo”, que tenían las características distintivas en cada sistema estudiado, se promediaron los indicadores o línea base para cada sistema, haciendo un símil al estudio de costos modales o sistema de fincas “Tipo” propuesto por FEDEGAN (2013), y al trabajo desarrollado en costos de producción del modelo de análisis económico de las fincas lecheras desarrollado por el Dairy Research Network IFCN (2015).

Con toda la información se procedió a realizar las simulaciones nutricionales con el “software” del modelo “Nutrient Requirements of Dairy Cattle NRC” (NRC 2001) para establecer los requerimientos nutricionales de las vacas en cada sistema productivo y construir a partir de allí la línea base nutricional de cada sistema y posteriormente se presentaron alternativas por sistemas y se realizó una simulación que mejorara los indicadores productivos, reproductivos y las variables derivadas de eficiencia, además de impactar en la calidad de leche de cada sistema y disminuir la generación de metano.

Posteriormente esta información fue validada con el modelo CNCPS versión 6 de la Universidad de Cornell, 2015.

Con base en cada uno de los resultados obtenidos, se propuso una alternativa de mejoramiento nutricional para cada sistema, con el fin de incrementar el consumo de materia seca (CMS), aumentar la producción de leche por vaca y los indicadores de eficiencia; también se contempló que el aumento de los litros libres y los litros totales aumentarían la eficiencia de la mano de obra y el uso de los recursos como la energía, lo cual se revertirá en un menor costo del litro de leche y será un insumo importante para desarrollar evaluaciones económicas o evaluaciones de indicadores de sostenibilidad ganadera para cada sistema optimizado o mejorado.

Una mejor ración, tendrá respuestas positivas en los valores de proteína, grasa y sólidos totales en la leche, lo que se debe verá reflejado en un mayor valor agregado en el producto final y en rentabilidad del sistema pues el precio del producto debe aumentar.

Los escenarios evaluados en la línea base y mejora del sistema fueron:

- (1) Sistema pastoril con baja suplementación (**SPBS**), se plantea una mejora en el uso de la tierra, mayor rotación de potreros y calidad de forrajes, introducir sistemas silvopastoriles SSP, adición de subproductos de la industria del maíz, la soya y el trigo y una suplementación con nitrógeno no proteico NNP (Urea) para mejorar la fermentación ruminal.
- (2) Sistema pastoril con media suplementación (**SPMS**), se plantea una mejora con la cambio de la especie de pasto Estrella por Bermuda mejorada (Tifton 85), la introducción de sistemas silvopastoriles SSP, ensilaje de maíz y suministrar mayor cantidad de suplemento concentrado
- (3) Sistema pastoril o silvopastoril con ración suplementaria parcial (**SPTMR**), se busca mejorar cambiando el pasto Estrella por Bermuda mejorada (Tifton 85), la introducción de una leguminosa forrajera o arbustiva (como Alfalfa, botón de oro o leucaena) y el incremento de la cantidad de suplemento concentrado
- (4) Sistema de Ganadería industrial (**SGI**) con un incremento en el uso de ensilaje de maíz, NNP (Urea) y subproductos de la agroindustria.

Para analizar las raciones de acuerdo a las emisiones de metano, se aplicó la ecuación planteada por (Ellis *et al.*, 2007), que estima el valor del metano en Mega julios de metano excretado ( $CH_4 = 3.69 + 0.543 CMS + 0.698 FDN - 3.26 Lignina$ ); donde CMS es el consumo de materia seca por animal y FDN el valor de fibra detergente neutra en la ración total. Cada valor encontrado fue analizado por el valor emitido teóricamente en cada ración y su relación con el consumo de materia seca de los animales y la dilución por volumen de leche producida (Cárdenas E., 2016)

### 3.3. Resultados y Discusión

Para iniciar el proceso de simulación se compilo la información de los ingredientes más voluminosos encontrados en las raciones de los sistemas de producción lechera en el

Valle, que corresponden a muestras de pasto estrella y al ensilado de maíz cosechados en varias fincas del Valle del Cauca, el promedio de días de descanso de la pastura fue de  $31.2 \pm 3.5$ , con un porcentaje de proteína  $13.7 \pm 2.3\%$  para pastos con fertilización nitrogenada entre 200 a 300 kg de N.Año<sup>-1</sup>, una FDA de  $41.9 \pm 4.3\%$  y una FDN de 70.2% valores entre 5 a 10% superiores a los reportados por Juárez (1999).

Los valores de Energía Neta Lactancia estimada por la ecuación de Mertens de Penn State University (Mertens, 2002), fueron de  $1.0 \pm 0.1$  Mcal de EN Lactacional (ENL) y unos valores de Calcio de 0.41%, Fósforo de 0.31% y Magnesio de 0.20% (Tabla 3-4). Para un trabajo realizado por Bedoya y Morales (2014), los valores reportados por el laboratorio para los nutrientes proteína degradable en el rumen de 73.5%, %PC insoluble en detergente ácido (PIDA) fueron de 0.64 a 0.89%, la fibra detergente neutra digestible (dNDF) de 20.95%, carbohidratos no fibrosos CNF entre 7.48 y 11.26% y una Energía Metabolizable de 1.9 a 2.0 Mcal.Kg<sup>-1</sup> y para la Estrella híbrida (Tifton 85) se tomó como referencia el trabajo de Sánchez, Morales y Ortiz, (2015), los cuales encontraron valores de proteína cruda entre 17.4 y 18.7%, FDA entre 33.5 y 33.8% y FDN de 57.3 y 60.5%, esto valores nos arrojarían una energía cercana 1.29 Mcal de Energía Neta lactancia, esto sería un 20% más de calidad nutricional que la Estrella africana tradicionalmente usada por los productores de la región.

La relación de Carbohidratos no estructurales o CNF y proteína degradable en el rumen es muy baja y está cercana a 1.0:1.0. El NRC (2002), recomienda una relación que debe variar entre 3.5:1.0 y 4.0:1.0, así, mientras menor sea la proporción de CNE, menor será la síntesis de proteína microbiana y mayor la formación de amoníaco a nivel ruminal (Correa et al. 2010), por lo cual se debe estudiar más acerca de la fermentación ruminal en sistemas tropicales y su eficiencia en el uso del nitrógeno. Por ello es clave sincronizar nutrientes en sistemas pastoriles (Hersom, 2008).

**Tabla. 4 Composición química de los dos forrajes más utilizados en los sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca (Colombia)**

		<b>Pasto Estrella (<i>C. Plestostachyus</i>)</b>			<b>Ensilaje de Maíz</b>		
	Unidad	Promedio	Desv. Std	CV (%)	Promedio	Desv. Std	CV (%)
N° Muestras		21			7		
<b>DIAS P/C</b>	<b>Días</b>	31.2	3.54	11.3%	87	7.56	8.7%
<b>M. Seca</b>	<b>%</b>	21.7%	1.33%	6.1%	28.1%	2.1%	7.4%
<b>Proteína</b>	<b>%</b>	<b>13.7%</b>	2.32%	17.0%	<b>8.23%</b>	1.4%	17.4%
<b>FDA</b>	<b>%</b>	<b>41.9%</b>	4.29%	10.2%	<b>39.2%</b>	8.6%	21.8%
<b>FDN</b>	<b>%</b>	<b>70.2%</b>	3.87%	5.5%	<b>62.1%</b>	10.9%	17.6%
<b>Lignina</b>	<b>%</b>	4.38%	2.57%	58.6%	6.9%	1.8%	26.1%
<b>EE</b>	<b>%</b>	1.42%	0.28%	20.0%	2.0%	0.3%	17.1%
<b>TDN</b>	<b>Un</b>	51.00	0.049	0.1%	54.34	8.17	15.0%
<b>Ca</b>	<b>%</b>	<b>0.41%</b>	0.23%	54.9%	<b>0.34%</b>	0.06%	17.8%
<b>P.</b>	<b>%</b>	<b>0.31%</b>	0.08%	26.7%	<b>0.22%</b>	0.04%	16.4%
<b>Mg</b>	<b>%</b>	0.20%	0.06%	30.9%	0.25%	0.06%	24.5%
<b>K</b>	<b>%</b>	2.31%	0.31%	13.6%	1.89%	0.28%	14.7%
<b>Na</b>	<b>%</b>	0.02%	0.01%	37.2%	0.03%	0.01%	45.0%
<b>S</b>	<b>%</b>	0.58%	0.29%	50.0%	0.14%	0.06%	40.8%
<b>B</b>	<b>ppm</b>	8.7	7.9	91.1%	26.0	8.5	32.6%
<b>Cu</b>	<b>ppm</b>	9.1	3.7	40.2%	15.7	16.9	108.1%
<b>Fe</b>	<b>ppm</b>	149.4	115.7	77.4%	197.6	78.4	39.7%
<b>Mn</b>	<b>ppm</b>	41.7	20.3	48.8%	63.8	31.4	49.3%
<b>Zn</b>	<b>ppm</b>	27.9	7.7	27.7%	85.8	75.8	88.3%

### 3.3.1. Simulaciones para la producción de leche en los cuatro sistemas de producción.

Para el caso de los hatos lecheros del Valle del Cauca, se propone en la parte forrajera buscar elementos que mejoren la calidad de los forrajes utilizados, por medio del incremento de los niveles de proteína, la disminución de la FDA y la FDN y realizar pastoreos con descansos que no superen los 30 días, para lo cual en el caso de pasto Estrella, se puede lograr con el uso de técnicas como los pastoreos en rotación corta (cambio diario y periodo de descanso entre 25 a 27 días), el uso estratégico de agua para riego, la introducción de sistemas silvopastoriles (Murgueitio 2015; Amesquita, 2016), la aplicación de correctivos o enmiendas al suelo, el aporte de material orgánico o la fertilización requerida por la especie acorde a la extracción según la carga animal, como lo plantea Sierra. (2005)

**Tabla 3-5.** Estrategias nutricionales para mejorar los sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca

VARIABLE	UNIDAD	1	2	3	4	SGI-MEJOR		
NOMBRE		SPBS- MEJOR	SPMS- MEJOR	SPT MR	SPTMR- MEJOR	SGI	R	
Especie de forraje a utilizar	Días	Estrella a 30	Estrella 27 30	Tifton 85 + SSP	Estrella 27	Tifton 85 + SSP	Estrella a 30 + SSP	Tifton 85 + SSP
Riego de las pasturas		No	Si veranos	No	Si veranos	Si	Si	Si (75%)
Ensilaje de Maíz		No	No	Ensilaje verano	Ensilaje todo el año	Ensilaje todo el año	Ensilaje verano	Ensilaje todo el año
Forraje proteico suplementario		No	No	No	Si-SSP-Corte	Si-corte	No	Si-SSP
Suplemento concentrado		Si	Si+Subprod	Si	Si+Subprod	Si+Subprod	Si	Si+Subprod
Suplemento mineral		Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

SPBS: Sistema pastoril con baja suplementación, SPMS: Sistema pastoril con media suplementación, Sistema Pastoril mixto con ración parcial mezclada, SGI: Sistema de ganadería industrial.

El uso de ensilajes de maíz o caña son justificables en la medida que haya mayor variabilidad climática, pues la oferta de materia seca de las pasturas será cada día más incierta (Morales, 2016), la introducción de elementos proteicos al sistema, no sólo disminuirá los costos de suplementación, pues la base del aporte proteico en nuestros sistemas son las tortas proteicas de soya, algodón o girasol, que poseen una oferta baja en el país y dependen de los cambios en los mercados internacionales.

Los suplementos concentrados preparados por fábricas comerciales en la región tendrán un espacio en estos sistemas si se tiene en cuenta la reducida capacidad de escala de los productores, el alto costo de almacenamiento y las dificultades logísticas y económicas para implementar otros sistemas. Productores que deseen migrar a sistemas más complejos como las raciones totales mezcladas TMR o TMR Parciales deberán hacer compras conjuntas o desarrollar centros de alimentación que concentren las operaciones, las hagan eficientes y disminuyan los costos logísticos.

La región hacia el futuro debe desarrollar políticas que incentiven una agricultura rentable, sostenible y que defienda la seguridad alimentaria, la cual hoy depende de los mercados internacionales, esto traería beneficios económicos para los agricultores, beneficios sociales en la generación de empleo rural y ambientales en la disminución de la huella del carbono por traslado de maíz y soya desde otras latitudes.

Los suplementos y sales minerales mantendrán vigencia en estos sistemas hacia el futuro y son áreas en crecimiento y desarrollo, en especial con el uso de ingredientes y aditivos que busquen aumentar la digestibilidad de las fibras y aumentar la eficiencia de producción.

### 3.3.2. Aporte nutricional de las raciones en cada sistema

Al evaluar los consumos de forrajes en cada sistema se observa que los animales en pasto estrella tienen consumos diarios entre los 7.5 y 11 kg ms.vaca<sup>-1</sup>día de pasto, lo que concuerda con los estudios de Juárez et al. (2011), Solarte et al. (2014), De los Ríos et al., (2014) y Ochoa F. et al., (2015), este consumo depende de la oferta en la pradera, los niveles de proteína y FDN en el forraje, el estado fisiológico del animal, el comportamiento de los grupos, las formas de pastoreo, el tipo genético y los índices de temperatura y húmeda en el hato (ITH), etc.

La relación forraje y suplemento es más alta hacia el forraje en los sistemas que tienen menor suplementación 70, 80% de forraje, lo cual los hace menos dependiente de insumos externos, sin embargo estos modelos son más susceptibles a la variabilidad climática, y por ello se debe sugerir que este tipo de sistemas debe ajustar el manejo de la pastura, implementar sistemas silvopastoriles y desarrollar estrategias de producción forrajera in situ como lo han hecho granjas agroecológicas (Murgueitio et al., 2002),(Sierra, 2011).

Los consumos de materia seca estimados para cada sistema fueron de 12.3, 14.39, 16.4 y 14.02 Kg de ms.vaca<sup>-1</sup>, para la línea base y su incremento en el escenario mejorado fue el incrementar en cada sistema un valor entre 5 y 10% con valores de 13.8, 16.2, 16.8 y 16.22 respectivamente, este incremento en la oferta de materia seca dependerá de la capacidad de adopción de las tecnologías por parte de cada productor o administrador, que incide en la cantidad de materia seca ofertada; según condiciones de clima o criterios económicos (Tabla 3.6)

**Tabla 3-6.** Consumo de alimentos y aporte nutricional de las raciones para mejorar los sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca (Colombia)

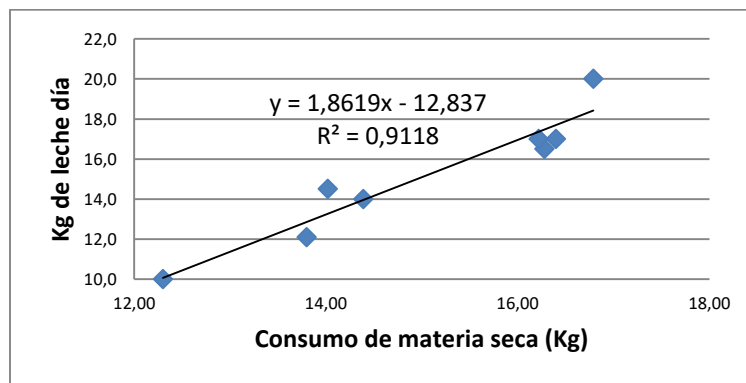
VARIABLE	UNIDAD	1		2		3		4	
NOMBRE		SPBS	SPBS-MEJOR	SPMS	SPMS-MEJOR	SPTMR	SPTMR-MEJOR	SGI	SGI-MEJOR
Pastoreo en rotación / Corte ofertado	Kg.MS.Animal	9.70	8.50	8.37	7.86	8.00	7.86	9.00	9.06
Ensilaje de Maíz	Kg.MS.Animal	0.00	1.00	1.80	1.84	1.50	2.00	0.00	1.51
Forraje proteico suplementario al SSP	Kg.MS.Animal	0.00	0.00	0.00	0.95	0.95	0.95	0.00	0.00
Suplemento concentrado	Kg.MS.Animal	2.50	4.20	4.10	5.50	5.80	5.80	4.90	5.50
Suplemento mineral	Kg.MS.Animal	0.10	0.10	0.12	0.13	0.15	0.18	0.12	0.15
<b>Consumo total de Mat. Seca</b>	Kg.MS.Animal	<b>12.30</b>	<b>13.80</b>	<b>14.39</b>	<b>16.28</b>	<b>16.40</b>	<b>16.79</b>	<b>14.02</b>	<b>16.22</b>
Relac. Aprox Forraje : Spto Concent.	%	80% : 20%	70% : 30%	65% : 35%	70% : 30%	65% : 35%	60% : 40%	65% : 35%	65% : 35%
Proteína Cruda	g/día	1606.0	1768.0	2104.0	2387.0	2307.0	2942.0	1890.0	2668.0
<b>Proteína Cruda</b>	<b>%</b>	<b>13.1%</b>	<b>12.8%</b>	<b>14.6%</b>	<b>14.7%</b>	<b>14.1%</b>	<b>17.5%</b>	<b>13.5%</b>	<b>16.4%</b>
RUP	g/día	497.0	523.0	787.0	859.0	872.0	1053.0	639.0	853.0
RDP	g/día	1109.0	1245.0	1316.0	1528.0	1436.0	1888.0	1251.0	1815.0
FDN	Kg/día	8.6	8.4	8.5	8.6	8.6	8.9	8.2	9.3
<b>FDN (% de la ración)</b>	<b>%</b>	<b>69.9%</b>	<b>60.9%</b>	<b>59.1%</b>	<b>52.8%</b>	<b>52.4%</b>	<b>53.0%</b>	<b>58.5%</b>	<b>57.3%</b>

EN Lactancia	Mcal/Día	17.3	19.0	21.7	23.7	23.3	25.5	19.7	23.8
<b>EN Lactancia por Kg.M. Seca</b>	Mcal.KgMS <sup>-1</sup>	<b>1.41</b>	<b>1.38</b>	<b>1.51</b>	<b>1.46</b>	<b>1.42</b>	<b>1.52</b>	<b>1.41</b>	<b>1.47</b>
EN Ganancia	Mcal/Día	8.7	10.0	12.3	14.1	13.4	15.5	10.6	14.0
E. Metabolizable	Mcal/Día	28.1	30.5	35.0	37.7	37.4	40.4	31.7	38.0
Suplementos concentrados: Su composición se basa en mezclas de maíz + Torta proteicas de soya, algodón o girasol, gluten de maiz 21, Subproductos de trigo o de la industria de la cerveza, melaza y minerales									

Para todos los sistemas se estableció el aporte de los ingredientes de la ración en cuanto proteína cruda, Proteína degradable en rumen RDP y No degradable RUP y se tienen en cuenta los aporte de FND a la ración, Energía neta de lactancia, ganancia y Energía metabolizable. Para todos los casos los sistemas mejorados aportaron más nutrientes por kilogramo y en la medida que el sistema se intensifica se incrementa la cantidad de materia seca ofertada por vaca y la densidad nutricional de las raciones.

En todos los escenarios un incremento real en el consumo de materia seca y en el ingreso de nutrientes a los animales tiene una respuesta lineal en la producción de leche (Figura 3-2)

**Figura 3-2.** Relación entre el consumo de materia seca y la producción de leche en sistemas de producción en el Valle del Cauca (Colombia)



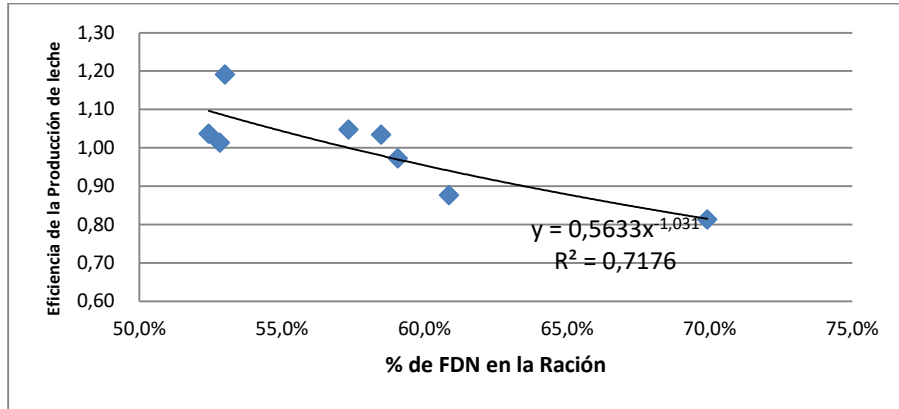
El modelo que relaciona el consumo de materia seca con la producción de leche para estos sistemas, fue  $Y = \text{Producción de leche} = 1.8619 X - 12.837$  con un  $R^2$  de 0.91, esto indica que un aumento en el consumo de materia seca tendrá un efecto positivo en la producción de leche y este será el gran reto de los ganaderos de leche del Valle del Cauca y si se quiere mejorar la producción vaca; sin embargo el limitante de consumo en los sistemas pastoriles actuales está relacionado con los altos consumos de FDN en las raciones, que para estos casos no bajo del 50%, cuando el NRC (2001) habla de valores entre 25-33% y los CNF estuvieron entre 15.6 y 23.3%, valores muy por debajo del 33-44% sugerido por el NRC (2001).

La eficiencia biológica de la ración dependerá de las tasas de sustitución de la pastura por parte de los forrajes y suplementos suministrados (Figura 3-3), en la medida que en la ración aumento la cantidad de FDN, la eficiencia de producción de leche disminuyo, Esto



probablemente se debió a que la concentración energética y proteica de las raciones por kilogramo suministrado también disminuyeron.

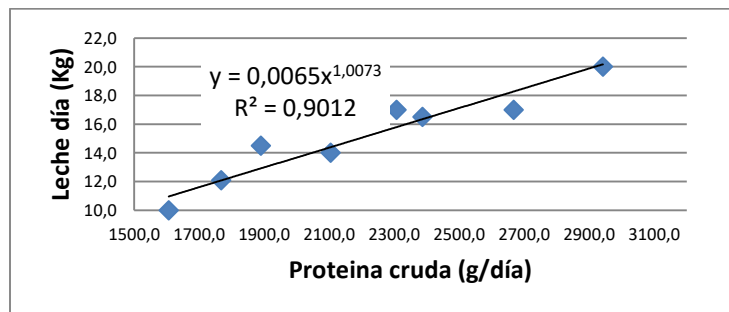
**Figura 3-3.** Relación de la disminución del % de FDN en la ración con la eficiencia de producción de leche en SPL en el Valle del Cauca (Colombia)



Para casos como el Valle del Cauca donde se tienen relaciones positivas de precio de leche en comparación con el de los suplementos, se podría suplementar un poco más que otros sistemas del país, por ello Muller y Tozer (2006) sugieren que se estén valorando estas relaciones desde el punto de vista biológico y económico.

La relación entre el consumo de proteína y la producción de leche fue positiva y el modelo explica que por cada gramo de proteína suministrado en forma marginal la producción de leche se incrementa (Figura 3-4), esto concuerda con los trabajos de Juárez (2011) que determino que el incremento en proteína metabolizable en las raciones de vacas en pasturas tropicales mejoran la producción de leche. Cerca de 82 estudios realizados por investigadores confirman la respuesta positiva a la suplementación proteica (NRC, 2001); sin embargo todavía existen vacíos en la investigación en cuanto a los valores adecuados de proteína degradables y no degradables en rumen, con respecto a sistemas pastoriles tropicales como los presentes en el Valle del Cauca, dependiendo del tipo de forraje y la suplementación forrajera utilizada.

**Figura 3-4.** Relación entre el consumo de proteína cruda y la producción de leche en SPL en el Valle del Cauca

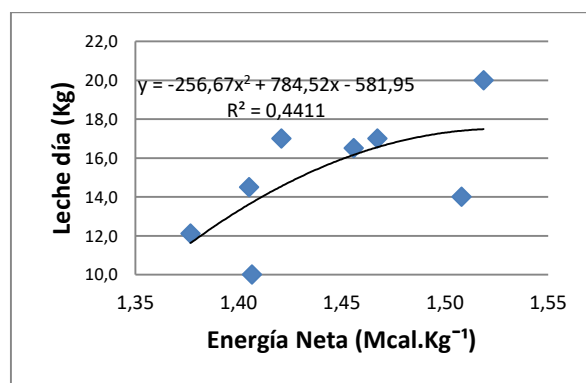


Evaluaciones realizadas por el autor en zonas de trópico alto (Popayán, Bogotá, Medellín y Quito) con pasturas de niveles proteicos superiores como el pasto Kikuyo (*Pennisetum Clasdestinum*), muestran que las vacas en esas regiones consumen 20 a 30% más forraje (kgMS.vaca) que las vacas en trópico bajo (Morales,2015), esto puede ser atribuido al valor de Fibra en detergente neutro FDN (Mojica *et al.*, 2009), y al consumo de 600 o 800 g más de proteína cruda en los forrajes. Esto establece una gran diferencia de base forrajera y de producción de leche entre los sistemas pastoriles de trópico de altura (>2400 msnm) en la zona andina latinoamericana y los sistemas pastoriles de trópico bajo, el cual puede ser de 4 a 6 litros de leche más por vaca en favor de las zonas de altura que de las bajas y marca un factor clave en las competitividad de ambos sistemas.

El exceso de proteína en la dieta sin una buena compensación energética trae consecuencias negativas en el desempeño de las vacas (Cerón *et al.*, 2014), bajas en la tasas de concepción, aumento en los servicios por vaca (Biswajit *et al.*, 2011 citado por Cerón, 2014), por lo cual el uso de la concentración de urea en la leche NUL, es una herramienta indicada para balancear las raciones (Hutjens, 2013), en especial cuando se relaciona el valor de NUL con la proteína en leche (Cao *et al.*, 2010 citado por Correa *et al.*, 2011).

El incremento en la proteína bruta y proteína metabolizable tienen un efecto importante sobre la producción de leche; sin embargo cuando el incremento es la densidad energética de la ración su respuesta no es lineal (Figura 3-5), pues otros efectos como la condición corporal, la fermentación ruminal, el tipo de carbohidrato ofertado, los procesos de cetosis de los animales, el estado de lactancia de animal y la composición de la leche, pueden estar alterando esta respuesta. Para optimizar la producción en vacas lecheras se debe conocer las fuentes de carbohidratos no estructurales en el rumen (Hersom M.J. 2008), el cociente de energía y nitrógeno en la ración (Chamberlain y Wilkinson, 2012). Un exceso de energía puede elevar la producción de ácido láctico y desarrollar acidosis. La mejor forma para evaluar el estado energético de los animales es saber si están ganando o perdiendo peso (Deloy J.L. y Muller L.D., 2002).

**Figura 3-5.** Relación entre el incremento de la energía en la ración y la producción de leche en SPL en el Valle del Cauca



Para verificar el requerimiento de ENL en la leche se usó la ecuación propuesta por NRC 2001;  $ENL (Mcal. Kg^{-1}) = 0.0929 \times \% Grasa + 0.0547 \times \% PC + 0.192$ ; con lo que se encontró que el requerimiento para estos sistemas es de 0.71 a 0.72 Mcal kg<sup>-1</sup>. Juárez, *et al* (2011), presentan entre los limitante para la producción de leche basada en pastos tropicales, el bajo contenido de carbohidratos solubles y comentan que esta deficiencia se refleja en una baja concentración de sólidos totales no grasos en la leche (Juárez L. F., *et al* 2011) y propone suplementar con maíz, pectinas (residuos de frutas) o melaza; además de una fuente de un subproducto proteico. Para todos los sistemas el incremento de la densidad energética de la ración (Figura 3-5), trae como resultados mejor respuesta en la producción de leche, calidad composicional de la misma, mejoras en la reproducción y la salud de los hatos y probablemente aumento de la longevidad de los animales, si tomamos en cuenta que cerca del 50% de las tasas de descarte en los hatos son debidos a ineficiencia de tipo reproductivo

### 3.3.3. Balance de nutrientes en la ración para cada sistema

Las simulaciones realizadas buscaban modelar los sistemas con producciones acordes a lo encontrado en la región, sin embargo los técnicos y ganaderos no pueden quedarse en los resultados obtenidos hasta ahora y deben regresar y analizar los resultados técnicos que tenían algunas ganaderías del Valle en confinamiento 20 años atrás, utilizando sistema mixtos entre pasturas, ensilajes de maíz, henos de alfalfa o soya y suplementos concentrados, con los cuales se obtenían producciones superiores a los 20 l.vaca.día<sup>-1</sup> (Londoño y Sánchez, 1994).

El sistema de **SPBS** tuvo una mejora en la densidad de nutrientes de 17.3 a 19 Mcal de ENI (Tabla 3-7) y esto logra mejorar la producción de leche en 2.1 L vaca día, lo cual es debido a una mayor cantidad de suplemento, que aumenta los nutrientes en la dieta y mejora el comportamiento reproductivo del sistema que hoy se encuentra en 179 días abiertos (Tabla 3-2), debido a que un mejor balance de proteína y energía, disminuyen la pérdida de condición corporal postparto y la presentación de cetosis (Miyoshi, Pate, Palmquist, 2001). Estos sistemas deben trabajar en intensificar el manejo y fertilización de pasturas, incrementar las áreas de silvopastoriles, aumentar los procesos de conservación de forrajes y mejorar los procesos de suplementación estratégica si quieren ser competitivos hacia los nuevos desafíos económicos.

El segundo sistema **SPMS**, tuvo un incremento de 2.5 L más por vaca al aumentar el aporte de proteína y energía con base en ensilaje de maíz, urea y el aumento de suplementos concentrados o subproductos proteicos como el gluten de maíz 21, los granos secos de cervecera o los destilados de maíz DDGS (Tabla 3-7), este sistema debe planear el uso de especies de mayor calidad proteica y energética como fue el caso de Tifton 85, o la intensificación de sistemas silvopastoriles que incluyan mayor proporción de proteína metabolizable al sistema, además de incrementar los niveles de suplementación según lo requerido por el potencial de sus vacas.

El balance del tercer sistema **SPTMR**, fue un poco más complejo pues este es más intensivo que los otros tres, y utiliza una mayor cantidad de suplementos o recursos

agroindustriales, por lo que se requiere para mejorar su nutrición no sólo de más precisión en los análisis; sino que en él se logra optimizar la condición corporal y además se permite controlar mejor el consumo animal, mejorar el confort con el desarrollo de instalaciones adecuadas, disminuir el estrés por calor y optimizar el uso de la tierra, como sistema logra el mejor desempeño del hato por vaca y por hectárea (Tabla 3-7)

El último sistema **SGI**, pierde eficiencia en el tamaño de los hatos, debido a que los pastos no reciben la misma atención que sistemas de menor área, generalmente poseen menor oferta de agua y la logística forrajera y los riegos son un poco más demorados, esto compromete la calidad de las pasturas y deriva en mayor valor de FDN en la ración. En este sistemas los animales caminan más y en la simulación se aumentan los requerimientos de energía y al mismo tiempo se presentan mayores casos de estrés de calor (Tabla 3-7), la pérdida de condición corporal es más alta en estos sistemas y la escala aunque es una ventaja comparativa desde el punto de vista económico, es una desventaja nutricional pues despersonaliza los casos de vacas en forma individual como lo hacen los otros tres sistemas.

Este sistema muestra mayor variación nutricional y productiva, por lo que se observa un mayor efecto en las tasas de descarte. Un manejo grupal parece ser una de las estrategias más adecuadas en estos sistemas, con buen espacio disponible por vaca y mejores diseños en las áreas de alimentación (Keyserlingk *et al.*, 2010, citados por FNPL (2013), la densidad de los hatos afecta los tiempos de consumo e incrementan las peleas, acceder en estos casos al alimento es importante para disminuir la competencia en los comederos (Collings *et al.*, 2011), la implementación de salas de alimentación y el uso de RTM parcial pueden ser la solución para mejorar la productividad actual de estos sistemas.

**Tabla 3-7. Balance de nutrientes en la ración sistemas de producción en el Valle del Cauca (Colombia)**

VARIABLE	UNIDAD	1		2		3		4	
		SPBS	MEJOR	SPMS	MEJOR	SPTMR	MEJOR	SGI	MEJOR
<b>Producción de leche</b>	<b>kg.vaca.día</b>	<b>10.0</b>	<b>12.1</b>	<b>14.0</b>	<b>16.5</b>	<b>17.0</b>	<b>20.0</b>	<b>14.5</b>	<b>17.0</b>
Energía Neta requerida	Mcal.kg <sup>-1</sup>	19.7	21.1	23.5	24.9	25.7	24.3	23.5	25.8
Energía Neta suministrada	Mcal.kg <sup>-1</sup>	17.3	19.0	21.7	23.7	23.3	25.5	19.7	23.8
<b>Balance EN de la Ración</b>	<b>Mcal.kg<sup>-1</sup></b>	<b>-2.4</b>	<b>-2.1</b>	<b>-1.8</b>	<b>-1.2</b>	<b>-2.4</b>	<b>1.2</b>	<b>-3.8</b>	<b>-2.0</b>
Proteína Metabolizable requerida	g/día	999	1106	1300	1400	1469	1599	1255.	1460
Proteína Metabolizable suministrada	g/día	1025	1122	1400	1547	1538	1748	1228	1535
<b>Balance PM de la Ración</b>	<b>g/día</b>	<b>26</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>147</b>	<b>69</b>	<b>149</b>	<b>-27</b>	<b>75</b>

Calcio requerido	g/día	29.0	31.0	35.0	37.0	38.0	41.0	35.0	64.0
Calcio suministrado	g/día	38.0	52.0	67.0	78.0	72.0	79.0	28.0	26.0
<b>Balance Ca de la Ración</b>	<b>g/día</b>	<b>9.00</b>	<b>21.0</b>	<b>32.0</b>	<b>41.0</b>	<b>34.0</b>	<b>38.0</b>	<b>-7.0</b>	<b>-38.0</b>
Fosforo requerido	g/día	23.0	26.0	30.0	32.0	33.0	36.0	28.0	33.0
Fosforo suministrado	g/día	30.0	31.0	43.0	38.0	45.0	43.0	40.0	42.0
<b>Balance P de la Ración</b>	<b>g/día</b>	<b>7.0</b>	<b>5.0</b>	<b>13.0</b>	<b>6.0</b>	<b>12.0</b>	<b>7.0</b>	<b>12.0</b>	<b>9.0</b>
Perdida diaria de peso por reservas	Kg/día	-0.5	-0.4	-0.4	-0.3	-0.5	0.2	-0.8	-0.4
<b>Perdida Cond. Corporal (BCS) en 100 d</b>	<b>%</b>	<b>-</b>	<b>-7.3%</b>	<b>-7.3%</b>	<b>-5.5%</b>	<b>-9.1%</b>	<b>3.6%</b>	<b>-</b>	<b>-7.3%</b>
Frecuencia de presencia de Cetosis*	A-M-B	Alta	Media	Media	Media	Alta	Baja	Alta	Media

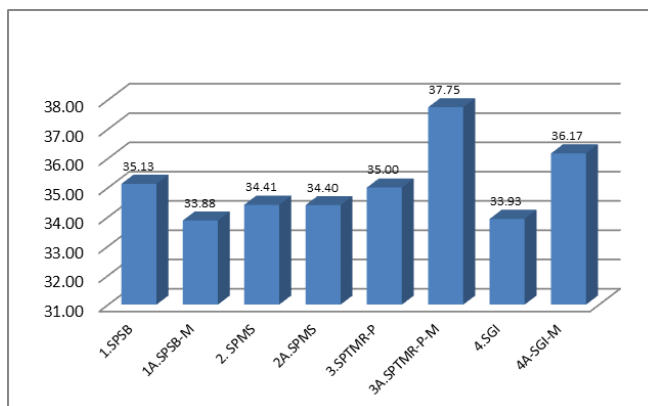
Nota 1: Los valores de minerales deben de contemplar en un proceso practico, una balance por mineral disponible y tener en cuenta las fuentes suministradas

Nota 2: El dato de probabilidad de presencia de cetosis, es una información empírica del autor, que relaciona la condición corporal de los sistemas y debe ser evaluada en investigaciones futuras, por medio de los niveles de BHB, Cetonas en leche y MUN, como medidas para entender este tipo de sistemas

Para mantener más control sobre los sistemas de producción se sugiere que los ganaderos adopten metodologías como los protocolos de gestión productiva o nutricional, además de implementar los sistemas de buenas prácticas ganaderas BPG. El control nutricional de los hatos se puede realizar estableciendo indicadores que evalúen el comportamiento de las dietas. Dentro de estas evaluaciones se cuentan la estructura del hato en forma trimestral y la composición de las raciones, control y registros productivos y reproductivos, análisis por tercios de lactancia de la producción, curvas de lactancia, control de días en leche, evaluaciones de la condición corporal, la locomoción y el estatus sanitario de los hatos (Moore, Ishler, 2012). Además de realizar pruebas rápidas de campo como el MUN, el Beta Hidroxybutirato BHB (Oetzel, 2007) o las pruebas de cetonas en leche, para conocer si hay presencia de cetosis en vacas recién paridas y en vacas secas el control de pH en la orina es una buena práctica (De la Sota, et al. 2011)

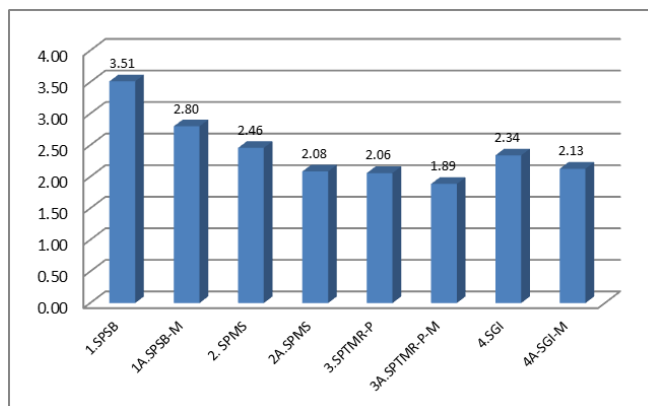
La producción de metano (CH<sub>4</sub>) medida en MJ.día.vaca<sup>-1</sup>, fue superior en el sistema intensivo con RTM Parcial con un valor superior de 37.75 MJ.día y el menor para el sistema pastoril con suplementación baja con 33.88 MJ.día (Figura 3-6)

**Figura 3-6.** Producción de Metano (Mega Julios de CH<sub>4</sub>) según los sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca



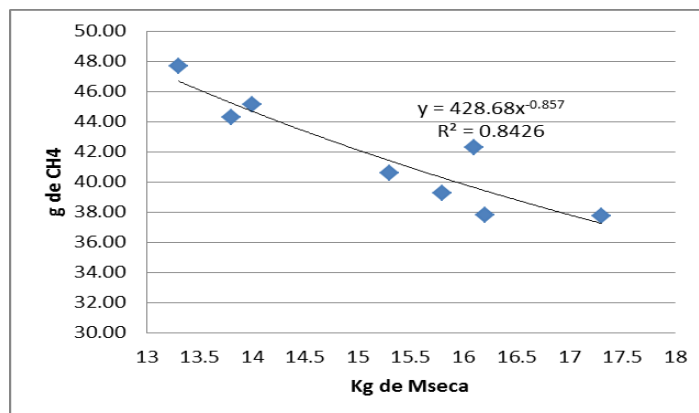
Sin embargo cuando la medición se realiza teniendo en cuenta la producción de metano sobre los litros producidos (CH<sub>4</sub> MJ.L<sup>-1</sup>) este fue contrario, el sistema que produce menor cantidad de metano por litro producido fue el sistema de pastoreo intensivo con suplementación con RTM parcial con una valor de 1.89 MJ.L<sup>-1</sup>, mientras que el sistema que más produce metano por litro producido fue el sistema pastoril con baja suplementación SPBS con 3.51 MJ.L<sup>-1</sup> (Figura 3-7)

**Figura 3-7.** Producción de metano por litro de leche producido (MJ CH<sub>4</sub>.L<sup>-1</sup>) en sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca



Según varios autores la expresión del metano en sistemas de producción debe realizarse en gramos de CH<sub>4</sub> producido por las vacas con relación al consumo de materia seca (g de CH<sub>4</sub>.Kg MS<sup>-1</sup>) con lo cual se evaluó el sistema con relación entre el consumo de materia seca (CMS), con los gramos de CH<sub>4</sub> producidos (Cárdenas, 2016), encontrando que en la medida que el consumo de materia seca aumenta, la producción de metano entérico disminuye (Figura 3-8)

**Figura 3-8.** Relación del Consumo de materia seca por vaca en Kg y los gramos producidos de metano en los sistemas de producción de leche del Valle del Cauca.



Pero la misma situación se repite, como en el caso anterior y es que si se considera la relación con respecto a la producción de metano, en la medida que se intensifica el sistema la producción de metano disminuye con relación a los litros producidos (Bai M. *et al.*, 2009).

### 3. Conclusiones

Para mejorar las condiciones nutricionales de los sistemas de producción especializada de leche en el Valle del Cauca, se debe trabajar más sobre los sistemas de pastoreo, los sistemas de riego y fertilización de las pasturas para su optimización productiva; además de establecer nuevas especies que mejoren la cantidad de proteína en la ración y , disminuyan los valores de FDA y FDN e incrementen los valores de ENL (Sánchez, Morales y Ortiz, 2015), las pasturas actuales deben mejorar el manejo con el uso de enmiendas al suelos, aplicación de riegos en épocas críticas, abonamientos y fertilización, no deben tener pastoreos superiores a los 25-27 días para el caso de ganado lechero (Bedoya, Morales 2015), con alturas que no sobrepasen los 40 a 45 cm y 5 a 6 hojas por planta.

La simulación sugiere la posibilidad de incrementar el uso del pasto Bermuda cruzada (Tifton 85) o la introducción de sistemas Silvopastoriles, pues tienen como beneficio un mayor aporte de carbohidratos no estructurales al sistema, mejorar la relación CNF y proteína metabolizable y disminuyen los valores de FDN en la ración (Sánchez, Morales y Ortiz, 2015), El uso de suplementación forrajera con base en ensilados de maíz, caña o leguminosa como la soya, la alfalfa o sistemas arbustivos es una necesidad, si se quiere mitigar los efectos de la variabilidad climática.

La intensificación de los sistemas no sólo mejora la producción de leche; sino que aumentan la competitividad de los hatos y disminuye la producción de gases de efecto invernadero.

La disminución del 5% de FDN en la ración, mejora en 1 kg el consumo de materia seca, lo que puede se puede convertir en 1 a 1.5 litros más de leche por vaca día. El incremento

de la proteína metabolizable en la ración, aumenta en forma directa la producción de leche, si se compensa con una buena fuente de energía, un aumento en la densidad energética en cada uno de los sistemas se verá reflejado en un aumento de la calidad composicional de la leche y mejora en los indicadores reproductivos y sanitarios del hato.

El mejoramiento del **SPBS** fue superior a 2 litros por vaca día y esto tendrán beneficios de índole no sólo productivo; sino reproductivo; El sistema dos **SPMS** requiere de un ajuste en la suplementación y el mayor uso de subproductos de la región para incrementar el consumo de materia seca e incrementar los nutrientes en las dietas; los sistemas de ración mezclada parcial que se hace actualmente deben considerar no solo el balance nutricional de las raciones; sino el desarrollo de sistemas de confort animal, control de los efectos del estrés de calor y con ello se puede optimizar mejor el uso de la tierra.

Los sistemas de ganadería industrial **SIG**, pueden mejorar la producción, si mejoran el riego para las pasturas y hacer un mejor suministro de agua para los animales o evalúan el uso de raciones totales mezcladas o raciones parciales mezcladas, un aumento en la productividad de los sistemas dará como resultados una mayor producción de leche y una disminución de los costos de producción del litro de leche.

La intensificación de los sistemas de producción de leche dan como resultado la relación directa entre aumento en el consumo de materia seca y la producción de leche, además el uso de forrajes y subproductos agroindustriales suplementarios disminuirán el riesgo de los cambios de oferta forrajera debido a la variabilidad climática; además que los sistemas se vuelven más eficientes en la emisión de metano por litro de leche.



### **BIBLIOGRAFIA (Capítulo 3)**

Alexandratos N. and Bruinsma J., 2012. World Agriculture Towards 2030/2050 the 2012 Revision. ESA Working Paper No. 12-03 June 2012 Agricultural Development Economics Division Food and Agriculture Organization of the United Nations. [www.fao.org/economic/esa](http://www.fao.org/economic/esa)

Amesquita M.C., El cambio es ahora. Revista infortambo Andina. Número 89, Marzo de 2016, p.11-15.

Bai M., Laubach J., Phillips F., Pinares P.C., Molano G., Cardenas R. E., Griffith D.W. Assessing the uncertainty of change in methane emission from cattle at the herd scale with various micrometeorological methods. Conference managing climate change: Processes, measurements, modelling and mitigation of greenhouse gases. Palmerston North, New Zealand from 18-20 November 2009.

Bedoya V. A., Morales V.F., Ortiz G.S., 2015. Evaluación del desarrollo, rendimiento y valor nutricional del pasto estrella y su respuesta en la fertilización con una urea de liberación lenta. Trabajo de pasantía Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, 2015. Por publicar.

Borshchev a., Filippov A. 2004. System dynamics and discrete event to practical agent based modelling: Reasons, Techniques, tools. The 22<sup>nd</sup> International conference of the systems dynamics society, July 25-29, 2004, Oxford, England.

