

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIOS DE LA MICROREGIÓN VALLE DEL CESAR A TRAVÉS DE UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN

Oscar Duarte Torres¹ ; José Pulido Herrera¹; Jorge Silva Zalzuk²; Federico Holmann³

RESUMEN

En Colombia, en un esfuerzo conjunto entre el sector oficial y privado se están adelantando procesos de investigación y transferencia de tecnología a nivel de empresas agropecuarias con el fin de dinamizar la ganadería bovina nacional. En el componente de investigación se está realizando la caracterización de los principales sistemas productivos ganaderos en 22 microregiones del trópico bajo. La información obtenida a través de la caracterización se está utilizando, entre otras, para realizar evaluaciones ex-ante de las alternativas tecnológicas generadas. La microregión Valle del Cesar, localizada al norte de Colombia, es una zona con vocación agrícola, pero por situaciones de fluctuación de precios del mercado y aspectos sociales se ha visto obligada a cambiar sus usos tradicionales del suelo para dedicarlos en gran parte a la ganadería bovina. En este estudio se presentan los principales resultados del análisis ex-ante realizado a través de un modelo de optimización lineal, el cual fue alimentado con información técnico económica de los tres principales cultivos de la zona (arroz, algodón y sorgo) y con parámetros forrajeros y manejo animal de los dos principales sistemas de producción bovina (doble propósito y ceba). Además de la evaluación realizada a los sistemas de producción actuales, se incorporaron alternativas tecnológicas para analizar su factibilidad de incorporación; es así, como en el sistema de doble propósito se evaluó la introducción de leguminosas arbóreas como la acacia forrajera (*Leucaena leucocephala*) y herbáceas como campanita (*Clitoria ternatea*) en asocio con angleton (*Dichantium aristatum*) y mejoras en los parámetros de natalidad y mortalidad de terneros. En los sistemas agrícolas, se evaluaron escenarios de reducción de costos de producción y aumento de productividad, con el fin de hacerlos más competitivos frente al doble propósito. Los resultados indican que en el Valle del Cesar, en la actualidad el sistema ganadero de doble propósito presenta las mejores rentabilidades debido a la menor demanda por mano de obra y por la flexibilidad de producir carne y leche, dependiendo de los cambios en los precios de los productos. En este sistema existe un gran potencial de desarrollo al incorporar en las praderas el asocio angleton + campanita, con el cual se obtendría un incremento del 194% en el ingreso neto anual. Así mismo, por cada mejora del 1% en los parámetros de natalidad se obtendría un aumento de USD\$ 978 en el ingreso neto anual, mientras que en la mortalidad de terneros por cada disminución del 1% solamente se obtendría un aumento de USD\$ 97 anuales. También, con el modelo se demuestra la potencialidad de incluir en la zona el sistema de lechería bajo la modalidad de dos ordeños diarios, requiriéndose vacas cruzadas con promedios de 2.300 kg de producción de leche por lactancia y tasas de natalidad superiores al 82%, con el fin de que este sistema sea competitivo contra el de doble propósito.

Palabras claves: Colombia, Valle del Cesar, arroz, sorgo, algodón, doble propósito, modelos optimización

¹ Programa Nacional Agroecosistemas, Centro Nacional de Investigación Tibaitatá, Corpoica, A.A. 240142, Las Palmas, Santafé de Bogotá, Colombia.

² Programa Regional Pecuaria, Corpoica. Calle 22 # 14-30, Valledupar, Colombia.

³ Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, A.A. 6713, Cali, Colombia