Cardenas R.E. 2016. Comunicación personal. Departamento de Ciencia animal. Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá.

Ceron M.F., Henao A.F., Múnera O.D., Herrera A.C., Díaz A., Parra A.M., Tamayo C.H. Concentración de nitrógeno ureico en leche. Interpretación y aplicación práctica. Fondo Editorial Biogénesis, Universidad de Antioquia, Medellín (Colombia), 24 pp.

Chamberlain A.T., Wilkinson j.M., 2012. Alimentación de la vaca lechera. Editorial Acribia S.A., Zaragoza (España), 318 pp.

Correa C.H.J., Rojas W. H., Carulla F.J., Cerón A. J., Pabón R.M. Mun: Herramienta para mejorar la proteína de la leche. En memorias VII Seminario internacional de competitividad en carne y leche. Medellín octubre 21 y 22 de 2010.

Cuenca J. N., Chavarro M. F., Díaz G. O., 2008. El sector de la ganadería bovina en Colombia. Aplicación de series de tiempo al inventario ganadero. Revista facultad de ciencias económicas, EAFIT. 165-177.

Da silva V.R., 2015. Experiencias en el programa de mejoramiento genético en el Brasil. En memorias del 3er Foro Internacional de la leche. FEDEGAN, Barranquilla, Octubre de 2015.

Delahoy J.E., Muller L.D. Using nutrition models for lactating dairy cows on pasture. Penn State University. J. Dairy Sci. 85.

De la Sota R.L., Giuliodori m.J., Lares S.F., Fernández M.G. 2011. Relación entre la nutrición y la fertilidad en el ganado lechero. Cátedra de reproducción animal FCV-UNLP. La Plata Argentina.

Díaz, M.T., 2011. Perspectivas de la producción bovina en América Latina en el nuevo contexto de cambio climático y economías de bajo carbono. En 2° Simposio internacional de Genómica y modelación en los nuevos escenarios de la ganadería bovina tropical. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Cali, Junio de 2011.

Duran C.V., Campo R.G., 2011. Genómica y Modelación, En 2° Simposio internacional de Genómica y modelación en los nuevos escenarios de la ganadería bovina tropical, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, Colombia. Junio 22-25, 2011.

El Sharkawy M.A., Mejía de Tafur Sara. Cambio climático: Causas y posibles impactos en los ecosistemas agrícolas, En: 2° Simposio internacional de genómica y modelación en los nuevos escenarios de la ganadería bovina tropical. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Cali junio 22-25 de 2011.

FAO, 2012. Milk availability Trends in production and demand and medium-term outlook. ESA Working paper No. 12-01 February 2012 Agricultural Development Economics Division Food and Agriculture Organization of the United Nations. Tomado de: [www.fao.org/economic/esa](http://www.fao.org/economic/esa)

Foley J.A., Defries R., Asner G.P., Barford C., Bonan G., Carpenter 2014. The state of food insecurity in the World 2014. Strengthening the enabling environment for food security and nutrition. Rome: Food and Agriculture organization of the United Nations (FAO). FAO, IFAD y WFP.

FEDEGAN 2011. Situación en Colombia de enfermedades bovinas no sujetas al control oficial. 1ª edición, Julio de 2011. 118 pp.

FEDEGAN, 2013. Costos modales en la ganadería de leche, trópico alto de Colombia: Ventana a la competitividad ganadera. Fedegan, Fondo Nacional del Ganado y SENA. Octubre de 2013, 109 p.

FEDEGAN 2015. Memorias del 3er Foro Internacional de la leche. FEDEGAN. Barranquilla 2015.

Fox D.G., Tedeschi L.O, Tyluky T.P, Russel J.B., Van Amburgh, Chase L.E., Pell A.N., Overton T.R., 2004, The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. Anim. Feed Sci. Technol. 112:29-78.

Hersom M.J. 2008. Opportunities to enhance performance and efficiency through nutrient synchrony in forage-fed ruminants. Journal of Animal Science, 2008. 86 (E. Suppl.):E306-E317.

Hutjens M. 2013. Hablemos de nutrición. Hoard Dairyman 2013. p. 10.

Hoekstra A.Y., Chapagain A.K., Aldaya M.M., Mekonnen M.M. 2011. Water footprint assessment manual. Setting the global standard. Earthscan publishing. London. Washington D.C. 203 pp.

IFCN 2015., Dairy Report 2015. For a better understanding of the dairy world. IFCN Dairy Data. Hemme T (ed). [www.ifcndairy.org](http://www.ifcndairy.org). Kiel, Germany.

Juárez L. F., Montero L. M., Núñez H. G., 2011. Limitaciones y Potencial de los forrajes para mejorar la nutrición de bovinos en regiones tropicales. En 2° Simposio internacional de Genómica y modelación en los nuevos escenarios de la ganadería bovina tropical. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, Cali, Junio de 2011.

MARTIN, P.C. 2010. Un programa de ganadería ecológica: objetivos, beneficios de la transferencia y financiamiento. En Memorias del III Congreso de Producción Animal Tropical, La Habana, 15-19 de Nov.

Mertens D.R. Fiber: measuring, modeling and feeding. Proceedings of the Cornell Nutrition Conference for feed manufactures: 2002; New York, NY, USA. Syracuse; p.1.

Mojica J.E., Castro E., León J., Cárdenas E.A., Pabón M.L., Carulla J.E., 2009. Efecto de la oferta de pasto Kikuyo sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina. Livestock Research for rural Development, 21(01) 2009.

Morales V.F., Ortiz G.S. 2015. Productividad y eficiencia de ganaderías lecheras en el Valle del Cauca (Colombia), artículo tesis doctoral, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Palmira Colombia, 20 p. (por publicar)

Morales V.F. 2016. Con sumo cuidado. Revista Infortambo Andina. Número 88, Febrero 2016.

Muller L.D., Tozer P., 2003. Economics of supplemental feeding with pasture base systems. In Proc. Penn State Dairy Nutrition Conference.

Murgueitio E., 2015. Sistemas silvopastoriles en la producción ganadera. En memorias del 3er Foro Internacional de la leche. FEDEGAN, Barranquilla, Octubre de 2015.

Nicholson C.F, Tedeschi L.O Y Lellis Vieira A. C. G. 2011. Aplicación de los modelos de estudio de dinámica de sistemas para mejorar la rentabilidad y sostenibilidad de los sistemas de la producción ganadera en América Latina. II Simposio Internacional de Genómica y Modelación en los Nuevos Escenarios de de la Ganadería Bovina Tropical, Junio 22-25, 2011, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.

NRC 2001. Nutrient Requeriments of Dairy Cattle, Seventh Revised edition, 2001. Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, National Research Council. National Academy Press, Washington, D.C. 381p.

Oetzel G.R., 2007. Herd level ketosis, Diagnosis and risk factors. American Association of Bovine practitioners 40<sup>th</sup> Annual Conference, Vancouver, BC, Canada.

Pérez R.R., Ortega E., Pérez G. F., 2015. Status and Key development of Colombia. In IFCN the dairy research network. Dairy report 2015.

Pickett m.M., Piepenbrink, and Overton T.R. Effect of propylene glycol or fat drench on plasma metabolites, liver composition and production of dairy cows during the periparturient period. J. Dairy Science. 86: 2113-2121

Sánchez L.F., Morales V.F., Ortiz G.S., 2015. Evaluación del rendimiento y valor nutricional del pasto estrella africana *C.plestostachyus* y la bermuda cruzada *C.nlemfluensis cv Tifton 85*, en la hacienda el Guabito ubicada en la Paila, Valle del Cauca. Trabajo de pasantía Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, 2015.

Sierra P. J.O., 2005. Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros. Ed. Universidad de Antioquia. Medellín, 2ª edición, 244p.

Sierra P. J.O. 2011. Producción y manejo agroecológico de pasturas y cultivos forrajeros en el trópico. Para una ganadería natural, más limpia, eficiente, rentable y sostenible. Editorial Universidad de Antioquia, 483 p.

Steinfeld, H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosales, M., de Haan C. 2009. La Larga sombra del ganado. Problemas ambientales y opciones, Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación FAO, 2009

Steinfeld, H. et al. 2010. Livestock in a Changing Landscape. (Drivers, Consequences, and Responses). Scientific Committee on Problems of Environment. IslandPress. Washington, United States of America.

Tedeschi, L.O., Nicholson C.F. y Rich E. 2011. Using system dynamics modelling approach to development management tools for animal production with emphasis on small ruminants. Small Ruminant Res.: in press.

Vélez T. O. 2011. Análisis de las limitaciones nutricionales y de manejo en un sistema de producción lechera en el Valle del Cauca, tesis maestría en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia. 167p.

World Bank. 2012. Identifying investment opportunities for ruminant livestock feeding in developing countries. International Development Association or the World Bank, Washington DC. [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org).

## Capítulo 4

# Evaluación económica de cuatro sistemas tipo de producción lechera en el Valle del Cauca Colombia

## Resumen

La competitividad es la capacidad de una organización o país de producir bienes o servicios de calidad, que logren éxito y aceptación en el mercado global (Porter, 2014), El objetivo de esta investigación fue estudiar los costos de producción y la competitividad de 4 sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca, Colombia. El precio pagado al productor fue de US\$0.33±0.03/litro (tasa de cambio COP\$3058 /US\$), el costo/litro fue US\$0.251±0.02, con un margen bruto de US\$0.07±0.024 (23%), la rentabilidad sobre la inversión fue de 10.2% y la utilidad por hectárea fue de US\$53, con rangos entre US\$-16 y US\$127, los productores invierten 16.8% en pasturas, 46.5% en nutrición, 21.2% en mano de obra, 4.6% en sanidad, 2.7% en reproducción y 8.2% en otros costos. La intensificación de los sistemas de producción mejoró la eficiencia de producción y disminuyó el costo/litro producido US\$ 0.009, unos COP\$27.45 por litro. El costo de los recursos domésticos CRD y el costo de beneficio social CBS mostraron índices menores a 1, lo que indica que los sistemas de producción de leche en la Valle del Cauca son competitivos, sin embargo precios internacionales menores a US\$2500 y tasas de cambio inferiores a \$2500 por dólar ponen en riesgo la producción local. Los sistemas de producción más competitivos y sustentables para el Valle del Cauca fueron el Sistema pastoril o silvopastoril con suplementación media **SPMS** y los sistemas de pastoreo o silvopastoril mixtos con ración parcial mezclada **SPTMR**.

Palabras claves: productividad, competitividad, costo litro, recursos locales

## Abstract

Competitiveness is the ability of an organization or country to produce goods or services quality, which achieve success and acceptance in the global market (Porter, 2014), The purpose of this research was to study production costs and competitiveness of 4 production of dairy systems in Cauca Valley, Colombia, the producer price were US \$ 0.33 ± 0.03 per liter (exchange rate COP \$ 3058 / US \$), cost per liter were US \$ 0.251 ± 0.02, with a gross margin of US \$ 0.07 ± 0.024 (23%), return on investment were 10.2% and earnings per hectare US \$ 53, ranging between US \$ -16 and US \$ 127, producers invest 16.8% in pastures, 46.5% in nutrition, 21.2% labor, 4.6% in health, 2.7% breeding and 8.2% in other costs. The intensification of production systems improved production efficiency and decreased the cost / liter produced US \$ 0.009, a COP \$ 27.45 per liter. The cost of domestic resources CRD and the cost of social benefit CBS showed lower rates to 1, indicating that the system of milk production in the Valle del Cauca are competitive, however lower international prices to US \$ 2500 and exchange rates less than \$ 2500 per dollar put at risk a local production. Systems more competitive and sustainable for the Valle del Cauca were the grazing production or Silvopastoral system with media

supplementation SPMS and grazing or silvopastoral systems with partial ration mixed SPTMR.

Keywords: productivity, competitiveness, cost liter, local resources

## 4.1. Introducción

La dinámica de los mercados de carne y leche a nivel global y regional orientan los sistemas productivos hacia la intensificación y en este contexto es necesario avanzar en el diseño y evaluación de modelos de producción sostenibles en diferentes ecosistemas (Díaz, 2011), la intensificación sostenible es un concepto que busca el desarrollo productivos de sistemas agropecuarios con el fin de aportar soluciones a la producción mundial de alimentos (Nicholson, 2015), Las economías emergentes tienen un crecimiento de la población y junto a ellas hay un aumento en el ingreso per cápita. El desarrollo de los sectores lácteos regionales se reconocen como un elemento crucial para sostener procesos de crecimiento (Van del Lee. *et al.*, 2014), sin embargo la industria láctea mundial se enfrenta a grandes desafíos debido a la volatilidad de los precios de la leche y al aumento en los precios de los piensos (Hemme T., *et al* 2014), esto traerá cambios y relocalizaciones de los sistemas productivos mundiales (Lsermeyer et al. 2003), y se deberá tener políticas regionales claras que eviten migraciones o incluso disturbios civiles (El Sharakawy M., et al 2011)

Existe un claro cambio mundial en los sistemas de producción y las tendencias muestran que hay una disminución en el número de hatos y un incremento en el número de vacas por hato (Breustcdf y Glauben, 2007), Para poder acceder y competir en los mercados internacionales no será suficiente tener buenos índices productivos y menores costos de producción; sino que habrá que dar cuentas del impacto ambiental (Díaz, 2011), conocer los regímenes comerciales mundiales (El Sharakawy M., et al 2011) y los factores de riesgo de desnutrición y hambre mundial (FAO, 2014)

Una mayor eficiencia técnica en las fincas y empresas ganaderas, aumentan las probabilidades de perdurar en el tiempo y responder a cambios en el entorno, la evaluación de la eficiencia de las empresas individuales además de ser fundamental, es de gran importancia para la formulación de políticas agrarias (Fernández et al., 2005), los sistemas ganaderos mundiales se enfrentan a los problemas de productividad y rentabilidad (Nicholson C.F. *et al.*, 2011) y los productores y empresarios que se dediquen al negocio, deberán sumar nuevas habilidades para mantenerse en el mismo (Sammartino, 2010).

La competitividad de una nación es la medida en que ella es capaz de producir bienes y servicios bajo condiciones de mercados libres y superar con éxito la prueba de los mercados internacionales, manteniendo y aumentando la renta de sus ciudadanos (Ivancevich, 1996); mientras que para Michael Porter (1980), la competitividad es la capacidad de una organización o país de producir bienes o servicios de calidad, que logren éxito y aceptación en el mercado global y que cumplan con eficiencia la administración de recursos, eficacia en el logro de los objetivos y efectividad para generar

impactos en el entorno, para Hollmann *et al* (2008), la competitividad de la leche es la capacidad de permanencia en la actividad lechera y basa su medida en el costo de producción de leche, es decir a menor costo mayor competitividad (Hollmann *et al.*, 2008).

La tasa de cambio, los niveles de productividad de la leche, la falta de control estatal, el uso de suero de leche sin control y un sistema absurdo de fijación de precios explica la falta de competitividad del sector lácteo Colombiano (Castro, 2010), a pesar que Colombia cuenta con el doceavo hato más grande del mundo y el quinto en América, el perfil de su productores es muy asimétrico, debido a que existen más de 400 mil productores que entregan en promedio menos de 50 litros. Esta varianza en el rango afecta la escala, fomenta la informalidad y la falta de competencia y se observa que la industria posee un índice de concentración superior al 50%, esto afecta la competitividad (Salcedo, 2015).

La unión europea utiliza la innovación como uno de los factores para medir su competitividad, esto lo hace a partir de evaluar la introducción de nuevos productos, nuevos métodos de producción o procesamiento, la apertura de nichos de mercado, las alianzas con ligas de consumidores y el desarrollo de nuevas fuentes de materias primas y plantea que como políticas de competitividad se deben tener en cuenta: revisar el sistema de precios, garantizar la competencia en los mercados, controlar la calidad de los lácteos nacionales e importados e incentivar el consumo de leche en el mercado interno (Castro, 2010). Los cambios en las cuotas europeas promoverán cambios en el mercado mundial, habrá una mayor presión para que el productor aumente su producción como alternativa para ser más competitivo, los costos de producción de leche, la estimación del flujo de caja libre y el análisis de la estructura de los costos serán claves para evaluar una ganadería lechera sostenible (Van Chalker, 2005)

Ecuaciones estocásticas han sido usadas para determinar las relaciones de variables de costos y determinar por separado donde se puede impactar la frontera del costo (Tauer, Mishrat, 2006), Otros estudios incluyen en el análisis de competitividad los precios sociales, el costo de los recursos domésticos y la relación de costo y beneficio social (Kydd *et al.*, 1997; Monke y Pearson, 1989 citados por Hollmann *et al*, 2008), estos índices miden la eficiencia del uso de los recursos domésticos del país frente a la importación de productos.

La red de investigaciones de lechería IFCN, comparo los costos de producción de leche en 104 granjas tipo en 46 países y regiones lecheras en el mundo, por la aplicación del método armonizado desarrollado por ellos, el costo promedio de la leche para los sistemas analizados fueron de US\$42/100 Kg de FCM, con un rango entre 16.9 a 97.3 US\$/100 Kg de FCM, el mayor costo se observó en la Europa occidental con U\$53.6 y el más bajo de U\$30.4 en Asia (IFCN, 2015), el valor reportado para Colombia fue de US\$33 por 100 kg de FC, con una TRM de \$2009 por dólar, es decir \$663 de costo por litro (Pérez, Ortega, 2015)

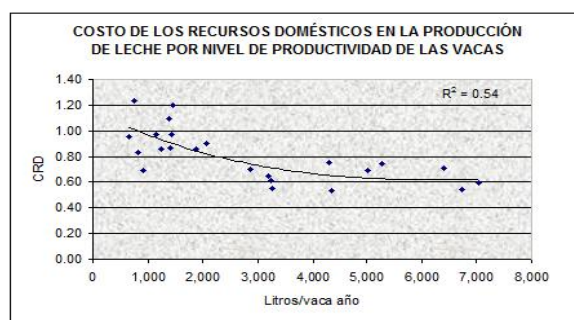
En un estudio de la producción de leche y su relación con el mercado se concluye que independiente de la región, el mejoramiento de la competitividad en Colombia estaba en relación directa al tamaño del hato, debido a que en la medida que este aumento, los

costos de leche y carne bajaron. Al asociar productividad con competitividad esta tendencia no se observó y se sugirió que no necesariamente las fincas productivas son más rentables, el doble propósito era el sistema más rentable en regiones de trópico bajo y en zonas altas la lechería especializada era mejor (Holmann *et al.*, 2004)

La introducción de pasturas mejoradas y la suplementación estratégica fueron las que presentaron mejores respuestas económicas, el doble ordeño incremento la productividad y la rentabilidad con una reducción en el costo unitario, las desparasitaciones no afectaron la productividad y se determinó que la experiencia de los productores en la actividad es un factor importante para aumentar los ingresos, aunque no la productividad (Holmman *et al.*, 2004). La alta heterogeneidad de sistemas de producción de leche en Colombia y las múltiples estructuras de costos hicieron que la Federación Colombiana de Ganaderos FEDEGAN y el Fondo Nacional del Ganado FNG, adoptara la metodología de costos modales para tipificar sistemas lecheros en el país (FEDEGAN, 2013), El rubro de mayor participación fue el de la alimentación (37%), seguido de la mano de obra (27%), Estos dos rubros suman el 64% de los costos de producción. Le siguen: insumos para praderas, 7%; medicamentos, 7%, y otros costos indirectos 22%. El costo de producción de leche fue de \$655 unos U\$0.37 (TRM de COP\$1778 por U\$) y la baja escala de operación fue identificada como el gran limitante técnico y financiero de los hatos de trópico alto (FEDEGAN, 2013)

Un análisis de competitividad de la lechería en Colombia, determino que los productores de leche son competitivos, si el precio social o precio de paridad de recibo en la planta de leche, supera U\$0.25 y propone como cambio tecnológico el uso de la fertilización y los suplementos concentrados para aumentar la producción de leche y que hacia futuro plantea reemplazar el maíz importado por granos producidos localmente, los cambios en los canales de comercialización no afectaron los niveles de competitividad, y los tratados de libre comercio en el corto plazo no impactaran el precio pagado a los productores (Hollman F. y Estrada R.D., 2008), Balcazar (2003), en un estudio del IICA, encuentra que Colombia posee ventaja comparativa en la producción de leche y se sustenta en el costo de recursos domésticos encontrados en vacas con diferentes niveles de productividad y concluye que en la medida que el sistema se hace más intensivo la ventaja comparativa aumenta (Figura 4.1).

**Figura 4.1.** Costo de los recursos domésticos en la producción de leche por nivel de productividad de las vacas en Colombia





Un trabajo en el norte de Antioquía identificó que el precio de venta de la leche fue de U\$ 0.472±0.027, con un costo de litro de U\$0.37±0.043, es decir un margen bruto de 20.8%, unos U\$ 0.098 y una utilidad por vaca año<sup>-1</sup> de U\$410, lo que generó una tasa de retorno del 27.3% (Barrios, Olivera, 2013); también observaron que mejoras en la calidad microbiológica de la leche repercutirán en el precio de la leche y en el mejoramiento de la rentabilidad y competitividad de los sistemas.

El objetivo de esta investigación fue estudiar los costos de producción de 4 sistemas tipo de producción de leche identificados en el Valle del Cauca, Colombia (Morales y Ortiz 2015) y evaluarlos con el precio social de la leche o valor de la leche reconvertida en planta de producción, analizar los márgenes de contribución del producto, el costo de recursos doméstico por sistema y su nivel de competitividad.

#### 4.1 Materiales y métodos

Los sistemas evaluados fueron 4 sistemas tipo presentes en el Valle de Cauca Colombia y sus correspondientes mejoras productivas, en los cuales se cuentan: sistema pastoril de baja suplementación **SPBS**, sistema pastoril y silvopastoril de media suplementación **SPMS**, sistemas pastoril mixto con inclusión de una ración parcialmente mezclada **SPTMR** y por último un sistema de ganadería industrial **SGI**, estos sistemas se encuentran ubicados en el Valle del Cauca Colombia a una altitud entre los 920 a 2200 msnm y una temperatura de 23 °C.

Los modelos o fincas tipo evaluados tuvieron un área de 25 has para el SPBS, el sistema pastoril de media suplementación se planteó en un área de 20 has, el sistema mixto con TMR parcial fue de 25 has y el sistema de ganadería industrial 75 has, cada modelo tuvo una propuesta de mejora nutricional (Morales y Ortiz, 2016), y en ella se plantea que el aumento de la eficiencia en producción de leche tendrá como resultados la disminución del área a utilizar, con valores de 20, 20, 25 y 75 has. Los animales presentes en los sistemas estuvieron entre 50 y 322 animales valores promedio a los reales encontrados en el estudio de caracterización; La carga animal estuvo entre 2 y 6.1 animales.ha<sup>-1</sup> (Tabla 4.1)

Los pastos utilizados en los sistemas del Valle fueron pasto Estrella *Cynodon plestostachyus* y guinea *Megathyrus maximus* en su mayor proporción y la producción por metro cuadrado vario entre 0.7 a 1.4 kg de forraje verde disponible, esto da como resultado una producción entre 16.800 a 33.600 kgMSAño<sup>-1</sup> de forraje disponible, valores similares a los reportados por Peters et al.(2003), el promedio de producción vario entre 10 y 18 litros de leche y la producción diaria de cada sistema se movió entre 250 para el sistema pastoril de baja suplementación, hasta fincas de ganadería industrial con 3060 litros por día. La productividad por hectárea año vario de 3650 a 21024 L y la productividad por hombre estuvieron entre 45625 y 175200 L.hombre.Año<sup>-1</sup>, estos valores considerados bajos al compararlos con estándares internacionales, La eficiencia productiva estuvo en 1.05, con rangos entre 0.95 y 1.15 Kg de leche por Kg de materia seca.

**Tabla 4-1.** Resumen de indicadores de Fincas Tipo identificadas en los Sistemas de Producción de Leche en el Valle del Cauca-Colombia

Indicador	Unidad	SPBS <sup>1</sup>	SPBS+MEJOR	SPMS <sup>2</sup>	SPMS+MEJOR	SPTMR <sup>3</sup>	SPTMR MEJOR	SPGI <sub>4</sub>	SPGI MEJOR
Área	has	25.0	20.0	20.0	20.0	25.0	25.0	75.0	75.0
Vacas Ordeño	Unidad	25.0	25.0	50.0	50.0	80.0	80.0	200.0	200.0
Inventario total	Unidad	50.0	50.0	80.0	80.0	152.0	152.0	322.0	322.0
Animales / ha	Anim. ha <sup>-1</sup>	2.0	2.5	4.0	4.0	6.1	6.1	4.3	4.3
Kg. FVD.m <sup>2</sup>	kg	0.7	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.2	1.3
Kg. MS. Ha año <sup>-1</sup>	kg	16800	24000	26400	28800	31200	33600	2880	31200
Promedio. Vaca <sup>-1</sup>	kg	10.0	12.1	13.3	14.9	15.3	18.0	0	13.1
Producción día	kg	250	303	665	743	1224	1440	1270	3060
Litros. Ha año <sup>-1</sup>	kg	3650	5521	12136	13551	17870	21024	2	14892
Litros. Hombre <sup>-1</sup>	kg	45625	55206	97090	108405	178704	175200	8660	101536
<b>Eficiencia de producción</b>	<b>kg.kgMS<sup>-1</sup></b>	<b>0.95</b>	<b>1.03</b>	<b>1.03</b>	<b>1.06</b>	<b>1.05</b>	<b>1.15</b>	<b>1.04</b>	<b>1.06</b>

1. SPBS: Sistema pastoril baja suplementación, 2. SPMS: Sistema pastoril de media suplementación; 3. SPTMR: Sistema pastoril con ración total mezclada, 4. SGI: Sistema de Ganadería industria

Para el caso del trabajo se definieron los costos como el valor sacrificado por productos o servicios que generan un beneficio futuro para una empresa u organización y los gastos se asocian a recursos que no fueron necesarios para la elaboración del producto, pero si son importantes para su operación como la administración, las ventas, la distribución y la financiación entre otros (Hansen y Mowen, 2009). Para los costos de producción de litro se tomaron los siguientes rubros: pastos y forrajes, alimentación y nutrición, mano de obra directa, sanidad preventiva y curativa, reproducción, costos de ordeño y energía y otros costos; para los gastos se tuvieron en cuenta gastos de administración, impuesto predial, gastos de ventas, otros gastos. El concepto de depreciación no fue utilizado para este análisis pues a su vez deberíamos tener un ingreso por valorización de animales y ninguno de los dos se realizó en el presente estudio.

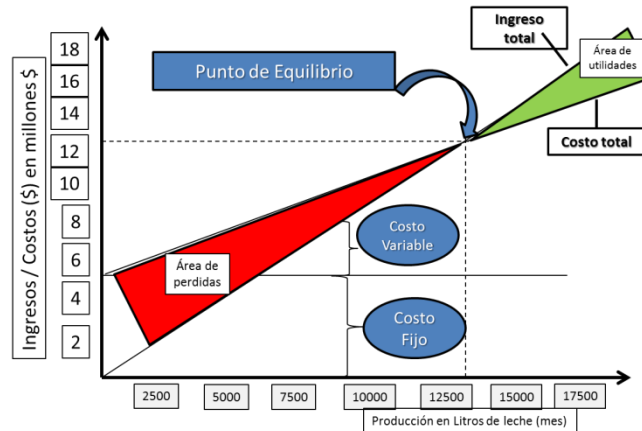
Los costos también pueden clasificarse de varias formas de las cuales las más conocidas son los costos fijos y los variables, los primeros son egresos que no cambian con el volumen producido y los segundos o costos variables se mueven con relación a la producción (Robbins, 1994), sin embargo el concepto usado por IFCN 2015, fue el de costos directos de producción o costo de litro de leche y su diferencia con el precio de venta del mismo, se considera como una utilidad bruta o margen de contribución.

El análisis de punto de equilibrio es una técnica de amplio uso por administradores para realizar proyecciones de utilidades, es un concepto simple que señala la relación de ingresos, costos y utilidades y sirve para identificar el punto en que los ingresos totales son apenas lo suficiente para cubrir los costos totales (Robbins, 1994), este puede calcularse por medio de la siguiente formula:

$$PE = CFT / (PV - CV)$$

Donde PE, es el punto de equilibrio calculado, CFT es el costo fijo total y (PV-CV) es el concepto de margen de contribución que es la resta entre el precio de venta PV, menos el costo de venta CV o costo directo de producción; por ejemplo: si un productor de leche tiene unos costos fijos mensuales de COP\$5 millones, y su precio de venta por litro es \$950 y los costos directos son de \$575 por litro, entonces se puede calcular el punto de equilibrio, así:  $PE = \$5.000.000 / (950-575) = 13.333$  litros como punto de equilibrio para no ganar, ni perder (Figura 4.2), los punto de equilibrio pueden expresarse en dinero o unidades.

**Figura 4-2.** Concepto grafico del punto de equilibrio en un sistema de producción de leche (Adaptado de Robbins por Morales V.F. 2016)



Los ingresos menos los costos de producción nos produjeron una utilidad bruta, la cual puede entenderse como un margen de contribución, si se relaciona con el ingreso, en caso de que sea usado para el análisis de punto de equilibrio; sin embargo el análisis de punto de equilibrio mantuvo la presunción de que la mano de obra directa se comporta como un costo fijo y no variable, pues la reglamentación laboral del país no permite la movilidad del personal en forma continua. Para calcular el precio social de la leche o precio de la leche equivalente en planta de procesamiento se obtuvo mediante la fórmula:

$$P.Lech e = (P.Internacional + Transporte marítimo + Transporte domestico +Rehidratación) \times (1/TC)$$

Donde P, es el precio social de 1 litro de leche fluida en la planta; P. Internacional, es el precio internacional FOB de referencia del mercado internacional; El transporte marítimo es el costo de 1 ton de leche en polvo de Estados unidos al puerto y el transporte domestico es el costo del flete y el seguro de transporte en el país; la Rehidratación es el costo de rehidratar la leche en polvo en fabrica y TC es la tasa de conversión de litros de leche fluida por kilogramo de leche en polvo, para conocer el precio en finca se calcula restando el precio social menos el costo de transporte de leche fluida desde la planta a cada finca (Holmann y Estrada, 2008).

Si se tiene en cuenta que el precio actual según el Global Dairy Trade para la leche en polvo es de U\$1971 por tonelada (Marzo de 2016), y una tasa de cambio de COP\$3050

por U\$, el valor de la leche líquida reconvertida en la planta sería de COP\$800, unos U\$0.26 y este se consideraría el precio social, si le quitamos el valor del flete, se tiene el valor del producto a pagar en finca más una prima de riesgo por no importar del 10%.

$$\text{Precio al productor} = (\text{Precio Social} - \text{Flete a la finca}) * 10\%;$$

Donde el precio social es U\$0.26, menos el precio de flete a la granja de U\$0.012, daría como resultado U\$0.248, este valor tendría una prima de 10% adicional (U\$0.0248), lo que tendría un precio U\$0.273 dólares por litro de leche la leche en el momento del estudio, es decir unos **COP\$834**, los que quiere decir que si el costo de producción es menor a \$834, el productor estaría liberando un margen de contribución positivo, de lo contrario estaría en una zona de pérdida, con lo cual los flujos de caja futuros se comprometerían.

Para cada sistema de producción se calculó el índice de competitividad, utilizando el precio actual y los precios esperados, que dependen del precio de la leche y la tasa de cambio y se relacionaron con el Costo de los recursos domésticos **CRD** (Holmann y Estrada, 2008); Para calcular este Costo, se usó la fórmula:

$$\text{CRD Leche} = \text{CNT} / (\text{P} - \text{CT}); \text{ donde,}$$

**CNT** es el valor social o costo de los insumos no transables en la producción de leche; **P**, es el precio social de la leche, que se define como el precio internacional de la leche ajustado respecto a los costos de transporte y rehidratación; y **CT**, es el valor social unitario de los insumos transables o costos transables utilizados en la producción de leche.

Un valor de  $\text{CRD} < 1.0$ , indica que el valor social de los recursos domésticos es menor que el valor social de la producción menos los costos transables, lo que indica que el país tiene ventaja comparativa. Si el valor de  $\text{CRD} = 1.0$ , daría igual que el país importara leche o la produjera y por último si el  $\text{CRD} > 1.0$ , el país tiene claras desventajas competitivas. Para Masters y Winter N. (1995), sugieren que se calcule mejor el Costo de Beneficio Social **CBS**, este modelo está dado por un arreglo diferente de los costos transables y no transables y según la relación:

$$\text{CBS} = (\text{NTC Leche} + \text{TC Leche}) / \text{P. Leche}$$

Donde, **NTC** son los costos no transables y **TC** los costos transables, sobre el precio social de la leche. Se cuenta que el sistema es competitivo si el valor es mayor que 0 y menor que 1, lo cual indica que los costos sociales totales son menores que los beneficios sociales (es decir que la actividad es socialmente rentable) y el gobierno debe mirar los encadenamientos de ingreso y empleo, para completar los análisis de competitividad (Estrada, 2010).

Para determinar la rentabilidad de una inversión, se puede hacer analizando el margen operacional o margen EBITDA por sus sigla en inglés, la cobertura de la inversión se puede entender como la relación entre el valor EBIT sobre los gastos financieros y el ROI

o rentabilidad sobre la inversión que sería la utilidad neta sobre los activos totales (Serrano, 2000).

### 4.3. Resultados y Discusión

El precio promedio utilizado en la simulación fueron los precios reales pagados al productor (marzo 2016), por un litro de leche en todos los sistemas, que fue de  $\$1000 \pm 79$  ( $U\$0.328 \pm 0.026$ ), el mejor precio se observó en las fincas industriales donde el volumen les permite tener mejores condiciones de precio, debido al poder negociador. El ingreso bruto por año en los sistemas tipo variaron de 82.8 millones en el sistema más simple con sólo 25 vacas en ordeño, hasta 1251 millones de pesos de un sistema industrial que ordeña 200 vacas, esto demuestra la asimetría en la producción de leche regional y plantea un análisis por segmento productivo (Tabla 4-2), además de la necesidad de trabajo conjunto por parte de productores pequeños y medianos, si quieren mejorar las condiciones de escala.

Según la canasta de costos encontrada los sistemas tipo invierten en promedio el  $12.5 \pm 0.017\%$  de sus ingresos en el manejo de los pastos y forrajes, esto incluye la fertilización, el riego y el mantenimiento de cercas, este valor es  $10.2\%$  en el sistema pastoril de baja suplementación y fertilización, mientras que se observa que los ganaderos de sistemas mixtos con TMR parcial, son los que más invierten en pasturas con un valor del  $13.2\%$  del ingreso, pero esto se ve reflejado en una mayor producción de materia seca por hectárea con  $33.6 \text{ t.MS.año}^{-1}$ , cuando el sistema de baja fertilización sólo llegó a  $16 \text{ t.MS.año}^{-1}$ .

En cuanto a Alimentación y nutrición la cifra sobre el ingreso es de  $34.3 \pm 0.028$ , con rangos entre  $29.8$  y  $38.8\%$ , los sistemas que invierten más en este rubro son los que poseen mejores producciones por vaca. La mano de obra sobre el ingreso fue de  $16.1 \pm 0.081$  (Tabla 4-2), este valor tiene una relación directa con la productividad y al aumentar los ingresos por venta de leche, este valor se diluye.

El sistema de ganadería industrial mostro los mejores resultados técnicos debido a que aunque se tienen el mayor número de trabajadores, la escala hace que este valor baje, haciendo al sistema más eficiente por dilución de costos que otros con menor número de vacas en ordeño.

La sanidad se movió entre  $5.4$  y  $2.8\%$ , estos valores son bajos con relación a la canasta de costos internacional y su valor promedio fue de  $3.4 \pm 0.009\%$ , los sistemas de ganadería industrial tienen ventajas competitivas en estos rubros debido que ellos por su volumen no sólo diluyen los costos de producción; sino que acceden a mejores precios en el mercado y a más número de promociones en medicamentos y vacunas.

Los valores de costo por reproducción bovina estuvo en  $2.0 \pm 0.002\%$ , valor en general muy parejo en todos los sistemas analizados, para este caso el rubro que mayor impacta es la compra de semen importado (Tabla 4-2); y su valor varía dependiendo del criterio de mejoramiento genético aplicado por cada ganadero.

Entre los otros costos se cuenta el valor de energía y mantenimiento de equipos de ordeño, este valor se situó en  $6.3 \pm 0.024$ , y se observa que el sistema mixto utiliza más recursos que los otros con un valor de 9.9% (Tabla 4-2).

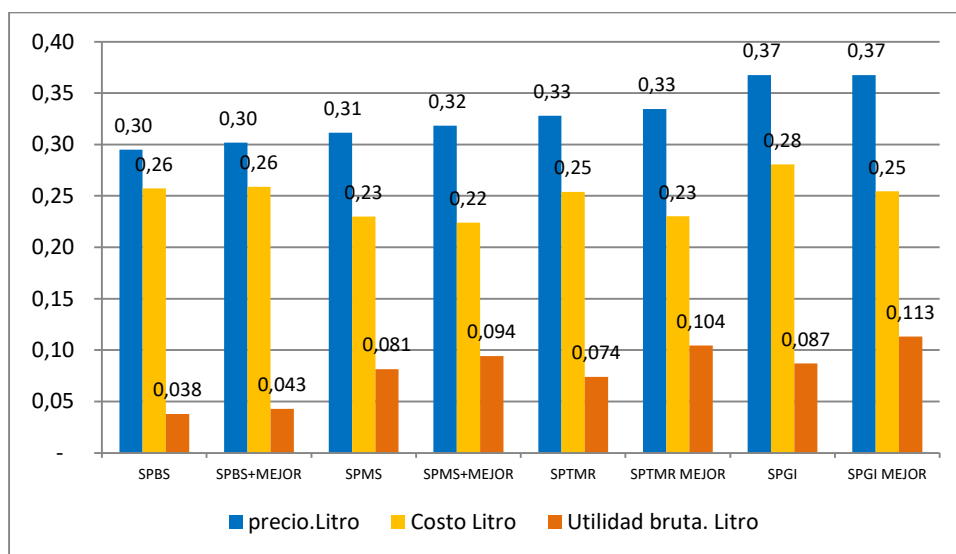
**Tabla 4-2.** Ingresos, costos, utilidad anual de sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca

Indicador	Unidad	SPBS	SPBS+MEJOR	SPMS	SPMS+MEJOR	SPTMR	SPTMR MEJOR	SPGI	SPGI MEJOR
Precio. Litro	COP\$	900	920	950	971	1,000	1,021	1,121	1,121
<b>Precio.Litro</b>	<b>U\$</b>	<b>0.30</b>	<b>0.30</b>	<b>0.31</b>	<b>0.32</b>	<b>0.33</b>	<b>0.33</b>	<b>0.37</b>	<b>0.37</b>
Ingreso bruto	COP\$	82,843	102,247	231,448	263,827	448,510	537,922	1,048,415	1,251,993
Pastos & forrajes	%	10.2%	14.0%	13.4%	10.5%	13.2%	12.1%	12.6%	11.6%
Aliment.& Nutrición	%	29.8%	33.6%	32.8%	38.0%	38.8%	34.7%	34.7%	32.2%
Mano de Obra	%	30.8%	25.0%	16.5%	12.2%	8.5%	7.9%	13.5%	11.3%
Sanidad	%	5.4%	4.4%	3.1%	2.7%	3.1%	2.5%	3.3%	2.8%
Reproducción	%	2.0%	1.6%	2.1%	1.8%	2.3%	1.9%	2.3%	1.9%
Otros costos	%	5.1%	4.1%	3.6%	3.2%	9.5%	7.9%	9.2%	7.7%
<b>Costo de producción</b>	<b>%</b>	<b>83.3%</b>	<b>82.8%</b>	<b>71.6%</b>	<b>68.5%</b>	<b>75.3%</b>	<b>67.2%</b>	<b>75.6%</b>	<b>67.6%</b>
<b>Utilidad bruta</b>	<b>%</b>	<b>16.7%</b>	<b>17.2%</b>	<b>28.4%</b>	<b>31.5%</b>	<b>24.7%</b>	<b>32.8%</b>	<b>24.4%</b>	<b>32.4%</b>
Gastos operacional	%	25.1%	21.0%	9.4%	8.6%	9.9%	8.4%	12.1%	10.3%
<b>Utilidad operacional</b>	<b>%</b>	<b>-8.4%</b>	<b>-3.8%</b>	<b>19.0%</b>	<b>22.9%</b>	<b>14.7%</b>	<b>24.4%</b>	<b>12.2%</b>	<b>22.1%</b>
<b>Costo Litro</b>	<b>COP\$</b>	<b>785</b>	<b>790</b>	<b>702</b>	<b>683</b>	<b>775</b>	<b>702</b>	<b>856</b>	<b>776</b>

1.SPBS: Sistema pastoril baja suplementación,2. SPMS: Sistema pastoril de media suplementación;3. SPTMR: Sistema pastoril con ración total mezclada, 4. SGI: Sistema de Ganadería industria

Para comparar el comportamiento de cada sistema, se presentan los resultados de cada uno de los sistemas con el precio de venta, el costo directo del litro producido y la utilidad bruta, según este análisis el sistema que muestra mayor rentabilidad por litro es el Sistemas de ganadería industrial que posee un valor de U\$0.11 por litro, pero este valor no es debido a un menor costos del sistema; sino al mayor precio que accede el productor debido a la escala (Figura 4-3), el sistema de baja suplementación paso con las mejoras nutricionales de utilidad por litro entre U\$0.038 a U\$ 0.043, el de media suplementación de U\$0.081 a U\$0.094, el sistema mixto pastoril con Ración parcial paso de U\$0.07 a 0.10 y el de ganadería industrial de U\$0,087 a U\$0.11 (Figura 4-3).

**Figura 4-3.** Precio, costo litro y utilidad bruta de SPL en el Valle del Cauca



El sistema que menor costo de producción tiene es el sistema pastoril con media suplementación y el de mayor costo está el sistema de ganadería industrial sin las mejoras propuestas, estos márgenes de utilidad actualmente son similares a los que vienen obteniendo los ganaderos de Uruguay que en la campaña de 2012/2013 tenían U\$8.8 por 100 Kg de leche FCM (Funcrea, 2014) y en el caso de nueva Zelanda estos valores eran de U\$8.17 por 100 kg de leche FCM (DairyNZ, 2015), con un costo de U\$0.33 (IFCN, 2015). Al analizar el costo de producción unitario por rubro en pesos (COP\$), encontramos que los ganaderos de la región invierten entre \$91.8 (12.5%) y \$141 (17%) por litro en el área de pasturas (Figura 4.4), este valor difiere de cada sistema de acuerdo a las condiciones agroecológicas presentes y al requerimiento de riego en cada sistema productivo. Estos valores concuerdan con lo encontrado por Osorio (2013), donde muestra que sistemas pastoriles en el eje cafetero invierten \$133 por litro de leche, mientras que el Valle del Cauca los sistemas evaluados invierten \$71.6 por litro (Figura 4-4)

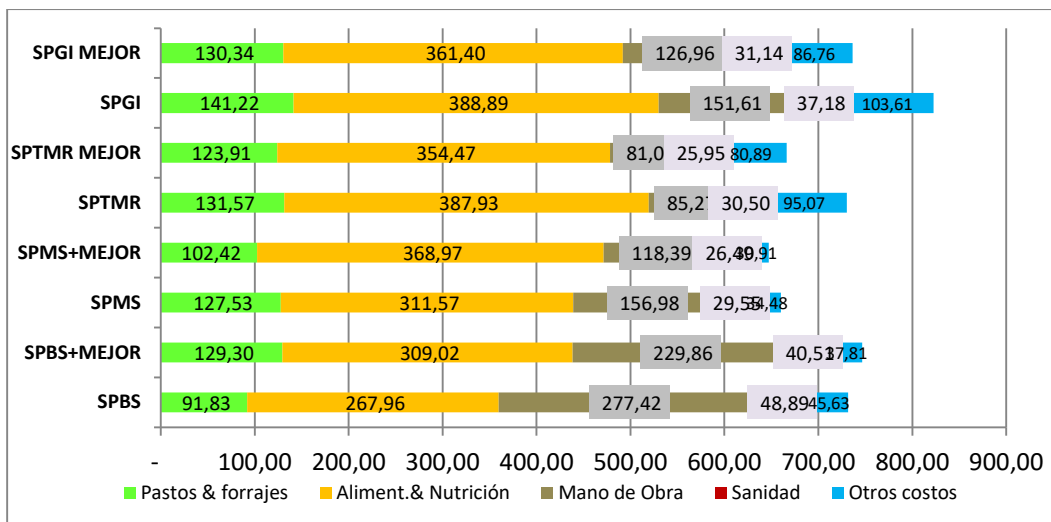
Si queremos tener unos mejores resultados en este rubro se debe optimizar el uso de la pastura y para ello hay que hacer mejor trabajo en la agronomía de pastos, introducir especies de mayor calidad, mejorar el control de la rotación, desarrollar sistemas de mayor eficiencia en el riego y el uso del agua, tener un mejor balance en la fertilización, además de aportar correctivos al suelo, para acumular nutrientes extraídos por largos años de cultivos o ganadería. Un mayor nivel materia orgánica en el sistema y por lo tanto mayor retención de carbono; para lo cual el inicio debe ser cuantificar los valores de producción de forraje verde por m<sup>2</sup> y controlar la materia seca ofertada al animal. Nueva Zelanda por ejemplo invierte el 11.14% en el cuidado de las pasturas y busca maximizar su producción trabajando con especies de alto valor nutricional.

El alimento suplementario se mueve entre los \$268 (36.7%) para el sistema de suplementación baja y \$388 (53%) en los sistemas de pastoreo intensivo con ración

parcial mezclada (Figura 4), para el caso de Nueva Zelanda este valor fluctúa en 31.8%, el valor encontrado por Osorio (2013) fue de 42%.

El impacto de la mano de obra estuvo determinado por el volumen de producción para el sistema de menor número de vacas (SPBS), el valor supero el 38% del costo con \$277 por litro y el sistema que más diluye el costo de mano de obra fue el sistema pastoril con ración parcial mezclada STMR con un 11% (Figura 4.4), este valor mejora los datos de Nueva Zelanda (19.2%), Uruguay (16.2), eje cafetero (20%) y Valle (26%). Para el caso de la inversión en sanidad fue de \$33.8 (4.5%) por litro, este valor depende del sitio de compra y de la capacidad negociadora del sistema; además de la estructura sanitaria de cada empresa ganadera, entre los otros costos \$64.4 (9%), hay que atender el tema de la energía y en control de insumo para el lavado y mantenimiento de equipos de ordeño y de frío.

**Figura 4-4** La estructura del costo en pesos de SPL en el Valle del Cauca



Para analizar los indicadores de eficiencia de cada sistema, se calcularon las variables derivada para cada sistema donde se contemplan: el nivel de inversión para sistema más simple (SPBS) que fue de U\$2509, hasta U\$6162, para el sistema de ganadería industrial, estos últimos sistemas invierten una mayor cantidad de recursos en biotecnología de la reproducción y automatización de equipos.

La utilidad por hectárea por año vario de \$-277.849, (U\$-91), hasta \$5.248.141 (U\$1720), la rentabilidad sobre la inversión fue de -3.6% en sistemas pastoriles de baja suplementación si se tomara en cuenta una administración con dos salarios mínimos vigente del país y una rentabilidad máxima de 25.3% para el sistema de TMR Parcial, con lo que se concluye que el volumen de leche es la opción para absorber los costos fijos.

Todas las simulaciones en general muestran que la utilidad por hectárea de los sistemas de lechería en el Valle del Cauca son de \$2.25 millones por año, lo que representa \$188.018 (U\$61.64), con rangos entre U\$-7.59 para los sistemas que invierten poco por



hectárea y U\$143, lo de mayor intensidad. Valores que pueden ser comparables a los obtenidos por el sistema agroindustrial de la caña de azúcar.

**Tabla 4-3.** Indicadores y variables derivadas de la rentabilidad de los SPL en el Valle del Cauca.

Indicador	Unidad	SPBS	SPBS+MEJOR	SPMS	SPMS+MEJOR	SPTMR	SPTMR MEJOR	SPGI	SPGI MEJOR
Inversión. Ha	US\$.Ha <sup>-1</sup>	2509	3137	4678	4678	6024	6024	6162	6162
Utilidad Ha.									
Año	COP\$	(277,849)	( 194,167)	2,203,675	3,017,975	2,645,741	5,248,141	1,711,658	3,694,606
Utilidad Ha.									
Año (U\$)	US\$	-91.1	-63.7	722.5	989.5	867.5	1720.7	561.2	1211.3
<b>ROI (Rent. Sobre Inv)</b>	<b>%</b>	<b>-3.6%</b>	<b>-2.0%</b>	<b>15.4%</b>	<b>21.2%</b>	<b>14.4%</b>	<b>28.6%</b>	<b>9.1%</b>	<b>19.7%</b>
Punto de equilibrio	Litros.día <sup>-1</sup>	379	371	220	204	494	370	1,299	970

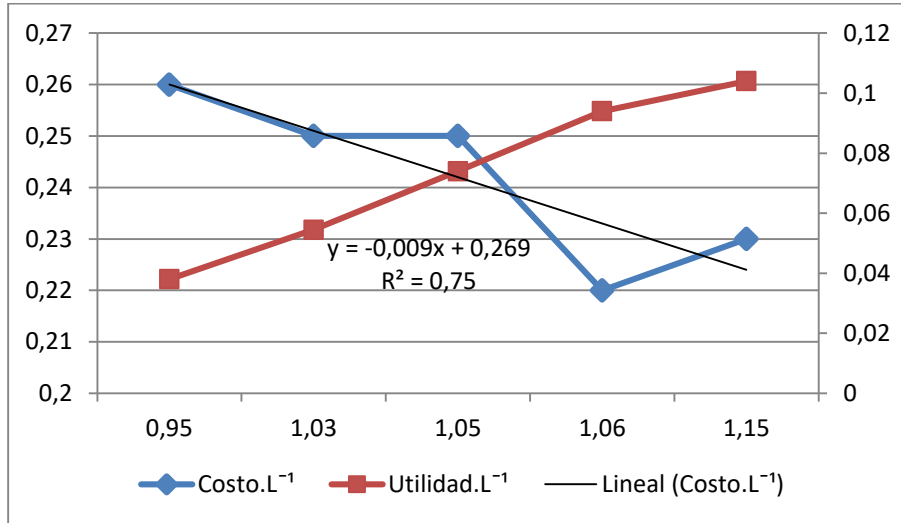
- La tasa de cambio usados en los ejercicios fueron de \$3050 por U\$D.

Los punto de equilibrio de cada sistema estuvieron acordes a la relación entre los gastos operacionales y lo márgenes de contribución de cada sistema, el **SPBS**, logra el equilibrio en 379 litros, mientras que un sistema más intensivo como el pastoril con media suplementación lo logra con sólo 204 litros por día, si establecer objetivos de productividad más altos debemos invertir mucho mayor capital por hectárea como pasa en los sistemas pastoriles mixtos, que requieren de una inversión de U\$6024 por hectárea y un punto de equilibrio de 370 litros día.

Si un productor quiere maximizar el uso de la tierra y lograr mayor rendimiento de su inversión (ROI), debe usar un sistema mixto que obtiene 28.6% de rentabilidad y una utilidad por hectárea de 1720, unos U\$143 ha.mes<sup>-1</sup>. Este modelo debe ser analizado con mayor detenimiento por parte de los ganaderos de sistemas industriales, si quieren disminuir su costo de litro de leche y optimizar el resultado de su inversión.

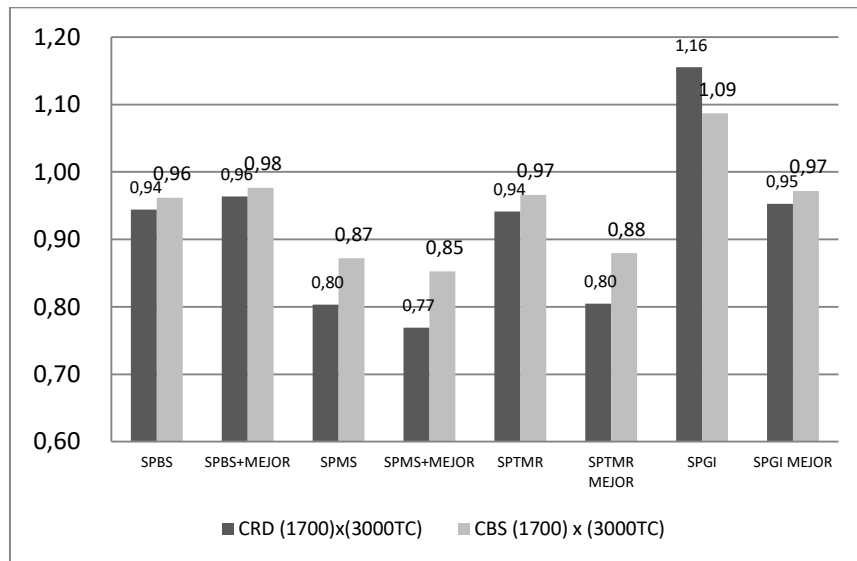
Al analizar la eficiencia de producción y el costo por litro, se encontró un relación inversa entre aumento de la eficiencia de producción (kg Leche.Vaca<sup>-1</sup> / Kg.ms.Vaca<sup>-1</sup>) y el costo del litro de leche, esto quiere decir que al aumentar la eficiencia en producción de leche el costo del litro bajo (Figura 4-5). Al disminuir el costo por litro de leche, se aumenta el margen de contribución del sistema y se puede aumentar la utilidad del mismo, el modelo lineal que representa este hallazgo es  $Y = \text{costo litro de leche} = -0.009 (x) + 0.269$ , es decir si el sistema mejora la eficiencia alimenticia, el costo disminuye en U\$ 0.009 unos \$27.45 (Figura 4.5). Este hallazgo permite concluir que para los sistemas del Valle del Cauca con base en pastos tropicales, se debe intensificar los sistemas y mejorar su eficiencia con base en el aumento de calidad de las pasturas, el establecimiento de silvopastoriles o el uso de subproductos agroindustriales locales que incrementen la densidad energética y proteica de las raciones (Morales y Ortiz, 2016)

**Figura 4-5.** Relación entre eficiencia, costos y utilidad de los SPL en el Valle del Cauca



Se calculó el Costo de los Recursos domésticos CRD y el costo de beneficio social CBS, para los sistema de producción tipo, para el cálculo se toma el valor actual de la leche en polvo del Global Dairy Trade (2013<sup>a</sup>) y una tasa representativa del mercado de \$3050 por U\$ y se encontró un valor menor <1 en casi todos los sistemas, lo que demuestra que los sistemas de producción de leche en la Valle del Cauca son **competitivos**, sin embargo su valor en algunos sistemas está muy cerca de 1, lo que hace muy débil el factor de competitividad y un cambio en cualquiera de los dos factores (precio internacional o Tasa de cambio), afectarían la competitividad de estos sistemas (Figura 4.6)

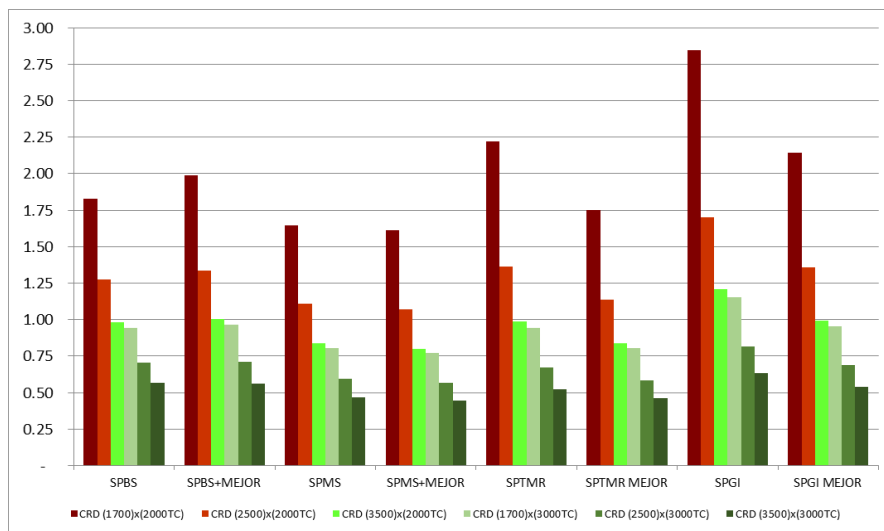
**Figura 4-6.** Costos de los recursos domésticos CRD y Costo de beneficio social de los sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca



Por ello se procedió a sensibilizar el valor entre el precio internacional de la leche de US\$1700 a 3500 y una tasa de cambio de \$ 2000 a \$3000 por U\$ (Figura 4-7), los valores encontrados muestran que el factor que más afecta la competitividad regional es la tasa de cambio y que valores por debajo de \$2000 por U\$, el sector queda totalmente desprotegido al mercado externo, colocando en riegos una gran cantidad de productores de leche que dependen de esta actividad, y este tipo de advertencias ya habían sido presentadas por varios autores Castro (2010); Estrada (2010), Sandoval (2012).

Los productores deben ajustar la productividad de los sistemas, las distorsiones presentes en los precios del mercado internacional pueden ejercer una gran presión para traer leches a menor costo, afectando una actividad que posee una alta rentabilidad social y unos beneficios en la dinámica del campo Colombiano, por lo que se sugiere seguir buscando fórmulas que iguallen estas distorsiones y coloque a los productores nacionales a competir en condiciones justas y para ello se debe tener un buen control del estado, en especial para los cambios que se avecinan en los procesos de posconflicto.

**Figura 4-7.** Simulación de costos de los recursos domésticos CRD y Costo de beneficio social de los sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca



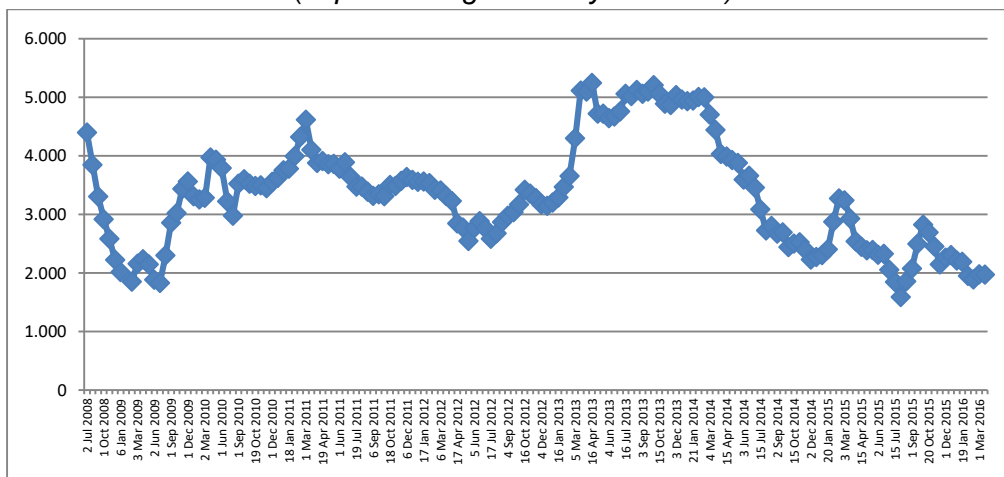
Los sistemas de producción en el Valle del Cauca son competitivos con precios internacionales de la leche de U\$2500 y tasas de cambio superiores a los U\$2500 U\$ por ton, por estos valores se consigue paridad entre el precio social de la leche y los costos de producción de los productores. El productor que tenga un CRD por encima de 1 debe revisar que está haciendo para poder ser competitivo y ajustar cada uno de los costos de producción.

La metodología de CRD y CBS, son herramientas importantes en el análisis de competitividad internacional de los sistemas, y para que estos índices mejoren se deben modelar el impacto del desarrollo de sistemas agrícolas regionales para la producción de granos a precios competitivos que sustituyan la importación de productos como el maíz y la soya, y esto haría encadenamientos competitivos para el país, tal y como lo vienen

haciendo países como Brasil o Uruguay en los últimos años, sin embargo a pesar de haber ganado competitividad, en el momento están en crisis debido a la volatilidad de los precios de la leche, en especial a los del inicio del año 2016.

Según se observa en la Figura 4-8, los precios de referencia del global dairy trade, se afectan en ciclos cada tres años, y actualmente estamos pasando por el ciclo más bajo desde el 2008, estos ciclos son afectados por los cambios en las bases de los “commodities” a nivel mundial como los del maíz, la soya o el mismo petróleo, observaciones similares fueron hechas por Nicholson y Stepheson (2014) y corroboran que estos ciclos serán cada vez más repetitivos, con lo cual sugieren que para manejar la volatilidad en los precios, se debe hacer una concertación de la cadena entre productores, industriales y las entidades estatales; además se propone trabajar conjuntamente la gestión de componentes comunes de la cadena de suministro.

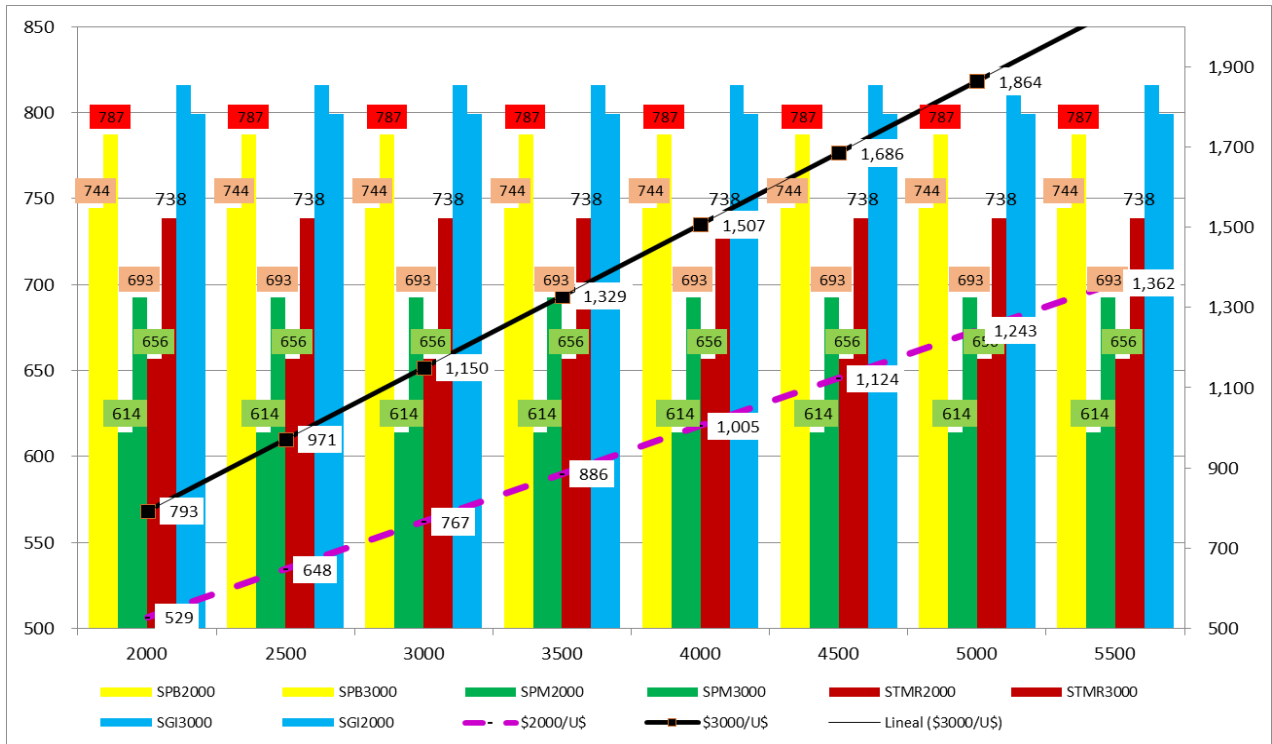
**Figura 4-8.** Precio de referencia de la leche entera en polvo 2008 a 2016  
(<https://www.globaldairytrade.info/>)



Para conocer más las interacciones de precios y costos, se trabajó una matriz del precio social de la leche (precio en planta) y costos de producción para observar donde los sistemas entran en crisis y se encontró que esto sucede cuando la tasa de cambio está cercana a los \$2000, el precio de la leche reconstituido en planta estaría cerca de los \$886, con lo cual el sistemas de baja suplementación no lograrían hacer equilibrio, pues su margen de contribución o margen bruto legaría solo a \$99 por litro, cuando este sistema requiere para operar un margen de \$250 por litro, lo preocupante es que aquí se encuentran el 38% de los predios estudiados, el segundo escenario muestra que con un precio bajo el segundo modelo que haría crisis es el sistema de ganadería industria que requiere de mínimo \$150, para operar (Figura 4-9)

Con la anterior información se puede concluir que los sistemas de producción más competitivos para el Valle del Cauca son el Sistema pastoril o silvopastoril con suplementación media **SPMS** y los sistemas de pastoreo o silvopastoril mixtos con ración parcial mezclada **SPTMR**. Los otros sistemas deberán ajustar sus estructuras de costos si quieren ser competitivos en los nuevos entornos.

**Figura 4-9.** Simulaciones de precio de litro a diferentes tasas de cambio y costos de litro en los Sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca.



La utilización de los sistemas confinados o TMR total no han sido contemplado en nuestra región debido a la falta de infraestructura adecuada para estos desarrollos y esto es debido a la falta de políticas estatales de largo plazo y a un sistema financiero nacional ofrece créditos de muy corto plazo para estas inversiones que requieren de 10 a 15 años como mínimo para amortizarse, además la baja producción de granos en el Valle del Cauca debido al crecimiento de la agroindustria de la caña de azúcar y el etanol, hacen que este sistema sea muy sensible a los cambios en el entorno inmediato.

## Conclusiones

Las simulaciones económicas, permiten crear escenarios externos entre sistemas o políticas para la toma de decisiones y sirven para evaluar las distintas maneras de producir, entre mejor información tenga el modelador mejor serán sus resultados y ello servirá para tomar decisiones más acertadas para establecer políticas en las empresas ganaderas o para desarrollar modelos de producción competitivos y más ajustados a la realidad.

Optimizar el uso y la calidad de las pasturas, introducir especies de mayor calidad y menor fibra, desarrollar sistemas de riego y realizar un buen balance de la planta y el animal, mejorar la genética y densificar las raciones para mayor productividad por vaca, son algunas de las tecnologías a ajustar en los sistemas ganaderos del Valle del Cauca. El aumento de la eficiencia de producción ( $\text{Kg Leche.Vaca}^{-1} / \text{Kg.ms.Vaca}^{-1}$ ), tiene un

efecto positivo sobre el costo de litro producido y aumentara el margen bruto o margen de contribución de los sistemas ganaderos del Valle del Cauca

El costo de los recursos domésticos CRD y el costo de beneficio social CBS para los SPL en el Valle en condiciones normales de precio social de la leche y costo de los recursos transables y no transables, mostraron índices menores a 1, lo que indica que los sistemas de producción de leche en la Valle del Cauca son competitivos, sin embargo precios internacionales menores a US\$2500 y tasas de cambio inferiores a \$2500 por dólar afectan la competitividad y ponen en riesgo la producción local.

Los índices de competitividad (CRD y CBS), son herramientas útiles para el análisis de la competitividad internacional de los SPL y para la construcción de políticas regionales, estos índices sirven para modelar el impacto del desarrollo de sistemas agrícolas regionales para la producción de granos a precios competitivos, para sustituir la importación de productos básicos como el maíz y la soya, y esto haría encadenamientos competitivos para el país.

El estudio identifico que los sistemas de producción más competitivos, sustentables para el Valle del Cauca son el Sistema pastoril o silvopastoril con suplementación media **SPMS** y los sistemas de pastoreo o silvopastoril mixtos con ración parcial mezclada **SPTMR**. Los otros sistemas deberán revisar cómo ajustan las condiciones para ganar competitividad, sin embargo se determinó que se deben hacer estudios más específicos sobre los impactos ambientales de estos sistemas y los efectos sociales para la región.

#### **Bibliografía (Capítulo 4).**

Alexandratos N. and Bruinsma J. 2012. WORLD AGRICULTURE TOWARDS 2030/2050 The 2012 Revision. ESA Working Paper No. 12-03 June 2012 Agricultural Development Economics Division Food and Agriculture Organization of the United Nations. [www.fao.org/economic/esa](http://www.fao.org/economic/esa)

Castro G., 2010. Competitividad en el sector lácteo, en memorias VI Seminario internacional de competitividad de carne y leche. Colanta, Medellín Octubre 21 y 22 de 2010.

Díaz, M.T., 2011. Perspectivas de la producción bovina en América Latina en el nuevo contexto de cambio climático y economías de bajo carbono. En 2° Simposio internacional de Genómica y modelación en los nuevos escenarios de la ganadería bovina tropical. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Cali, Junio de 2011.

Estrada R.D., 2010. Kikuyo, cambio climático, rentabilidad y productividad de la lechería en Colombia. En memorias VI Seminario internacional de competitividad de carne y leche. Colanta, Medellín Octubre 21 y 22 de 2010.

El Sharkawy M.A., Mejía de Tafur Sara. Cambio climático: Causas y posibles impactos en los ecosistemas agrícolas, En: 2° Simposio internacional de genómica y modelación en los nuevos escenarios de la ganadería bovina tropical. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Cali junio 22-25 de 2011.

Hansen D.R y Mowen M.M., 2007. Administración de costos, contabilidad y control. Cengage learning Editores, 5ª ed. 2007. Kansas, EU., 1006 p.

Holmann F., Estrada R.D. 2008. Competitividad de la producción de leche frente a los tratados de libre comercio en Nicaragua, Costa Rica y Colombia. CIAT, ILRI. 74p.

Holmann F., Rivas I., Carulla J., Rivera B., Giraldo Luis A., Guzmán S., Martínez M., Medina A. y Farrow A. 2004. Producción de leche y su relación con los mercados. Caso Colombiano. CIAT & Consorcio Tropicoleche, Agosto 2004, 73p.

Hemme T., Mohi uddi m., Ndambi O.A., 2014. Benchmarking costo of milk production in 46 countries. IFCN Dairy Research Center at the University of Kiel, Germany. Journal of reviews on global economics, 2014, 3, 254-270

Nicholson C.F, Tedeschi L.O Y Lellis Vieira A. C. G. 2011. Aplicación de los modelos de estudio de dinámica de sistemas para mejorar la rentabilidad y sostenibilidad de los sistemas de la producción ganadera en América Latina. II Simposio Internacional de Genómica y Modelación en los Nuevos Escenarios de de la Ganadería Bovina Tropical, Junio 22-25, 2011, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.

Nicholson F. C., Stephenson M.W. 2014. Program on dairy markets and policy. Working paper series, Milk price cycles in the US Dairy supply chain and their management implications. Working paper number WP 14-02

Peters, M., Franco L.H., Schmidt A., Hincapié B., 2003. Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores de Centro América. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali Colombia. 113p.

Porter M.,1980. Competitive Strategy: Techniques for analyzing and competitor. Free press division McMillan Inc.

Porter M., 2014. Apuesta por un Valle del Cauca Prospero, Conferencia Expo gestión Pacifico. Centro de liderazgo y gestión U. de Harvard EU y Cámara de Comercio de Cali, Mayor 7 de 2014.

Robbins S., 1994. Administración teoría y práctica, Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., 4ª ed., Mexico, 1994, 697 p.

Salcedo L.F., 2015. Contexto nacional e internacional del sector lácteo, en memorias del 3er Foro internacional de la leche FEDEGAN, Barranquilla, Octubre de 2015.

Sammartino A., 2010. Desafío y oportunidades de la lechería global. En memorias VI Seminario internacional de competitividad de carne y leche. Colanta, Medellin Octubre 21 y 22 de 2010.

Tauer I.W., Mishrat A.K.,2006. Dairy farm cost efficiency. J. Dairy Sci: 89: 4937-4943

FEDEGAN, 2013. Costos modales en la ganadería de leche, trópico alto de Colombia: Ventana a la competitividad ganadera. Fedegan, Fondo Nacional del Ganado y SENA. Octubre de 2013, 109 p.

FEDEGAN 2015. Memorias del 3er Foro Internacional de la leche. FEDEGAN. Barranquilla 2015.

Van der Lee, J.; Zijlstra, J.; Wouters, A.P.; Vugt, S.M. van. (2014) Milking to Potential: Strategic Framework for Dairy Sector Development in Emerging Economies. Discussion paper. Center for Development Innovation and Livestock Research, Wageningen UR (University & Research centre), Wageningen.



## Capítulo 5

### Comparación de dos sistemas de producción lechera y su aporte en la cobertura de la demanda de leche para el 2020 en el Valle del Cauca bajo la metodología de Dinámica de sistemas

Fernando Morales V<sup>1</sup>, Raúl Molina<sup>2</sup>

#### Resumen

El propósito del trabajo fue usar la metodología de dinámica de sistemas para comparar la eficiencia productiva y económica, las emisiones de CO<sub>2</sub> eq., la huella hídrica y los indicadores de sostenibilidad ganadera de dos sistemas "tipo" de producción de leche en el Valle del Cauca (Colombia) y sus relaciones con el crecimiento de la demanda de leche para los próximos cinco años. La intensificación de los sistemas de producción es benéfica, pues optimiza la carga animal, disminuye el área utilizable y baja la presión agrícola y urbana. Ajustar tecnologías y prácticas de gestión de pasturas lograron aumentar la productividad de los sistemas de leche, mayor cantidad y calidad de suplementación con recursos alternativos traerán mejoras en la producción láctea y en reproducción; además de beneficios ambientales pues el estudio encontró una disminución entre el 20 y 30% de emisiones de gases efecto invernadero GEI. El consumo de productos lácteos crecerá en 2.8 millones de litros diarios en los próximos 20 años, para lo cual los ganaderos deberán intensificar sus sistemas de producción a modelos que optimicen los recursos principales agua y tierra. El desarrollo del campo y la lechería dependerá de mejorar la infraestructura rural, los sistemas de seguridad, los servicios de salud y el nivel cultural del empleado rural y sus índices de desarrollo humano. Estimular modelos asociativos generara más empleo y desarrollo, siendo esto un verdadero laboratorio de construcción de paz.

Palabras claves: Eficiencia y productividad de sistemas ganaderos, intensificación sostenible, beneficios ambientales

#### Abstract

The purpose of this study was to use the methodology of system dynamics to compare the productive and economic efficiency, emissions of CO<sub>2</sub> eq., Water footprint and indicators of livestock sustainability of two systems "type" of milk production in the Valley Cauca (Colombia) and its relations with the growth in demand for milk for the next five years. The intensification of production systems is beneficial because optimizes stocking, reduces the usable area and low agricultural and urban pressure. Adjust technologies and management practices pastures managed to increase productivity of dairy systems, greater quantity and quality of supplementation with alternative resources will bring improvements in milk production and reproduction; in addition had environmental benefits because decrease between 20 and 30% of greenhouse gas emissions. The consumption

---

<sup>1</sup> Zootecnista U. Nacional , Especialista en Administración de Empresas U.ICESI , Especialista en Gerencia CFE, Doctorado en Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, AA.237

<sup>2</sup> Zootecnista MSc PhD. Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias

of dairy products will grow by 2.8 million liters per day in the next 20 years, for which farmers must intensify their production systems models that optimize the main resources water and land. Field development and dairy depend on improving rural infrastructure, security systems, health services and cultural level of the rural employee and human development indices. Stimulate associative models generate more employment and development, this being a true laboratory for peacebuilding.

Keywords: Efficiency and productivity of livestock systems, sustainable intensification, environmental benefits

## 5.1. Introducción

Los cambios en los mercados y en la agricultura global, tienen situaciones impredecibles debido a que el mundo está cada día más interconectado, un efecto colateral puede afectar varios sectores o países, ya sea en su producción, precios, productividad o competitividad (Pingali y McCullough, 2010), esto obliga a productores y entidades estatales a fomentar un espíritu de adaptabilidad como aspecto clave para la supervivencia de los sistemas de producción (Darnhofer *et al.* 2011).

La producción de leche en Colombia se elevó a 6.520 millones de litros, que se producen en 350 mil predios, el 42% de esta producción se origina en 98 mil establecimientos en el trópico alto y se denomina lechería especializada, mientras que el 57.5% corresponde a producción de trópico medio y bajo, generalmente en esquemas de doble propósito (FEDEGAN, 2013), entre los limitantes de la productividad se encuentran la baja escala de producción (Holmann *et al.*, 2004), la baja adopción de tecnologías en manejo de suelos, praderas y nutrición (FEDEGAN, 2013), además de una baja eficiencia de la mano de obra (Osorio, 2012).

En los foros “Visión 2014-2018” desarrollados por FEDEGAN y el Fondo Nacional de Ganado FNG (2014), se identificaron como los principales problemas de la lechería nacional los altos costos de producción, los bajos estándares de alimentación, la falta infraestructura y bienes públicos, los problemas con la comercialización e informalidad de los sectores y el deficiente capital humano. Los altos niveles de fibra en los forrajes, su baja digestibilidad y la baja suplementación; además de los altos costos en los insumos, son algunas de las limitación de la productividad y eficiencia de los sistemas ganaderos del Valle del Cauca (Morales, 2015)

Ajustar los sistemas de producción para afrontar el crecimiento poblacional (Hardin, 1968), (Steinfeld, 2010) y establecer los límites biofísicos para nuestro planeta será una tarea importante (Nicholson, 2015). Para ello los países deben conectar los puntos entre cambio climático, escasez de agua, escasez de energía, salud global, seguridad alimentaria y el empoderamiento de las mujeres, elementos importantes para el futuro de la humanidad (Ban Ki-Moon, 2012), pero a la vez elementos muy complejos de alinear en el mundo real (Tesdechi, 2011).

Los desarrollos tecnológicos y la conformación de estructuras avanzadas de información generan situaciones cada vez más difíciles de resolver y en algunos casos fenómenos incomprensibles para el ser humano (Sterman, 1994). El entendimiento de estos problemas surgen como consecuencia de la organización de los sistemas (Forrester, 1971), como es el caso del cambio climático, la volatilidad de los mercados (Tedeschi 2011), o fenómenos más complejos que ameritan el estudio de nuevas técnicas para su comprensión (Nicholson 2015)

Los modelos dinámicos pueden ser aplicados a gran cantidad de contextos o sistemas evolutivos (Forrester, 1981) y permite entender lo que paso en algunos fenómenos o cual será su potencial comportamiento en el futuro (Forrester, 1994), y su desarrollo dependerá de la información presente en el modelo (Nicholson, 2007). Un modelo puede considerarse como una representación de un sistema o de las relaciones entre los elementos de un sistema; La modelación es por lo tanto, el proceso mediante el cual hacemos “manipulable” la realidad para que se puedan establecer de manera más clara las relaciones que se quieren estudiar (Ceballos J. 1993). Para resolver los problemas con base en modelos, se destacan los modelos matemáticos o determinísticos y los modelos estocásticos o probabilísticos (Hinmenblau, 1988).

La simulación matemática sirve para reproducir y diseñar muchos sistemas complejos en sistemas agropecuarios como pueden ser los rendimientos animales, los requerimientos de nutrientes, el crecimiento de las poblaciones o sus posibles interacciones (Pittroff y Cartwright, 2002), la dinámica de sistemas no es más que un subconjunto de enfoques de base (modelos de simulación y optimización) para la generación de conocimientos, pero parece tener una utilidad amplia para abordar problemas de las ciencias agropecuarias (Nicholson y Tedeschi, 2011).

Algunos modelos usados en la aplicación de la dinámica de sistemas en animales fueron estudiados por Tedeschi (2011) y en ellos se encuentran: El modelo dinámico del N y su excreción de vacas lecheras (Recktenwald, 2007), el modelo de la degradación de las tracciones fibrosas en el rumen (Raffrenato, 2011), el modelo de la dinámica de los nutrientes en el suelo en Brasil (Nicholson y Blake, 2004), modelos de interacción ganadería y cultivos en sistemas de ovejos en México (Pearson *et al.*, 2010), el modelo de Impacto ambiental en el uso de la tierra en cuencas del Brasil (Leal Neto *et al.*, 2006), cambios en el uso de la tierra e impactos de la ganadería en China (He *et al.*, 2005), valoración de los sistemas de cabras en México (McRoberts *et al.*, 2010) y crecimiento en la demanda y políticas en sistemas de ovejos en México (Nicholson y Pearson, 2007). El uso de dinámica de sistemas puede apoyar la toma de decisiones técnicas para mejorar la eficiencia y competitividad de los sistemas ganaderos en Colombia (Molina *et al.*, 2014), nuevos modelos como la intensificación sostenible proponen tres camino de desarrollo para los sistemas de producción, estos son la intensificación ecológica, intensificación genética y la intensificación socio económica (Panel de Montpellier, 2013 citado por Nicholson, 2015)

Una evaluación nutricional y económica de sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca encontró que los sistemas más competitivos para la región fueron el sistema pastoril o silvopastoril con suplementación media **SPMS** y el sistema pastoril o silvopastoril mixto con ración parcial mezclada **SPTMRP** (Morales y Ortiz, 2016).

El presente trabajo buscó comparar y evaluar la eficiencia productiva y económica, las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente, la huella hídrica y los indicadores de sostenibilidad ganadera de dos sistemas “tipo” de producción de leche en el Valle del Cauca (Colombia), un sistema pastoril con media suplementación **SPMS** y un sistema pastoril con ración parcial mezclada **SPTMR**, por medio de la metodología de dinámica de sistemas y sus relaciones con el crecimiento de la demanda de leche para los próximos cinco años.

## 5.2. Materiales y métodos

El trabajo se basó en la información y comparación de dos sistemas tipo de producción de leche como los encontrados por Morales y Ortiz (2014), uno de ellos un sistema pastoril de producción de leche con suplementación media **SPSM** y otro sistema pastoril más intensivo con ración parcial mezclada **SPTMRP**. Los dos sistemas se compararon en carga animal, producción de leche, productividad medida en litros.ha.año<sup>-1</sup>, Ingresos por ha<sup>-1</sup>, costo de producción de litro de leche, producción de CO<sub>2</sub>e por kg de leche y su huella hídrica medida en litros Agua por litro leche producida, eficiencia de la mano de obra; además de comparar los indicadores de sostenibilidad para cada sistema, la información básica por sistema se consigna en la tabla 5.1.

**Tabla 5-1.** Indicadores de comparación de dos sistemas típicos de producción de leche en el Valle del Cauca

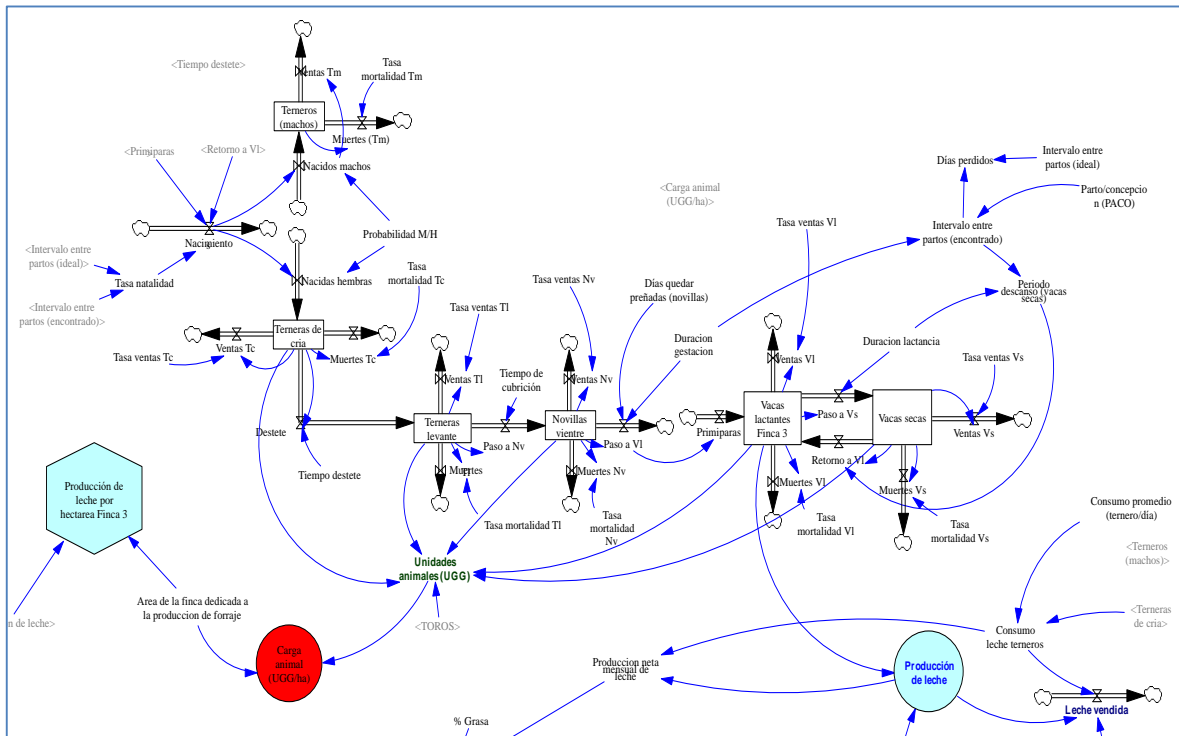
Variable	Unidad	SPMS	SPTMRP
Número de fincas (Cluster)	UND	23	4
Área	has	34.09	12.7
Índice Temperatura + Humedad. Relativa	ITH	99.93	101.10
Pastura	Especie	Estrella-SSP	Estrella
Suplemento forrajero	Producto	Ensilaje maíz	Ensilaje- Subproductos
Raza	%Taurino	83%	91%
Vacas ordeño	UND	56	45
Producción Vaca día	Kg.Vaca.día <sup>-1</sup>	11.60	15.40
Suplemento concentrado	Kg.Vaca.día <sup>-1</sup>	2.90	4.60
Relación leche Concentrado	L:C	4.0	3.3
Precio leche	COP\$	920	958
Precio suplemento	COP\$	762	808
Litros libres	LL	9.20	11.52
Días Abiertos	Días	142.2	173.7
intervalo entre partos	Días	427.2	458.7
Natalidad	%	86%	80%
Mortalidad	%	5.0%	3.0%
Servicios por Concepción	Servicios	2.68	3.70
Eficiencia de Producción de leche	Kg leche. Kg MS <sup>-1</sup>	0.96	1.07
Unidades Gran Ganado por Ha	UGG.Ha <sup>-1</sup>	3.58	7.34
Litros por hectárea año	L.Ha.Año <sup>-1</sup>	7934	20837
Eficiencia de la mano de obra	L.Hombre.Año <sup>-1</sup>	51649	82892

**SPMS:** Sistema pastoril de media suplementación, **SPTMRP:** Sistema pastoril con Ración parcial, Tasa de cambio TRM= \$3000/US

El software de modelación dinámica permite desarrollar modelos del mundo real y se pueden desarrollar modelos de retroalimentación dinámica enfatizando los siguientes aspectos: Consistencia en la dimensionalidad y chequeos reales, métodos de calibración sofisticados, salidas al instante con simulación continua en “SistheSim”. Para el desarrollo del presente trabajo nos apoyamos en la construcción del modelo de lechería para el Valle del Cauca (Molina, 2015), construido sobre Vensim® versión 5.9PLE (Ventana System, Inc.) y lo corrimos bajo la información de campo colectada por Morales (2015), en 27 fincas de lechería especializada del Valle del Cauca de las zonas plana y de ladera.

El modelo integra los procesos de inventarios (Stocks del ganado), Producción de leche, carga animal, productividad por hectárea, establece la dinámica de la eficiencia productiva y genera resultados de emisiones de gases de efecto invernadero, huella hídrica, resultados económicos e indicadores de sostenibilidad (Figura 5-1), el tiempo de simulación fue de 5 años (60 meses)

**Figura 5-1.** Flujos y Niveles del modelo de producción de leche en dinámica de sistemas (Molina, 2015)



### 5.2.1 Hipótesis dinámica

Para modelar los dos sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca se acordó desarrollar dos políticas o decisiones y una línea base (o situación actual del sistema) por parte de los productores. Estas dos decisiones fueron:

(1) mejorar la calidad de forrajes ofertados disminuyendo el valor de FDN e incrementado el contenido de proteína, esto se logra aumentando la frecuencia en la rotación de potreros, disminuyendo los días de rotación en el caso de estrella a 25 o 27 días, cambiar las fuentes de nitrógeno y franjear los lotes con mayor continuidad o cambiar la especie actual por una de mejor calidad.

(2) Aumentar la densidad proteica y energética de la ración usando recursos forrajeros de corte (ensilajes de maíz o caña, botón de oro, mata ratón o alfalfa) o suplementar con subproductos agroindustriales presentes en la región (Torta de Germen, subproductos de maíz y soya, etc.), con lo que se busca disminuir los valores de FDN en la ración y ofertar más nutrientes por animal día, en forma de ración mezclada parcial (TMR-P), una o dos veces al día.

Por tanto en la hipótesis dinámica el sistema debe mejorar no sólo su capacidad productiva por hectárea; sino que al incrementar el consumo de materia seca y su calidad nutricional las vacas deben aumentar la eficiencia en leche, disminuir los gases de efecto invernadero, disminuir la huella hídrica y mejorar los indicadores económicos y de sostenibilidad.

Para apoyar esta hipótesis, el estudio se basó en un grupo de trabajos que buscaban mejorar la gestión forrajera y disminuir los valores de fibra detergente neutra en el forraje FDN, con base en recursos locales existentes o cultivables.

- a) La producción de materia seca por hectárea del pasto estrella mejoro un 22% ( $p < 0.05$ ) y se disminuye el valor de FDN en un 10% ( $P < 0.05$ ), cuando se reemplazó la urea normal por una “urea protegida” que posee un inhibidor de ureasa (Bedoya y Morales, 2015)
- b) El reemplazo para los próximos años del pasto estrella, *Cynodon plestostachyus*; por la Bermuda cruzada Tifton 85, *Cynodon nlemfuensis cv t85* podrá mejorar la relación hoja tallo en un 22.7%, disminuir la FDN en un 7% pasando de 69.45% en Estrella a 64.2% ( $P < 0.05$ ) para Tifton 85, con lo cual se ganara en consumo voluntario de materia seca por parte de los animales y el nivel de proteína pasaría de 12.37 a 14.15% (Sánchez y Morales, 2015)
- c) El uso de sistemas silvopastoriles no sólo mejoran la conversión energética en valores cercanos al 7%; sino que le darán mayor protección y sostenibilidad a los sistemas en los próximos años para enfrentar la variabilidad climática (Ochoa y Morales, 2015).