ABSTRACT

Colombia is going through a dynamic research and technology transfer effort of its livestock enterprise. Animal production systems in twenty-two ecoregions in the lowland tropics are being characterized to do ex-ante analysis for improved technological alternatives. The Valley of Cesar in northern Colombia is one of these ecoregions, with 80% of its land use under pastures. This valley was used as a case study to perform an ex-ante analysis using an optimization model to evaluate its major agricultural (rice, cotton, and sorghum) and livestock activities (dual-purpose, specialized dairy, and beef fattening) and to analyze the feasibility of new and improved technologies. Technologies evaluated in the dual-purpose activity included the introduction of legume trees (*Leucaena leucocephala*) and shrubs (*Clitoria ternatea*) mixed with pasture (*Dichanthium aristatum*), as well as changes in calving and mortality rates. Crop sensitivity analysis included reductions in cost of production and increases in productivity to determine how well they could compete with livestock activities. Results from this study indicate the dual purpose cattle production is the most profitable activity in the Valley of Cesar under current productivity levels, input costs, and output prices of major agricultural products. In addition, investing in the establishment of *Clitoria* + *Dichanthium* to replace natural grasslands into the dual purpose system would result in a 194% increase in annual net income. Likewise, it was determined that annual net income can be increased by USD 978/farm for each 1% increase in calving rate, and that for every 1% reduction in calf mortality, net income increased by USD 97/farm/yr. For the specialized dairy activity to be competitive it was necessary a productivity of 2,300 kg milk/lactation and a calving rate of at least 82%. The optimization model was a management tool to identify activities with most potential for economic profit as well as to determine new technologies with potential for adoption.

Key words: Colombia, Valley of Cesar, optimization model, dual purpose, dairy, beef, rice, cotton, sorghum.

INTRODUCCIÓN

El Valle del Cesar es una de las 22 microregiones en las cuales se están adelantando procesos de investigación y transferencia de tecnología tendientes a la modernización de la ganadería colombiana (Afanador, 1996). Esta es una de las microregiones con mayor tradición agrícola en Colombia, con una buena calidad de sus suelos y adecuada infraestructura vial; posee una extensión de 611.000 has en las cuales prevalece el piso térmico cálido (promedio de 28°C) y una precipitación bimodal de 1.000 mm anuales.

Debido al desestímulo del sector agropecuario en la zona, la frontera agrícola en los últimos años se ha visto disminuída hasta en un 80%, afectando principalmente a los cultivos anuales como algodón, arroz y sorgo. Estas tierras agrícolas, actualmente están convertidas en pasturas, pero el ritmo de crecimiento de la ganadería en la zona no ha sido el más satisfactorio, influyendo en ello aspectos de tipo estructural y tecnológicos como la inseguridad y la violencia social, la carencia de infraestructura física, la desestabilización de los precios de los productos, el escaso nivel tecnológico introducido a las explotaciones, los altos costos de producción y la dificultad de acceso al crédito.

Actualmente, el 80% de las tierras de la zona están ocupadas por pasturas, el 7% por cultivos perennes, el 12% por cultivos anuales y el 1% por bosques naturales y vegetación xerófitica. Los principales sistemas agropecuarios de producción son la ganadería de doble propósito con énfasis en la producción de leche, la ganadería de ceba y los cultivos agrícolas de algodón, de arroz riego, de sorgo, de palma africana y de frutales.

En cuanto a cobertura de los sistemas de producción, la ganadería bovina ocupa el primer renglón, ya que el 78% de las fincas de la microregión basan su economía en este sistema. Dentro de las explotaciones ganaderas, 75% de ellas son mayores a 200 has, 21% cuentan con predios entre 51 y 200 has y sólo un 4% corresponden a predios menores de 50 has.

Ante la compleja situación de la microregión, el análisis tecnológico se vuelve dispendioso; para lo cual es necesario apoyarse en herramientas computacionales como los modelos de optimización. Con estos modelos se logra en forma rápida, integrada y eficaz comparar técnica y económicamente los sistemas de producción actuales de la zona y/o proponer sistemas alternativos que enfrenten con mayor eficiencia los mercados regionales o internacionales.

Estos modelos de optimización se han venido utilizando con éxito en el estudio de sistemas de producción de doble propósito en Costa Rica (Holmann y Estrada, 1997), de arracacha en el departamento del Tolima (Rivera y Estrada, 1995), en sistemas agrosilvopastoriles para los departamentos del Valle Cauca y Cauca (Parra y Estrada, sin publicar) y a nivel de cuenca hidrográfica en el departamento de Caldas (Abad, et al., 1998).

El objetivo de este trabajo fue realizar mediante el uso de herramientas computacionales de optimización, el análisis técnico económico de los actuales sistemas de producción del Valle del Cesar y evaluar la introducción de propuestas tecnológicas a nivel de componentes de los actuales sistemas y la introducción de sistemas de producción alternativos.