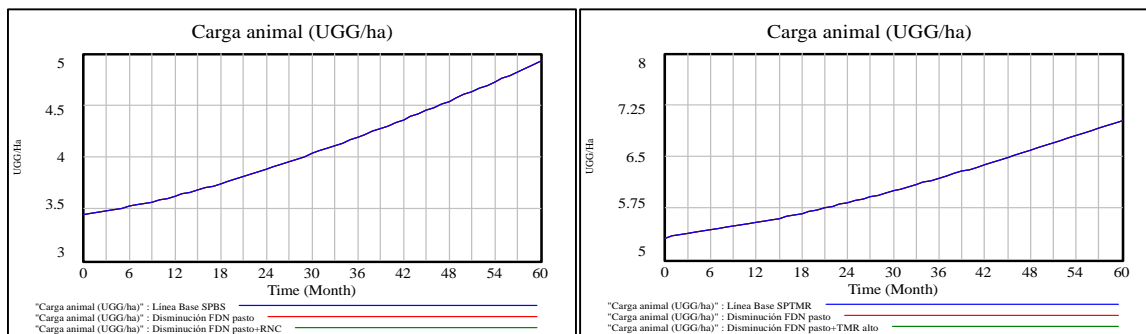
### 5.3 Resultados y discusión

Al revisar el comportamiento de la carga animal en los sistemas del Valle del Cauca, se observa que las Unidades Gran Ganado (UGG, 1 animal de 500 kg de peso vivo), en ambos sistemas crecerán pasando de 3.4 (línea base) a cerca de 4.8 UGG en el sistema pastoril con media suplementación SPMS, para el caso del sistema pastoril suplementado con ración parcial mezclada SPTMRP, se podrá aumentar las cargas si se aplican las

políticas antes descritas de 5.2 UGG.ha<sup>-1</sup> a 6.8 UGG.ha<sup>-1</sup> (Figura 2), es decir un 30% más de la línea base, con lo cual las fincas tendrán la oportunidad de aumentar la capacidad de carga y mejorar la escala de producción para los próximo 60 meses.

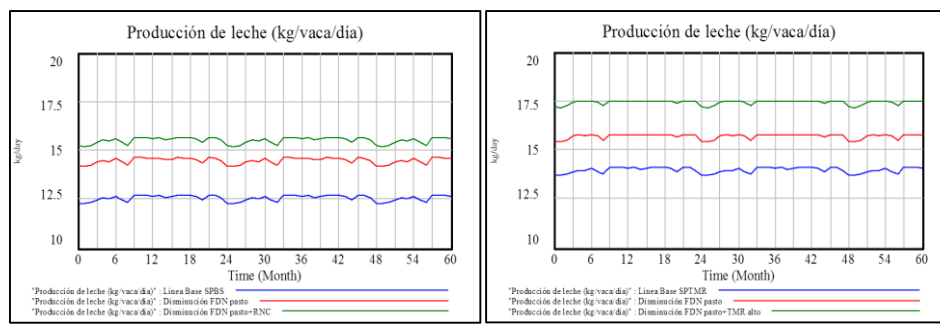
Estos hallazgos concuerdan con lo que viene haciendo fincas de los círculos de excelencia ganadera de FEDEGAN 2010-2015 (Morales, 2012)

**Figura 5-2.** Simulación de la capacidad de carga de dos sistemas de producción de leche (1) SPMS y (2) STMRP



La producción de leche para el sistema pastoril de media suplementación SPMS puede mejorar, de 12.5 L.Vaca.día<sup>-1</sup>, a 13 o incluso hasta 15 L.vaca.día<sup>-1</sup> (Figura 3), si se siguen las políticas de mejorar las bases forrajeras de manera continua, con base en la fertilización, la implementación de nuevas especies o la introducción de sistemas silvopastoriles, esto representaría una mejora productiva por vaca cercana al 20%, para el caso del sistema de TMR parcial el reto será pasar la producción por vaca de 13 o 14 litros a 17.5 L.V.Día<sup>-1</sup>. Es decir una política desarrollada por el productor puede cambiar el rumbo del sistema en un 34%.

**Figura 5-3.** Simulación de la Producción de leche por vaca de dos sistemas de producción de leche (1) SPMS y (2) STMRP



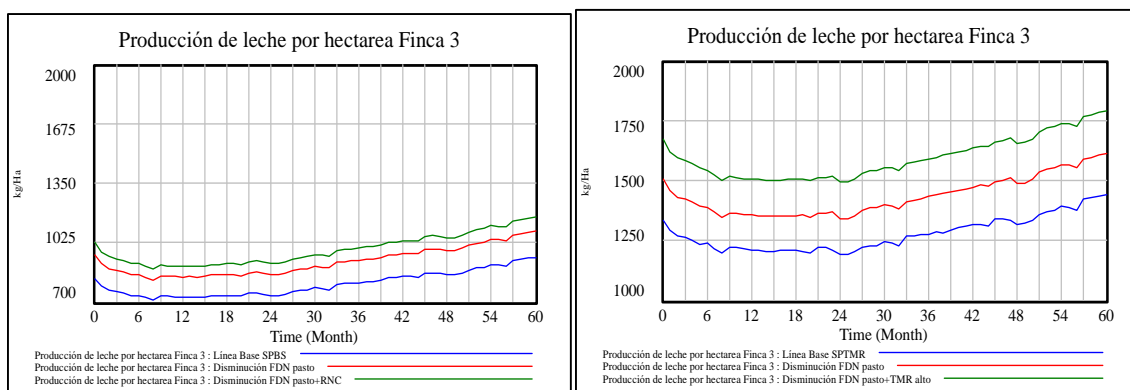
La producción por hectárea de los dos sistemas puede mejorar si mejora la carga animal y la producción de leche por vaca, en este caso para el SPMS, la producción por Ha, se encontraba en 800 l.ha.mes<sup>-1</sup> (9600 l.ha.año<sup>-1</sup>) en la línea base y su mejora sólo correspondió a una mayor carga por hectárea con ello la productividad aumenta a 10.800 l.ha.año<sup>-1</sup>, es decir un 12.5%, sin embargo cuando se hicieron las mejoras en los valores

de FDN y calidad de las pasturas, este valor aumento un 37% a 13.200 l.ha.año<sup>-1</sup> (Figura 5.4).

Para el caso del SPTMR, este incremento puede ser en la línea base 15.600 l.ha.año<sup>-1</sup>, a 16.800 l.ha.año<sup>-1</sup>, es decir un 7.6%, pero cuando el proceso es completo y se implementan las fertilizaciones estratégicas y además se incluye el pasto Tifton y/o los sistemas silvopastoriles este valor puede pasar a 19.200 l.ha.año<sup>-1</sup> en 60 meses, lo que significa un incremento del 23.1%.

Si el proceso implica una mejora en la ración de los animales (es decir un incremento en el volumen suplementado en un 25%), este valor podría subir hasta 21.600 l.ha.año<sup>-1</sup>, lo que representa un aumento en la productividad del sistema de 38%, ambos sistemas mejoran la producción de leche y la eficiencia del uso de la materia seca.

**Figura 5-4.** Simulación de la Producción por hectárea de dos sistemas de producción de leche (1) SPMS y (2) STMRP



Si la productividad de leche viene mejorando los ingresos mejoran, puesto que varios de los costos se diluyen y aumentan los márgenes de contribución de los sistemas (Figura 5), una mejora en la rentabilidad de los sistemas de producción de leche podría estimular el crecimiento de la producción láctea en la región o caso contrario generar una contracción de los sistemas como ha sucedido en los últimos años, los resultados de rentabilidad se resumen en la siguiente tabla 5.2

**Tabla 5-2.** Resultados Económicos de la simulación de dos sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca (Colombia)

	SPMS (1)		SPTMRP (2)	
	Inicial t=0	Final t=60 mes	Inicial t=0	Final =60 mes
Línea base (3)	\$40.000	\$58.000	\$127.000	\$135.000
Línea mejorada Forraje (4)	\$150.000	\$210.000	\$312.500	\$375.000
Línea mejorada + suplemento (5)	\$200.000	\$260.000	\$350.000	\$450.000

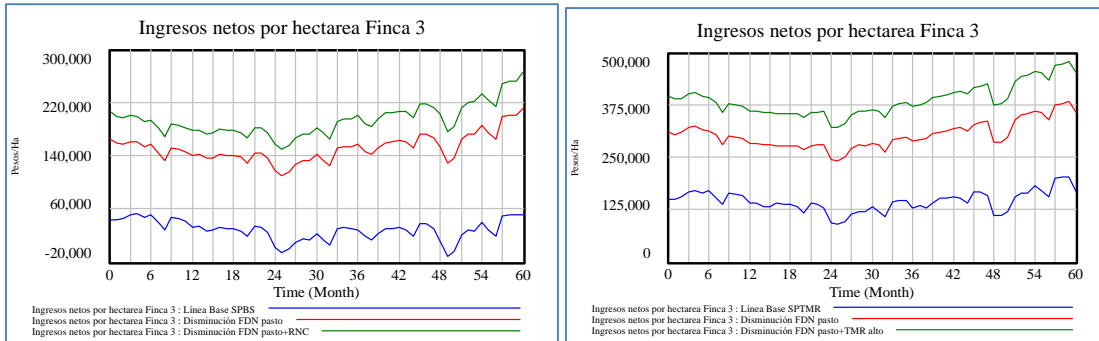
- (1) SPMS: Sistema pastoril con media suplementación; (2) SPTMRP: Sistema pastoril con Ración parcial mezclada.  
 (3) Línea base: Pastoreo +suplemento;  
 (4) Línea mejorada Forraje: pastoreo con mejoras en la fertilización o cambio de especie de mayor calidad;  
 (5) Línea mejorada con suplemento: Pastoreo con mejoras en los forrajes y mayor cantidad de suplemento o recursos no convencionales.  
 (6) Valores en pesos colombianos (TRM= COP\$3000 / U\$)



Los sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca plano tienen la competencia de cultivos sustitutos, para estos casos la referencia es el cultivo agroindustrial de la caña de azúcar que en estos momentos posee un ingreso bruto de 11.6 millones de pesos por ha para un contrato de 58 kg de azúcar por tonelada de caña por corte (a 13 meses), esto representa un valor ingreso neto de \$310.000 por ha.mes<sup>-1</sup> (Procaña, 2016).

Al comparar económicamente los dos sistemas, el productor aceptaría quedarse en la actividad lechera, si logra una prima de riesgo de un 10-20% por encima de la caña de azúcar, es decir unos 340 a 350 mil pesos de ingreso neto hectárea mes (unos 110 a 115 US\$.ha<sup>-1</sup>). Con este panorama los productores deben intensificar sus sistemas sino quieren ser absorbidos por sistemas agroindustriales más eficientes económicamente como el de la caña de azúcar. Por ello el modelo de sistema pastoril con TMR parcial no sólo optimiza la productividad de la tierra en el Valle del Cauca; sino que presenta rentabilidades superiores a los de la caña (Figura 5.5)

**Figura 5-5** Simulación de los ingresos netos por hectárea de dos sistemas de producción de leche (1) SPMS y (2) STMRP en el Valle del Cauca



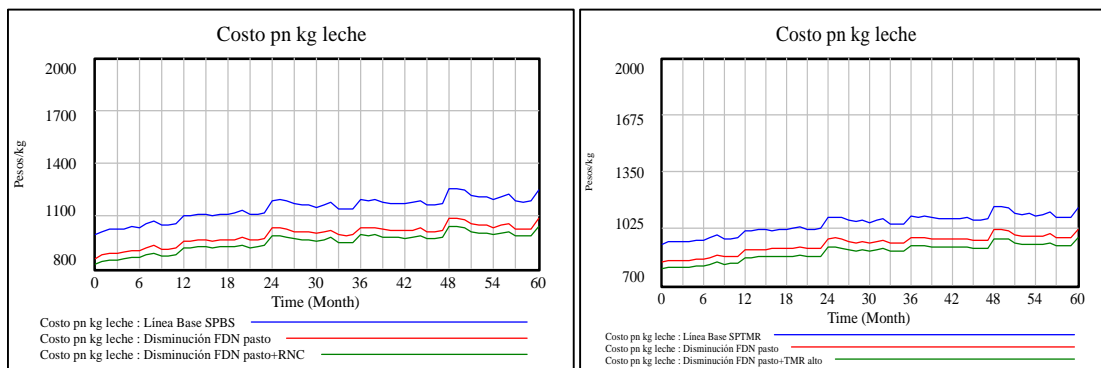
Los costos de producción de leche de los sistemas pastoriles se encuentran en \$900 para la línea base, \$830 para la línea mejorada con forrajes y \$800 para la línea mejorada con forrajes y suplementos, según las estimaciones de costo en 5 años los costos de producción de leche en esto sistemas subirán a \$1200, \$1050 y \$1000 respectivamente (Figura 6), lo que significa un incremento en el costo de producción en 5 años del 20 al 25%, un 4 a 5% de incremento anual, esto sin contar con un cambio drástico en la tasa de cambio del dólar, estos valores pueden considerarse competitivos, si el precio del dólar se encuentran en valores superiores a \$2500 o la leche en polvo en el mercado internacional está a precios superiores a U\$2200 por tonelada. Estos valores son 10% superiores a los encontrados en Antioquia en productores que pastorean y suplementan, pero su producción por vaca se encuentra entre 18 y 20 l.vaca.día<sup>-1</sup> (Barrios y Olivera, 2013).

Para el caso del sistema pastoril con TMR parcial, este sistema logra diluir más sus costos en leche debido a su mayor producción de leche por vaca, con valores \$960 para la línea base (actual), \$846 para la opción mejorada en forrajes y \$800 para el mejorado con forrajes y suplemento (Figura 5.6), el comportamiento de los costos muestra la tendencia a diluir el costo del sistema, pero deben estar realizando verificaciones de estos sistemas con el modelo de "costo de recursos domestico CRD", planteado por Estrada y

Holmann (2008) y verificado por Morales y Ortiz (2016) el cual muestra mayor competitividad del sistema TMRP Con 0.94, sobre el 0.96 de SPMS (ambos valores se consideran competitivos puesto que se encuentran por debajo de 1), esto quiere decir que el sistema depende en su mayor parte de recursos locales como la pastura, los arboles forrajeros y la mano de obra y no de productos importados.

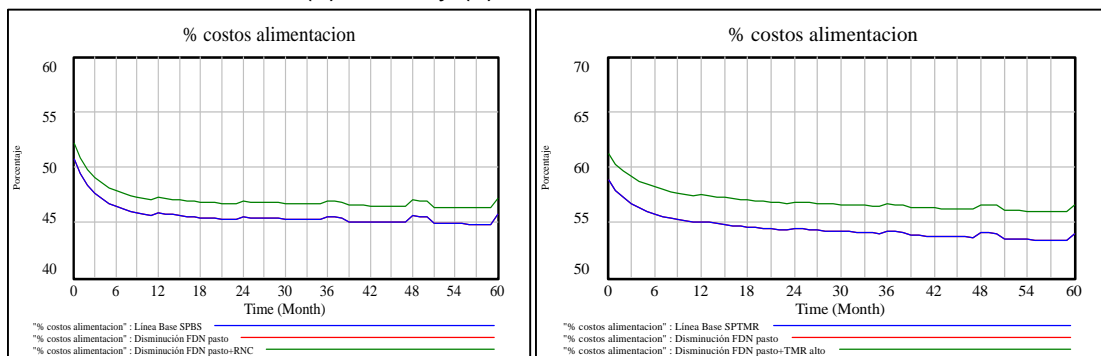
Los valores encontrados muestran que el factor que más afecta la competitividad regional es la tasa de cambio y que con valores por debajo de \$2000 por U\$, el sector queda totalmente desprotegido al mercado externo, colocando en riegos una gran cantidad de productores de leche que dependen de esta actividad, y este tipo de advertencias ya habían sido presentadas por varios autores Castro (2010); Estrada (2010).

**Figura 5-6.** Simulación de los costos por litro de leche de dos sistemas de producción de leche (1) SPMS y (2) STMR en el Valle del Cauca



El costo de la alimentación para el SPMS, es de 50 a 52% para la línea base y la línea mejorada, pero en la medida que la producción de leche sube este valor disminuye a valores cercanos al 45 a 47%, para el caso de SPTMR este valor inicia con 57 a 62% y termina en los 60 meses con 53 a 57% (Figura 5.7), este dato es alto si se compara con otros sistemas como el Uruguayo que invierte tan sólo un 43% en alimentación (Funcrea, 2013)

**Figura 5-7.** Simulación de los costos por litro de leche de dos sistemas de producción de leche (1) SPMS y (2) STMRP en el Valle del Cauca

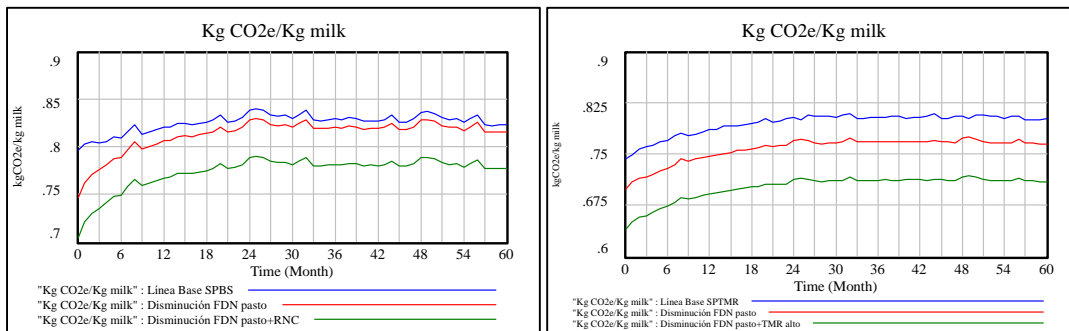


Los valores de CO<sub>2</sub>e por kg de leche calculados para este sistema fueron de 0.8 en la línea base a 0.7 en la mejorada para el tiempo cero y se sube de 0.8 a 0.82 Kg CO<sub>2</sub>-eq después de 60 meses, valores muy por debajo a los reportados por FAO (2010), que plantea que los sistemas pastoriles emiten 2.72 Kg CO<sub>2</sub>-eq./Kg de leche (Figura 5.8).

Los valores para el SPTMR fueron de 0.65 a 0.75 Kg CO<sub>2</sub>-eq./Kg de leche para el tiempo cero y se mantienen en el tiempo en 0.68 a 0.78 (Figura 8), es decir un 5 a 10% menos que los sistemas pastoriles, pero un 43% menos que lo reportado por FAO (2010), esto demuestra que ganar eficiencia en los sistemas disminuye de forma importante la generación de gases de efecto invernadero.

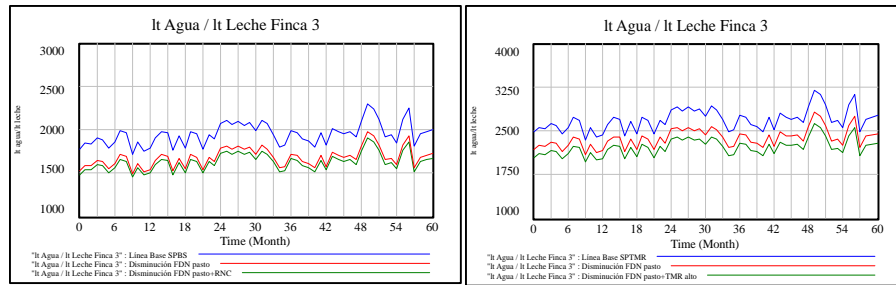
Si se toma como referencia los datos encontrados en el estudio de 0.8 Kg CO<sub>2</sub>-eq/Kg de leche, se puede estimar que la huella de carbono para los 300 mil litros producidos diariamente en el Valle del Cauca es de 89790 Tons de CO<sub>2</sub>-eq.Año<sup>-1</sup>, con lo cual si logramos intensificar los sistemas este valor se reduciría a 76.650 Tons de CO<sub>2</sub>-eq.Año, es decir lograríamos una reducción de 13140 Tons de CO<sub>2</sub>-eq.Año<sup>-1</sup>, lo que corresponde a una disminución del 14.6% de emisiones de gases de efecto invernadero GEI (Elaboración propia)

**Figura 5-8.** Simulación de los Kg de CO<sub>2</sub>-eq en dos sistemas de producción de leche (1) SPMS y (2) STMRP en el Valle del Cauca



El aumento de la producción de leche, también mejora la huella hídrica (Hoekstra, Chapagain, 2011), los valores para la línea base fueron de 1700 litros /l de leche y disminuyo al mejora la eficiencia a valores de 1500 l/l de leche (Figura 5.9), estos valores se mantuvieron durante los 60 meses para el sistema pastoril con suplementación media y para el caso del STMRP, los valores de huella hídrica fueron superiores con una línea base de 2500 l/l de leche y para las simulaciones mejoradas disminuyen a 2000 a 2100 L/Lt de leche, los cuales están por encima al 1020 l.l de leche reportados para huella hídrica en sistemas de producción de leche por Mekonnen y Hoekstra (2012). Esto indica que se deben revisar y estandarizar las metodologías de cálculo para estos valores; además desarrollar sistemas que mejoren la eficiencia en el uso del agua para la producción láctea, se convierte en una prioridad hacia el futuro.

**Figura 5-9.** Simulación de la huella hídrica (l de agua/l de leche) en dos sistemas de producción de leche (1) SPMS y (2) STMRP en el Valle del Cauca

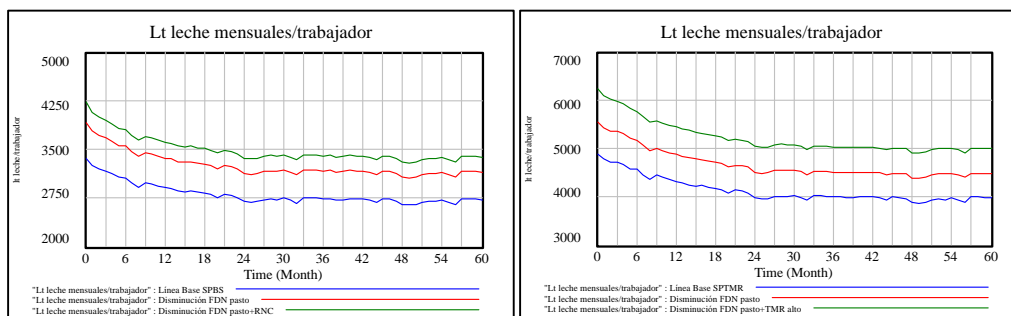


La eficiencia por hombre de los sistemas de producción de leche basados en sistemas pastoriles fue de 3350 l/mes (40.200 l.hombre.Año<sup>-1</sup>), con un valor final de 2750 l/mes (33.000 l.hombre.año<sup>-1</sup>), estos valores mejoraron tan sólo 42 mil l.hombre.año<sup>-1</sup> en los otros escenarios (Figura 10), valores muy bajos si los comparamos con lo reportado por Osorio (2014), quien es un estudio en trópico medio encontró valores de 73.281 l.hombre.Año<sup>-1</sup> con fincas con cargas de 3.1 UGG.ha<sup>-1</sup>.

El sistema pastoril con TMRP, mostro unos mejores indicadores, 4000 L.hombre.mes<sup>-1</sup> (48.000 l.h.año<sup>-1</sup>), y el valor mejorado con 60.000 L.hombre.año<sup>-1</sup>, estos valores son muy bajos comparado con los 301.021 L.h.año<sup>-1</sup> de Uruguay y lo 122.129 L.h.Año<sup>-1</sup> del sistemas pastoriles de leche en Quito (Ecuador) evaluados por Morales, Rodiño y Ortiz (2015).

Probablemente el factor que determina estos resultados, este relacionado con la presencia de vigilantes en los sistemas de producción de leche del Valle del Cauca, esto busca dar seguridad al ganado, pero les resta eficiencia económica al sistema, lo cual puede superarse con mayor seguridad en el campo y tecnologías de apoyo, hacia el futuro cercano en los nuevos escenarios de postconflicto.

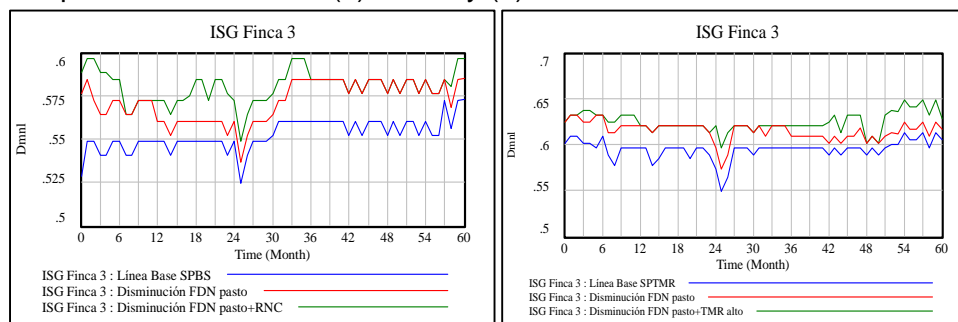
**Figura 5-10.** Simulación de la eficiencia de la mano de obra (Lt de leche mensuales/trabajador) en dos SPL: (1) SPMS y (2) STMRP en el Valle del Cauca



Al comparar los índices de sostenibilidad propuesto por Molina et al (2015) para evaluar sistemas de producción en el Valle del Cauca, se encontro, que en todos los escenarios el sistema pastoril con ración parcial mezclada SPTMRP, tuvo un mejor comportamiento (Figura 11), debido a que su modelo mejora indicadores como la producción de leche, la capacidad de carga, la productividad por hectarea, el resultado economico, la huella de carbono y los litros por hombre y sólo es superado por el sistema pastoril con suplementación media por la huella hidrica.

Por lo cual se sugiere que este sistema de TMRP debe ajustar mejor los conceptos de balance hidrico, manejo eficiente del agua y mejor uso de los riegos, para mantener su competitividad.

**Figura 5-11.** Simulación del Índice de Sostenibilidad Ganadera en dos sistemas de producción de leche (1) SPMS y (2) STMRP en el Valle del Cauca



### **Búsqueda de metas en productividad de los sistemas de producción de leche y Proyecciones de los mercados lácteo para el valle del Cauca 2016-2035.**

Si se quiere buscar una mayor eficiencia productiva y económica y mejorar la competitividad de los sistemas de producción ganadera en el Valle del Cauca, se deben buscar indicadores óptimos para cada sistema. Después de simular la eficiencia productiva y económica en sistemas pastoriles y silvopastoriles con suplementación media o suplementación en TMRP, se presentan los valores optimizados que ganaderos y técnicos deben buscar como metas u objetivos, si quieren lograr un buen nivel de competitividad (Tabla 5-3)

**Tabla 5.3.** Metas a alcanzar en sistemas típicos de producción de leche en el Valle del Cauca

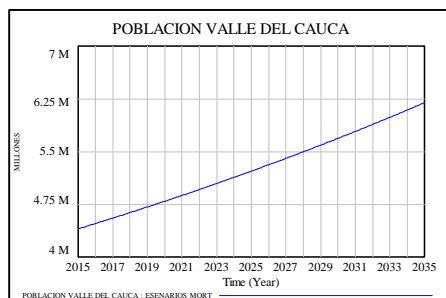
Variable	Unidad	SPMS	SPTMRP
Pastura	Especie	Tifton 85+SSP	Tifton 85
Suplemento forrajero	Producto	Ensilaje maíz	Ensilaje+ RNC <sup>1</sup>
Raza	%Taurino	50-75%	>75%
Vacas ordeño	UND	50-75	75-100
Producción Vaca día	kg.vaca.día <sup>-1</sup>	13-15	16-18
Suplemento concentrado	kg.vaca.día <sup>-1</sup>	4.0-5.0	5.0-6.0
Relación leche Concentrado	L:C	3.0-3.5	3.0-3.25
Precio leche	COP\$	1000-1150	1000-1150
Precio suplemento	COP\$	850-950	800-900
Litros libres	LL	10-12	12-14
Días Abiertos	Días	130-140	130-140
intervalo entre partos	Días	13.5-14.0	13.5-14.0
Natalidad	%	85-88%	85-88%
Mortalidad	%	2.0-3.0%	2.0-3.0%
Servicios por Concepción	Servicios	2.00-2.5	2.0-2.50
Eficiencia de Producción de leche	kg leche. kg MS <sup>-1</sup>	1.05-1.1	1.15-1.25
Unidades Gran Ganado por Ha	UGG.ha <sup>-1</sup>	4-5	5-7
Litros por hectárea año	l.ha.año <sup>-1</sup>	18.000-20.000	25.000-30.000
Eficiencia de la mano de obra	L.hombre.año <sup>-1</sup>	90.000-100.000	110.000-130.000

<sup>1</sup> RNC= Recurso no convencional o subproductos de las agroindustrias.

El Valle del Cauca crece a tasas de 1.6% anual (DANE 2013), con este crecimiento la población del Valle hoy es de 4.5 millones de personas y en el 2035, esta población habrá crecido a 6.19 millones de personas (Figura 11), esto considerando que las zonas urbanas crecen a razón de 1.89% y la rural decrece o emigra a razón de -0.25%.

Para ellos la demanda actual de leche se calcula en 1.4 millones de litros en el 2015, de los cuales tan sólo el 23% fue producido en el departamento, la producción restante llega de otras regiones como Nariño, Putumayo, Caquetá, Eje cafetero, Antioquía o del ingreso de leche en polvo y lacto sueros de otros países como Estados Unidos y Chile (FEDEGAN, 2015).

**Figura 5-12.** Simulación del crecimiento poblacional de Valle del Cauca (Elaboración propia)



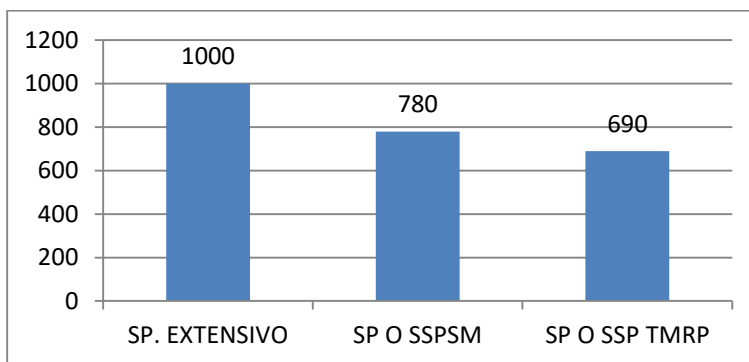
Según las proyecciones de crecimiento poblacional y siguiendo las recomendaciones de FAO 2014 para el consumo de lácteos y sus derivados, la demanda de leche crecerá exponencialmente con su población y se estima que para el año de 2035, el Valle requerirá cerca de 2.8 millones de litros diarios (Elaboración propia), esto indica que la producción de leche de la región deberá crecer hasta lograr por lo menos un 40% de las necesidades regionales, lo cual plantearía crecer entre 1 a 1.1 millones de litros por día para el año 2035; sin embargo si tomamos sólo el crecimiento al año 2020, las necesidades de leche en la región aumentarían en unos 300 mil litros, puesto que se pasaría de 1.4 a 1.7 millones de litros por día. Con este crecimiento en la demanda, se requerirá traer más leche de otros mercados o crecer la población de vacas lecheras a cerca de 15 mil vacas más en la región, esto es casi la población actual de vacas de leche, la cual se estima en unos 14 mil animales en ordeño diariamente (FEDEGAN, 2013)

El Valle del Cauca posee 2.2 millones de hectáreas (has) de tierra en su territorio, de los cuales el 52.6% son cordilleras, 33.3% es la zona pacífica y 14.1% es zona plana. El uso de suelo y su cobertura posee una 44 mil has en cultivos transitorios, 305 mil has en cultivos perennes (caña y café principalmente), 13 mil has en semipermanentes, 545 mil has en ganadería, 44 mil has en núcleos poblados y más de 1 millón de has en plantaciones forestales y vegetación primaria (CVC, 2012).

Si tenemos en cuenta que los dos sistemas de producción estudiados el pastoril y el pastoril con TMR poseen cargas de 3 a 6 animales por hectárea, tan sólo se requerirá un área de 6 a 7 mil hectáreas, para albergar cerca de 24 mil cabezas de ganado (entre vacas adultas, terneras y novillas), esto supondría tan sólo intensificar 1-2% de las 545 mil presentes en pasturas, sin embargo el ajuste de los modelos deberá hacerse de manera racional, en especial en zonas de ladera, para no generar impactos negativos como la erosión, la tala de bosques o daños en las fuentes de agua. Hoy amenazadas por otros agentes externos como la minería ilegal.

Si queremos incrementar la producción de leche debemos minimizar el impacto de la producción de carbono por litro de leche, para ello el sistema de menor emisión es el sistema pastoril con ración parcial mezclada SPTMRP con 680 tons de CO<sub>2</sub>-eq.Año<sup>-1</sup> (Figura 5.12), lo que representa un 11.5% menos que el sistema pastoril de media suplementación y un 22% menos que un sistema de producción extensivo extractivo, o los modelos de doble utilidad (leche y carne)

**Figura 5-13.** Emisión de Toneladas de CO<sub>2</sub>-eq diario de tres sistemas de producción para incrementar la producción de leche en 1 millón de litros en el Valle del Cauca



Para el caso de la huella hídrica el sistema de producción extensivo requeriría cerca de 1780 m<sup>3</sup>, pero 3 a 4 veces más tierra para producir el objetivo del millón de litro de leche por día, sin contar los daños que causa a cañadas o nacimientos; mientras que los sistemas pastoriles con media suplementación requieren de 1500 m<sup>3</sup> y el sistema pastoril con TMR-parcial requiere de mayor intensidad en agua con 1975 m<sup>3</sup>, para lograr el millón de litros. Con este panorama, se debe analizar más a fondo como aumentar la eficiencia hídrica de los sistemas, como usar el agua gris y azul en los procesos de riego y como optimizar el uso de agua para el lavado de establos y equipos.

El aumento en 1 millón de litros de leche por día requerirá de incrementar la fuerza laboral directa en cerca de 5000 empleos directos y un 25% más de indirectos, lo cual traerá beneficios sociales para la región, si esa leche se importa de otros departamentos, se generaría tan sólo 250 empleos directos para la región.

## CONCLUSIONES

La intensificación de los sistemas de producción lechera en el Valle del Cauca es benéfica para productores, técnicos y la comunidad en general. Los sistemas estudiados Pastoril o silvopastoril suplementado y el sistema pastoril mixto con ración parcial mezclada, logran aumentar la producción de leche por vaca y por hectárea, mejoran la productividad y los ingresos por hectárea mes, superando la agroindustria de la caña en la zona plana y en algunos casos al café en zonas medias, lo cual los hace más sostenibles y competitivos en costos ante los cambios del entorno y la volatilidad de los mercados.

Optimizar la carga animal y disminuir el área utilizable debe ser un compromiso de técnicos y ganaderos, pues esto permitirá desarrollar más actividades, optimizar el uso de



tierras costosas como las del Valle del Cauca o diversificar en forma paralela los sistemas de producción con nuevas alternativas como los sistemas hortofrutícolas, o sistemas forestales en las áreas de ladera con manejo extensivo. Ajustar tecnologías y prácticas de gestión por protocolos con procesos como la rotación de potreros, el riego, los abonamientos y la fertilización o la introducción de nuevas especies forrajeras y sistemas silvopastoriles, logran aumentar la productividad de los sistemas de producción de leche entre un 20 y 40% a los resultados actuales.

Una mayor cantidad y calidad de la suplementación forrajera y el uso de recursos alternativos no convencionales en las raciones, ayudara a densificar las raciones desde el orden proteico y energético y esto traerá como resultados mejoras en la producción láctea entre 10 al 25%, y un mejoramiento de los indicadores reproductivos de un 15 al 20%, además de beneficios ambientales pues estos sistemas logran disminuir entre el 20 y 30% las emisiones de gases efecto invernadero con relación a los sistemas extensivos y de baja productividad. Se requiere estandarizar modelos de predicción de la huella hídrica y tecnologías que mejoren el uso del agua ya sea para riego o lavado de equipos, estas tecnologías unidas junto a la conservación de forrajes, deben ayudar superar los inconvenientes que hacia el futuro generara los procesos de variación climática.

El Valle del Cauca incrementara los consumos de leche para los próximos 20 años y si se quiere desarrollar una producción eficiente, competitiva y sostenible en la región, los ganaderos deberán reconvertir e intensificar sus sistemas de producción a modelos que optimicen los recursos principales agua y tierra. Además de, mejorar la calidad de los forrajes, el uso de los recursos no convencionales disponibles, la calidad genética de los animales, los estatus sanitarios de las fincas y la calidad de los productos finales, esto apoyado en una disminución de la generación de gases de efecto invernadero, huella hídrica.

Para desarrollar el campo y la lechería en todo el departamento del Valle del Cauca y no sólo en la zona plana, se deberá trabajar en mejorar la infraestructura rural, mejorar los sistemas de seguridad y los servicios de salud, incrementar el nivel cultural del empleado rural, aumentar los índices de desarrollo humano, estimular modelos asociativos exitosos en cada micro cuenca, pues el incremento de la producción de leche en la ladera generara más empleo y desarrollo; siendo esto un verdadero laboratorio de construcción de paz, para lo cual el estado debe apoyar a productores e industriales para hacer realidad estos procesos.

## **Bibliografía (Capítulo 5)**

Brauner F. y Castillo C. C. 2012. Mathematical models in Populations Biology and Epidemiology, 2a edition. Ed. Springer Subject + business media. New York (www.Sprienger.com), 499p

Cavaleri S., Sterman J. 1997. Toward evaluation of systems thinking interventions: a case study. System Dynamics Review 13(2): pp. 171-186

Ceballos M. J., 1993. Matemáticas aplicadas a las ciencias agropecuarias. Modelos biomatemáticos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias Palmira, Departamento de Ciencias básicas, 92p.

Hinmenblau 1988. Optimización de Chemical Process. Ed. Mc Graw Hill, 1988.

FAO, 2010. Greenhouse has emissions from the dairy sector. A life cycle assessment. Report prepared by: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Animal productions and Health division.

Forrester, J. 1971. World Dynamics. Ed: Whright Allen Press.

Forrester, Jay W., 1981. Dinámica Industrial. Editorial Ateneo, Buenos Aires, 1981.

Forrester, J. 1994. Policies, decisions and information source for modelling En Morecroft & Sterman, 1994.

Garret Hardin, 1968. La tragedia de los comunes, V. 162, en Ciencia, traducido al Español por Horacio Bonfil en la Gaceta Ecológica, No. 37 Instituto Nacional de Ecología, México, 1995.

Gómez D., Zuluaga M., Hoyos S. Definición sistémica y simulación dinámica de escenarios. Aplicación a la economía Colombiana 2002-2027. Pdf. Metodologías y escenarios Colombia. Universidad Nacional de Colombia.

Lievano L.F., Londoño J.E., 2012. El Pensamiento Sistémico como herramienta metodológica para la resolución de problemas. En revista soluciones de postgrado EIA, Número 8 p. 43-65. Medellín, Enero-Junio de 2012.

Merlano Alberto, 1999. Notas de clase "El Paradigma de la complejidad" Corporación futuros ejecutivos, Bogotá 1999. Discusión sobre el capítulo del libro de Edgar Morin "Introducción al pensamiento complejo" Editorial Gedisa, Barcelona 1996.

Martínez S., Osorio D., Arango S. 2012. Dinámica de sistemas y modelos en sistemas agropecuarios. Curso actualización en dinámica de sistemas. Universidad nacional e Colombia, Palmira, Colombia 2012.

Meadows D.H. and Robinson J. 1985. The electronic oracle: Computer models and social decisions. John Wiley and Sons, Chichester, England.

Morales V.F., Rodiño P., Ortiz S. 2014. Comparación de la eficiencia en sistemas lecheros del Uruguay, Ecuador y Colombia. Pasantía internacional Universidad Nacional de Colombia, grupos Funcrea (Uruguay), Coprega (Ecuador). Por publicar

Nicholson C.F. 2007. Review of methods for modeling systems evolution. Department of applied economics and management, Cornell University, USA. ILRI 2007.

Nicholson C.F, Tedeschi I.O y Lellis Vieira A.C. 2011. Aplicación de modelos en el estudio de dinámica de sistemas para mejorar la rentabilidad y sostenibilidad de los sistemas de la producción ganadera en América Latina. II Simposio internacional "Genómica y modelación en los nuevos escenarios de la ganadería bovina tropical, Junio 22-25, 2011, Palmira, Colombia.

Pitroff W., Cartwright T.C., 2002. Modeling systems. A descriptive formalism. Archivo Latinoamericanos de producción animal, 2001. 10(3): 193-205

Pingali P. Y McCullogh E. 2010. Drivers of Change in global Agriculture and Livestock System. In Livestock, in a changing landscape, p. 5-10

Tedeschi L.O. ,2011. Aplicaciones de la dinámica de sistemas en la rentabilidad y sostenibilidad de sistemas ganaderos. Presentación Power Point, En II Simposio internacional de Genómica y Modelación. Junio 22-25, Palmira, Colombia

Schaffernitch, M. 2009. Indagación de situaciones dinámicas mediante la dinámica de sistemas. Tomo 1. Ed. Universidad de Talca. Chile.

Senge P., 1990. La quinta disciplina: El arte y la práctica del aprendizaje organizacional. Doubleday: New York

Sterman J., 2000. Business Dynamics. Ed. McGraw Hill, 982 p.

## **CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO**

### **ESTUDIO DE LA PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL VALLE DEL CAUCA (COLOMBIA).**

El crecimiento en la demanda de leche, el aumento en el ingreso per cápita, los procesos de urbanización, el mejoramiento de la capacidad industrial, las mejoras en las vías terciarias y secundarias del departamento en especial en las zonas de ladera, la racionalización en el manejo de los recursos naturales, las mejoras en las condiciones sociales y económicas de la región, la presión nacional y mundial por los procesos de productividad y competitividad, harán crecer el sector lácteo Vallecaucano en los próximos años.

Por lo tanto hacia el futuro hay que trabajar en desarrollar propuestas, estrategias y escenarios para los nuevos entornos competitivos a los que se enfrentaran los sistemas ganaderos de la región y el país, y discutir nuevos modelos como la intensificación sostenible (Nicholson, 2011), puesto que se deben ajustar los modelos actuales para implementar una ganadería incluyente, sostenible y económicamente sustentable.

La intensificación de los sistemas de leche en Colombia, deben buscar un mayor nivel productivo por vaca y por hectárea, esto se podrá conseguir mejorando la genética actual con animales superiores en condiciones tropicales, desarrollando programas genéticos dirigidos, mejorando el manejo de suelos y aguas, estructurando más y mejores sistemas de riego con programas de índole estatal y regional, introduciendo especies forrajeras de mejor calidad y digestibilidad que posean capacidad de adaptación a las variaciones climáticas, desarrollando sistemas silvopastoriles e introduciendo sistemas de raciones parciales mezcladas, que ayuden a incrementar el consumo de materia seca por vaca y la eficiencia de producción de leche.

#### **Eficiencia y Productividad**

Entre los limitantes de la eficiencia y productividad de los sistemas ganaderos del Valle del Cauca, se encuentran: los altos niveles de fibras (FDN) en los pastos y los forrajes, su baja digestibilidad, la baja suplementación forrajera y proteica, el bajo consumo de suplementos debido a sus altos costos con relación a la leche y a baja oferta de materias primas alternativas, debido a la reducción en las siembras de cultivos transitorios (maíz, sorgo y soya) y a la llegada de productos ya procesados al país que limitan y encarecen la oferta de subproductos agroindustriales.

La producción de pasturas durante todo el año, su productividad por Ha y la carga animal de los sistemas ganaderos en el Valle del Cauca, son la ventaja competitiva de los sistemas de lechería especializados en la región; sin embargo debe tenerse en cuenta que países competidores como Argentina y Uruguay tienen gran potencial de crecimiento

en sus hatos y podrán seguir intensificando su producción, por lo que el factor de eficiencia de producción de leche ( $\text{kg Leche.vaca}^{-1} / \text{kg.ms.vaca}^{-1}$ ) deber aumentar de  $0.97 \pm 0.15$  a valores superiores a 1.2, si queremos competir con lo que pasa a nivel mundial.