MATERIALES Y METODOS

Para realizar el análisis técnico económico de la microregión Valle del Cesar, se utilizó un modelo computacional de optimización lineal desarrollado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE y la Red Internacional de Sistemas de Producción Animal para Latinoamérica, RISPAL (Estrada y Holmann, 1997). Este modelo fue diseñado con el objetivo de evaluar *ex-ante* el uso actual de la tierra y cuantificar el beneficio y los costos entre diferentes componentes y entre la productividad biológica, los ingresos y la conservación del medio ambiente (en este análisis no se incluyó el componente ambiental por no contar con información suficiente y confiable). La estructura del modelo es flexible, para permitir al usuario modificaciones parciales o totales dependiendo de intereses particulares y capacidad analítica.

La estructura del modelo cuenta con seis hojas electrónicas, en la Hoja A se presenta la información básica para la corrida del modelo; en la Hoja B la información para realizar los cálculos de producción animal; en la Hoja C la información para realizar los cálculos sobre producción de pasturas y árboles maderables; la Hoja D información para hacer cálculos de producción de cultivos; la Hoja E información para estimar los costos de amortización y la inversión en infraestructura y equipo y la Hoja F presenta la matriz de correlaciones de la programación lineal.

Para realizar este análisis se utilizó como soporte lógico la hoja electrónica Microsoft Excel, versión 7.0 para Windows.

La información básica de parámetros biológicos y económicos de sistemas agrícolas y de bovinos, fue obtenida de datos generados por el Centro de Investigaciones Motilonia de CORPOICA, de fincas de productores y de agroindustrias de la zona.

El modelo asume que la función objetivo de los productores es el aumento del ingreso neto anual, por tanto realiza todos sus cálculos de manera anual y supone que la empresa agropecuaria se encuentra en equilibrio, por tanto no aumentan sus inventarios a través del año.

Parámetros agrícolas

Se evaluaron los tres principales sistemas de producción agrícola actuales de la zona (algodón, arroz y sorgo), a partir de sus productividades promedias (CORPOICA, 1997) y los precios promedios de los productos colocados por el productor en el mercado mayorista (Tabla 1).

Parámetros de manejo animal

Se evaluaron los dos sistemas actuales de producción bovina de la zona (doble propósito y ceba) y los sistemas de leche y carne como alternativas tecnológicas. Los parámetros de manejo animal se resumen en la Tabla 2.

La leche vendible se obtuvo para cada sistema de acuerdo a la producción promedio por lactancia (Tabla 2) y la suministrada a los terneros se calculó teniendo en cuenta la consumida por ternero en cada lactancia.

Los precios de los productos logrados por cada sistema, se calcularon basados en aquellos pagados en la empresa o finca.

El peso de la unidad animal de cada sistema representa el peso promedio de una vaca de la zona.

Para el cálculo del requerimiento de mano de obra, se tuvo en cuenta que en el sistema de lechería se realizan dos ordeños al día, mientras que en doble propósito solamente un ordeño diario. Estos requisitos de mano de obra son únicamente para el manejo del hato y no incluyen manejo de pasturas (ej. control de malezas, fertilización y reparación de cercas), los cuales fueron calculados en el componente forrajero .

Parámetros forrajeros

Se evaluaron las dos especies de pastos dominantes en la zona, la kikuyina (*Botriochloa pertusa*) y el angleton (*Dichantium aristatum*). Dentro de este componente forrajero se incluyeron tres alternativas tecnológicas con alta factibilidad de ser introducidas de manera masiva en la zona, la caña forrajera (*Sacharum officinarum*), la asociación angleton + campanita (*Clitoria ternatea*) y la acacia forrajera (*Leucaena leucocephala*), mantenida como banco de proteína para utilizarse durante la época seca (Tabla 3). Los anteriores parámetros fueron tomados de las fuentes mencionadas arriba.

El traspaso de materia seca se calculó como aquella cantidad de biomasa que se produce durante la época lluviosa pero es consumida en la época seca

Cálculo del costo de producción unitario de leche y carne

Para estimar el costo de producción de cada kilogramo de carne y leche en el sistema doble propósito, se asumió que el costo total de producción del sistema se distribuye en 70% para producción de leche y 30% para producción de carne. Este supuesto se basó en dos argumentos: (i) en la estructura de hato utilizada en este modelo, los terneros y terneras representan un 30% de ésta y (ii) como se destina un cuarto de la producción de leche para alimentación de los terneros, se tendría que un 25% del costo de producción de leche se traslada a la producción de carne, y se asume un 5% de costo adicional para manejo de los terneros.