Para ello se debe optimizar el uso y la calidad de las pasturas, introducir especies de mayor calidad y menor fibra, desarrollar sistemas de riego y realizar un mejor balance de la planta y el animal, establecer programas de conservación y suplementación forrajera, densificar las raciones para mayor productividad por vaca, mejorar y uniformizar la genética, incrementar los estándares sanitarios y la calidad microbiológica y nutricional de la leche; son algunas de las tecnologías a ajustar en los sistemas ganaderos del Valle del Cauca para mejorar la competitividad

### **Pasturas y Nutrición**

Con el fin de mejorar las condiciones nutricionales de los sistemas de producción especializada de leche en el Valle del Cauca, se debe trabajar más sobre los sistemas de pastoreo, los sistemas de riego y fertilización de las pastura para su optimización productiva; además de introducir nuevos modelos o nuevas especies que mejoren la cantidad de proteína en la ración, disminuyan los valores de FDA y FDN e incrementen los valores de ENL, para lo cual las pasturas actuales a parte de tener mejores procesos de rotación, enmiendas al suelos, aplicación de riegos en épocas críticas y abonamientos o fertilización, no se deben realizar pastoreos superiores a los 25-27 días de descanso para el caso de ganado lechero, con alturas que no sobrepasen los 40 a 45 cm.

El trabajo identifica la posibilidad de incrementar el uso del pasto Bermuda cruzada (Tifton 85) o la introducción de sistemas Silvopastoriles con diferentes especies arbustivas, que tendrán como beneficio un mayor aporte de carbohidratos no estructurales al sistema, mejorar la relación CNF y proteína metabolizable y disminuir los valores de FDN en la ración.

La intensificación de los sistemas no sólo mejora la producción de leche; sino que aumentan la competitividad de los hatos y disminuye la producción de gases de efecto invernadero. El uso de suplementación forrajera con base en ensilados de maíz, caña o leguminosa como la soya, la alfalfa o sistemas arbustivos es una necesidad, si se quiere mitigar los efectos de la variabilidad climática. El aumento en el consumo de materia seca (5 a 10%) tendrá efectos positivos en la producción de leche de los hatos y la eficiencia de las raciones mejorara, si disminuye el % de FDN de la ración total y la producción de leche aumentara si se incrementa la proteína metabolizable en la ración.

La oferta de materias primas locales, el desarrollo de una agricultura diversificada por medio de la adecuación de tierras, distritos de riego, el uso de alternativas alimenticias no convencionales y el apoyo gubernamental para sustituir importaciones a precios competitivos, ayudarán a los sistemas ganaderos actuales a disminuir los costos de producción. Un aumento en la densidad energética en cada uno de los sistemas se verá

reflejado en un incremento de la producción láctea, aumento en la calidad composicional de la leche, mejoras en los indicadores reproductivos y en la salud del hato.

La escala productiva y el aumento en la automatización serán claves para mejorar los indicadores de costo de litro y la eficiencia de la mano de obra; otros conceptos como el incremento de calidad de vida de las comunidades, servicios públicos, capacitación y entrenamiento de la mano de obra y mejoramiento de la seguridad en el campo, permitirán lograr mejor desarrollo de los sistemas productivos de la región.

### **Productividad y Competitividad**

Un aumento en la productividad de los sistemas dará como resultados una mayor producción de leche y una disminución de los costos de producción del litro de leche. La intensificación de cada sistema de producción de leche dio como resultado que hay una relación directa al aumento en el consumo de materia seca y la producción de leche, además el uso de forrajes y subproductos agroindustriales suplementarios disminuirán el riesgo latente de la variabilidad climática; además que los sistemas se vuelven más eficientes en la emisión de gases de efecto invernadero GEI, por litro de leche.

La productividad y eficiencia de hatos lecheros en Uruguay, Ecuador y Popayán fueron superiores a los del Valle del Cauca. La mayor oferta forrajera al año y la capacidad de carga de los sistemas de leche en el Valle, no logran equiparar la competitividad de los sistemas de leche del Uruguay o de las zonas frías de Ecuador o Popayán, Los márgenes por litro de leche son menores y los sistemas actuales requieren de mayor inversión

Las simulaciones económicas, permiten crear escenarios de comparación entre sistemas y sirven para evaluar las distintas maneras de producir, entre mejor información tenga el modelador mejor serán sus resultados y ello servirá para tomar decisiones más acertadas para establecer políticas en las empresas ganaderas o para desarrollar modelos de producción competitivos y más ajustados a la realidad, el cálculo de estos modelos deberá contemplar el análisis de flujo de caja y fuentes de capital como una herramienta para lograr competitividad por parte de los productores

Un aumento de la eficiencia de alimentación ( $\text{kg leche.vaca}^{-1} / \text{kg.ms.vaca}^{-1}$ ), tendrá un efecto positivo sobre el costo de litro producido y aumentara el margen bruto o margen de contribución de los sistemas ganaderos del Valle del Cauca

El cálculos del Costo de los Recursos domésticos CRD y el costo de beneficio social CBS para los sistemas en condiciones normales de precio social de la leche y costo de los recursos transables y no transables mostraron índices menores a 1, lo que indica que los sistemas de producción de leche en la Valle del Cauca son competitivos; pero se debe fortalecer el indicador puesto que está muy cercano a 1 y esto lo que hace muy débil a cambios en el precio internacional o a la tasa de cambio, los sistemas de producción de leche son competitivos con precios internacionales de más de U\$2500 y tasas de cambio superiores a los U\$2500 U\$ por ton, con estos valores se consigue paridad entre el precio

social de la leche y los costos de producción de los productores y se podría considerar a la lechería como un negocio no sólo competitivo y rentable; sino sustentable.

Se corrobora que los índices de competitividad (CRD y CBS), son herramientas útiles para el análisis de la competitividad internacional de los sistemas de producción ganadera y para la construcción de políticas regionales. Con estos índices debe modelar el impacto del desarrollo de sistemas agrícolas regionales para la producción de granos a precios competitivos, que sirva para sustituir la importación de productos básicos como el maíz y la soya, y esto haría encadenamientos competitivos para el país.

Por lo anterior se puede concluir que los sistemas de producción más eficientes y competitivos en el Valle del Cauca son el Sistema pastoril o silvopastoril con suplementación media **SPMS** y los sistemas de pastoreo o silvopastoril mixtos con ración parcial mezclada **SPTMRP**. Los otros sistemas deberán revisar cómo se ajustan a estas condiciones para ganar competitividad, sin embargo para analizar la viabilidad de estos sistemas en el tiempo, se deben hacer estudios más específicos sobre los impactos ambientales de estos sistemas y sus efectos sociales para la región.

La intensificación de los sistemas de producción es benéfica, pues optimiza la carga animal, disminuye el área utilizable con alta presión agrícola y urbana. Ajustar tecnologías y prácticas de gestión de pasturas lograron aumentar la productividad entre un 20 y 40%, una mayor cantidad y calidad de la suplementación con recursos alternativos no convencionales trajo mejoras de producción láctea en 10 al 25%, en la reproducción en 15 al 20% y beneficios ambientales pues pueden disminuir entre el 20 y 30% las emisiones de gases efecto invernadero GEI.

El consumo de productos lácteos en el Valle del Cauca, crecerá en 2.8 millones de litros diarios para los próximos 20 años y si se quiere desarrollar una producción eficiente, competitiva y sostenible en la región, los ganaderos deberán reconvertir e intensificar sus sistemas de producción a modelos que optimicen los recursos principales agua y tierra.

## Anexo 1.

### RESUMEN DEL DESARROLLO DEL TRABAJO

# PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL VALLE DEL CAUCA (COLOMBIA).

El mundo de hoy enfrenta grandes retos para su desarrollo futuro, algunos de ellos no sólo relacionados con los desafíos de los modelos políticos y económicos actuales; sino en los efectos globales de la seguridad agroalimentaria y el cambio climático. Los constantes cambios en los mercados mundiales, la crisis energética y el crecimiento de la población vienen cambiando las tendencias de alimentación del mundo y esto hace que se deban repensar los modelos productivos agropecuarios actuales.

Fue en el año 2012 cuando en la reunión anual de las Naciones Unidas su Secretario General Dr. Ban Ki-Moon promulgo el interés de esta organización por conectar los puntos entre **cambio climático, escasez de agua y energía, salud global, seguridad alimentaria y empoderamiento de las mujeres**; en esos momento los procesos de apertura de nuestro país a nuevos mercados planteaban que las situaciones para los productores nacionales de leche serían nefastos, pues con un procesos revaluación en ese entonces de más del 15% sector lácteo no era competitivo, al compararse con sistemas productivos más eficientes o subsidiados de otros países y estas situaciones pondrían en riesgo el trabajo de cerca de 450 mil personas dedicada a la producción de leche en Colombia y cerca de 11 mil predios rurales del Valle del Cauca.

Se estima que la producción de leche mundial crecerá de 580 a 1043 millones de toneladas al año (Steinfeld. et al. 2010) generando proteína de calidad para el mundo, pero habrá que tener cuidado que no genere efectos ambientales negativos en las regiones. Para el caso del Valle del Cauca (Colombia) se estima que el crecimiento de la población hará que el requerimiento de leche y sus derivados se duplique de 1 millón de litros diarios a cerca de 2 millones de litros por día en 20 años, y el gran reto será conocer que tan competitivos serán los sistemas actuales para abastecer esos crecimientos o si son las importaciones de otros departamentos o países los que logran suplir estas necesidades.

Ya por el año 2006, la Sociedad de Agricultores y ganaderos del Valle y la Asociación de Zootecnistas del Valle, hablaban de la importancia de mejorar los sistemas ganaderos de la región y optimizar el uso de los recursos, algo similar fue comentado por el investigador Tomas Preston, quien indicaba sobre la importancia de mejorar la biocapacidad de la tierra y reducir la huella ecológica en la región. Es por ello que Zootecnista especialista en Administración de empresas y negocios internacionales, experto en productividad y



nutrición de ganado lechero y profesor de Agroindustria de Pastos y forrajes de la sede, Fernando Morales Vallecilla, decide emprender un estudio que no sólo comparara la productividad y competitividad de estos sistemas con relación a lo que se viene desarrollando en toda Latinoamérica y el mundo; sino que se pudiera comprender cuales de los factores productivos tenían el mayor peso sobre la eficiencia económica, social y ambiental y cuáles deberían ser las políticas de acción para mejorar esos factores para hacer una ganadería rentable, sostenible y adecuada para afrontar los nuevos entornos del mercado.

El país reconoce al Valle del Cauca plano (300 mil hectáreas) como una de las zonas de mayor desarrollo agroindustrial del país, ***pero desconoce el drama que viven cientos de productores que en las 1.2 millones de hectáreas de ladera viven muchas dificultades*** y buscan una nueva oportunidad de desarrollo con actividades que sean productivas, rentables y que superen los lastres sociales y económicos de esas zonas como lo han sido la guerrilla, el paramilitarismo, el narcotráfico, las bandas criminales y el abandono estatal en cuanto a vías y servicios públicos que hacen que una zona con gran potencial de generación de empleo sea hoy la cenicienta de la región; pero que es la zona llamada a vivir un nuevo futuro en los escenarios de posconflicto, y como el Zootecnista Morales comenta ***“con herramientas adecuadas esas zonas serán de un gran potencial productor para el país y los mercados externos, no sólo porque se cuenta con agua y tierras con potencial; sino porque su gran diversidad étnica y capacidad de trabajo de los campesinos entre los cuales tenemos Vallecaucanos, Nariñenses y colonización Antioqueña se podrán hacer grandes desarrollos y yo soy un convencido es ello”***

Para ello logro el apoyo del grupo de hortalizas de la sede que asigno como su director del trabajo al Zootecnista, Mg.C y Dr.C Sanín Ortiz G y como codirector al Dr. Pedro C. Martín, I.A, Dr.C, del Instituto de Ciencias Agropecuarias de Cuba, los cuales han venido apoyando la investigación de manera decidida; Además cuenta el Sr Morales que participo de los simposios de modelación en dinámica de sistemas que organizo el grupo de Ganado Hartón del Valle con el apoyo de los profesores Hugo Sánchez G., Carlos V. Durán, Rómulo Campos y Robert Blake, los cuales de manera acertada lograron contactar expertos en estos temas como los doctores Luis O. Tedeschi de la Universidad de Texas A&M y el Dr. Charles Nicholson de la Universidad de Pensilvania los cuales han aportado valiosa información y métodos al trabajo que vienen desarrollándose.

En el trabajo inicial se obtuvo información de 52 fincas de lechería especializada de la región, las fincas se caracterizaron por tener en promedio 41.3 has, con una composición racial de ganados taurinos basados en Holstein, Jersey y cebú, pero con gran crecimiento de la influencia de las razas Brahmán y Gyr, la producción por vaca en sistemas especializados caracterizados por la rotación de potreros, suplementación y ordeño sin ternero se encontraba en 11.5 l.vaca.día<sup>-1</sup> y los sistemas de doble propósito no superaban los 5 litros de leche por vaca, esto atribuido principalmente no sólo a la calidad de las pasturas de la región y a que los sistemas intensivos de 20 años atrás con base en ensilados de maíz y alfalfa en confinamiento ya no se hacen; sino al bajo consumo de materia seca registrado en estos sistemas los cuales no superan los 12 a 13 kg de materia seca por día.

La Eficiencia productiva (kg de leche producidos sobre kg de materia seca consumida) de los sistemas actuales no superan 0.97 +/- 0.15, cuando los sistemas ganaderos del departamento de Antioquía o la sabana de Bogotá se encuentran en 1.2 y los modelos de

Ración Total Mezclada de países desarrollados (Europa, Estados Unidos) y algunos países latinoamericanos como las zonas templadas de Argentina, México y Brasil llegan a 1.4. “Esto hace que haya más eficiencia por vaca en estos sistemas, lo cual otorga un beneficio económico y aumenta el costo de producción por litro en la región, este deberá ser el primer factor a mejorar” comenta el zootecnista Morales.

La productividad por hectárea fue de 7.965 litros por ha/año, valor muy por debajo a lo que presentan sistemas pastoriles como los de Nueva Zelanda que poseen unos 14 mil litros/ha; sin embargo con ajustes en las cargas animales, abonamientos, fertilización o silvopastoriles muchos ganaderos de la región logran superar los 15 a 18 mil litros por ha año. En estos sistemas además de los sistemas pastoriles y silvopastoriles con baja o media suplementación, se identificó un nuevo sistema semipastoril de ganadería industrial, el cual promueve no sólo la productividad y sostenibilidad de la ganadería; sino que integra un modelo de Ganadería empresarial, que tendrá un desarrollo fuerte en zonas planas o zonas intermedias de ladera, pero que será comparada constantemente con la competencia en tierra con cultivo agroindustriales que como la caña de azúcar, el café o las frutas han mostrado ya sus beneficios.

Los precios de la leche en varios países de Latinoamérica y sus costos de producción tenían una relación estrecha en la competitividad de los sistemas de producción, es por ello que durante el estudio se comparó lo que hacían varios de estos para mantener los costos de producción de leche y mantenerse en un negocio que no sobrepasa sino en pocos lugares los 10 centavo de dólar por litro en su margen de contribución o margen bruto, esto desestimula fuertemente a los productores pues ellos mismos aducen que gana más el industrial, el comerciante o un tendero con el litro de leche que el productor primario, el cual no sólo arriesga en nuestro país mucho capital, sino que está a expensas de los actores del conflicto en especial en las zonas de ladera y además comentan que el precio del litro de leche es menor que el de un litro de agua en la región y eso lo ven muy triste.

Al comparar lo que hacen otros países como Ecuador (zona Andina), Argentina y Uruguay, se llegó a la conclusión que el Valle del Cauca tiene sistemas más productivos en cuanto a la producción de Biomasa (forraje por año) y esto se corroboró en los trabajos de grado realizados por Felipe Ochoa, Alejandra Bedoya y Luisa Fernanda Sánchez, que encontraron que las vacas consumían forrajes con altos niveles de Fibra en las raciones, alto potencial productivo al año, pero consumos que sus consumos de materia seca por vaca no superaban los 9 a 10 kg/vaca/día medidos en kilos de material seco y esto hace que los sistemas regionales tengan mejores cargas que esos países, pero al comparar el consumo de materia seca medio (kg/vaca/día), las fincas Ecuatorianas de trópico alto y las de Uruguay tenían consumos superiores al 40% de las Vallec aucanas y esto era debido principalmente a la calidad de los forrajes usados en esas latitudes pues pastura como el Kikuyo, los Rye grass o diferentes variedades de Alfalfa tenían bajos valores de Fibra en detergente neutro de los forrajes y alta proteína al comparar con los usados en nuestra región, los cuales están basados principalmente en pastos como el Estrella, la Tanzania o las Braquiarias.

Para evaluar el consumo de forrajes también se estudió la calidad de los forrajes y su potencial productivo basados en metodologías de medición del tipo de fibras en los forrajes del trópico bajo y medio y se hicieron trabajos de comportamiento con animales en los que encontró que los animales en pastoreo en el Valle del Cauca dedicaban 8 horas del día a pastorear, 7 horas a rumiar, cerca de 6 horas a descansar para lo cual

buscaban lugares frescos o debajo de los árboles, 2.5 horas estaban en desplazamiento a los ordeños y sólo media hora dedicaron a beber agua; además que los bocados por minuto de los animales no superaron los 30, cuando en kikuyo o Rye grass estos valores están entre 50 a 60 bocados por minuto, es decir que las vacas se cansan de comer por lo duro del pasto, este trabajo simple pero metodológicamente sustentado, logro que los estudiantes tuvieran el reconocimiento de la universidad Nacional a mejores trabajos de grado de la universidad, los cuales para los estudiantes Solarte y de los Ríos, fue una sorpresa; pero para el Dr. Ortiz director del trabajo doctoral del profesor Morales y de los estudiantes de pregrado comenta “El método científico inicia su trabajo con la observación exhaustiva de los fenómenos y esto fue lo que logramos materializar en este estudio” fruto del trabajo y dedicación del equipo de jóvenes investigadores y con una baja inversión.

Para lograr los niveles de eficiencia que hagan competitiva y sostenible la actividad en la región se deberán ajustar medidas que optimicen la productividad ganadera, en primer lugar desde la perspectiva macroeconómica se requiere:

1. Mejorar la **infraestructura de vías secundarias y terciarias**, en las cuales el departamento del Valle en la ladera tiene un atraso cercano a 50 años, y muchas de estas vías aparecen ya pavimentadas (POTs regionales), cuando son trochas o caminos de herradura que limitan sacar los alimentos a costos competitivos, pues mientras el costo para un productor cercano a las ciudades de llegar al pasteurizador es del 5-7%, para los productores de la montaña este mismo costo es del 10 al 20% del precio promedio de la leche, lo cual no sólo afecta la rentabilidad pues el precio disminuye; sino que la calidad nutricional e higiénica se deteriora.
2. **Control de la tasa de cambio, un amigo acuñaba la frase “No hay mejor ministro de agricultura que una buena devaluación”**, hoy muchos de los productores logramos producir competitivamente (U\$0.27-0.3) a tasas de cambio de \$2800-2900/U\$, pero con tasas de cambio de \$1800/U\$ esto se sube a U\$0.35-0.4, ósea que un 25 a 30% de revaluación no lo resiste el sector real, pero hoy que paso lo contrario esto beneficia la producción local si y sólo si, se desarrollen los mecanismos para mejorar los sistemas agrícolas que son la fuente de insumos para el sector, lo cuales hoy dependen en gran parte del mercado externo.
3. Existe gran diferencia entre el **precio de venta del productor y el precio de venta del pasteurizador**, lo cual muestra una gran inequidad entre las ganancias del productor, el industrial y algunos canales de distribución (Estos últimos con muy poco control y malas prácticas competitivas) y parte del problema radica en que el país sólo ha industrializado el 50 o 60% de la producción láctea, lo que genera muchas distorsiones en la cadena.
4. Una banca completamente de espaldas a las necesidades del sector agropecuario, con **tasas muy altas a pesar de las tasas competitivas ofertadas por el banco central o tasas de fomento como Finagro** y esto no es lo grave (que establezcan sus tasas según el riesgo de cada productor); pero que presten y que **disminuyan los costos de los servicios para un crédito**, hoy un productor sin acceder a créditos y sólo por estudios ya puede haber pagado entre un 3 o 5%

del valor del crédito, en resumen los productores agropecuarios requieren créditos de mayor plazo que los que hoy establece el sistema financiero y que sus requerimientos para acceder a los mismos sean menos complejos y para ello el gobierno deberá intervenir.

5. Que los **programas del gobierno lleguen a los productores** que realmente lo requieren y no se queden en intermediarios gestores o interventores que aunque son importantes no estén dando el valor agregado total a los proyectos.
6. Mejorar los **Sistemas de servicios públicos en el campo** en especial energía, comunicación y promover el desarrollo de distritos y sistemas de riego, los cuales van a ser claves en el desarrollo agrario del país.

## DESDE LA PERSPECTIVA INTERNA DEL PRODUCTOR

Los productores han desarrollado históricamente una producción hasta la puerta de la finca, para lo cual deben desarrollar proyectos colectivos en nuevas formas de asociación viendo ejercicios en otras latitudes con Fonterra en Nueva Zelanda, Conaprole en Uruguay, etc. Que les permita participar en proyectos de mayor valor agregado en la producción, Por lo cual describo algunos puntos críticos del productor de leche:

1. **Procesos de Enfriamiento y centros de acopio**, los productos lácteos deben ser enfriados y agitados antes de 3 horas con el fin de controlar el desarrollo microbiológico y la acidez de la leche, se requiere desarrollar sistemas de frío sencillo o tanques de frío en las fincas, esto se logra a través de renovación tecnología en centros de acopio, mecanismos de asociatividad y desarrollo de tecnologías adaptadas en las fincas, además que muchas fincas hoy carecen de energía eléctrica.
2. Mejora en los **diseños prediales y estructuración de mejores sistemas de manejo de praderas, introducción de nuevas especies forrajeras y retomar el uso de leguminosas o fuentes proteicas**, para lo cual se debe mejorar los sistemas de transferencia de tecnología y poder apoyar a los productores con créditos blandos que fomenten la mejora de pasturas o el desarrollo de sistemas silvopastoriles o desarrollar campañas de apoyo a productores (Previa clasificación) para recibir apoyo a programas de fertilización a través de asociaciones o cooperativas.
3. **Suplementos estratégicos**, igual que el caso de la leche para que un alimento llegue a los hatos su costo de transporte puede estar entre un 5 a 10%, se debe controlar el valor de fletes y mejoras en la infraestructura, y se pueden desarrollar centros de alimentación para hacer más competitivo la logística de alimentos; además de adoptar políticas de seguridad agroalimentaria que fomente la producción de cereales (maíz, sorgo) y soya en el país, para disminuir su dependencia de productos importados, pero conservando el modelo de competitividad agrícola.
4. Cada sistema deberá **simular y modelar los puntos óptimos de productividad**, y estos deberán revisar la cantidad de suplemento por vaca, el incremento en el

consumo de materia seca y una búsqueda importante de la mejor relación Beneficio/Costo.

5. Introducir nuevas **variantes productivas como los TMR-P** (Raciones Mezcladas Parciales), que maximicen el consumo de materia seca y optimicen los procesos de fermentación en el rumen.
6. Realizar **control de insumos a productos de la canasta ganadera** como fertilizantes, medicamentos veterinarios o materiales para la reproducción.
7. **Apoyar Programas de mejoramiento genético** con el suministro de toros, semen o embriones, adecuados a las condiciones de cada sistema de producción
8. Programas de **reconversión tecnología en sistemas de ordeño**, con tasas de interés adecuadas y plazos largos (8-10 años) para esta reconversión, o desarrollar sistemas hipotecarios de reconversión tecnológica, modelos como el de **ordeño con sistema de vacío al potrero** serán claves para desarrollar la lechería en ladera.
9. Apoyar los **programas de capacitación y entrenamiento** que viene realizando las entidades del sector como FEDEGAN, las cooperativas, las Unidades de asistencia técnica y ejercer un mayor control a estos programas, con el apoyo de las Universidades estatales y el SENA, con la metodología “Aprender haciendo”
10. Mantener y **estructurar programas y líneas de investigación** de acuerdo a la priorización de las necesidades del país, en una discusión ampliada entre los entes académicos y productivos.
11. Por últimos es claro que la construcción de un **proceso de Paz real** y con condiciones de seguridad y desarrollo en el campo y la ciudad son claves para el desarrollo agropecuario del país.

## Anexo 2

### Registro fotográfico de los sistemas de producción en el Valle del Cauca (Morales, 2016)

<p>1. Sistema Pastoril de baja suplementación SISTEMAS DE BAJO COSTO Y BAJA PRODUCTIVIDAD &lt;1-2 VACAS.ha<sup>-1</sup>, &lt; 10 Lts Vaca, &lt; 5000 lts. Ha. Año</p>	<p>2. Sistema pastoril de media suplementación Sistemas de medio costo y media productividad 3-4 Vacas.ha<sup>-1</sup>, 10 a 13 Lts., 6000-15000 Lts.ha<sup>-1</sup>.año</p>
	

<p>2.1. Sistemas silvopastoriles</p>	<p>2.1. Sistemas Pastoriles de alta productividad y/o Ganadería industrial 5-6 Vacas.ha<sup>-1</sup>, 13 a 14 Lts., 15000-22000 Lts.ha.año</p>
	

<p>Sistemas Pastoriles de Ganadería industrial 4-5 Vacas.ha<sup>-1</sup>, 12 a 14 Lts., 15000-20000 Lts.ha<sup>-1</sup>.año</p>	<p>Sistemas mixtos con RTM Parcial Ensilajes de maíz, Alfalfa, bráxicas, Pastos de corte</p>
	

## Sistemas totalmente Confinado



## Sistemas totalmente Confinados (Ya no se encuentran en el Valle del Cauca)



## ANEXO 3

### TRABAJOS AGREGADOS PARA EL DESARROLLO DE LA TESIS DOCTORAL (DIRECCIÓN Y COAUTORIA)

#### **Evaluación del desarrollo, rendimiento y valor nutricional del pasto Estrella *Cynodon plectostachyus* y su respuesta a la fertilización con una urea de liberación lenta**

*Alejandra V. Bedoya, Zootecnista, Fernando Morales V. Zoot., Candidato a PhD, Sanín Ortiz G., Zoot, MSc., PhD.*

Universidad Nacional de Colombia. AA 237. Palmira, Valle del Cauca, Colombia Autor para correspondencia:  
[fmoralesv@unal.edu.co](mailto:fmoralesv@unal.edu.co), [sgortizg@unal.edu.co](mailto:sgortizg@unal.edu.co).

## INTRODUCCIÓN

La ganadería Colombiana es una actividad con área total en pasturas que ronda el 88% de la superficie agropecuaria nacional utilizada productivamente; en promedio por cada hectárea destinada a los cultivos, existen 7 hectáreas en pasturas (Rivas, 1995 citado en Zuluaga *et al.*, 2010).

Cuando el pastizal se utiliza como base de alimentación de los bovinos, el retorno de nutrientes al suelo se realiza de manera natural a través de hojarasca producida por el pastizal y por las excretas de animales en pastoreo; sin embargo, altas intensidades de pastoreo, reducen la acumulación de hojarasca y el reciclaje de nutrientes se produce solamente a través de las excretas animales en forma deficiente (Rodríguez *et al.*, 2001 citado en Jiménez *et al.*, 2010), por lo que se requiere aportar al suelo los nutrientes que requiere para apoyar la producción de biomasa (Jiménez *et al.*, 2010).

La fertilización química constituye uno de los rubros de importancia en los costos de producción de leche y su utilización es indispensable para lograr una oferta acorde con la demanda de nutrientes por la vaca lechera de alta producción (Zuluaga *et al.*, 2010). Con la práctica de la fertilización se busca aumentar la producción y la calidad del forraje, así como la capacidad de carga y la producción de leche por animal (Mejía *et al.*, 2014)

Entre los factores que influyen en la producción de forraje están la disponibilidad de agua, la fertilidad del suelo, la radiación solar, la temperatura y la edad de uso (Ricci *et al.*, 1997 citado en Paredes, 2001). Los resultados de la alimentación de ganado bovino con base en gramíneas ha demostrado bajos niveles productivos cuando estos no son fertilizados, debido a su menor valor nutritivo y poca producción en materia seca (MS) (Lamela, 2000 citado por Paredes, 2001).

La urea se destaca por su alto contenido de nitrógeno (N) y menor costo por unidad de nutriente aplicado; a pesar de estos aspectos favorables, este fertilizante tiene como característica indeseable una reacción inicial alcalino en el suelo, resultando en pérdidas



por volatilización de amoníaco, desnitrificación y lavado, cuando se aplica a la superficie (Harper *et al.*, 1987 citado en Barbieri *et al.*, 2010).

Las pérdidas de N reducen la eficiencia de recuperación o de absorción del N aplicado, el rendimiento, y por consiguiente, la eficiencia de uso agronómico (Fageria y Baligar .,2005 citado en Barbieri *et al.*, 2010 ). Por otra parte, el N perdido del sistema suelo-planta incrementa el riesgo de contaminación ambiental (Cassman *et al.*, 2002).

El uso de inhibidores de la actividad de la ureasa puede ser una alternativa para aumentar la eficiencia de urea en el suelo, mediante la reducción de la volatilización del NH<sub>3</sub> (Grant y Bailey, 1999). Entre estos inhibidores, se ha informado que NBPT (N- (n-butil) triamida tiofosfórico) es prometedor en la reducción de la volatilización del NH<sub>3</sub> en cultivos como la caña de azúcar (Cantarella *et al.*, 2008 citado en Curitiba *et al.*, 2013), trigo (Gioacchini *et al.*, 2002 citado en Curitiba *et al.*, 2013), cebada *Hordeum vulgare L.*, y el trigo duro *Triticum durum L.* (Malhi *et al.*, 2001 citado en Curitiba *et al.*, 2013).

El uso de fertilizantes nitrogenados puede ser necesario para mantener un alto nivel de producción forrajera. Los pastos responden satisfactoriamente a las aplicaciones de fertilizantes, aumentando su rendimiento y su contenido de nitrógeno total (Carrillo, 1974).

El presente estudio busca evaluar el desarrollo, rendimiento y valor nutricional del Pasto Estrella *Cynodon plectostachyus*, asociado a la fertilización con urea de liberación lenta, con relación a la urea tradicional.

## 1. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el Hato el Trejito, municipio el Cerrito, departamento Valle del Cauca, Colombia, a 3°41'02"N y 76°18'40"O, y una altura de 987 msnm, durante 28 días entre los meses de Marzo y Abril. Se evaluaron dos tratamientos en un área experimental de 0,56 ha distribuidas de acuerdo con los tratamientos. T<sub>1</sub>: Potrero No. 18 del Hato con 0,25 ha se fertilizo con 50 kg/ha de Urea 46% (CH<sub>4</sub>N<sub>2</sub>) y 50 kg/ha de Sulfato de Amonio [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] (Tratamiento testigo usado comúnmente en el Hato). T<sub>2</sub>: Potrero No. 4 del Hato con 0,31ha, se fertilizo con 50 kg/ha de urea de lenta liberación con inhibidor NBPT 40% + Azufre 6% y 50 kg/ha de Sulfato de Amonio [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>].

Los potreros sembrados 100% en Pasto Estrella, fueron pastoreados por vacas lecheras de la raza Pardo Suizo de 600kg de peso vivo, el ensayo inicio después del pastoreo, cada uno de los tratamientos de una sola aplicación efectuada el 27 de Marzo de 2015, con el método al voleo, este es usado cuando los fertilizantes deberían ser incorporados en el suelo después que la aplicación sea efectiva, o para evitar las pérdidas por evaporación de nitrógeno (FAO, 2002). La precipitación acumulada durante los 28 días de control fue de 184 mm de lluvias

Cada semana durante 28 días se tomaron 9 muestras de cada uno de los potreros distribuidas así: 3 en zona de pastura alta, 3 en zona de pastura media y 3 en zona de pastura baja; para medir las variables de forraje verde disponible (FVD), porcentaje de materia seca de la biomasa presente, numero de hojas de la pastura y altura de la

pastura. El día 28 se tomaron muestras para enviar a laboratorio y determinar el contenido nutricional.

Para determinar el número de hojas de la pastura se seleccionaron 20 plantas por muestra, a las que se les conto el número de hojas y al final se calculó un promedio. Para determinar la altura de la pastura, las muestras a aforar fueron medidas con una cinta métrica.

Para la determinación de FVD, se realizaron muestreos en cada unidad experimental con un marco de 0,25m<sup>2</sup> (0,5m x 0,5m); el forraje se cortó a una altura de 10 cm y fue pesado en una balanza digital. Para determinar la materia seca se tomó una submuestra de 25g de cada zona del potrero y se sometió al protocolo de determinación de materia seca en microondas (Petruzzi *et al.*, 2005), se utilizó un equipo LG modelo MS-0745v, 120V - 60Hz, de 9,0A de intensidad a la potencia máxima de 950W, con frecuencia de 2450MHz.

Finalmente el día 28 las muestras que se tomaron para la determinación de forraje verde disponible se mezclaron y se sacaron submuestras de cada potrero las cuales se secaron y fueron enviadas al laboratorio Elk river en Minnesota.

Se aplicó un diseño de bloques completos al azar con dos tratamientos, cuatro muestras y nueve repeticiones por muestra con los resultados del FVD, %MS, numero de hojas y altura de la pastura se aplicó un análisis de varianza utilizando el programa de análisis estadístico SAS 9.4. Para la comparación de promedios se aplicó la prueba multi-rango de Duncan ( $\alpha \leq 0,05$ ).

Para estimar la calidad del forraje se calculó en cada tratamiento el VRF y RFQ según Moore y Undersander, 2002.

## 2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al comparar los dos pastos con diferentes fuentes de urea, una de liberación lenta y la otra urea blanca tradicional, no se encontró diferencia significativa para los valores de materia seca (tabla 1)

Para el caso de la proteína bruta si se encontró una diferencia importante entre los dos tratamientos y la urea con liberación del nitrógeno acumulo mayor nivel de proteína cruda en el pasto ( $p < 0,05$ ) con relación a la urea tradicional, el nivel de Fibra detergente neutra disminuyo en 6.3%, lo cual indica que este tipo de ureas ayuda a la planta a no generar fibras tan rápidamente (Tabla 1). El valor relativo del forraje fue un 17% superior el del tratamiento con urea de lenta liberación, contra el lote testigo

Tabla 1. Comparación de dos fuentes de Urea en la composición y calidad del pasto Estrella Cynodon plestostachyus en la Hacienda el Trejito (Cerrito-Valle)

Tratamiento	Contenido nutricional				Calidad de la pastura	
	M. Seca	PC %	FDA %	FDN %	RFV %	RFQ%
1 Urea+SAM	35%a	8.88a	38.09a	62.33a	88.39a	84.25a

2	Urea LL+SAM	34%a	15.66b	24.08b	56.02b	103.54b	90.9b
---	-------------	------	--------	--------	--------	---------	-------

Los valores con letras diferentes mostraron diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), modelo 6 GL

La altura de la pastura entre tratamientos fue de 55.77 cm para el T1 y 59.88 cm para el T2, lo cual muestra una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) de 4.11 cm (Tabla 2)

El número de hojas fue en promedio a los 28 días de 7.63 hojas, y no se encontró diferencias entre tratamientos.

La materia seca de las muestras fue de 35.16 para el tratamiento 1 y de 33.83 para el tratamiento 2, sin embargo el tiempo de proceso puede marcar diferencia entre los tratamientos.

Al medir el forraje verde disponible FVD, se encontró diferencia significativa  $p < 0.05$ , a favor de la urea con liberación lenta de 0.36 kg.m<sup>2</sup>, lo que representa un incremento en la producción de pasto de 3600 kg.ha, unos 1242 kg.ms.ha<sup>-1</sup>, es decir un 22% más de forraje en el trabajo realizado.

**Tabla 2.** Evaluación de dos fuentes de Urea en la Altura, Número de hojas y Forraje verde disponible en pasto Estrella *Cynodon plestostachyus* en la Hacienda el Trejito (Cerrito-Valle)

Tratamiento		Altura (cm)	Numero de Hojas	M.Seca (%)	F.V.D (Kg)
1	Urea + SAM	55.77b	7.66a	35.16a	1.59b
2	Urea L. + SAM	59.88a	7.55a	33.83b	1.95 a
	PROMEDIO	57.83	7.63	34.5	1.78
	DMS 5%	2.64	0.45	0.29	1.20

### 3. CONCLUSIONES

La utilización de fuentes de nitrógeno de liberación lenta (urea con agrotain), es una alternativa para mejorar el nivel de proteína cruda en pasturas tropicales y disminuir los valores de fibra. Este tipo de urea aumento la cantidad de pasto por hectárea en un 22% y la calidad del forraje en un 17%, con lo cual se puede concluir que es una alternativa para la fertilización de pasturas en el Valle del Cauca.

El uso de nitrógeno en pasturas tropicales es importante, sin embargo se deben desarrollar más estudios acerca de la volatilidad del nitrógeno en forma de óxido nitrógeno (gas de efecto invernadero), su cantidad de uso y su aporte a la eficiencia de sistemas de producción de leche.

## BIBLIOGRAFÍA

- Echeverri, J., Restrepo, L. y Parra, J. Evaluación comparativa de los parámetros productivos y agronómicos del pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* bajo dos metodologías de fertilización. 2010, vol.7, n.2
- ESTRADA, J. Pastos y forrajes. 1 ed. Manizales: Universidad de Caldas - Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 1991. 196 p.
- Jiménez, O., Granados, L., Oliva, J., Quiroz, J. y Barrón, M. Calidad nutritiva de *Brachiaria humidicola* con fertilización orgánica e inorgánica en suelos ácidos. 2010, vol.59, n.228
- Lamela, L. Evaluación del establecimiento de la Bauhinia purpúrea y Albizia lebbeck en pastizales de *Panicum maximum*. 2000. Pastos y Forrajes 23(3):36-40.
- Mejía, A., Ochoa, R. y Medina, M. Efecto de diferentes dosis de fertilizante compuesto en la calidad del pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). 2014, vol.37, n.1 [citado 2015-03-02], pp. 31-37.
- Perales, A., Loli, O., Alegre, J., y Camarena, F. Indicadores de sustentabilidad del manejo de suelos en la producción de arveja (*Pisum sativum* L.). 2009, vol.8, n.1
- Ricci, H., Guzmán, L., Pérez, P., Juárez, V. y Díaz, A. 1997. Producción de Materia Seca de siete gramíneas tropicales bajo tres frecuencias de corte. Pasturas Tropicales 19(2):45-49.
- Rivas, L. Desarrollo de los sistemas de producción bovina en Colombia. En: Memorias seminario internacional estrategias de mejoramiento genético en producción bovina tropical. Medellín: Ed. A.C. López. 1995.
- Rocha, G., Evangelista, A., De Lima, I. Nitrógeno y Producción de Materia. Seca, Teoría del Rendimiento de Proteína Bruta de Gramíneas Tropicales. 2000. Pasturas Tropicales 22(1):4-8.
- Rodríguez, I., Crespo, G. y Fraga, S. Efecto de las excreciones del ganado vacuno en el rendimiento y composición mineral del pasto y en la composición química del suelo. 2001. En: Primer foro Latinoamericano Pastos y Forrajes. San José de las Lajas, La Habana. Cuba. pp. 6-12.
- Sánchez, E., Ávila, G., Gardea, A., Muñoz, E., Ruiz, J., Moreno, L. 2008. Nitrogen metabolism in roots and leaves of green bean plants exposed to different phosphorus doses. Phytion (B. Aires) [online]. vol.78, n.1, pp. 11-16.

FAO. 2002. Los fertilizantes y su uso. IFA. Roma. 87p.

Echeverri Zuluaga, Julián, Restrepo, Luis Fernando, & Parra, Jaime E. (2010). Evaluación comparativa de los parámetros productivos y agronómicos del pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* bajo dos metodologías de fertilización. *Revista Lasallista de Investigación*, 7(2), 94-100. Retrieved June 18, 2015, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-44492010000200010&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492010000200010&lng=en&tlng=es).

BARBIERI, PA; ECHEVERRIA, HE; SAINZ ROZAS, HR y MARINGOLO, M. Fertilización de maíz con urea de liberación lenta: pérdida por volatilización y eficiencia de uso de nitrógeno. *Cienc. suelo* [online]. 2010, vol.28, n.1 [citado 2015-06-18], pp. 57-66 . Disponible en: <[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-20672010000100007&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672010000100007&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 1850-2067.

Grant, C.A., and L.D. Bailey. 1999. Effect of seed-placed urea fertilizer and n-(n-butyl) thiophosphoric triamide (NBPT) on emergence and grain yield of barley. *Canadian Journal of Plant Science* 79:491-496.

Curitiba Espindula, Marcelo, Soares Rocha, Valterley, Alves de Souza, Moacil, Campanharo, Marcela, & de Sousa Paula, Guilherme. (2013). Rates of urea with or without urease inhibitor for topdressing wheat. *Chilean journal of agricultural research*, 73(2), 160-167. Recuperado en 18 de junio de 2015, de [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-58392013000200012&lng=es&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-58392013000200012&lng=es&tlng=en). 10.4067/S0718-58392013000200012.

**Evaluación del rendimiento y el valor nutricional del pasto estrella africana *Cynodon plectostachyus*. y *Cynodon nlemfuensis* cv Tifton 85 en la Hacienda el Guabito ubicada en La Paila – Valle.**

*Luisa Fernanda Sánchez, Fernando Morales Vallecilla, Zoot, Candidato a PhD; Sanín Ortíz, Zoot, MSc., PhD.*

Universidad Nacional de Colombia. AA 237. Palmira, Valle del Cauca, Colombia

Autor para correspondencia: [fmoralesv@unal.edu.co](mailto:fmoralesv@unal.edu.co), [sgortizg@unal.edu.co](mailto:sgortizg@unal.edu.co).

## **INTRODUCCIÓN**

El estudio de la morfología de las plantas gramíneas forrajeras a medida que pasan las edades fenológicas, evaluando su rendimiento, es un componente fundamental para determinar planes de alimentación eficientes y productivos (Nascimento *et al.*, 2002).

La productividad de una gramínea forrajera se basa en el desarrollo de las hojas y los tallos, un proceso importante de restauración del área foliar sobre condiciones de pastoreo, siendo influenciada por los factores abióticos (temperatura, radiación solar, entre otras) y bióticos (potencial genético, edad de la planta, entre otros) (Gomide, 1997).

A medida que la planta crece, la composición nutricional cambia, esto varía primordialmente por la edad, el suelo, los fertilizantes, las diferencias genéticas entre las especies y variedades, las épocas del año y los periodos de corte, también se ha encontrado por lo general, durante el desarrollo de la planta se presentan bajos niveles de los elementos N, P y K, debido probablemente a un efecto de dilución de los elementos minerales producidos en la materia seca (Gomide, 1976).

El área foliar remanente pos-pastoreo permite rebrotar y recuperar reservas a la planta facilitando que el forraje de interés predomine en el terreno (Donaghy y Fulkerson, 2001). El material senescente es el remanente de ciclos de pastoreo previos que los animales no consumen por diversas razones y que puede utilizarse como indicador de eficiencia en el pastoreo (Waite, 1994) sin comprometer el adecuado rebrote y la persistencia de las pasturas (McCutcheon, 2011, Fulkerson y Donaghy, 2001).

Algunos pastos como la estrella africana, debido a su morfología, tienden a producir mayor cantidad de material senescente, lo cual eventualmente hace que los animales consuman principalmente rebrotes tiernos en el dosel de la pastura sin llegar al estrato inferior, que crea un colchón cada vez mayor (senescencia); sin embargo existen prácticas de manejo de pasturas para disminuirlo y facilitar un rebrote con mejor estructura (más hoja y menos tallo) y palatable para los animales en pastoreo (Andrade, 2006).

La edad de la planta y su valor nutricional determinan dos indicadores de calidad, siendo estas determinantes en la productividad (Oliveira *et al.*, 2000). La disponibilidad de biomasa en los potreros se relaciona directamente con la capacidad de carga y sirve como base para elaborar presupuestos forrajeros a través de estimaciones sucesivas de la disponibilidad de biomasa por animal (McCutcheon, 2011).

De esta manera, los estudios sobre la producción de materia seca, los intervalos de corte y la composición bromatológica de las gramíneas forrajeras de alta producción son importantes para definir estrategias del manejo de rotación en potreros.

El propósito del estudio fue comparar el rendimiento cuantitativo y cualitativos de *Cynodon plectostachyus*. y *Cynodon nlemfuensis* cv Tifton 85 en cuanto a altura, cantidad de biomasa y determinar la diferencia de acumulación de materia seca y su valor nutricional en tres momentos del corte (pastoreo)

### **Materiales y métodos**

El estudio se realizó en la Hacienda el Guabito, ubicada en La Paila con las siguientes características en el último año temperatura 25°C, altura 926 m.s.n.m., pluviosidad 1200mm., brillo solar 340Cal/cm<sup>2</sup>. Se utilizaron equipos como metro, cerca eléctrica, guadaña, cinta, tijera podadora, avisos, cuadro de aforo (50 cm<sup>2</sup>), Urea, DAP, Sulfato de Potasio, Gallinaza, manguera riego 1/2 pulgada, báscula digital, horno, bolsas de papel

El periodo de ocupación por el ganado lechero de los potreros duró 4 días, luego se emparejo los lotes a estudiar con la guadaña el 19 de febrero del 2015 para la época seca (Figura 1), el 26 de marzo del 2015 para la época lluviosa (Foto 1), dejando el pasto de 15-20 cm de alto los dos lotes, uno de estrella y el otro de Estrella Tiftón 85.

Se utilizó un diseño completamente al azar, el tamaño de la unidad experimental fue de 30m<sup>2</sup> (10m de Largo x 3m de Ancho), cada lote se dividió en 3 franjas de 10m<sup>2</sup> ver Fig. No. 3 para aplicar diferentes niveles de fertilizaciones (Fig. No. 4, 5). La fertilización se realizó en una sola aplicación 6 días después; Los tratamientos en la aplicación de fertilizantes fueron: Alta (1000 Kg Gallinaza.ha<sup>1</sup>, 75 Kg Urea/ha<sup>1</sup>, 15 Kg de Fosfato Diamónico DAP.ha<sup>1</sup>, 10 Kg de Sulfato de Potasio SO<sub>4</sub>K.ha<sup>-1</sup>), media (1000 Kg Gallinaza.ha<sup>-1</sup> y 50 Kg de Urea.ha<sup>-1</sup>) y baja (1000 Kg Gallinaza.ha<sup>-1</sup>), Durante el manejo cotidiano de la Hacienda, se riega 30mm/lote una vez cada pastoreo, cumplido los 5 días se realizó el riego de esos lotes según lo programado por la Hacienda.

Figura 1. Diseño del experimento en el área de trabajo

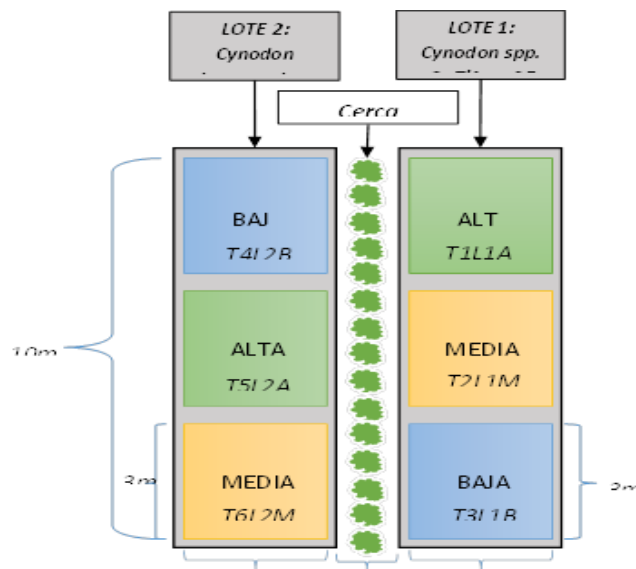
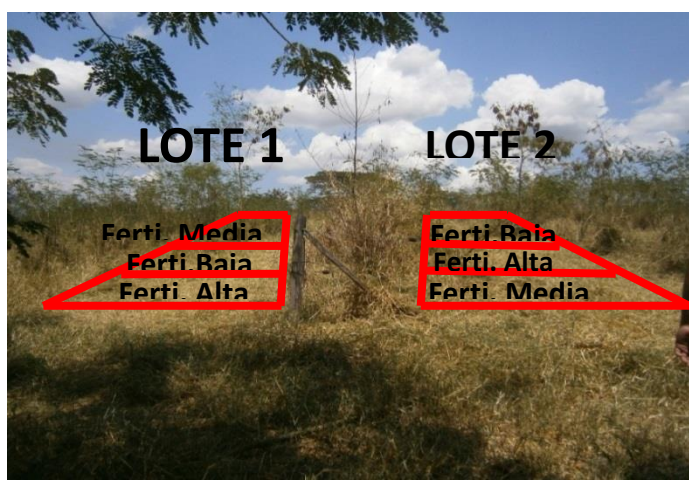


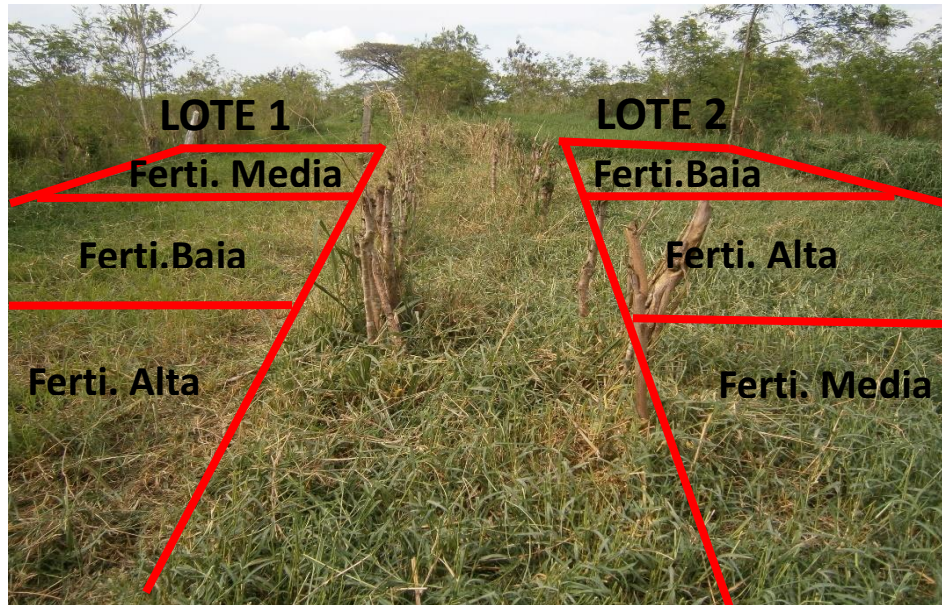
Foto 1. Se empajó el Lote de 15 a 20cm de alto con guadaña para dar inicio al Día 1 en época seca  
 Foto 2. Se empajó el Lote de 15 a 20cm de alto con machete para dar inicio al Día 1 en época lluviosa



Foto 3. Se aplicaron fertilizaciones diferentes en el Lote 1 *Cynodon plectostachyus*. y Lote 2 *Cynodon nlemfuensis* cv Tifton 85 en época seca.







4. Igual se le aplicaron las fertilizaciones diferentes en ambos lotes en época Lluviosa.

Para la recolección de datos, se realizaron aforos en cada tratamiento cumplidos los días 20, 25 y 30 del experimento ver Fig. No 6, y se evaluó disponibilidad de forraje verde FVD ( $\text{Kg.m}^{-2}$ ), y acumulación de materia seca MS  $\text{Kg/m}^2$ , luego, se tomó 20 plantas de cada tratamiento al azar y se les determinó altura en centímetros desde la base del tallo hasta la última lígula, utilizando una regla graduada en centímetros y porcentaje en la relación de Hoja/Tallo, pesando los tallos aparte de las hojas ver Fig. No 7. También, se realizó análisis bromatológicos en la Universidad Nacional de Colombia de la Sede Medellín para el tratamiento de la fertilización alta en cada lote cumplido los días 25 y 30 del experimento.

Foto 5. Aforo a ras del suelo para cada tratamiento en Lotes 1 y 2.  
Foto 6. Peso de las hojas sin tallos para determinar relación Hoja/Tallo.



Los procedimientos anteriores se repitieron para evaluar rendimiento en dos periodos seco y lluvioso, según Cenicaña © en el calendario pluviométrico anual del Valle del río Cauca la primera temporada seca inicio el 16 de diciembre del 2014 y finalizó el 15 de febrero del 2015, luego, continua un periodo de transición el cual inició el 16 de febrero y

finalizo el 25 de marzo, es en este periodo donde se evalúa el rendimiento de las pasturas llamado época seca, seguidamente comienza la primera temporada lluviosa desde el 26 de marzo hasta el 25 de mayo, también en este periodo se evalúa rendimiento de las pasturas nombrado como periodo lluvioso.

La información relativa a las condiciones climáticas durante el período experimental según la Tabla No. 1 fue obtenida de la Base de datos de la Red Meteorológica Automatizada (RMA) y otros servicios en la Estación La Paila (Cenicaña, 2015).

**Tabla No 1. Comportamiento meteorológico semanal en la Hacienda el Guabito (La Paila)**

Periodo	No. Semana	Fecha	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Radiación Solar (Cal/m <sup>2</sup> )	Evaporación calculada (mm)
PERIODO SECO	Semana 1	19-feb	24,5	71	489	5,4
	Semana 2	26-feb	24,7	72	554	6,6
	Semana 3	05-mar	24,9	72	528	6,1
	Semana 4	12-mar	24,1	82	398	4,3
	Semana 5	19-mar	22,3	85	407	4,2
PERIODO LLUVIOSO	Semana 6	26-mar	23,6	82	405	4
	Semana 7	02-abr	24,6	80	442	4,6
	Semana 8	09-abr	24,5	77	497	5,7
	Semana 9	16-abr	23,7	81	520	6,1
	Semana 10	23-abr	25,3	78	528	5,7
	Semana 11	30-abr	24,4	75	354	3,8

A continuación, se describe el comportamiento meteorológico semanal durante el estudio:

**Tabla No 2. Variables climáticas observadas durante los períodos seco Y lluvioso del estudio**

PERIODO	FECHA	Precipitación SUMA	Evaporación SUMA	Evaporación PROMEDIO
SECO	19 FEB- 25 MAR	176,4	186,8	5,33
LLUVIOSO	26 MAR - 25 ABR	146,9	144,8	4,67

Las variables de respuesta fueron: Producción de biomasa (gramos/m<sup>2</sup>), Materia Seca (%MS), altura en centímetros (cm), relación Hoja/Tallo (%H/T) a los días 20, 25 y 30 de cada época y análisis Bromatológico: Cenizas (%CEN), Extracto etéreo (%E.E.), Fibra Detergente Acida (%F.D.A.), Fibra Detergente Neutro tratado con amilasa (%F.D.N.), y Proteína Cruda (%P.C.) a los días 25 y 30 de cada época en los tratamientos con fertilización alta.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La biomasa, que involucra a la planta integral, constituye la base para calcular la cantidad de forraje necesaria para alimentar cierto número de bovinos relacionándose directamente con la capacidad de carga animal, dada a su calidad y los requerimiento de peso, estado fisiológico y producción.

La altura del pasto Tifton a 30 días fue superior al pasto estrella normal, el valor de tifton fue de 34.04 cm y el del estrella de 27.8 cm (Tabla 3)

Se presentó una diferencia significativa en la acumulación de biomasa  $p < 0.05$  a favor del pasto Tifton 85, con valores de biomasa de 1951 g.m<sup>2</sup> para el Tifton 85 y 946.6 g.m<sup>2</sup> para el Estrella normal, en época seca y época lluviosa el tifton supero la estrella normal en las condiciones de la hacienda el Guabito, produciendo el doble de biomasa al día 30 (Tabla 3).

La relación hoja tallo del pasto Tifton 85, fue superior a la encontrada en pasto estrella ( $p < 0.05$ ), con lo cual se observa unas mejores características para ser pastoreado por parte de los animales, no se observó diferencias significativas para los valores de materia seca entre especies (Tabla 3)

**Tabla 3. Valores de las medias para las diferentes especies Tifton – 85 y *Cynodon plectostachyus***

Especie	Altura (cm)	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )	Relación Hoja/Tallo	% Materia Seca
<i>Tifton - 85</i>	34,039a	1951,1a	0,69056a	25,3333a
<i>Cynodon plectostachyus</i>	27,762b	946,6b	0,54389b	26,5556a
Promedio	30,9005	1448,85	0,617225	25,94445
DMS 5%	3,122	265,5	0,1213	1,355

*Medias con la misma letra dentro de la misma columna no son diferentes significativamente*

No se presentó diferencia estadística entre los valores de extracto etéreo para las muestras de pasto estrella y Tifton 85, los valores se movieron en promedio en  $1.74 \pm 0.47$  para estrella y  $1.70 \pm 0.46$  para el Tifton (Tabla 4)

Tampoco se observó diferencia significativa entre los valores de FDA, los cuales estuvieron  $37.07 \pm 4.17$  para el Tifton 85 y  $38.8 \pm 2.62$ , sin embargo si se observa una diferencia entre en el valor de FDA antes de los 25 días con 33.6%, contra un 36.8% de la estrella, con lo que se puede analizar que la especie Tifton debe ser aprovechada antes de los 25 días de descanso, para utilizar su mayor cantidad de nutrientes (Tabla 4)

Para el caso de la FDN, aunque estadísticamente no se observa diferencia significativa entre las especies, nutricionalmente si existen diferencias, puesto que la estrella normal presento valores altos de  $69.45 \pm 3.1$ , contra  $64.2 \pm 7.14$ , esta diferencia puede representar 0.7 Kg de materia seca de consumo de un animal, y si se considera sólo los datos de la

estrella y el Tifton 85 en los primeros 25 días se observa que estos valores son muy diferentes con 66.8 para estrella y 58.9 para el Tifton, esto representa en el animal un mayor consumo del Tifton en 1.2 Kg de materia seca por animal por día (Tabla 4).

Los valores de proteína y cenizas no mostraron diferencias significativas cuando se tomaron todos los resultados del trabajo, sin embargo el valor de Tifton 85, supero siempre la estrella en 2.18%, lo cual es significativo nutricionalmente, pues una vaca que consumo 9 kg de materia seca de al día estaría consumiendo 190 gramos de proteína lo que representa cerca de 2 litros más de leche, y si se comparan los resultados antes de los 25 días la diferencia era de un 25% a favor del Tifton 85, con un 18.05% de proteína, contra un 14.45 de la estrella normal.

**Tabla 4. Valores de las medias del contenido nutricional para cada especie**

	% Extracto etéreo	% Fibra detergente acida	% Fibra detergente neutra	% Proteína cruda	% Cenizas
<i>Tifton - 85</i>	1,70a	37,07a	64,20a	14,55a	10,92a
<i>Cynodon plectostachyus</i>	1,74a	38,87a	69,45a	12,37a	10,37a
Promedio	1,72	37,97	66,83	13,46	10,65
DMS 5%	0,7663	2,664	6,227	3,755	6,436

*Medias con la misma letra dentro de la misma columna no son diferentes significativamente*

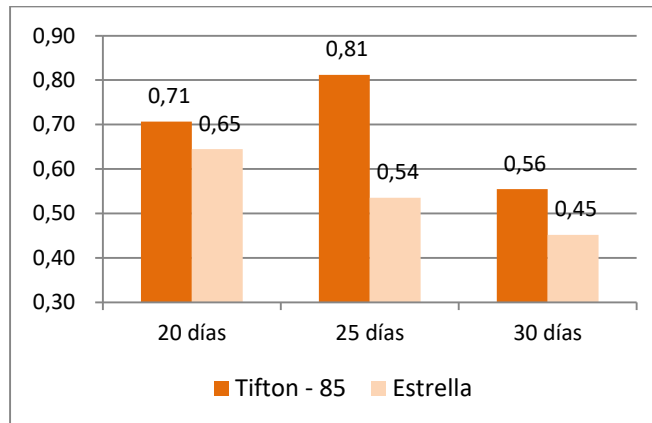
### Relación Hoja Tallo

El pesaje por separado de las hojas y los tallos y evaluar su relación, permite clasificar las especies estudiadas como productora de hoja o de tallo durante los días 20, 25 y 30. Cuando el resultado de la relación sea inferior a uno, expresará mayor peso de los tallos, y cuando sea superior a uno, indicará mayor peso de las hojas.

En el trabajo se observó que el valor de la relación se incrementa con la edad corte, lo cual indica incremento en el peso de las hojas, y seguidamente en el día 30 el valor disminuye y se inicia una fase de senescencia, con lo cual se observa que las relaciones hoja tallo se encuentran en mejores valores hacia los días 25 en épocas de lluvias y épocas secas. El valor encontrado para la relación hoja tallo fue superior en el Tifton 85, con 69%±24%, contra 54.4±14.1 de la Estrella normal (Figura 2)

Esta mejor relación hoja tallo del Tifton explica la razón de los mejores resultados técnicos en proteína, FDA y FDN, que la estrella africana usada normalmente por los productores.

**Figura 2. Relación Hoja Tallo entre pasto Estrella Africana y Pasto Tifton 85.**



## CONCLUSIONES

Al comparar los resultados obtenidos entre las dos especies de pastos Estrella *Cynodon plestostachyus* y Pasto Tifton 85 *Cynodon nlemfuensis cv Tifton 85*, se puede concluir que el Tifton 85 supera la estrella normal en cantidad de biomasa ofertada, calidad de nutrientes acumulados en cuanto a proteína y energía y menores valores de Fibra.

El estudio indica que el Tifton 85 contra la Estrella puede ofrecer nutrientes para 1 a 1.5 litros más de leche por vaca día en sus primeros 25 días post pastoreo; sin embargo se deben realizar más estudios de resistencia de la especie a la evapotranspiración, la variedad climática, las plagas y enfermedades y su persistencia en los sistemas de producción actuales.

Estos hallazgos convierten al Tifton 85, en una especie promisoría para ser adoptada como una alternativa forrajera en las condiciones agroecológicas del Valle del Cauca, en especial cuando es cosechada por los animales antes de los 25 días de pastoreo.

## BIBLIOGRAFÍA

Andrade, M. (2006). Evaluación de técnicas de manejo para mejorar la utilización del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov) en la producción de ganado lechero en Costa Rica. Tesis de licenciatura, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 225 p.

Donaghy, D.; Fulkerson, B. (2001). Principles for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures. *Tasmanian Institute of Agricultural Research*, Burnie, Tasmania. 10 p.

Fulkerson, W.J.; Donaghy, D.J. (2001). Plant-soluble carbohydrate reserves and senescence key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 41:261-275 p.

Gomide, J.A. (1976). Composição mineral de gramíneas e leguminosas forageiras tropicais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS, 1. Belo Horizonte. EPAMIG. 20-33 p.

Gomide, C.C.C. (1997). Pesquisa com capim bermuda cv. Tifton-85 em ensaios de pastejo e digestibilidade de feno em bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 15. Piracicaba. FEALQ. 7-22 p.

McCutcheon, J. (2011). Using Pasture Measurement to Improve Your Management. The Ohio State University Extension. Ohio, USA. Disponible en <http://ohioline.osu.edu/anr/fact/pdf/11-HCS-868.pdf>

Nascimento Júnior, D.; Garcez Neto, A.F.; Barbosa, R.A. (2002). Fundamentos para o manejo de pastagens: evolução e atualidades. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 1. Viçosa, MG. UFV. 149-196 p.

Oliveira, M.A.; Pereira, O.G.; Huaman, C.A.M. (2000). Características morfogênicas e estruturais do capim-bermuda 'Tifton 85' (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.6, 1939-1948 p.

Pedreira, C.G.S. (1996). Avaliação de novas gramíneas do gênero *Cynodon* para a pecuária do sudeste dos Estados Unidos. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*. Juiz de Fora. Embrapa-CNPGL. 111-125 p.

Waite, R.B. (1994). The application of visual estimation procedures for monitoring pasture yield and composition in exclosures and small plots. *Tropical Grasslands* 28:38-42 p.

# COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA, ECONÓMICA Y ENERGÉTICA DE DOS AGROECOSISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE: UNO SILVOPASTORIL Y OTRO CONVENCIONAL.

*Manuel Felipe Ochoa Rodríguez, Zootecnista; Fernando Morales Vallecilla, Zootecnista Candidato a PhD.; Sanín Ortiz Grisales, Zootecnista MSc. PhD*

Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Valle del Cauca, Colombia.

Autor para correspondencia: [mfochoar@unal.edu.co](mailto:mfochoar@unal.edu.co), [fmoralesv@unal.edu.co](mailto:fmoralesv@unal.edu.co)

## RESUMEN

El trabajo tuvo como objetivo determinar y comparar la eficiencia de dos sistemas de producción lechera, un sistema silvopastoril con recursos locales SSPRL y un sistema pastoril convencional con fertilización y suplementación SPCFS, ubicados en el Valle del Cauca (Colombia), y en ellos se cuantificaron las entradas y salidas de producto Insumo, para determinar la eficiencia biológica, económica y energética (equivalentes en medidas energéticas como las Kilocalorías).

El sistema convencional (SPCFS), fue más eficiente en carga animal (234%,  $p < 0.05$ ) y uso de la tierra, producción de leche (133%,  $p < 0.05$ ), consumo de materia seca (120%,  $p < 0.05$ ) y litros por ha (266%,  $p < 0.05$ ) que el sistema silvopastoril con recursos locales (SSPRL) y también lo supero económicamente (228%,  $p < 0.05$ ), cuando se evaluaron los litros libres o litros por fuera de la suplementación por vaca y por hectárea.

Pero cuando de conversión energética o eficiencia energética se habla (Kilocalorías de producto / Kilocalorías de consumo), los sistemas silvopastoriles (SSPRL) son más eficientes que los sistemas convencionales para producir un litro de leche, poseen un manejo sostenido del recurso, reciclan mejor la energía y generan una producción amigable con el medio ambiente.

Sin embargo estos sistemas requiere de mayor mano de obra y procesamiento de dichas materias primas, lo que lo coloca en riesgo pues el urbanismo, los desplazamientos y las migraciones en busca de nuevas oportunidades a las ciudades del trabajador rural, han disminuido a la población dedicada a las labores del campo, por lo cual algunas actividades deben ser automatizadas e intensificadas.

**Palabras clave:** *eficiencia biológica, eficiencia económica y eficiencia energética, insumo, producción de leche.*

## ABSTRACT

The study aimed to determine and compare the efficiency of two dairy systems, a silvopastoral system with local resources SSPRL and a conventional pastoral system with fertilization and supplementation SPCFS, located in the Valle del Cauca (Colombia), and they were quantified the inputs and outputs of product, to determine the biological, economic and energy efficiency (energy equivalent measures as kilocalories)

The conventional system (SPCFS) was more efficient in stocking rate (234%,  $p < 0.05$ ) and land use, milk production (133%,  $p < 0.05$ ) dry matter intake (120%,  $p < 0.05$ ) and liters per ha (266%,  $p < 0.05$ ) that the silvopastoral system with local resources (SSPRL) and also surpassed the economically (228%,  $p < 0.05$ ), when free liters were evaluated by outside supplementation per cow per hectare.

But when energy conversion or energy efficiency speech (kilocalories product / kilocalories consumption), silvopastoral systems (SSPRL) are more efficient than conventional systems to produce one liter of milk, they have sustained resource management, recycle better energy and generate friendly production environment.

However, these systems require more labor and processing of these raw materials, which puts him at risk for urbanism, displacement and migration in search of new opportunities to the cities of rural workers, have decreased the population engaged to work in the fields, so some activities should be automated and intensified.

Keywords: biological efficiency, economic and energy efficiency, input, Dairy production

## INTRODUCCION

En términos de termodinámica La energía en los ecosistemas no se destruye y fluye por todo el sistema, recibiendo, disipando y midiendo la eficiencia de cada nivel trófico (Odum 1988).

Los sistemas vivos deben maximizar el uso de la energía para mantenerse en el tiempo (máximo de la potencia), además la eficacia del ecosistema en términos energéticos, se encuentra en su aptitud para maximizar su energía, es decir, que entre más energía incorpore (in) mayor será su producto (out); para los agro ecosistemas a mayor energía capturada (materia seca consumida), mayor producción (materia seca producida) (Vivien 2002).



La demanda energética actual de los sistemas agrarios constituye alrededor del 30% de la energía utilizada a nivel mundial y de esta, el 70% es utilizada por fuera en la producción primaria; predominando la derivada de combustibles fósiles (OXFAM, 2013).

El petróleo por ejemplo, es utilizado para el sostenimiento indirecto de la producción de alimentos (concentrados para animales, fertilizantes, maquinaria), por lo cual se conoce que el petróleo es un recurso finito que en alrededor de 50 años podría acabarse, creándose en consecuencia una serie de soluciones alternativas para reemplazar este tipo de energía como la energía eólica y la biomasa vegetal (Pimentel, 2009).

Los sistemas pecuarios convencionales son pobres convertidores de energía en comparación con los cultivos agrícolas, pues utilizan en su proceso de producción una doble transformación energética primero con la biomasa vegetal y luego con la transformación en el animal a leche o carne teniendo en cuenta la energía que se disipa en el proceso metabólico en forma de mantenimiento o gases (Frorip et al 2012). Es por esta razón que la opción generalmente es a aumentar la eficiencia energética en los sistemas ganaderos (Denoia et al, 2008).

Los flujos de energía dentro del agro ecosistema o sistema agropecuario se dan en direcciones de entrada (insumos o materias primas) y salida (leche, carne, huevos). Al conocer estos flujos energéticos se puede realizar un balance de materia y energía (Odum et al, 1988).

El objetivo del presente trabajo fue determinar y comparar el balance energético de la producción de leche de dos sistemas de producción uno basado en silvopastoriles y recursos locales (Hacienda Arizona) y otro un sistema pastoril con fertilización química y suplementación de alimentos concentrados (Hacienda El Castillo).

El trabajo tuvo como objetivo determinar y comparar la eficiencia de dos sistemas de producción lechera, un sistema silvopastoril con recursos locales SSPRL (Hacienda Arizona) y un sistema pastoril convencional con fertilización y suplementación SPCFS (Hacienda el Castillo), ubicados en el Valle del Cauca (Colombia), y en ellos se cuantificaron las entradas y salidas de producto Insumo, para determinar la eficiencia biológica, económica y energética (equivalentes en medidas energéticas como las Kilocalorías).

## **2. MATERIALES Y METODOS**

### **2.1. Localización**

El estudio se llevara a cabo en la Hacienda Arizona, municipio de Jamundi, departamento del Valle del Cauca a 03° 15' de latitud Norte y 76° 32' de longitud oeste con una

elevación de 970 msnm (Archivo Finca Arizona, 2014). La Hacienda El Castillo se ubica en el Valle geográfico de río Cauca, en zona agroecológica de bosque seco tropical con una altitud de 985 msnm y una precipitación de 1387 mm al año. En ambas fincas la temperatura promedio es de 24.5 °C.

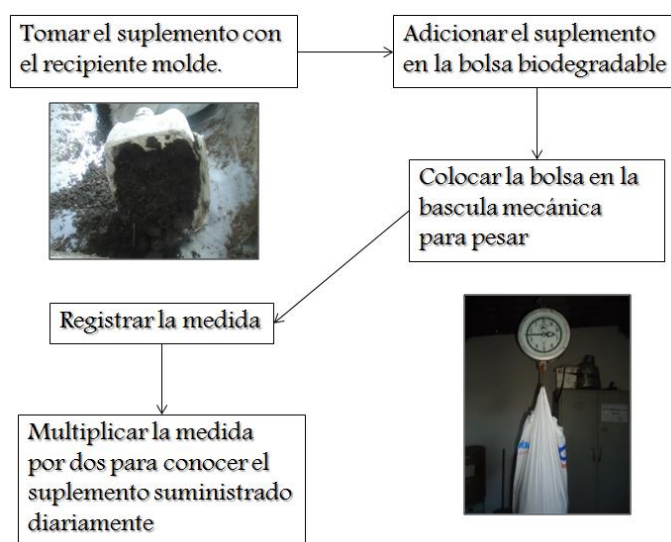
### Cuantificación de entradas y salidas al sistema bovino lechero

Esta descripción y cuantificación se realizó teniendo como base la metodología de análisis de procesos (Fluck, 1992), en la cual se tienen en cuenta todas las entradas de energía directa e indirecta, así como también la salida del sistema o energía producida partiendo de flujos de materia, en este caso para la producción lechera únicamente.

#### Entradas

Una vez por semana durante diez semanas se realizara la cuantificación en kilogramos de Suplementación que reciben los bovinos productores de leche durante el día y por consiguiente se tomara registro de la calidad de la fórmula para preparar dicho suplemento (tipo de materia prima, porcentaje de inclusión, etc.).

Figura 1. Flujo grama del proceso en la cuantificación del concentrado al ordeño.



Seguidamente, se midió la cantidad de pastura disponible en el área de pastura, mediante un aforo de doble muestreo en el cual se medirá la altura de la pastura con 15 repeticiones en diferentes sitios dentro del potrero de salida o *out*, en el cual las vacas han terminado de pastorear y dentro del potrero de entrada o *in*, en donde las vacas van a entrar inmediatamente después del anterior. Luego se realizaran las siguientes operaciones para determinar pastura disponible en Kg.m<sup>2</sup>

1. Potrero Out: Promedio de las 15 repeticiones (cm) =  $X_1$ , luego  $Y_1=0.0334(X_1)-0.5789$  para calcular el valor de Kg

Potrero in: Promedio de las 15 repeticiones (cm) =  $X_2$ , luego  $Y_2=0.0334(X_2)-0.5789$

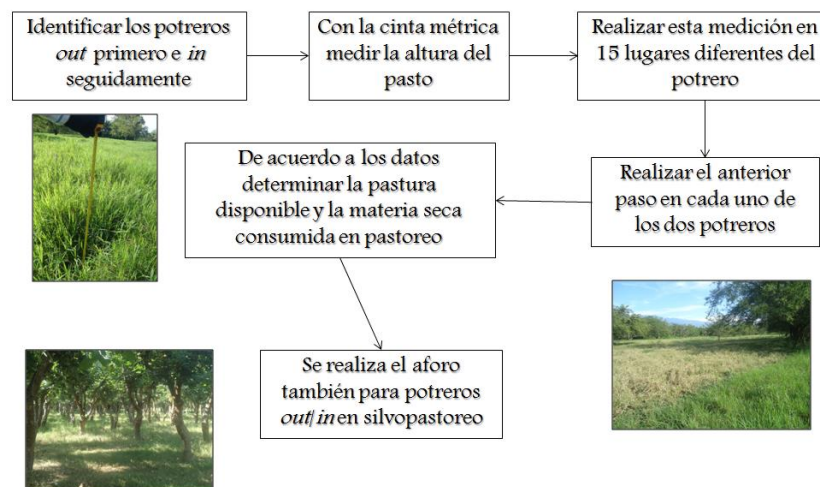
2.  $Y_2 - Y_1 =$  pastura disponible y/o Forraje verde disponible FVD  $\text{kg.m}^2$

En donde:  $X_1$  y  $X_2$  son los promedios de las mediciones para potreros out e in respectivamente.  $Y_1$  y  $Y_2$  son los índices de correlación para altura de pasto estrella *Cynodon plestostachyus* (K. Schum.) Pilg. y kilogramos de forraje verde disponible (Morales et al, 2012).

También se medirá el consumo de materia seca en pastoreo ( $\text{CMSP.Vaca.Día}^{-1}$ ) para el sistema de silvopastoril y de solo pastura de la siguiente manera:

Área de consumo ( $\text{m}_2/\text{vaca/día}$ ) \* pastura disponible ( $\text{kg/ m}_2$ )

**Figura 2.** Flujo grama de aforo con método de doble muestreo.



Se medirá también la cantidad de follaje arbóreo que se pone a disposición de los animales en el suplemento por día y por árbol, de la siguiente manera:

**Peso del follaje cortado en el día/número de árboles cortados = peso de un árbol**

Sumado a esto se cuantificara la cantidad de galones de combustible utilizado en promedio por día y la cantidad de horas de trabajo de cada empleado en la Hacienda Arizona, Posteriormente se tomaran 1 muestra de pastura en potreros con silvopastoril y con solo cobertura herbácea para ser analizadas mediante un análisis bromatológico realizado en el laboratorio de química vegetal de la Universidad de Antioquia.

También se tomara 1 muestra de cada especie forrajera utilizada en la alimentación de las vacas en producción (guazuma ulmifolia, erythrina fusca, trichanthera gigantea) para obtener materia seca, este proceso se realizara tomando 100 g de muestra y deshidratándola en un horno microondas calibrado.

La energía solar y en general la energía proporcionada por el medio ambiente no se tuvo en cuenta para este estudio, solo se tuvo en cuenta la energía indirecta involucrada en los procesos de manufactura de los insumos de la finca. Así mismo, las cifras para las entradas concernientes a energía indirecta de combustibles, maquinaria y horas de trabajo humano y animal se determinaron mediante fuentes bibliográficas y archivo de las fincas.

Los límites del sistema en el presente trabajo se apoyan en el hecho de que el objetivo principal es valorar las entradas y salidas en materia y energía de dos sistemas productivos, determinando su balance energético y no el ciclo de vida de cada producto.

### Salidas

Como segunda medida se tomara registro de las salidas del sistema lechero bovino a través de la cuantificación de la producción de leche en el lapso de tiempo que dure el estudio. La cantidad de leche registrada se clasificara en litros dedicados a la comercialización y a la leche consumida por el ternero.

### Conversión a medidas energéticas

A continuación se procederá a convertir las medidas de las entradas y salidas del sistema lechero bovino a través de coeficientes energéticos referenciados bibliográficamente que apliquen para dichos insumos y productos.

**Tabla 1. Equivalencias energéticas utilizadas para la conversión de unidades del sistema métrico.**

Equivalencias Energéticas

Insumo/Producto	unidad	Mj/unidad	Kcal/unidad
Petróleo	litro	38.7 <sup>2</sup>	9243 <sup>1</sup>
Gasolina	litro	3.4 <sup>2</sup>	812 <sup>4</sup>
Fuerza de Trabajo Humana	hora	1 <sup>2</sup>	238 <sup>4</sup>
Fuerza de Trabajo Animal	hora	7.55 <sup>2</sup>	1803 <sup>1</sup>
Electricidad	Kwh	3.6 <sup>2</sup>	859 <sup>4</sup>
Fertilizantes Orgánicos	Kg	0.3 <sup>2</sup>	71 <sup>4</sup>
Maquinaria	Kg	88 <sup>2</sup>	21018 <sup>4</sup>
Leche de Vaca	kg	19.3 <sup>1</sup>	4604 <sup>6</sup>
Fertilizante Químico	kg		
<i>Nitrógeno</i>		78.1 <sup>3</sup>	18886.93 <sup>4 5</sup>
<i>Fosfato</i>		17.4 <sup>3</sup>	3749.96 <sup>4 5</sup>

Potasio		13.7 <sup>3</sup>	2711.95 <sup>4 5</sup>
Estiércol	kg	0.3 <sup>3</sup>	71.65 <sup>4</sup>

Fuente: 1. Alexandrou et al, (2013) 2. García, 1996, 3. [Mohammadshirazi et al., 2012](#) 4. [http://www.biocab.org/converter\\_sp.html](http://www.biocab.org/converter_sp.html) 5. Campos y Naredo (1980) incluye gasto de fabricación más el contenido energético del mismo. 6. NRC (2001).

### Determinación de Eficiencia energética

Finalmente se medirá la eficiencia energética del sistema lechero mediante la relación, ingreso – egreso, tomando como base la metodología utilizada por Denoia et al, (2008) al usar parámetros energéticos empleados para realizar el balance y determinar la eficiencia; pero evidentemente aplicando la metodología al caso de la Hacienda Arizona y El Castillo.

*Parámetros energéticos (ingreso y egreso por hectárea/año)*

Ingreso de energía directa (IE<sub>d</sub>)

Ingreso de energía indirecta (IE<sub>i</sub>)

Ingreso de energía (IE) IE=IE<sub>d</sub> + IE<sub>i</sub>

Egreso de energía (EE) Producción por hectárea

*Indicadores*

Balance energético BE = IE - EE

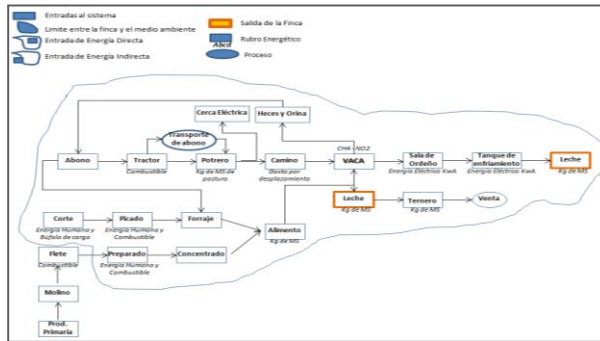
Eficiencia energética (Ef E) (%) Ef E = EE/IE\*100

Las comparaciones entre ambas fincas para consumo de materia seca total y producción se realizaron mediante análisis de varianza ANOVA a través del paquete digital SAS.

### RESULTADOS Y DISCUSION

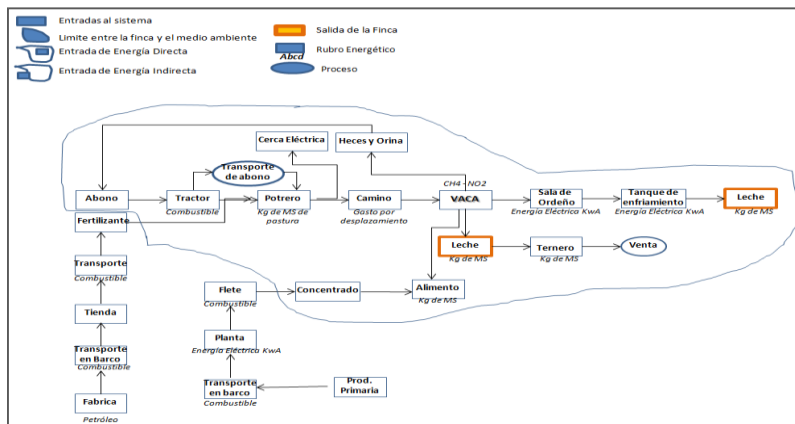
Los Figuras 3 y 4 muestran que la hacienda Arizona es menos dependiente de insumos externos en comparación con El Castillo, lo cual permite que el sistema Arizona sea más cerrado y trate de cerrar los ciclos de materia y energía dentro del mismo predio. A pesar de esto, lo anterior no siempre demuestra una relación directamente proporcional con la eficiencia en el uso y manejo de la energía en el sistema tanto de energía directa como de indirecta.

**Figura 3.** Diagrama conceptual de uso y conversión de la energía en algunos componentes del sistema lechero de la Hacienda Arizona.



*Adaptado de Refsgaard, et al (1998).*

**Figura 4.** Diagrama conceptual de uso y conversión de la energía en algunos componentes del sistema lechero de la Hacienda El Castillo.



Según la información registrada en las 10 semanas de estudio para determinar el Consumo de Materia Seca en Pastoreo (CMSP), cabe resaltar que la semanas número 1, 5 y 9 presentaron la tasa de kilogramos de pastura por metro cuadrado más alta 1.29, 1.28 y 1.27 kg/ m<sup>2</sup> respectivamente, en comparación con las otras semanas, aunque esto no se vio reflejado necesariamente en el CMSP por vaca/día ya que las semanas donde esta variable estuvo en su pico más alto fue la semana 10 (7.7 kg/vaca/día), esto se debió principalmente a la cantidad de área disponible para cada animal que para esa semana fue de 48.548 m<sup>2</sup> por animal en comparación de los 17.202 m<sup>2</sup> de la semana 1.

**Tabla 2.** Consumo de Materia Seca en Pastoreo de vacas en pastoreo

semana	in promedio	desvest	regresion	out promed	desvest	regresion	dif =kg/m2	area m2/vaca/dia	area de potrero	CMSP/vaca/dia kg
1	75.333	11.270	1.938	36.533	4.992	0.642	1.296	17.202	2133	5.691
2	45.467	6.917	0.940	31.867	6.334	0.486	0.454	19.258	2388	2.233
3	56.533	8.717	1.310	29.267	3.623	0.399	0.911	19.919	2470	4.631
4	54.067	5.949	1.227	29.067	4.697	0.392	0.835	16.323	2024	3.480
5	71.333	8.491	1.804	32.867	3.757	0.519	1.285	18.750	2325	6.150
6	63.533	3.862	1.544	37.8	4.750	0.684	0.859	32.194	3992	7.064
7	56.20	4.354	1.299	31.333	2.914	0.468	0.831	34.105	4229	7.232
8	60.133	5.807	1.430	36.133	4.272	0.628	0.802	26.887	3334	5.502
9	66.600	7.666	1.646	28.467	2.802	0.372	1.274	17.960	2227	5.840
10	52.067	5.779	1.161	33.467	3.896	0.539	0.621	48.548	6020	7.700
PROMEDIO							0.917		3114.200	5.552

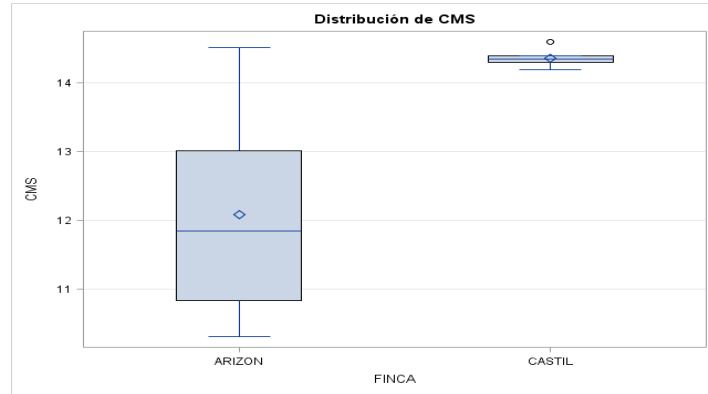
El área disponible para cada vaca por potrero corresponde a: 3114.200 m<sup>2</sup>/45 animales = 69.204 m<sup>2</sup>, de los cuales solo el 70% del potrero se aprovecha es decir 48.44 m<sup>2</sup> que al multiplicarse por los 0.917 kg/ m<sup>2</sup> que en promedio ofrece la pastura en la finca se tiene que son 44.41kg la pastura disponible por potrero (Tabla 5)

**Tabla 3.** Consumo de Materia seca Total y Producción de Leche.

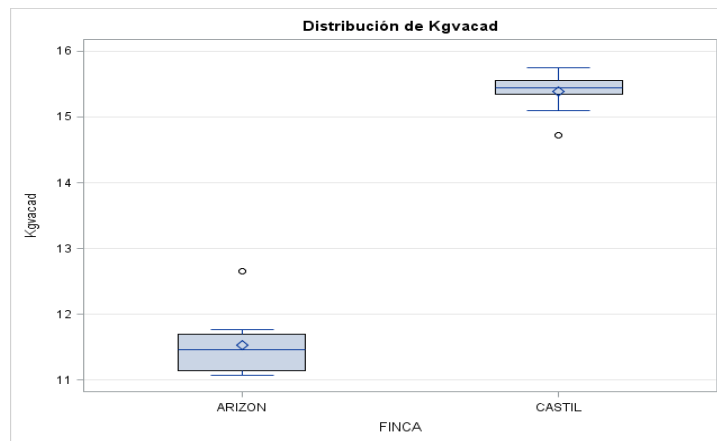
SEMANA	TEMP. °C	CMSP	CMS-FORRAJE	CMS-CONC.	Σ (CMS-VACA)KG	PROM. KG LECHE
	TEMP	CMSP	CMSF	CMSCO	CMSTOT	KGLECH
1	32	5.69	1.30	4.8	11.76	8.14
2	31	2.23	0.65	5.9	8.81	8.77
3	32	4.63	1.16	5.1	10.93	8.45
4	32	3.48	1.18	3.8	8.42	8.1
5	29	6.15	1.24	2.9	10.31	8.55
6	32	7.06	0.95	6.5	14.50	9.65
7	28	7.23	0.93	6.3	14.51	8.69
8	30	5.50	0.89	5.5	11.94	8.47
9	31	5.84	1.11	3.6	10.58	8.07
10	33	7.70	0.77	5.5	14.02	8.45
TOTAL Prom	31.000	5.55	1.019	5.0	11.58	8.534

El consumo de materia seca total se cuantifico con la adición de los consumos en pasturas, forrajes y concentrado, en este sentido se puede destacar que durante la semana 6 y 7 estuvo el consumo más alto de materia seca con 14.50 y 14.51 kg respectivamente y una producción de leche de 9.65 y 8.69 litros, en consecuencia el promedio de entradas al sistema en cuestión de alimentación en medidas métricas corresponde a 11.58 kg de materia seca. Aunque teniendo en cuenta que el ternero consume el 10% de su peso en leche para terneros de 30 kilogramos al nacimiento se tiene 3 kilogramos de leche adicional consumida por el ternero, aportando un rubro total de producción de leche de 11.88 kilogramos (Garzón, 2007). Para la Hacienda el Castillo el consumo total de materia seca fue de 13.7 kg y la producción de materia seca de leche total fue de 15.5 kg, mostrando según el análisis de varianza que si existieron diferencias significativas entre el consumo de materia seca para las dos fincas.

**Figura 5.** Distribución de la media en CMS para Arizona y Castillo



**Figura 6.** Distribución de la media en Producción de leche (kg/vaca/dia) para Arizona y Castillo



En la **Tabla 6 y 7** se puede detallar las descripción de cada rubro representado en energía dentro de los dos sistemas lecheros, para destacar se puede mencionar que en la Hacienda Arizona (**Tabla 6**) la producción de kilogramos de leche se encuentra en 11.88 Kg y el consumo de materia seca en 11.58 Kg, esto quiere decir que la conversión de materia seca a leche se encuentra en el orden de 1.026, es decir que por cada kilogramo de materia seca que el animal ingiera, se estará produciendo 1.026 kilogramos de leche.

En comparación El Castillo (**Tabla 7**) posee una relación de 1.13 kilogramos de leche por cada kilo de materia seca consumida, debido principalmente a que el consumo de materia seca está íntimamente ligado a la producción de leche (Bargo, 2008). Lo anterior finalmente se ve reflejado en la producción de energía al año para ese rubro ya que en el caso de Arizona se tiene que la producción de leche en kilogramos de materia seca al año por hectárea es de 5.133.349 Kilocalorías y en El Castillo se producen 13.240.515 Kilocalorías.