Para este cálculo se incluyeron cinco escenarios tecnológicos de pasturas, los cuales fueron: (i) fincas con toda su área sembrada en Angleton; (ii) fincas con 86% de Angleton y 14% de Leucaena; (iii) fincas con mezcla de 70% de Angleton y 30% de Clitoria; (iv) fincas con 56% de Kikuyina y 44% de Angleton y (v) fincas con 85% de Kikuyina y 15% de Leucaena. Estos escenarios fueron seleccionados ya que representan las condiciones actuales o las mejores alternativas tecnológicas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis de los sistemas actuales de producción del Valle del Cesar

Con los recursos disponibles en la zona y para una finca representativa de 300 ha, el mayor ingreso neto se obtiene con el sistema de bovinos de doble propósito (Tabla 4). Este sistema genera un ingreso neto anual de USD\$ 34.700/finca (USD\$ 115/ha), con un costo operativo anual de USD\$ 36.000 (USD\$ 120/ha) para el mantenimiento y producción de 287 unidades animal y establecimiento y mantenimiento de 300 ha de pasto angleton. Requiriéndose 2.090 jornales anuales (1 trabajador para cada 7 unidades animal).

El sistema doble propósito, bajo las condiciones anteriores genera un ingreso neto anual de USD\$ 0,96 por cada dólar utilizado para operar el sistema. Indicando el atractivo económico al desarrollar este sistema.

El sistema de doble propósito, comparado con los otros sistemas, presenta para la zona una buena solidez, debido a que es posible manejarlo con pasturas nativas o mejoradas, lo cual proporciona buena flexibilidad tanto técnica como económica. Así, si se deprimen los precios de venta o las producciones de la carne y/o leche, el sistema sigue siendo el más rentable si se soporta con opciones forrajeras más baratas, como la kikuyina.

Es así, como ante la eventualidad de una baja en el precio o la producción de leche en 10%, o en el precio o producción de carne en 20%, o simultáneamente en el precio o producción de la leche en 5% y el de la carne en 10%, las fincas que mantendrían la rentabilidad serían aquellas en las cuales el área en pasturas está compuesta por un 56% de kikuyina y 44% de angleton (Tabla 4), logrando con esto reducir los costos operativos y lograr que el doble propósito siga siendo rentable.

Aún, bajo condiciones extremas de reducción del precio o producción de la leche (47%) es posible seguir manteniendo el sistema doble propósito como el de mayor rentabilidad de la zona, pero con aquellas fincas en las cuales el 100% del área forrajera está en kikuyina, lo cual implicaría una reducción de la carga animal del 30%, con respecto a la carga asumida con solo angleton.

Bajo las condiciones actuales de la zona, el arroz es el sistema de producción agrícola que mejor compite con los bovinos doble propósito. Para lograr la competitividad del arroz contra la ganadería de doble propósito es necesario un aumento del 3% en su precio de venta (de USD\$ 0,35 a USD\$ 0,361/kg) o en su productividad (de 4.600 a 4738 kg/ha) (Tabla 4).

Los grandes limitantes del sistema arroz, comparado con el doble propósito, son el alto requerimiento de mano de obra (7 veces más), la disponibilidad de agua para riego en solamente un 15% del Valle del Cesar y los altos costos de producción (20 veces más por hectárea).

Después del arroz, el sistema algodón presenta buena competitividad. Para que el sistema algodón sea el más rentable de la zona se requiere de un aumento del 17% en su precio de venta (de USD\$ 0,8 a USD\$ 0,936/kg) o en su productividad (de 1.500 a 1.755 kg/ha) (Tabla 4).

El sistema sorgo, a pesar de requerir menos jornales y tener menor costo de producción que el arroz y el algodón, presenta menor rentabilidad debido a su bajo precio en el mercado (USD\$ 0,19/kg). Para que el sistema sorgo sea el más rentable de la zona, se requiere un aumento del 45% en su precio de venta (de USD\$ 0,19 a USD\$ 0,276/kg) o en su productividad (de 2.000 a 2.900 kg/ha) (Tabla 4).