**Tabla 4.** Balance energético resumido de dos sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca (Colombia)

RUBRO/AÑO	ARIZONA		EL CASTILLO	
	VALOR ENERGETICO (VE)	VE (%)	VALOR ENERGETICO (VE)	VE (%)
<i>Entradas</i>	<b>Kcal</b>		<b>Kcal</b>	
PASTURA	292,699,453	52.9	2,925,648,163	58.6
FORRAJE	32,184,483	5.8	N/A	
PLANTA ALIMENTO	208,905,195	37.8	2,043,953,600	40.9
SALA DE ORDEÑO	18,916,527	3.4	21,268,039	0.4
ADMINISTRACION	383,25	0.1	886,585	0.0
TOTAL E.	552,705,658	100	4,991,756,387	
<i>Salidas</i>	<b>Kcal</b>		<b>Kcal</b>	
LECHE EN M.S	114,987,022	100	966,557,572	100

En términos de costo energético o entradas al sistema en alimentación al año, se puede mencionar que de acuerdo con Guevara, *et al* (2013) los sistemas bovinos más demandantes de alimento concentrado son también los más demandantes en costo energético.

Para este caso el sistema Arizona el costo energético de energía directa e indirecta del concentrado fue de 208.905.195 Kilocalorías mientras que para El Castillo el valor aumenta a 2.043.953.600 Kilocalorías, es decir 9.8 veces más. Como se puede observar en la **Figura 3**, la hacienda El castillo realiza labores de fertilización química dentro de la finca, la cual en términos energéticos son costosas por la cantidad de energía indirecta que precede a su utilización (Refsgaard *et al*, 1998).

Además de la fertilización con productos de síntesis química, los pastos producidos en la finca también generan una demanda energética, sobre todo de acuerdo a la cantidad de animales dependientes de este recurso, Arizona representa 278.287.680 kilocalorías, para alimentar 64 vacas, mientras El Castillo refleja 1.630.591.875 kilocalorías porque necesita alimentar 375 animales. En términos porcentuales, el costo que representa las pasturas a nivel energético dentro de los dos sistemas, es para Arizona 50% y para el Castillo el 33%

**Tabla 5. Balance Energético (input - output) Hacienda Arizona**

	INDICADORES	UNID	Equiv. Energetico Kcal	Valor	Equiv. Energetico (Kcal)	(%) subtotal/ (%)Total
1	VACAS TOTALES	UN		64		
2	VACAS EN ORDEÑO	UN		45		
3	PROMEDIO Leche	LTS		11.5		
4	PROMEDIO Leche	Kg		11.88		
5	CONSUMO M. SECA	Kg MS		11.58		
7	Producción total día	Kg		534.6		
8	Producción total Año	Kg		195,121		
9	Materia seca leche día	Kg		68.43		
10	Prod. M. Seca leche año	Kg		24,975		
11	Kcal / Kg MS de leche		4604			
12	Kcal producidas /año				<b>114,987,022</b>	
	<b>COSTOS ENERGETICOS</b>					
A	<b>Pastura</b>					
	Abono orgánico	Kg	71	114975	8,163,225	
	Siembra del pasto	H-M	812	44.00	35,728	
	Pastos producidos	Kg	2166	128480	278,287,680	
	Pase renovador pradera	H-M	812	44	35,728	
	Tractor- viajes	H-M	812	114.98	93,360	
	Cerca electrica	KW	859	963.6	827,732	
	Caminada de los animales	Km	0.45	11,680,000	5,256,000	
	Subtotal				<b>292,699,453</b>	52.9%
B	<b>Forraje</b>					
	Pisamo / Guasimo picado	Kg	2256	13,505.00	30,467,280	
	Picado	KW	859	365	313,535	
	Hombre corte y picado	H-H	238	2920	694,960	
	Transp. Bufala	Kcal EB/Hra	971	730	708,708	
	Subtotal				<b>32,184,483</b>	5.8%
C	<b>Planta de alimento</b>					
	Energía de equipos	KW	859	8030	6,897,770	
	Flete de materias primas	Gals	3134	9855	30,885,570	
	Energía del alimento	Kg	3743	45625	170,774,375	
	Hombre planta	H-H	238	1460	347,480	
	Subtotal				<b>208,905,195</b>	37.8%
D	<b>Sala de ordeño</b>	KW	859	13687.5	11,757,563	
	Iluminación	KW	859	1460	1,254,140	
	Tanque de enfriamiento	KW	859	5256	4,514,904	
	Hombre ordeño	H-H	238	5840	1,389,920	
	Subtotal				<b>18,916,527</b>	3.4%
E	<b>Administración</b>					
	Hombre admon	H-H	175	1095	191,625	
	Hombre secretaria	H-H	175	1095	191,625	
	Subtotal				<b>383,250</b>	0.1%
	<b>TOTAL</b>				<b>553,088,908</b>	

Como otra demanda importante, el consumo de combustible, generalmente diesel para el movimiento de maquinaria agrícola y transporte terrestre y marítimo, causó un incremento no mayor al 6% de entradas energéticas en ambos agro sistemas, lo más destacable es

que en El Castillo el 4.4% es energía derivada de combustibles con respecto a su total de demanda, mientras que en Arizona alcanza el 5.6% para el mismo rubro aunque este último dependa menos de insumos externos que el otro, aunque los estudios afirman que entre más energía derivada de combustible se utilice, en mayor mecanización por ejemplo, mayor gasto energético (Li *et al*, 2012).

A pesar de todo este resultado tiene su explicación en que, al ser la cantidad de energía introducida al sistema mucho mayor para El Castillo que para Arizona, la cantidad de combustible utilizado se diluye en el valor total, ya que cabe tener en cuenta que en términos kilo calóricos es evidente que Arizona utiliza menos este tipo de energía que el Castillo en valores que se encuentran en 30.885.570 y 223.699.840 respectivamente.

El momento del ordeño también fue incluido dentro del estudio ya que durante este proceso la mayor demanda energética que presenta es la energía eléctrica proveniente de la máquina de ordeño, tanque de enfriamiento y la sala de ordeño en general. Para la hacienda El Castillo el rubro que toma parte para la sala de ordeño en relación a la energía eléctrica total utilizada fue de 42.7% y para Arizona de 46.6%, esto difiere de los datos sugeridos por Peterson (2008) quien afirma que para fincas lecheras el ordeño absorbe el 18% de la demanda eléctrica total, esto posiblemente se debió a la escala productiva que se manejó en dicho estudio, ya que allí se incluyó variables, como equipo de alimentación eléctrico, manejo de estiércol y calentador de agua eléctrico, las cuales no fueron incluidas en este trabajo.

**Tabla 6.** Balance Energético (input - output) Hacienda El Castillo

	INDICADORES	UNID	Equiv. Energético Kcal	Valor	Equiv. Energetico (Kcal)	(%) subtotal/ (%)Total
1	VACAS TOTALES	UN		375		
2	VACAS EN ORDEÑO	UN		290		
3	PROMEDIO Leche	LTS		15		
4	PROMEDIO Leche	Kg		15.50		
5	CONSUMO M. SECA	Kg MS		13.7		
6	Producción total día	Kg		4493.6		
7	Producción total Año	Kg		1,640,146		
8	Materia seca leche día	Kg		575.17		
9	Prod. M. Seca leche año	Kg		209,939		
10	Kcal / Kg de leche		4604			
11	Kcal producidas /año				966,557,572	
	<b>COSTOS ENERGETICOS</b>					
A	<b>Pastura</b>					
	Abono orgánico	Kg	71	529250	37,576,750	
	Fertilizantes químicos	Kg	15011	81620	1,225,197,820	
	Siembra del pasto	H-M	812	140.00	113,680	
	Pastos producidos	Kg	2166	752812.5	1,630,591,875	
	Pase renovador pradera	H-M	812	140	113,680	
	Tractor- viajes	H-M	812	529.25	429,751	
	Cerca electrica	KW	859	963.6	827,732	
	Caminada de los animales	Km	0.45	68,437,500	30,796,875	
	Subtotal				2,925,648,163	58.6%
B	<b>Forraje</b>					
	Pisamo / Guasimo picado	Kg	2256	-	-	
	Picado	KW	859	-	-	
	Hombre corte y picado	H-H	238	-	-	
	Transp. Bufala	cal EB/Hr	971	-	-	
	Subtotal				-	0.0%
C	<b>Planta de alimento</b>					
	Energía de equipos	KW	859	14400	12,369,600	
	Flete de concentrado	Gals	3134	32400	101,541,600	
	Flete de m.prima internal	Gals	3134	38880	121,849,920	
	Energía del alimento	Kg	3810	474500	1,807,845,000	
	Hombre planta	H-H	238	1460	347,480	
	Subtotal				2,043,953,600	40.9%
D	<b>Sala de ordeño</b>					
	Iluminación	KW	859	16425	14,109,075	
	Tanque de enfriamiento	KW	859	1460	1,254,140	
	Hombre ordeño	H-H	238	5840	1,389,920	
	Subtotal				21,268,039	0.4%
E	<b>Administración</b>					
	Hombre admon	H-H	238	2920	694,960	
	Hombre secretaria	H-H	175	1095	191,625	
	Subtotal				886,585	0.0%
	<b>TOTAL</b>				<b>4,991,756,387</b>	9.03

La inclusión de alternativas alimenticias como es el caso de los árboles y arbustos forrajeros en Arizona, realiza un aporte al costo energético de este rubro, ya que representa casi un 6% más, en contraste con El Castillo que no demanda recursos energéticos para producción de forrajes.

Debido a que el Castillo posee una necesidad mayor de concentrado comercial, así mismo es su demanda energética en el rubro de planta de alimentos (40.9%), sobre todo en los ítems de energía que demanda el mismo alimento y el transporte o flete del buque carguero desde su producción en Norte América hasta su puesta en la finca misma, lo cual genera que la energía indirecta influya considerablemente en la cuantificación del costos energético, como lo corrobora el estudio de Meul, *et al* (2006) en el cual determino que para una finca lechera convencional y especializada el costo energético en materia de entrada de energía indirecta en concentrado represento alrededor de un 33% de toda la energía introducida (Tabla 9).

A pesar de que el ingreso de fertilizantes químicos y concentrados eleven el uso energético, cabe resaltar que para Arizona el rubro correspondiente a planta de alimentos representa un 37.8% de las entradas totales, ya que aunque el uso de fertilizantes allí es nulo y la Suplementación concentrada la preparan en la misma finca, las materias primas que no se producen en la finca y que utilizan para la preparación del suplemento requieren de un gasto energético en materia de equipos, fletes y la energía misma del alimento.

La carga animal en el Castillo fue superior con 6.8 UGG.Ha<sup>-1</sup>, contra 2.9 UGG.Ha<sup>-1</sup> para la hacienda Arizona, los litros por hectárea fueron superiores con 22.467 L para el Castillo y 8.432 para Arizona, es decir 2.66 veces más a favor del sistema convencional del Castillo, la eficiencia en leche también fue superior con valores de 1.06 para el Castillo y 0.96 para Arizona, los litros libre por hectárea en el sistema convencional (Castillo) fueron de 15.580, contra 6.825 de Arizona (Tabla 10), es decir un 228% superior, con lo que se concluye que el sistema convencional tiene mejores indicadores de eficiencia productiva y económica que el silvopastoril con recursos locales.

**Tabla 7.** Indicadores técnicos de eficiencia en dos sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca (Colombia)

<b>INDICADORES TECNICOS</b>	<b>Unidas</b>	<b>Arizona</b>	<b>Castillo</b>
<b>Área utilizada</b>	has	22.4	73.0
<b>Carga Animal</b>	UGG	64.0	496.5
<b>Carga. Ha<sup>-1</sup></b>	UGG.ha <sup>-1</sup>	2.9b	6.8a
<b>Producción de leche</b>	kg.vaca.día <sup>-1</sup>	11.53±0.46	15.39±0.29
<b>Precio leche</b>	COP\$	980	980
<b>Consumo MS. Forraje</b>	kg MS F.Vaca <sup>-1</sup>	7.08±0.73b	9.56±0.22a
<b>Consumo MS. Concent</b>	Kg	5.56±1.21	4.93±0.16
<b>Precio Concentrado</b>	COP\$	300	750

<b>CMS</b>	kg MS vaca <sup>-1</sup>	12.09±1.53b	14.49±0.22a
<b>Eficiencia Bruta leche</b>	Kg Leche. Kg MS <sup>-1</sup>	0.96b	1.06a
<b>Relación Leche : Conc.</b>	Kg Leche/Kg conc	2.08	3.12
<b>Litros libres</b>	l.l	9.83	11.61
<b>Litros.Ha.Año<sup>-1</sup></b>	kg	8.432b	22.467a
<b>Litros libres.Ha.Año<sup>-1</sup></b>	l.l.año <sup>-1</sup>	6825b	15580a
<b>Producción comparad (Castillo/Arizona)</b>	%		228%

- Valores con letras diferentes difieren significativamente (P<0.05)

En cuanto a la eficiencia energética total entre los dos sistemas, Arizona reporto un 20.8%, mientras que El Castillo 19.4% (Tabla 11) esto supera los datos de Denoia *et al* (2008), el cual evaluó la eficiencia energética de un sistema lechero arrojándole un resultado de 17%. Esto se debe entre otras causas a que el sistema pastoril de Arizona hace la mayor parte de inclusión en las entradas energéticas en la energía que aporta la misma pastura la cual se encuentra en un 52.9 % de entradas totales, en contraposición al Castillo aporta un 58.9% en entradas del mismo rubro energético

De acuerdo a Cieza y Flores (2007) citados por Guevara *et al*, (2013); La eficiencia energética es proporcional al aprovechamiento de los pastos y los forrajes, es decir a la disponibilidad y consumo de pastos por animal y por hectárea, debido principalmente a la eficiencia con que la pastura capta la energía solar mediante la fotosíntesis y la convierte en biomasa.

Los resultados de eficiencia energética para la hacienda Arizona también superaron los resultados de Guevara *et al*, (2006) el cual reporta una eficiencia energética para un sistema de ganadería lechera principalmente pastoril en Cuba de 20.4% aunque supera de igual manera la eficiencia de El Castillo, es decir Arizona es más eficiente que la hacienda El Castillo en términos energéticos,

Debido principalmente a su alta demanda energética los sistemas convencionales son más demandantes de energía que los sistemas silvopastoriles con recursos locales como es el caso de la hacienda Arizona. Esta conclusión concuerda con Llanos *et al* (2013) quienes compararon sistemas lecheros en Uruguay con baja media y alta productividad de leche y así mismo, la eficiencia energética fue proporcionalmente menor a medida que la productividad aumentaba, debido principalmente a que entre más intensificado y dependiente de insumos externos sea el sistema, es más productivo pero es más demandante energéticamente.

**Tabla 8.** Indicadores Energéticos en dos sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca (Colombia)

<b>INDICADORES ENERGETICOS</b>	<b>Unidas</b>	<b>Arizona</b>	<b>Castillo</b>
<b>Kcal Consumidas</b>	kcal	24.691.469	68.380.224
<b>Kcal Producidas</b>	kcal	5.133.349	13.240.515
<b>Conversión Energética</b>	kcal C. / kcal P	4.81	5.16
<b>Eficiencia energética</b>	kcal P./ kcal C	20.8% <sup>a</sup>	19.4% <sup>b</sup>

## CONCLUSION

Al comparar dos sistemas de producción de leche uno basado en sistemas silvopastoril y recursos locales y otro basado en un pastoreo convencional fertilizado y suplementado, se puede concluir que la eficiencia en producción de leche es superior en cuanto a la carga animal (234%,  $p < 0.05$ ) y uso de la tierra, producción de leche (133%,  $p < 0.05$ ), consumo de materia seca (120%,  $p < 0.05$ ) y litros por ha (266%,  $p < 0.05$ ) para el sistema convencional que para el sistema silvopastoril con recursos locales.

El sistema convencional también supero económicamente (228%,  $p < 0.05$ ), cuando se evaluaron los litros libres o litros por fuera de la suplementación por vaca y por hectárea, es decir el sistema convencional supera al silvopastoril desde el punto de vista biológico y económico; pero cuando de conversión energética o eficiencia energética se habla (Kilocalorías de producto / Kilocalorías de consumo), los sistemas silvopastoriles son más eficientes que los sistemas convencionales para producir un litro de leche. Aunque ambos sistemas son altamente demandantes desde el punto de vista energético, se evidencia que el sistema convencional es muy dependiente de los fertilizantes químicos y suplementos comerciales, lo cual lo expone a las variaciones de costos a nivel mundial de materias primas estratégicas como el maíz y la soya y su sostenibilidad estará en conflicto debido a una inminente crisis energética mundial, los estudios descritos en la literatura para sistemas de producción de leche en el trópico, se encuentran en valores cercanos a los encontrados en este trabajo

La hacienda Arizona (sistema Silvopastoril SPP) con recursos locales, posee un manejo sostenido del recurso, debido a que gran parte de los insumos se producen en la misma finca, recurriendo al reciclaje de energía, generando una producción amigable con el medio ambiente y reduciendo la huella de carbono; sin embargo este sistema requiere de mayor mano de obra y procesamiento de dichas materias primas, lo que lo coloca en riesgo pues el urbanismo, los desplazamientos y las migraciones en busca de nuevas oportunidades a las ciudades del trabajador rural, han disminuido a la población dedicada a las labores del campo, por lo cual algunas labores deben ser automatizadas e intensificadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALEXANDROU, A., Tenbergen, K., Adhikari, D. 2013. Energy Balance of a Typical U.S. Diet. *Foods*, 2, 132-142; doi:10.3390/foods2020132. Estados Unidos de America.
- ARACIL, J., Gordillo, F. *Dinámica de Sistemas*. Alianza Editorial. 1997. España.
- ARCHIVO INTERNO DE LA FINCA ARIZONA. 2014. Jamundi – Colombia.
- ASTIER, M., Masera, O., Galvan-Miyoshi, Y. *Evaluación de Sostenibilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*. Edición por SEAE/CIGA/ECOSUR/CIEco/UNAM/GIRA/Mundiprensa/Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, España. 2008.
- BARGO, F. 2008. Consumo de Materia Seca en vacas en Pastoreo. Conferencia en el 31° congreso Argentino de Producción Animal. Argentina.
- BASSET-MENS, C., van der Werf, H., 2005. Scenario-based environmental assessment of farming systems: the case of pig production in France. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 105, 127–144. Francia.
- BRUNETT, L. *Contribución a la Evaluación de la Sustentabilidad; Estudio de Caso dos Agroecosistemas Campesinos de Maíz y Leche del Valle de Toluca*. T E S I S. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 2004.
- CAMPOS, P., Naredo, J. *La Energía en los Sistemas Agrarios*. España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 1980.
- CONGLETON, W. 1984. *Dynamic Model for Combined Simulation of Dairy Management Strategies*. University of Maine Orono 04469. Estados Unidos de América.
- COSCIEME, L., Pulselli, F., Marchettini, N., Sutton, P., Anderson, S., Sweeney S. 2013. Energy and ecosystem services: A national biogeographical assessment. *Journal Ecosystem Services* No. 7 152–159.
- COVISH, A. 2001. *Energy flow and ecosystems*. Colorado State University. *Encyclopedia of Biodiversity*, Volume 2. Estados Unidos de América.
- DE HAAN, C., Steinfeld, H., Blackburn, H. 1997. *Industrial Livestock Systems & the Environment*. In: Chapter 4, *Livestock & the Environment: Finding a Balance*. FAO Corporate Document Repository.
- DENOIA, J., Vilche, M., Montico, S., Tonel, B., Di Leo, N. 2006. Análisis descriptivo de la evolución de los modelos tecnológicos difundidos en el Distrito Zavalla (Santa Fe) desde una perspectiva energética. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, vol. XVII, núm. 33, noviembre, pp. 209-226, Universidad Nacional de Entre Ríos. Argentina.
- DENOIA, J., Bonel, B., Montico, S., Di Leo, N. 2008. ANÁLISIS DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADEROS. *Revista FAVE - Ciencias Agrarias* 7 (1-2) ISSN 1666-7719. Argentina.
- ESTELA, F., Naranjo, L. 2005. Segregación en el tamaño de caracoles depredados por el gavián caracolero (*rostrhamus sociabilis*) y el carrao (*aramus guarauna*) en el suroccidente de Colombia. *Departamento de Biología, Universidad del Valle. Ornitología Colombiana* No3: 36-41.
- FLUCK, R. *Energy in Farm Production*. Elsevier Science Publishers. 1992. Estados Unidos de America.



- FRANCO, L. Calero. D., Duran., C. 2007. Manual de establecimiento de pasturas. Proyecto: Evaluación de tecnologías por métodos participativos para la implementación de sistemas ganaderos sostenibles en el norte del departamento del Valle del Cauca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT): Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira. Colombia.
- FRORIP, J. Kokin E., Praks J., Poikalainen, V., Ruus, A., Veermäe, I., Lepasalu, L., Schäfer, W., Mikkola, H., Ahokas, J. 2012. Energy consumption in animal production – case farm study. *Agronomy Research Biosystem Engineering Special Issue 1*, 39-48. Estonia.
- GARCÍA, Roberto. 1996. Los animales en los sistemas agroecológicos. La Habana: ACAO. Cuba.
- GARZON, B. 2007. Sustitutos lecheros en la Alimentación de Terneros. *REDVET Rev. electrón. vet.* Vol. VIII, Nº 5. Cuba.
- GLIESSMAN, S. *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems*. Second Edition. University of California. Editorial: CRC Press. 2006. Estados Unidos de America.
- GLIESSMAN, E. *Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible*. — Turrialba, C.R.: CATIE, 2002. Costa Rica.
- GONZALES DE MOLINA, M. *Introducción a la Agroecología*. Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE). España. 2011.
- GRECO S., Tonolli, A. 2012. *Agroecosistemas*. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Argentina
- GUEVARA, F., Rodriguez, L., Saraoz, V., La O, M., Gomez, H., Pinto, R., Fonseca, M., Ruiz, B., Nahed, J. 2013. Balance energético del sistema local de producción de bovinos de engorde en Tecpatán, Chiapas, México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 47, Número 4. Mexico.
- GUEVARA, G., Armas, D., Guevara, R., Pedraza, R. 2006. Balance energético, proteico, forrajero y sostenibilidad en una unidad de producción lechera vacuna. *Universidad de Camagüey. Rev. prod. anim.*, 18 (2): 99-102. Cuba
- HONARVAR, M., Javaremi, A., Ashtiani, S., Banadaki, M. 2010. Effect of length of productive life on genetic trend of milk production and profitability: A simulation study. *African Journal of Biotechnology* Vol. 9(20), pp. 3000-3010. Iran.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA (IICA). *El Enfoque de sistemas en la investigación agropecuaria: seminario-taller*. Brasil. 1990.
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGIA (IDAE). *Ahorro, Eficiencia Energética y Fertilización Nitrogenada*. Edición: IDAE. 2007.
- LI, N., Mu, H., Li, H., Gui, S. 2012. Diesel Consumption of Agriculture in China. *Energies*, 5, 5126-5149. China.
- LLANA, G., Álvarez, M. 1987. *Modelación de Sistemas Ganaderos: Curvas de lactación y flujos de producción láctea en explotaciones bovinas intensivas*. Depto. de Biología de Organismos y Sistemas (Ecología). Universidad de Oviedo. *PASTOS* 17(1-2). España.
- MARTIN, R., MacRae R. *Managing Energy, Nutrients, and Pests in Organic Field Crops*. Editorial CRC Press. 2014. Estados Unidos de América.
- MARTINEZ, S. 1988. *Dinámica de Sistemas y Planificación Regional*. Instituto de Economía y Geografía Aplicadas. España.

- MEUL, M., Nevens, F., Reheul, D., Hofman, G. 2007. Energy use efficiency of specialised dairy, arable and pig farms in Flanders. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 119, 135–144. Belgica.
- MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD. 2000. Energy use in organic farming systems. Report number OF0182. Reino Unido.
- MOHAMMADSHIRAZI, A., Akram, A., Rafiee, S., MousaviAvval, S., Kalhor E. 2012. An analysis of energy use and relation between energy inputs and yield in tangerine production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16. pag 4515–4521. Iran.
- MOLINA, C., Molina, C., Molina, E., Molina, J. 2000. La Agroforesteria como base de Sistemas Integrados de Producción Agropecuaria. Seminario Taller Internacional: producción de leche y carne orgánica en regiones tropicales. Universidad EARTH. Costa Rica.
- MORALES, F., Ortiz, S., Martin, P. 2012. Eficiencia Productiva en Ganaderías Lecheras en el Valle del Cauca. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Colombia.
- MORALES, F., Domínguez, D. 2008. Problemas Productivos causados por fallas en la reproducción de un hato Holstein comercial en el Valle del Cauca (Colombia). Estudio de Caso. Universidad Nacional de Colombia.
- MUKHERJEE, J. 2010. Energy flow in an ecosystem. Jadavpur University. India.
- MURGUEITIO, E., Cuellar, P., Ibrahim, M., Gobbi, J., Cuartas, C., Naranjo, J., Zapata, A., Mejía, C., Zuluaga, A., Casasola F. 2006. Adopción de Sistemas Agroforestales Pecuarios. *Revista: Pastos y Forrajes*, vol. 29, núm. 4. Cuba.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2001. The nutrient requirement of dairy cattle. Seventh edition. National Academy Press, Washington, D. C. 381 p.
- NICHOLLS, C. 2011. Generalidades sobre Teoría Ecológica y los Sistemas de Producción Diversificados: Estructura, Función. Universidad de Antioquia. Colombia.
- ODUM, H.T., Odum, E.C., Brown, M.T., La Hart, D., Bersok, C., Sendzimir J. Environmental Systems and Public Policy. Ecological Economics Program. University of Florida, Gainesville 32611, USA. 1988.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. 2011. Establecimiento y Manejo de Pasturas para Ganado Tipo Lechero. Guía del facilitador. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal. Bolivia.
- PARUELO, J., Batista, M. 2008. El flujo de energía en los ecosistemas. Instituto Tecnológico Superior de Champotón. Argentina.
- PELLETIER, N., Pirog, R., Rasmussen, R. 2010. Comparative life cycle environmental impacts of three beef production strategies in the Upper Midwestern United States. *Agricultural Systems* 103. Pag 380–389. Estados Unidos de América.
- PETERSON, R. 2008. Determining the best energy best energy conservation conservation and energy and energy management management opportunities opportunities for dairy farms. Northeast Agriculture Technology Corporation Ithaca, NY. Estados Unidos de America.
- PIMENTEL, D., Pimentel, M. *Food, Energy, and Society*, Third Edition. Editorial: CRC Press Taylor y Francis Group. 2008. Estados Unidos de América.

- PIMENTEL, D. 2009. Energy Inputs in Food Crop Production in Developing and Developed Nations. *Energies* 2009, 2, 1-24; doi: 10.3390. Cornell University, Ithaca. USA.
- PIMENTEL, D. 2006. Impacts of Organic Farming on the Efficiency of Energy Use in Agriculture. The Organic Center, Cornell University. Estados Unidos de America.
- REFSGAARD, K., Halberg, N., Kristensen, E. 1998. Energy Utilization in Crop and Dairy Production in Organic and Conventional Livestock Production Systems. *Agricultural Systems*, -Vol. 57, No. 4, pp. 599-630. Dinamarca.
- ROTZ, C., Buckmaster, D., Comerford, W. 2005. A beef herd model for simulating feed intake, animal performance, and manure excretion in farm systems. *Journal Animal Science*, 83:231-242. Estados Unidos de America.
- ROTZ, C. 2007. The Integrated Farm System Model: Software for Evaluating the Performance, Environmental Impact and Economics of Farming Systems. USDA-ARS, University Park, Pennsylvania. Estados Unidos de America.
- SAMAVATEAN, N., Rafiee, S., Mobli, H., Mohammadi A. 2010. An analysis of energy use and relation between energy inputs and yield, costs and income of garlic production in Iran. *Renewable Energy* 36. Pag 1808 a 1813. Iran.
- SAUNDERS, C., Barber, A., Taylor, G. 2006. Food Miles—Comparative Energy/Emissions Performance of New Zealand's Agriculture Industry. Research Report 285, Agribusiness & Economics Research Unit, Lincoln University. Estados Unidos de America.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL PESCA Y ALIMENTACION. *Sistemas Silvopastoriles*. 2007. México.
- SHRYOCK, A., Smail, D. *Deep History: The Architecture of Past and Present*. Universidad de California. 2011. Estados Unidos de América.
- SMIL, V. *Feeding the World: A Challenge for the Twenty-First Century*. Editorial MIT Press, 2001. Estados Unidos de America.
- SOIL ASSOCIATION. 2006. *Organic Works: Providing more jobs through organic farming and local food supply*. Bristol House. Reino Unido.
- SUTTON, D., Harmon, P. *Fundamentos de Ecología*. Limusa: Noriega Editores. México. 2006.
- TEDESCHI, L., Nicholson, C., Rich, E. 2011. Using System Dynamics modelling approach to develop management tools for animal production with emphasis on small ruminants. *Small Ruminant Research* 98, 102–110. Estados Unidos de America.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE. 2012. *El Agroecosistema Ganadero* (presentación). Universidad UNNE. Facultad de Ciencias Agrarias. Argentina.
- VELARDE, L., Quiroz, R. 2001. Modeling cattle production systems: integrating components and their interactions in the development of simulation models. *Proceedings - The Third International Symposium on Systems Approaches for Agricultural Development*.
- VILABOA, J. 2008. *El Concepto de Agroecosistema y su Aplicación en la Ganadería Bovina*. Colegio de Posgraduados. Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible. México.

- VIVIEN, F. Economía y Ecología. Segunda Edición Revisada. Ediciones Abya Yala. Quito, Ecuador. 2002.
- WILLIAMS, A., Audsley, E., Sandars, D. 2006. Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities. Main Report. Defra Research Project IS0205. Cranfield University. Reino Unido.
- YOUSEFI, M., Mohammadi, A. 2011. Economical analysis and energy use efficiency in alfalfa production systems in Iran. Scientific Research and Essays Vol. 6(11), pp. 2332-2336. Iran.
- ZIESEMER, J. Energy use in organic food systems. Natural Resources Management and Environment Department Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2007. Italia.

# **Análisis del comportamiento en pastoreo, consumo de materia seca y producción de vacas lecheras en dos haciendas del Valle Del Cauca<sup>3</sup>**

Oscar Eduardo Ríos del Río, Zootecnista; Cristian Camilo Solarte B, Zootecnista; Fernando Morales Vallecilla, Zootecnista Candidato a PhD, Sanín Ortiz Grisales, Zootecnista MSc., PhD  
Universidad Nacional de Colombia. AA 237. Palmira, Valle del Cauca, Colombia  
Autor para correspondencia: [fmoralesv@unal.edu.co](mailto:fmoralesv@unal.edu.co), [sgortizg@unal.edu.co](mailto:sgortizg@unal.edu.co)

## **Resumen**

La investigación evaluó el comportamiento en pastoreo, el consumo de materia seca (CMS) y su relación con la producción de leche en vacas mestizas Jersey en dos altitudes del Valle del Cauca con las Haciendas Canadá (HC) y Chiquique (HCH), en cada una se seleccionaron y marcaron 15 vacas que se encontraban fisiológicamente entre  $4 \pm 2$  partos, se realizó monitoreo visual durante 24 horas cada 8 días por 9 semanas. El sistema de pastoreo fue rotacional en franjas con pasto estrella *Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilg., y suplementadas con concentrado comercial según mérito productivo, los sistemas usaban ordeño mecánico y las distancias a las sala de ordeño fueron en promedio de 413 y 377 metros respectivamente. Se compararon animales en las dos altitudes el tiempo usado por las vacas para pastoreo (VP), vacas rumia (VR), vacas no pastoreo no rumia (VNPNR), vacas en ordeño (VO) y vacas bebiendo (VB), así como la tasa de bocado (TB) y masticaciones por bolo (MB), se midió el consumo de materia seca a través de 4 modelos de predicción: NRC 2001 (NRC), Doble muestreo 1939 (2M), Mertens 1985 (Mer), y comportamiento ingestivo 1996 (Ci), La producción de leche promedio fue de 18,0 y 14,8 kg/día respectivamente para HC y HCH con lo cual se estableció la eficiencia biológica para cada modelo de predicción y se concluyó que el modelo que predice con mayor exactitud el CMS es el NRC seguido del doble muestreo.

**Palabras claves:** Comportamiento en pastoreo, monitoreo visual, consumo de materia seca, modelos de predicción, eficiencia biológica.

## **Abstract**

This study analyzed the grazing behavior, dry matter intake (DMI) and relationship to milk production in crossbred Jersey cows at two altitudes of Cauca Valley Colombia, with the Canada (HC) and Chiquique (HC) farms. In each one, were select 15 lactating cows from  $4 \pm 2$  births. Visual monitoring was performed for 24 hours every 8 days and 9 weeks. The grazing system was rotational in bands with Star grass *Cynodon plectostachyus* (K. Schum) Pilg., and supplemented with commercial concentrate according to productive merit. Mechanicals milking equipment's were used and the distance to the parlors were on average 413 and 377 m respectively. Animals were compared the time used in two altitudes for cows grazing (VP), ruminating cows (VR), cows grazing no rumination (VNPNR), milking cows (VO) and drinking cows (VB) and the rate snack (TB) and chews per bolus (MB), the dry matter

---

<sup>3</sup> Mención como mejores trabajos de grado Universidad Nacional de Colombia, 2015

intake was using 4 predictions model: NRC 2001, Double sampling 1939 (2M), Mertens 1985 (Mer), and feeding Behavior 1996 (Ci), average milk production was 18.0 and 14.8 Kg.day<sup>-1</sup> respectively for HC and HCH with which biological efficiency for each prediction model was established and it was concluded that the model predict more CMS is exactly is el NRC model, followed by double sampling

## Introducción

En la vaca en pastoreo, la regulación del comportamiento de consumo y selectividad depende de factores tanto intrínsecos del individuo (comportamiento social, experiencia de la vaca, componente racial, etc.) y características propias del forraje fresco disponible (FFD) y las restricciones ambientales propias del trópico (Tarazona *et al.*, 2012). En los animales en pastoreo, la estimación precisa del consumo de forraje (kilogramos de materia seca/día) es considerada como una de las herramientas más importantes en el manejo y la producción de leche (Taweel *et al.*, 2004).

El clima y la fertilidad del suelo afecta a la vaca en producción y, esa interacción puede ser de sinergia positiva o negativa, modificando calidad y cantidad de FFD, energía consumida y el uso de ésta, los requerimientos de agua y energía (Arias *et al.*, 2008). El aumento de la carga de calor, causada por una combinación de la temperatura del aire, humedad relativa, el movimiento del aire y la radiación solar, aumenta la temperatura corporal y el ritmo respiratorio, que puede incidir de manera negativa sobre el bienestar animal reduciendo el consumo de forraje y la producción de leche (Schütz *et al.*, 2010). Estudiar el comportamiento de las vacas lecheras en pastoreo es importante, pues ello supone que la mayoría de los modelos de alimentación basados en experiencias de otros países, no cuentan con los factores que influyen en el comportamiento de las vacas en las condiciones del trópico (Aristizàbal, 2004).

El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar las actividades diarias asociadas con el Comportamiento ingestivo en pastoreo de vacas mestizas Jersey, su consumo de materia seca y su relación con la producción de leche en dos altitudes del Valle del Cauca.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Localización

El trabajo de campo se realizó en dos Haciendas ganaderas productoras de leche del Valle del Cauca (Colombia), localizadas en dos pisos térmicos, denominadas Hacienda Canadá (HC) y Hacienda Chiquique (HCH); la información sobre la ubicación y características ambientales se detallan en la Tabla 1.

**Tabla 1. Información sobre la ubicación y características ambientales de las dos haciendas.**

FINCA	H. CANADA	H. CHIQUIQUE
Municipio	Restrepo	Yotoco
Geo referenciación	N 03° 50, 723 W 076° 27, 899	N 03° 82, 984 W 076° 39, 108
Temperatura media anual (°C)	24	25
Humedad relativa (%)	75	76
Precipitación anual (mm)	1256	1000
Altitud (m.s.n.m)	1500	980
Distancia promedio de los pastizales a la sala ordeño (m)	413	377
Tempo promedio de caminata ida y regreso al ordeño (min)	19.9	12.9

## 2.2. Material biológico utilizado

Se tomó una muestra representativa de 15 vacas mestizas Jersey teniendo en cuenta el número de partos ( $4 \pm 2$ ) y que se encontraban entre el primer y segundo tercio de lactancia en cada hacienda, las cuales se identificaron con placas plásticas enumeradas en collares. Estos animales fueron monitoreados por evaluación visual del comportamiento en pastoreo, adaptado de Balocchi *et al.* (2002).

## 2.3 Variables evaluadas

Durante 24 horas de monitoreo cada 8 días por 9 semanas se evaluó: Vacas pastando (VP), vacas rumiando (VR), vacas en no pastoreo no rumia (VNPNR); incluye periodos que el animal utiliza para vegetar y dormir; vacas bebiendo (VB) y vacas en jornada de ordeño (VO); incluye la caminata hacia la sala de ordeño y espera en ella, adaptado de Balocchi *et al.* (2002).

Se monitoreo la tasa de bocado (TB) (número de bocados de hierba por minuto) y masticaciones por bolo (MB) (número de masticaciones en rumia) y cada semana se tomó el dato producción de leche (PL) en las dos haciendas. (Spedding *et al.*, 1966).

A través de 4 modelos matemáticos que se describen a continuación, se estimó el consumo de materia seca (CMSe).

**2.4 Modelo NRC 2001 (NRC) :** Según [National Research Council](#) (2001), para las vacas en lactancia se utiliza una ecuación de predicción del consumo de materia seca (CMS) basada en la producción de leche corregida por grasa (LCG) o FCM de *Fat Corrected Milk*, el peso metabólico del animal y las semanas en lactancia (SEL):

$$\text{Ecuación uno } \text{CMS} \left( \frac{\text{Kg}}{\text{dia}} \right) = (0,372 * \text{LCG} + 0,0968 * \text{PV}^{0,75}) * (1 - e^{(-0,192 * \text{SEL} + 3,67)})$$

El término  $(1 - e^{(-0,192*SEL+3,67)})$  se utiliza para ajustar la disminución en el CMS durante las primeras semanas posparto.

Fat Corrected Milk (FCM)=  $0,4 * (\text{Kg producción leche día}) + (15 * \text{kg grasa láctea día})$ ; Donde 0,4 y 15 son constantes.

**Modelo doble muestreo (2M):** Garrigus y Rusk (1939), establecen que el forraje fresco disponible (FFD) ofrecido a un animal en un área determinada es estimado y medido con toma directa de muestra en campo con marco de 50 x 50 cm y corte calibrado a 10 cm del suelo; luego se permite que el animal pastoree el área experimental por 24 h y el forraje remanente (FR) se estima por altura o cantidad, la diferencia entre FFD y FR es multiplicada por el porcentaje de materia seca del forraje (%MS) y se asume que este valor corresponde al material consumido por el animal. Con lo anterior se estima el CMS por doble muestreo de la siguiente manera:

$$\text{Ecuación dos } \text{CMS} = (\text{FFD} - \text{FR}) * \% \text{MS}$$

**2.5 Modelo Mertens (Mer):** Mertens (1985), analizó los resultados obtenidos de varios experimentos y estimó que el consumo de materia seca (CMS) está relacionado con el consumo de fibra detergente neutra (FDN) y según sus datos, osciló entre 1.1 y 1.2 % del peso vivo (PV) del animal. Por lo tanto basado en tales datos, este autor sugirió que el CMS puede ser estimado de manera precisa a partir de la concentración de FDN de la dieta y el PV del animal de la siguiente manera:

$$\text{Ecuación tres } \text{CMS} = (1.2\% * \text{PV}) / (\% \text{FDN})$$

**2.6 Modelo comportamiento ingestivo (Ci):** Se basa en la cuantificación del tiempo dedicado a pastorear (T), la tasa de bocado o número de bocados por unidad de tiempo (TB) y el peso del bocado en materia seca (PB) (Spedding *et al.*, 1966). Los valores obtenidos se introducen en el modelo:

$$\text{Ecuación cuatro } \text{CMS} = \text{T} * \text{TB} * \text{PB}$$

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1 Tiempo diario de las vacas.

**Pastoreo:** Las vacas en pastoreo de HC utilizan 34,4% del tiempo diario (496 min/d) en la recolección de forraje pastando directamente, 19 minutos por debajo del tiempo usado en HCH (Tabla 2), esto debido a factores como la mayor disponibilidad y calidad que permitió que el animal consumiera FFD y cubriera su capacidad de consumo en menor tiempo.



**Tabla 2. Distribución promedio del tiempo usado por actividad y sus respectivos intervalos de confianza para vacas en pastoreo.**

<b>Actividad</b>	<b>VP</b>	<b>VR</b>	<b>VNPNR</b>	<b>VB</b>	<b>VO</b>
HACIENDA CANADA (TROPICO MEDIO)					
Minutos/Día	496	474	306	24	140
CV %	4,50	2,87	4,36	8,38	7,14
Intervalo de Confianza	444-547	443-506	275-336	20-29	117-163
HACIENDA CHIQUIQUE (TROPICO BAJO)					
Minutos/Día	515	422	344	26	133
CV %	2,77	6,99	8,30	16,50	6,61
Intervalo de Confianza	482-548	354-490	278-409	16-36	113-154

Los porcentajes de MS del pasto pudieron influir sobre el tiempo de pastoreo (HC con 24,72 y HCH con 31,33 % MS) al haber mayor volumen de agua en el forraje de HC.

Otro factor importante en el tiempo de pastoreo es la suplementación con concentrado comercial que se usó, para HC fue de 4,5 kg/d frente a HCH de 2,7 Kg/día; según Bargo *et al.*, 2003 el tiempo en pastoreo puede verse reducido en 34 minutos/día con suplementación de concentrado en suministro promedio de 4,1 kg/d y rango de 2 a 8 kg/día.

En general, el tiempo de pastoreo aumenta a medida que disminuye la biomasa o la altura de la pastura, pero puede no haber respuesta a variaciones en biomasa, o esa respuesta ser curvilínea, donde el tiempo de pastoreo máximo se obtiene con cantidades intermedias de biomasa (Galli *et al.*, 1996). Para Bargo *et al.*, 2003 en promedio, el tiempo diario de pastoreo de vacas bajo suplementación es de 40% (578 min/d) y que este se reduce en 12 min/d por cada kilogramo de concentrado; cabe destacar que estos valores son generados con pasturas de mejor calidad físicas y químicas (MS, FDN, FDA) que condicionan el CMS como "Ryegrass" a diferencia de las usadas en el este estudio pasto "Estrella *Cynodon plectostachyus*".

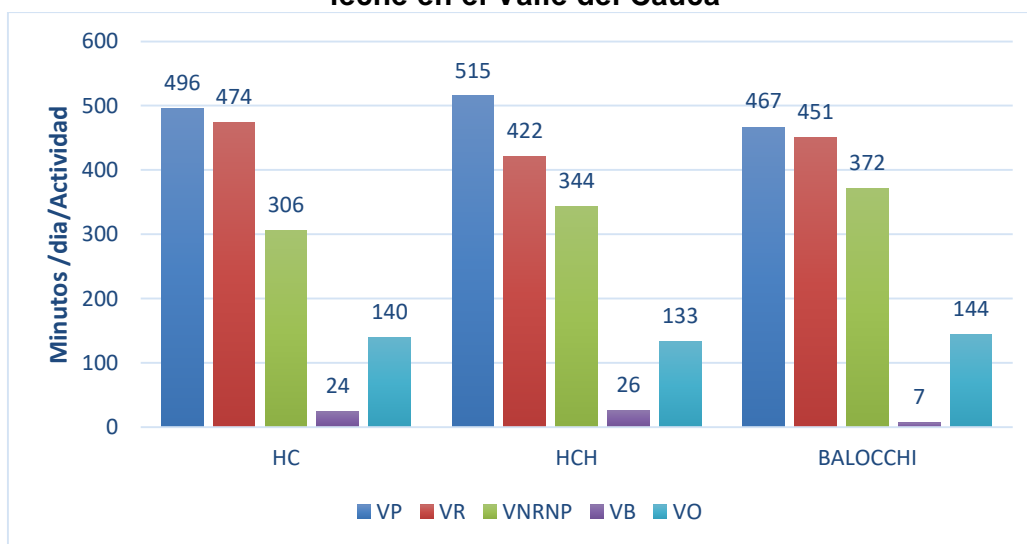
**La rumia** en HC fue de 33,0% del tiempo diario (474 min/d), 52 minutos por encima del porcentaje en HCH. La literatura indica que la resistencia a la trituración (reducción del tamaño de las partículas) se relaciona positivamente con el contenido de fibra detergente neutra (FDN) (Romney y Gill., 2000); a mayor FDN mayor resistencia a la trituración por lo tanto se esperaría que hubiese mayor tiempo realizando esta actividad, sin embargo según los valores encontrados en la

investigación FDN en HC de 61,60% con 476 minutos en rumia y de FDN en HCH de 66,00% con 422 minutos en rumia; demuestran que no siempre la relación FDN y resistencia a la trituración se relacionen positivamente.

**No pastoreo no rumia** en HC el 21,2% del tiempo es usado por las vacas en vegetar y dormir (306 min/d), pues ni pastorean ni rumian, presenta 38 minutos por debajo de HCH, esto quizá se deba a que hubo mayor actividad física pastoreando en HCH que refleja ese mayor porcentaje de inactividad en descanso.

**Vacas bebiendo**, esta actividad fue similar en HC y HCH al igual que **vacas en ordeño**, en esta última variable hay que resaltar las distancias de los potreros hacia la sala de ordeño en las dos haciendas fueron en promedio de 413 y 377 metros respectivamente y se manejaba el mismo sistema de ordeño mecánico. La salida del ordeño en conjunto con el ingreso a una nueva área de pastoreo estimula el consumo de forraje en las dos haciendas cabe resaltar que la hora de ordeño fue diferente por lo cual el momento del ordeño es decisivo en el comportamiento en pastoreo.

**Figura 1. Comportamiento de vacas Jersey en dos sistemas de producción de leche en el Valle del Cauca**



**VP:** Vacas pastoreando, **VR:** Vacas rumiando, **VNPNR:** vacas no pastoreo no rumia, incluye periodos que el animal utiliza para vegetar y dormir, **VB:** vacas bebiendo y **VO** vacas en ordeño, incluye la caminata hacia la sala de ordeño y espera en ella.

La **Figura 1** muestra un comparativo entre el tiempo diario dedicado a cada actividad en HC, HCH y el estudio realizado por Balocchi, en el cual se indica un patrón de comportamiento similar con excepciones para el valor vacas bebiendo. Según Balocchi *et al.* (2002) El patrón diario de actividades de las vacas en pastoreo así: vacas pastoreando 32,4% (467 min/d), vacas rumiando 31,3% (451 min/d), vacas caminando, parada y echada de 1,6- 6,0 y 18,2% respectivamente (para un total de 25,8 % (372 min/d) que podrían equivaler a VNPNR), vacas bebiendo 0,5% (7 min/d) y en ordeño 10% (144 min/d).

Uno de los factores determinantes en la producción de leche según la gráfica está en la relación diferencia de tiempo en Vacas pastoreando (VP) y Vacas rumiando (VR) al presentarse un mejor desempeño productivo cuando hay menor rango de tiempo entre la una y la otra lo cual condiciona que un elevado tiempo en pastoreo debe ir acompañado de un proporcional tiempo en rumia en este caso la diferencia en tiempo entre VP y VR de 21, 93 y 16 minutos en HC , HCH y la investigación Balocchi *et al.*, (2002) respectivamente frente a producciones de 18,0- 14,8 y 32,4 kilos de leche evidencian lo expuesto.

### Tasa de bocado (TB)

El patrón de comportamiento de TB en las vacas evaluadas en HC y HCH presentan mayor actividad inmediatamente después del ordeño, se puede observar en general que la TB en estas condiciones es inferior a lo reportado en la literatura, presentando para HC un promedio de bocados por minuto de **24 ± 2** con **11.782** bocados por día, mientras que para HCH **21 ± 2** bocados por minuto con **10.669** bocados por día (**Tabla 3**) resultados que no superan el valor mínimo reportado por la literatura que indica que la tasa de pastoreo de 30 a 50 bocados por minuto es común tanto en ganado vacuno y ovino; y que los bocados por día para bovinos adultos han oscilado entre 12.000-36.000 (Vallentine, 2001).

**Tabla 3. Tasa de bocado y masticaciones por bolo**

ITEM	HC	HCH
<b>X Tasa de bocado</b>	24	21
<b>CV %</b>	3,79	5,07
<b>Intervalo de confianza</b>	22-26	19-23
<b>X Masticaciones por bolo</b>	49	47
<b>CV %</b>	1,51	2,29
<b>Intervalo de confianza</b>	48-51	44-49

La TB inferior a la reportada por la literatura podría deberse a diferencias en las características botánicas de las pastura usadas en las investigaciones y cabe destacar que el consumo de forraje está relacionado con la composición química de los pastos, que se ve afectado entre otros por los días de rebrote, la estación y la hora del día (Abrahamse *et al.*, 2008). Los forrajes con bajas digestibilidades limitan el consumo voluntario debido a su lento tránsito por el rumen y su paso por el tracto digestivo, el contenido de fibra detergente neutra (FDN), también puede afectar el

consumo porque tiene una relación directa con el efecto de llenado del rumen (Tarazona *et al.*, 2012).

El tipo de pastura usada en la alimentación del animal afecta directamente la TB y no se ve influenciada por factores como la suplementación con concentrado en rangos de 2 a 8 kg /d con un promedio de 58 bocados/minuto y rango de 45 a 78 en pastos ryegrass (Bargo *et al.*, 2003).

Kondo (2011), observo el comportamiento ingestivo de animales en pastoreo y estableció que los animales bajan la cabeza y se hace audible el sonido de la mordida sobre la pastura a una velocidad de aproximadamente 60 bocados/minuto, y compara sus resultados con otros autores que hablan que el rango de la tasa de bocado era alrededor de 50 a 70 bocados/minuto y a veces por encima de 80 bocados/minuto para pasturas de climas templados.

Es probable que al haber menor cantidad de bocados por día haya disminución del consumo de forrajes lo cual implicaría una baja en la productividad de los animales. Lo anterior se refleja en la producción de leche que para HC fue de 18 kilos con **11.782** bocados por día mientras que en HCH se presentó una producción de 14,8 kilos con **10.669** bocados por día.

### **Masticaciones por bolo (MB)**

El comienzo de los primeros ciclos de rumia o masticaciones por bolo después del ordeño, se presentan, según la investigación, entre dos y cuatro horas siguientes a la hora de salida y luego de pastoreo. Cuando los animales rumian mantienen la cadencia en la acción MB mientras se mantienen parados, echados, caminando, orinando o defecando. El número de masticaciones por bolo promedio en un minuto para HC es de  $49 \pm 2$  y para HCH de  $47 \pm 2$  no existiendo diferencias significativas (Tabla 3).

### **Consumo de materia seca y la relación con la producción de leche**

Según lo encontrado en la investigación, los modelos evaluados varían de mayor a menor la forma como predicen el consumo promedio en  $\text{Kg.ms.día}^{-1}$ , de la siguiente manera: Modelo *National Research Council* 2001 (NRC), modelo doble muestreo (2M), modelo Mertens (Mer) y modelo del comportamiento ingestivo (Ci); donde NRC es el que predice el valor más alto y Ci el menor valor de los consumos encontrado en las dos haciendas (Tabla 4)

**Tabla 4. Consumo de materia seca estimado por medio de cuatro modelos de predicción.**

TIPO DE ALIMENTO	HC				HCH			
	CMSe Kg/MS/Día				CMSe Kg/MS/Día			
	NRC	2M	Mer	CI	NRC	2M	Mer	CI
<i>Cynodon Plectostachyus</i>	-	10,2	8,9	7,1	-	9,9	7,5	6,4
Concentrado comercial	-	4,5	4,5	4,5	-	2,7	2,7	2,7
Silo de maíz	-	0,0	0,0	0,0	-	0,6	0,6	0,6
<b>CMSe TOTAL</b>	<b>15.5</b>	<b>14,7</b>	<b>13,4</b>	<b>11,6</b>	<b>13.7</b>	<b>13,2</b>	<b>10,8</b>	<b>9,7</b>

NRC=  $(0.372*LCG + 0.0968*PV^{0.75}) * (1 - e^{(-0.192*(SEL+3.67))})$  (NRC, 2001).

2M=  $(FO - FR) * \%MS$  (Garrigus y Rusk, 1939).

Mer =  $(1.2\% * PV) / (\%FDN)$  (Mertens, 1985).

CI =  $T * TP * PB$  (Spedding et al., 1966).

Establecer cuál modelo describen con mayor precisión el CMS de las vacas bajo pastoreo con relación en la producción de leche (eficiencia), es una forma de intentar dilucidar esta encrucijada sobre la predicción del CMS en pastoreo, para abordar el tema se correlacionó los valores encontrados en este estudio con datos de investigaciones sobre eficiencia productiva de vacas en confinamiento bajo condiciones controladas que estiman con seguridad y precisión el CMS (Bargo *et al.*, 2003).

La eficiencia biológica de producción encontrada para cada caso (**Tabla 5**), calculada con los datos promedios de producción de leche y consumo de MS reflejan que existen dos modelos que se acercan a los valores preestablecidos en la literatura estos modelos son: NRC con eficiencias de 1,16 y 1,08 litros de leche por kilo de materia seca consumido y el modelo de doble muestreo con eficiencias de 1,22 y 1,12 para cada Hacienda respectivamente, mostrando una aproximación a los valores reportados en la literatura sobre la eficiencia de producción de leche (kg de leche producida/kg de materia seca consumida) en sistemas de trópico alto los cuales pueden estar en 1,2 y en sistemas en confinamiento con valores superiores a 1,4-1,5 (Bargo, 2003).

**Tabla 5. Relación consumo de materia seca y producción de leche**

	HC				HCH			
	NRC	2M	Mer	Ci	NRC	2M	Mer	Ci
CMSe. Total Kg. Día	15,5	14,7	13,4	11,6	13,7	13,2	10,8	9,7
Producción leche. Kg. día	18,0	18,0	18,0	18,0	14,8	14,8	14,8	14,8
Eficiencia biológica bruta	1,16	1,22	1,34	1,55	1,08	1,12	1,37	1,52

Se resalta que los datos de eficiencia biológica reportados por la literatura son calculados en trópico alto donde las características ambientales suponen condiciones óptimas para la producción y por lo tanto se esperaría que las eficiencias encontradas en trópico medio y bajo en donde se desarrolló la investigación sean en contraste inferiores.

Según Hutjens, (2005) la eficiencia de la alimentación la refleja el nivel de leche corregida por grasa producida por unidad de materia seca consumida con un rango óptimo de 1,4 a 1,8 kg de leche por 1,0 kilogramos de MS consumida en condiciones de Ración Total Mezclada (TMR).

De los dos modelos el más adecuado debido a que presenta menor variabilidad a la hora de usarlo es el de NRC ya que sus datos son exactos y dan menor cabida a errores por ser más objetivo que subjetivo como si lo es el doble muestreo.

**Tabla 6. Relación consumo de materia seca y producción de leche**

<b><u>ANALISIS SOLICITADOS</u></b>	<b>HC</b>	<b>HCH</b>
<b>Fibra detergente ácida (%FDA)</b>	42,20	39,40
<b>Fibra detergente lignina (%FDL)</b>	6,50	6,20
<b>Fibra detergente neutra (%FDN)</b>	61,60	66,00
<b>Extracto etéreo (%EE)</b>	1,58	1,05
<b>Proteína bruta (%PB)</b>	14,40	15,61

**Fuente:** Laboratorio de nutrición animal, bioquímica y de pastos y forrajes, Universidad de Antioquia, 2014

La producción de leche promedio fue superior en HC con 18 kilos a diferencia de HCH con 14,8 kilos de leche esto debido a las mejores condiciones de las pasturas (**Tabla 6**) las cuales reflejaron la calidad física y química de forraje en HC que en HCH.

## **Conclusiones**

Conocer sobre el comportamiento ingestivo de las vacas en pastoreo permite administrar eficientemente el tiempo usado para consumo de materia seca, sin menoscabo del tiempo dedicado a otras actividades con el fin de maximizar la productividad y gestionar mejor las empresas ganaderas.

La hora de ordeño es decisiva al momento de administrar las pasturas puesto que de ella depende el comportamiento de las vacas en pastoreo.

El modelo que se ajusta mejor para predecir el consumo de materia seca en la vaca bajo pastoreo es el NRC, sin embargo en condiciones de campo el modelo de doble muestreo puede ser útil.

Las eficiencias biológicas de producción de leche encontradas solo reflejan la relación entre producción y consumo y no involucran la eficiencia económica del hato.

Es importante enfrentar pisos térmicos con mayores contrastantes para realizar futuras investigaciones del comportamiento de la vaca en pastoreo.

La diferencia entre el tiempo en pastoreando (VP) y en tiempo en vacas rumiando (VR) es inversamente proporcional a la producción de leche así por ejemplo a > diferencia en tiempo entre VP y VR < producción de leche

## Bibliografía

- Abrahamse, P. A.; Dijkstra, J.; Vlaeminck, B. and Tamminga, S. 2008. Frequent Allocation of Rotationally Grazed Dairy Cows Changes Grazing Behavior and Improves Productivity. *J. Dairy Sci.* 91:2033–2045.
- Arias, R.A.; Mader, T.L. y Escobar, P.C. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos de medicina veterinaria*, 40 (1), 7-22.
- Aristizàbal, V.J. 2004. IV Seminario internacional competitividad en carne y leche: Pastoreo inteligente la nueva alternativa para aumentar la rentabilidad de los hatos de leche y carne. 176p.
- Arelovich, H. M.; Abney, C. S.; Vizcarra, J. A. y Galyean, M. L. 2008. Effects of Dietary Neutral Detergent Fiber on Intakes of Dry Matter and Net Energy by Dairy and Beef Cattle: Analysis of Published Data. *The Professional Animal Scientist*. 24: 375–383.
- Balocchi, O.; Pulido, R. y Fernández, J. 2002. Comportamiento de vacas lecheras en pastoreo con y sin suplementación con concentrado. *Agric. Téc.* v.62 n.1.
- Bargo, F.; Muller, L.; Kolver, E. And Delahoy, J. 2003. Invited Review: Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture. *J. Dairy Sci.* 86:1–42.
- Correa, H.J. 2001. El modelo NRC 2001. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Forbes, J.M. 1988. Nutrition and Lactation in the Dairy Cow. The prediction of voluntary intake by the dairy cow. 294-312 p.
- Galli, J.R.; Cangiano, C.A. y Fernández, H.H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. *Rev. Arg Prod. Anim.* 16(2):119-42.
- Garrigus W. P. and Rusk H. P. 1939. Some effects of the species and stage of maturity of plants on forage consumption of grazing steers of various weights. *Bull. Agr. Exp. Sta.*, Ill. 454: 508 p.
- Hutjens, M.F. 2005. Dairy Efficiency and Dry Matter Intake. Proceedings of the 7th Western Dairy Management Conference.
- KONDO, S. 2011. REVIEW ARTICLE: Recent progress in the study of behavior and management in grazing cattle. *Animal Science Journal*. (82), 26–35.



- Mendoza, C.; Pabón, M.; y Carulla, J. 2011. Variaciones diarias de la oferta forrajera, efecto sobre la producción y calidad de la leche. *Rev. MVZ Córdoba* 16 (3):2721-2732.
- Mertens, D. R. 1985. Factors influencing feed intake in lactating cows: From theory to application using neutral detergent fiber. In: Proceedings of the Georgia Nutrition Conference, Atlanta. 1-18 p.
- National Research Council. 2001. The nutrient requirement of dairy cattle. Seventh edition. *National Academy Press*, Washington, D. C. 3-4 p.
- Romney, D.L. and Gill, M. 2000. Intake of forages. In: Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. Givens, D.I; Owen, E; Axford, R. and Omed. H. M. Wallingford, Oxon, GBR: CABI Publishing.43-62 p.
- Schütz, K. E.; Rogers, A. R.; Poulouin, Y. A.; Cox, N. R. and Tucker, C. B. 2010. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* (93), 125–133.
- Speeding C. R. W.; Large R. V. and Kydd D. D. 1966. The evaluation of herbage species by grazing animals. 10th International Grassland Congress, Helsinki. 474-483 p.
- Tarazona, A.M.; Ceballos, M.C.; Naranjo, J.F. y Cuartas, C.A. 2012. Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.* 25:473-487
- Taweel, H. Z.; Tas, B. M.; Dijkstra, J. And Tamminga, S. 2004. Intake Regulation and Grazing Behavior of Dairy Cows under Continuous Stocking. *J. Dairy Sci.* 87:3417–3427
- Vallentine, J.F. 2001. Grazing Activities/ Behavior. In: Grazing Management (Second Edition).167-199p.
- Vázquez, O. P. y Smith T. R. 2000. Factors Affecting Pasture Intake and Total Dry Matter Intake in Grazing Dairy Cows. *J Dairy Sci* 83:2301–2309.

## ANEXOS 4. Encuestas aplicada

### Anexo 1. Formato para evaluación de sistemas de producción de leche

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA									
PROYECTO: SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL VALLE DEL CAUCA (F.M.V/S.O.G)									
FORMATO DE EVALUACIÓN DE FINCAS									
					FECHA:				
<b>100 INFORMACIÓN GENERAL:</b>									
<b>101 MUNICIPIO:</b>					<b>102 VEREDA:</b>				
<b>103 NOMBRE DE LA FINCA:</b>					<b>104 A.S.N.M:</b>				
<b>104 Sistema de producción</b>	1. leche espec.	2. Ceba	3. Cria						
<b>105 Fortaleza del sistema de producción</b>				<b>106 Atractivo del mercado</b>					
<b>108 TEMPERATURA:</b>				<b>109 TEMP. MAX:</b>	<b>110 TEMP. MIN:</b>				
<b>111 HUMEDAD RELATIVA (%)</b>				<b>112 H. REL. MAX (%)</b>	<b>113 H. REL. MIN (%)</b>				
<b>114 PRECIPITACION (mm):</b>				<b>115 BRILLO SOLAR:</b>	<b>116 H. RELATIVA</b>				
<b>117 VELOC. DEL VIENTO</b>									
<b>118 TOPOGRAFIA:</b>	PLANA (%) :			ONDULADA (%) :			PENDIENTE(%) :		
<b>119 AREA TOTAL (HAS)</b>	POTREROS (HAS)			BOSQUES (HAS)			CULTIVOS (HAS)		
<b>119 VIAS DE ACCESO</b>	1. BUENA			2. REGULAR			3. MALA		
<b>200 SUELOS</b>									
<b>201 TEXTURA:</b>	ARCILLA: _____			ARENA: _____			LIMO: _____		
<b>202 COLOR SUELO:</b>	1. Negro _____			2. Café _____			3. Amarillo _____		
<b>203 NIVEL DE MORGANICA</b>	1. ALTO: _____			2. MEDIO: _____			3. BAJA: _____		
<b>204 GRADO COMPACTACIÓN:</b>	1. ALTO: _____			2. MEDIO: _____			3. BAJO: _____		
<b>205 VOCACIÓN ANTERIOR</b>	1. CULTIVO: _____			2. PASTOS: _____			3. BOSQUE: _____		
<b>206 CORRECTIVOS AL SUELO</b>	1. SI _____			2. NO _____			Prod. Y Cantidad: _____		
<b>207 FERTILIZACIÓN</b>	1. SI _____			2. NO _____			Productos: _____		
<b>207 KG NITROGENO/H/AÑO</b>									
<b>208 KG FOSFORO/H/A AÑO</b>									
<b>209 KG DE POTASIO/H/AÑO</b>									
<b>209 NIVEL FREÁTICO:</b>	1. ALTO: _____			2. MEDIO: _____			3. BAJO _____		
<b>209 DISPONIBILIDAD DE RIEGO:</b>	1. SI _____			2. NO _____					
<b>210 CANT. MM APLICADOS / AÑO</b>									
<b>211 HECTAREAS EN RIEGO</b>									
<b>212 RIEGOS X AÑO</b>	1. DE 1 A 2			2. DE 3 A 5			3. MAS DE 6		
<b>300 INVENTARIO Y CARGA</b>									
<b>301 TOTAL VACAS:</b>				<b>302 VACAS ORDEÑO:</b>					
<b>304 TERNERAS 0-6</b>				<b>303 VACAS SECAS</b>					
<b>305 NOVILLAS 12-24</b>				<b>305 TERN 6-12</b>					
<b>308 EQUINOS</b>				<b>307 NOV. PRENADAS</b>					
<b>309 CARGA ANIMAL -UGG</b>				<b>310 CARGA UGG/Ha</b>					
<b>320 PRODUCCIÓN DE LECHE</b>									
<b>321 PROD. LECHE/DIA (Lb)</b>				<b>322 PROM. VACA (Lb)</b>					
<b>323 CANTIDAD MÁXIMA (LTS)</b>				<b>324 CANTIDAD MÍNIMA (LTS)</b>					
<b>325 PRODUCT. TOTAL (LTS/AÑO/HA)</b>				<b>326 PRODUCT. (LTS/ARG/HA)</b>					
<b>327 DIAS EN LECHE</b>				<b>328 DIAS LECHE (RANGO)</b>					
<b>329 LITROS AL PROD. MAX (LTS) -pico</b>				<b>330 LTS AL SECADO</b>					
<b>331 DIAS AL PICO</b>				<b>332 DIAS AL SECADO</b>					
<b>333 PRODUCC. LACTANCIA</b>				<b>334 PROD. A 305 d</b>					
<b>335 N° DE PARTOS</b>				<b>336 PROD. AL 1ER PARTO</b>					
<b>337 PROD. AL 2° PARTO</b>				<b>338 PROD. 3 O MÁS PARTO</b>					
<b>339 PROM. DE SÓLIDOS TOTALES (%)</b>				<b>340 PROM. PROTEÍNA (%)</b>					
<b>341 PROM. DE GRASA EN LECHE (%)</b>				<b>342 PROM. LACTOSA (%)</b>					
<b>342 RECUENTO CCS (000)</b>				<b>343 RECUENTO UFC (%)</b>					
<b>344 SCORE C/CORPORAL PARTO (1-5)</b>				<b>345 SCORE C/CORP. 60-90 (1-5)</b>					
<b>346 SCORE C/CORPORAL 120-180 (1-5)</b>				<b>347 SCORE C/CORP. SECADO (1-5)</b>					
<b>400 GENÉTICA</b>									
<b>401 RAZAS PREDOMINANTE</b>	1. Holstein			2. Pardo _____			3. Gyr _____		
<b>402 NIVEL DE ADAPTA. DE LA RAZA AL SIST</b>	1. Alta _____			2. Media _____			3. Baja _____		
<b>403 INFORMACIÓN GENÉTICA</b>	1. Regist Asocia.			2. Registros Finca					
<b>404 CRUZAMIENTOS DIRIGIDOS</b>	1. Si _____			2. No _____					
<b>405 APAREAMIENTO CORRECTIVO</b>	1. Si _____			2. No _____					
<b>406 INDICES DE SELECCIÓN</b>	1. Si _____			2. No _____					
<b>407 GENÓMICA</b>	1. Si _____			2. No _____					
<b>420 REPRODUCCIÓN:</b>									
<b>421 MONTA NATURAL</b>	1. MONTA NATURAL			2. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL			3. IA+ E.T		
<b>422 CONTROL DE CELOS</b>	1. PERSONAL			2. INSEMNADOR			3. INSEMN-MARCADOR		
<b>423 USO DE BONIFICACIÓN</b>	1. SI: _____			2. NO: _____			4. INSEM-MARC-OTRO		
<b>424 PALPACIÓN</b>	1. SEMANAL			2. QUINCENAL			3. MENSUAL		
<b>425 % DETECCIÓN DE CALORES</b>							4. BIMENSUAL		
<b>426 DIAS PARTO 1ER. CALOR</b>							5. OCASIONAL		
<b>427 DIAS PARTO 1ER. SERVICIO</b>									
<b>428 DIAS PARTO - CONCEPCIÓN</b>									
<b>429 INTERVALO ENTRE PARTOS PREVID</b>									
<b>430 INTERVALO ENTRE PARTOS PROYECTADO</b>									
<b>431 SERVICIOS POR CONCEPCIÓN</b>									
<b>432 TABA DE CONCEPCIÓN</b>									
<b>433 PATOLOGÍA REPROD. MAS FRECUENTE</b>	1. RET. PLAC. _____			2. METRITIS: _____			3. ABORTOS: _____		
						4. FIEBRE LECHE: _____			
						5. OTRA: _____			
<b>500 PASTOS Y FORRAJES</b>									
<b>501 1A ESPECIE PREDOMINANTE</b>				<b>502 2A ESPECIE PREDOMINANTE</b>	Pasto Principal		Pasto minoritario		Corbe
<b>503 DENSIDAD</b>	1. ALTA: _____			2. MEDIA: _____			3. BAJA: _____		
<b>504 APAR. GENERAL (Relacion hoja/tallo):</b>	1. ALTA: _____			2. MEDIA: _____			3. BAJA: _____		
<b>504 ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS</b>	1. SI _____			2. NO: _____			Altura Invierno: _____		
<b>504 CONTROL DE MALEZAS</b>	1. ALTA: _____			2. MEDIA: _____			Verano: _____		
<b>505 SISTEMA DE PASTOREO</b>	1. Continuo: _____			2. Alterno: _____			3. BAJA: _____		
<b>506 ANIMALES X LOTE</b>	1. 0-10			2. 10-30			3. Franja: _____		
<b>507 METROS FRENTE DE PASTOREO</b>							4. Corte		
<b>508 NUM. FRANJAS ENTREGADAS DIA</b>							3. 30-50		
<b>509 NIVEL DE LLENADO RUMINAL</b>							4. 50-100		
<b>511 % ANIMALES PASTOREANDO/HORA:</b>									
				<b>510 MASTICACIONES X BOLO</b>					

<b>600 SUPLEMENTACIÓN</b>					
601 TIPO DE SUPLEMENTACIÓN		1. FORRAJERA	2. PASTO + ENSILAJE	3. PASTO + HENOLAJE	4. OTRA: _____
602 SUPLEMENTO BALANCEADO		1. SI: _____	2. NO: _____		
603 MARCA DE ALIMENTO		1. FINCA: _____	2. SOLLA _____	3. FDN: _____	4. ITALCOL: _____ 5. OTRA: _____ (C)
604 LUGAR DE COMPRA		1. FABRICA: _____	2. DISTRIBUIDOR: _____	3. PUNTO DE VENTA: _____	
604 CALIDAD DEL ALIMENTO USADO		1. ALTA: _____	2. MEDIA: _____	3. BAJA: _____	
605 CANTIDAD POR VACA		606 # ALIMENTACIONES X DIA			
607 SE MANEJA RETO PRODUCTIVO:		1. SI: _____	2. NO: _____		
608 OTROS SUPLEMENTOS		1. MATERIAS PRIMAS: _____	2. GRASAS _____	3. AMBAS _____	4. Otra: _____ (C)
609 SAL MINERALIZADA		1. SI: _____	NO: _____	610 GRS X VACA-DIA	
610 MARCAS		1. SOMEX: _____	2. FINCA _____	3. SOLLA: _____	OTRA: _____ (CUAL)
611 SUPLEMENTO PREPARTO		1. SI: _____	2. NO: _____		
<b>700 SISTEMA DE ORDEÑO:</b>					
701 SISTEMA DE ORDEÑO		1. MANUAL	2. MANUAL POTRERO	3. MECANIC. POTRERO	4. MECANIC. BASICO
702 DISTANCIA A LA SALA (MTS)		1. 0-100	2. 101-200	3. 200-300	4. 400-500
703 PROTOCOLO ORDEÑO		1. SI: _____	2. NO: _____		5. mas de 500
704 USO DE SELLADOR		1. SI: _____	2. NO: _____	3. TERNERO: _____	
705 ORDEÑO CON CANTINA		1. SI: _____	2. NO: _____		
706 ORDEÑO CON TANQUE		1. SI: _____	2. NO: _____		
707 LINEA DE CONDUCCION LECHE		1. ALTA	2. MEDIA	3. BAJA	
708 TIPO DE SALA		1. TANDEM	2. ESPINA PESCADO	3. LINEAL	4. OTRA
709 PULSACIÓN		1. MECANICA	2. ELECTRONICA		
709 CONTROL DE MASTITIS - CMT		1. SI: _____	NO: _____		
710 FRECUENCIA DEL CMT		1. SEMANAL	2. QUINCENAL	3. MENSUAL	4. BIMENSUAL
711 TRATAMIENTOS CONTROLADOS		1. OPERARIO	3. ADMINISTRADOR	5. MED. VETERINARIO	5. OCASIONAL
712 TRATAMIENTO DE SECADO		1. SI: _____	2. NO: _____		
<b>800 SANIDAD</b>					
801 EXISTEN NORMAS DE BIOSEGURIDAD		1. SI: _____	2. NO: _____		
802 CONTROL DE ENTRADA VEHICULOS		1. SI: _____	2. NO: _____		
803 VACUNACIONES		1. NO VACUNA	2. AFTOSA	3. AFT + BRU-CARB	4. A+B-C-LEPTO
804 VERMIFUGACIONES		1. NO VERMIFUGA	2. CICLO	3. TRIMESTRAL	5. A-B-C-L-VIR
805 PROFESIONAL (M.V)		1. SI: _____	2. NO: _____		
806 FRECUENCIA DE VISITA		1. OCASIONAL	2. BIMENSUAL	3. MENSUAL	4. SEMANAL
					5. FIJO
<b>900 CRIA Y LEVANTE REEMPLAZO</b>					
901 ALIMENTACIÓN		1. AMAN. RESTR:	2. LECHE BALDE	3. LACTO REEMPLAZADOR	
902 SUPLEMENTO TERNERAS		1. SI: _____	NO: _____		
903 PESO NACIMIENTO					
904 PESO DESTETE					
905 EDAD DESTETE					
906 PESO A LOS 12 MESES					
907 PESO A LOS 18 MESES					
908 EDAD 1A INSEMINACIÓN					
909 PESO A LA 1A INSEMINACIÓN					
910 PESO AL PARTO					
911 EDAD AL PARTO					
<b>1000 MANEJO AMBIENTAL</b>					
1001 Tipo de potrero		1. Potrero solo	2. Potrero + arboles 0-10	3. Potre. + arbol 10-30	4. Potre. + arbol + 40
1002 Disposición aguas servidas		1. Rios-quebrada	2. Foso estercolero	3. Biodigestor	5. Silvopastoril implantado
1003 Manejo de basura		1. Sin manejo	2. Recolección y deposito	3. Compostado	4. Lombricompuesto
1004 Disposición excretas		1. Rios-quebrada	2. Foso estercolero	3. Biodigestor	4. Compostado
1005 Manejo de empaques - agroquimicos		1. Sin manejo	2. Recolección y deposito	3. Entrega Coogancevalle	5. Lombricompuesto
<b>1020 MANEJO DEL AGUA</b>					
1021 TIPO BEBEDERO		1. FIJO:	2. MOVIL: _____		
1022 DE DONDE PROVIENE EL AGUA:		1. NACIMTO: _____	2. RIO: _____	3. ACUEDUCTO: _____	4. Otra: _____ (cual)
1023 PROTECCIÓN DE FUENTES		1. SI: _____	2. NO: _____		
1023 NUM. ANIMALES X BEBEDERO		1. 0-10	2. 10-20	3. 20-50	4. mas de 51
<b>1100 CONDICIONES SOCIO-ECONOMICAS</b>					
1101 Nivel educativo ordeño		1. Basica	2. Bachiller	3. Tecnologo	4. Profesional
1102 Nivel educativo campo		1. Basica	2. Bachiller	3. Tecnologo	4. Profesional
1103 Mayordomo		1. Basica	2. Bachiller	3. Tecnologo	4. Profesional
1104 Administrador		1. Basica	2. Bachiller	3. Tecnologo	4. Profesional
1105 Propietario		1. Basica	2. Bachiller	3. Tecnologo	4. Profesional
1106 Asesores externos - contratados		1. Si	2. No		
1107 Casa administrador/ Mayordomo		1. Si	2. No		
1108 Pago de prestaciones		1. Si	2. No		
1109 Calidad de vida operarios		1. Alta	2. Media	3. Baja	
<b>CAPACIDAD ECONOMICA</b>					
1107 Nivel de inversión		1. Alta	2. Media	3. Baja	
1108 Capacidad de financiación		1. Alta	2. Media	3. Baja	
1109 Nivel de endeudamiento		1. Alto	2. Media	3. Baja	
1110 Costo de forrajes					
1111 Costo de Suplementación					
1112 Costos de reproducción					
1113 Costos de ordeño					
1114 Costos mano de obra					
1115 Costo litro de leche					
1116 Utilidad bruta (%)					
1117 Utilidad operacional (%)					
<b>1200 GESTION DE LA INFORMACIÓN</b>					
1201 Registros de producción		1. SI: _____	2. No: _____		
1202 Sifo de registro		1. cuaderno	2. Excel-Word	3. Software: _____	
1203 Registros contables		1. cuaderno	2. Excel-Word	3. Software: _____	4. Softw + contado
1204 Control de la información		1. Anual	2. Semestral	3. Mensual	
1205 Toma de decisiones		1. Experiencia	2. Registros	3. Comites e indicadores	

# ANEXO 5. Formato para evaluación de la cadena de valor.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA																
EVALUACIÓN DE LA CADENA DE VALOR																
CADENA DE VALOR											RESUMEN					
Actividades	Peso	Calif	Pond	Peso	Calif	Pond										
Oferta ambiental	20%	4.25	0.85	20%												
Logística de Entrada (Compras, Transp., recibo, manipuleo y almac)	10%	0.00	-	10%												
Producción de Pasturas y Forrajes	15%	0.00	-	15%												
Sistema de producción de leche y Productividad	15%	0	-	15%												
Control reproductivo y genético	10%	0.00	-	10%												
Sistemas y tecnologías de ordeño	5%	0.00	-	5%												
Logística de Salida (Ordeño, enfriamiento, entrega)	5%	0.00	-	5%												
Desarrollo Tecnológico (pasturas, genético, equipos)	5%	0	-	5%												
Gestión de desarrollo Humano	10%	0.00	-	10%												
Infraestructura Gerencial (Ganadería y Finanzas)	5%	0	-	5%												
<b>TOTAL</b>	<b>###</b>	<b>0.85</b>		<b>100%</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>										
							Fuerte	Medio	Debil							
A. Oferta ambiental																
PESO	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN					Dato	CALIFICACIÓN					TOTAL	PONDERADO	COMPARADO	DIFERENCIA
20%	Temperatura	M	D	R	B	MB	real	M	D	R	B	MB	0	0	0	0
<20	24-30	22-24	19-22	12-18	22								0	0	0	0
10%	Humedad Relativa	>90%	80-90%	70-80%	60-70%	<50%	65%						0	0	0	0
10%	Radación	>300	301-320	320-350	350-380	380-400	350						0	0	0	0
25%	Precipitación (mm lluvias)	>800	801-800	801-1000	1001-1300	1301	1300						0	0	0	0
10%	Número de Nacimientos de agua	0	0	1	2	>3	3						0	0	0	0
25%	Litros por segundo - totales	<20	20-30	30-40	40-60	>60	40						0	0	0	0
<b>100%</b>																<b>0.00</b>
* Si la precipitación supera los 2500 mm, la calificación regresan a regular o malo si es de más de 3000 mm																
1. Logística de Entrada (Compras, Transporte, recibo, manipuleo y almacenamiento de materias primas)																
PESO	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN					Dato	CALIFICACIÓN					TOTAL	PONDERADO	COMPARADO	DIFERENCIA
20%	Cotización de productos y sistemas de control de insumos	M	D	R	B	MB	real	M	D	R	B	MB	0	0	0	0
10%	Vías de acceso a la empresa ganadera	>3	3a10	11a15	16a25	<25	13						0	0	0	0
10%	Identificación, desarrollo y selección de Proveedores	>300	301-320	320-350	350-380	380-400	350						0	0	0	0
10%	Transporte Interno de Materiales - Eficiencia	>500	501-800	801-1000	1001-1300	1301	1300						0	0	0	0
5%	Almacenamiento en Bultos o granel	0	0	1	2	>3	3						0	0	0	0
5%	Control de Inventarios (FIFO o LIFO o PONDERADO)	>1.6	1.6-1.4%	1.4-1.2%	1.2-1.0%	<0.9	0.7						0	0	0	0
5%	Costos de transporte	>10	10-15%	15-18%	18-20%	>18%	13						0	0	0	0
25%	Descuentos por volumen de compra	>50%	51-70%	71-80%	81-90%	>90%	80%						0	0	0	0
10%	Capacidad de pago	<10	10-12	13-15	16-18	>19	16.5						0	0	0	0
<b>100%</b>																<b>0.00</b>
2. Producción de Pasturas y Forrajes																
PESO	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN					Dato	CALIFICACIÓN					TOTAL	PONDERADO	COMPARADO	DIFERENCIA
20%	Fertilidad (MO) y N	M	D	R	B	MB	real	M	D	R	B	MB	0	0	0	0
10%	Requerimiento de correctivos (basado en P)	1a2	2,1a3	3,1a5	5,1a8	>8	5.5						0	0	0	0
10%	Abono de pasturas	<3	3a10	11a15	16a25	<25	13						0	0	0	0
5%	Nº Riego/año	>0.5	0.51-0.75	0.75-1.0	1-1.5	<1.5	1.3						0	0	0	0
5%	Densidad aparente suelo (1)>1.6 (3) 1-1.5 (5) <0.9	>4	5	4	2	1	0						0	0	0	0
10%	Calidad de la pastura (% de Proteína)	>1.6	1.6-1.4%	1.4-1.2%	1.2-1.0%	<0.9	0.7						0	0	0	0
10%	% Hsa utilizadas (Área productiva 0-35% de pendiente %)	>8%	9-10%	11-14%	15-18%	>18%	13						0	0	0	0
5%	Cobertura en árboles (Ábols por hectárea)	>60%	61-70%	71-80%	81-90%	>90%	80%						0	0	0	0
5%	Presencia de arvenses	<10	21-30	31-40	41-100	>101	31						0	0	0	0
10%	Litros de agua disponible por vaca (entrada)	>31%	20-30%	11-20%	5-10%	<4%	5%						0	0	0	0
<b>100%</b>		>50	61-70	71-80	81-90	>100	85									<b>0.00</b>
3. Producción de Leche y Productividad																
PESO	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN					Dato	CALIFICACIÓN					TOTAL	PONDERADO	COMPARADO	DIFERENCIA
10%	% de vacas en leche / vacas totales	M	D	R	B	MB	real	M	D	R	B	MB	0	0	0	0
20%	Litros de leche por vaca	<70	71-74	75-78%	79-80%	>80%	80						0	0	0	0
10%	Relación Prod./Consumo	<2	2,2-5	2,6-2,8	2,9-3,5	>4	4,6						0	0	0	0
10%	Precio de leche Vs \$ Suplemento	>0,8	0,9	1,0	1,1	>1,2	1,3						0	0	0	0
10%	Litros/litros	<7	8-10	11-12	13-15	>16	13,7						0	0	0	0
5%	Producción de leche a 305 días	>3000	3000-4000	4000-4500	4600-5500	>5600	4800						0	0	0	0
10%	Litros por hectárea productiva	>3000	3000-4000	4000-4500	4600-5500	>5600	4800						0	0	0	0
10%	Días en leche	>240	210-239	180-210	150-179	<150	160						0	0	0	0
10%	Pico promedio	<15	15-18	18-21	22-25	>26	22,8						0	0	0	0
5%	Sólidos totales en la leche	<11,5	11,6-12	12,1-12,5	12,5-13	>13,1	12,3						0	0	0	0
<b>100%</b>																<b>0.00</b>
4. Control Reproductivo y Genético																
PESO	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN					Dato	CALIFICACIÓN					TOTAL	PONDERADO	COMPARADO	DIFERENCIA
5%	Intervalo parto 1er Servicio	M	D	R	B	MB	real	M	D	R	B	MB	0	0	0	0
15%	Días abiertos	>150	120-150	90-119	70-89	<70	74						0	0	0	0
5%	Servicios / Concepción	>200	150-199	131-159	101-130	<100	115						0	0	0	0
20%	Intervalo entre partos (meses)	>3	2,6-2,9	2,4-2,5	1,5-2,0	<1,5	2,3						0	0	0	0
10%	Índice de Fertilidad (%)	>15	14-14,9	13-14	12-13,9	<12	13,5						0	0	0	0
5%	% Abortos >150 d	>80%	61-70	70-80	80-90	>90	80,7						0	0	0	0
5%	% Mortalidad total	>10%	7-9%	4-7%	2-3%	<1%	1						0	0	0	0
5%	% Descartes	>10%	7-9%	4-7%	2-3%	<1%	2,5						0	0	0	0
25%	Nivel Genético de adaptación	>20%	20-24%	15-19%	10-14%	<9%	8						0	0	0	0
5%	Uso de tecnologías en el mejoramiento genético	1	2	3	4	5	5						0	0	0	0
<b>100%</b>		Tono	Marea cont	IA	IA-IA TF	IA-IA TF-ET	4									<b>0.00</b>
5. Sistemas y Tecnologías de ordeño																
PESO	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN					Dato	CALIFICACIÓN					TOTAL	PONDERADO	COMPARADO	DIFERENCIA
15%	Número de vacas ordeñadas / hora	M	D	R	B	MB	real	M	D	R	B	MB	0	0	0	0
10%	Ocupación de la capacidad instalada	<5	5-6	7	8-9	>10	8,4						0	0	0	0
10%	Control de Calidad de la leche (CMT)	>50%	51-60%	61-70%	71-80%	>80%	80%						0	0	0	0
5%	Lavado y desinfección de equipos	0	0a3 mes	0a3 mes	0a15 d	Semanal	3						0	0	0	0
10%	Resultados en UFC	1	2	3	4	5	5						0	0	0	0
20%	Resultados en Cel. Somáticas	>10000	30000-40000	20000-35000	3000-20000	>5000	10000						0	0	0	0
20%	Litros de leche / hombre (Toda la ganadería)	>60000	60000-80000	80000-250000	250000-500000	>500000	43000						0	0	0	0
10%	Nivel de automatización	1	2	3	4	5	5						0	0	0	0
<b>100%</b>																<b>0.00</b>
6. Logística de Salida (Almacenamiento, despacho y distribución del producto)																
PESO	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN					Dato	CALIFICACIÓN					TOTAL	PONDERADO	COMPARADO	DIFERENCIA
15%	Capacidad almacenamiento en leche (Días)	M	D	R	B	MB	real	M	D	R	B	MB	0	0,00	0,00	0,00
25%	Ocupación de la capacidad instalada	<20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%	81%						0	0,00	0,00	0,00
15%	Control de inventario	1	2	3	4	5	4						0	0,00	0,00	0,00
15%	% Pérdidas o devoluciones	>20%	10-19%	5-9%	1-4%	<1%	1%						0	0,00	0,00	0,00
15%	Uso de Efuentes líquidos agua estiercol	<30%	31-50%	51-70%	71-90%	>91%	60%						0	0,00	0,00	0,00
25%	Diversificación en nuevos mercados	>20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%	81%						0	0,00	0,00	0,00
<b>100%</b>																<b>0,00</b>

7. Desarrollo Tecnológico (Sistema Integrado)															
PESO	DESCRIPCIÓN						CALIFICACIÓN					PONDERADO	COMPARADO	DIFERENCIA	
		M	D	R	B	MB	TOTAL								
20%	Selección de Tecnologías y acceso a nuevas tecnologías											0.00	0.00		0.00
15%	Retribución económica de las nuevas tecnologías											0.00	0.00		0.00
15%	Investigación y desarrollo en pasturas y SSP											0.00	0.00		0.00
20%	Investigación y desarrollo en suplementos											0.00	0.00		0.00
10%	Investigación y desarrollo en sanidad											0.00	0.00		0.00
10%	Investigación y desarrollo en sistema de ordeño											0.00	0.00		0.00
10%	Asignación y Control de Recursos de Tecnología											0.00	0.00		0.00
<b>100%</b>	<b>TOTAL</b>											<b>0.00</b>	<b>0.00</b>		<b>0.00</b>

8. Gestión Humana															
PESO	DESCRIPCIÓN						CALIFICACIÓN					PONDERADO	COMPARADO	DIFERENCIA	
		M	D	R	B	MB	TOTAL								
15%	Selección, Contratación y Promoción											0.00	0.00		0.00
15%	Capacitación, Entrenamiento y Desarrollo personal											0.00	0.00		0.00
20%	Sistemas de Evaluación de Desempeño											0.00	0.00		0.00
10%	Sistemas de Compensación (Index sobre productividad)											0.00	0.00		0.00
10%	Políticas de Bienestar											0.00	0.00		0.00
10%	Sistemas de Comunicación											0.00	0.00		0.00
10%	Clima Organizacional											0.00	0.00		0.00
10%	Empoderamiento y Liderazgo											0.00	0.00		0.00
<b>100%</b>	<b>TOTAL</b>											<b>0.00</b>	<b>0.00</b>		<b>0.00</b>

9. Infraestructura Gerencial (Ganadería y Finanzas)															
PESO	DESCRIPCIÓN						CALIFICACIÓN					PONDERADO	COMPARADO	DIFERENCIA	
		M	D	R	B	MB	TOTAL								
10%	Cultura Corporativa											0.00	0.00		0.00
10%	Estructura Organizacional											0.00	0.00		0.00
20%	Sistema de Información Gerencial (Interherd, ganadero, etc)											0.00	0.00		0.00
15%	Sistemas de Control Gerencial (Contable-BSC)											0.00	0.00		0.00
15%	Sistema de Calidad Total (BPG)											0.00	0.00		0.00
10%	Sistemas de Información y Comunicaciones Internas /Externas											0.00	0.00		0.00
5%	Financiación a largo plazo											0.00	0.00		0.00
10%	Manejo del Capital de Trabajo											0.00	0.00		0.00
5%	Planeación tributaria											0.00	0.00		0.00
<b>100%</b>	<b>TOTAL</b>											<b>0.00</b>	<b>0.00</b>		<b>0.00</b>