Opciones tecnológicas para los sistemas de producción actuales y sistemas de producción alternativos para el Valle del Cesar

En el sistema de doble propósito son varios los componentes que se podrían mejorar para lograr una mayor rentabilidad.

En el componente pastura, la introducción de un 30% del área con una leguminosa como *Clitoria ternatea* mezclada con 70% de angleton, generaría los siguientes resultados al comparar esta mezcla gramínea:leguminosa contra el angleton solo. Un ingreso neto anual superior en 194%, una carga animal superior en 1,6 veces y un 32% de mayor uso de mano de obra (Tabla 5). Pero se requeriría de un 52% adicional de capital para asumir los mayores costos operativos para el establecimiento y mantenimiento de la pastura mezclada y mantenimiento y producción del mayor número de animales.

En el componente pastura, también la introducción de una leguminosa arbórea como la *Leucaena leucocephala*, para ser utilizada en época seca como banco de proteína, reemplazando un 14% del área de pastura de angleton, incrementaría el ingreso neto anual en 12%, aumentaría la carga animal en 1,15 veces (Tabla 5) y mantendría constante la producción de leche durante la época seca, si se compara con los resultados obtenidos con la pastura a base de solo angleton.

La opción de la introducción de la leguminosa arbórea, comparada con solo angleton, exigiría un 18% adicional en la demanda de mano de obra y un 15% adicional de dinero para asumir los costos operativos del establecimiento y mantenimiento de la leguminosa y mantenimiento y producción de la mayor carga animal (Tabla 5).

La inclusión de la leguminosa arbórea como alternativa forrajera, es recomendable tanto para los períodos "normales" de menor precipitación como para aquellos en los que se presentan condiciones críticas de agua debido a fenómenos cíclicos como el del Pacífico.

Estas dos opciones tecnológicas del componente pastura, muestran buena solidez aún bajo condiciones adversas de precios y producciones. Es así como, la introducción de la mezcla angleton:clitoria sería la mejor alternativa forrajera desde el punto de vista biológico y económico cuando se presenten cambios en los parámetros promedios de productividad y precios del mercado.

Por ejemplo, con una reducción drástica (47%) en el precio de venta o en la producción de leche, el asocio generaría un ingreso neto anual de USD\$ 24.759 (Tabla 5). Si se comparan los resultados obtenidos con este asocio contra aquellos logrados con la sola kikuyina, cuando se reduce el precio o producción de leche en 47% (Tabla 4), se obtendría un ingreso neto anual superior en 139%, una carga animal 2,2 veces superior.

En el caso de la introducción de la Leucaena, cuando se presenta una reducción del 10% en el precio o producción de leche, es necesario reducir los costos operativos del sistema doble propósito mediante la introducción de una pastura de kikuyina que ocupe el 85% del área forrajera, complementada con un banco de proteína de Leucaena con el 15% del área restante (Tabla 5).

Al comparar el efecto de la Leucaena y la kikuyina (Tabla 5) contra la mezcla kikuyina y angleton (Tabla 4), cuando se reduce en 10% el precio de la leche, se obtiene un ingreso neto anual superior en 14% y una mayor carga animal de 1,1 veces a favor de la primera combinación.

Lo anterior demuestra la gran posibilidad tecnológica de mejoras en el componente pastura del sistema doble propósito, a través de la introducción de leguminosas tanto para el pastoreo como para corte o suministro directo mediante bancos de proteína. Con esto se obtienen las mayores producciones de leche y carne, manteniendo constante el costo de producción e incluso en algunos casos disminuyéndolo (Figuras 1 y 2).

De acuerdo a los resultados de este modelo de optimización, el costo de producción de un litro de leche en el sistema doble propósito en el Valle del Cesar varía entre USD\$ 0,11 a 0,13. La relación entre el costo de producción y el precio de venta es de 1:2,5, indicando que debido a las condiciones biofísicas de la microregión y al tipo de pasturas y manejo animal es posible producir leche a un bajo costo. El menor costo unitario se obtiene con la opción kikuyina y leucaena y el mayor con angleton y el asocio angleton:leucaena, resaltando que con el asocio angleton:clitoria se obtiene la mayor producción de leche a un costo de producción intermedio (Figura 1).

El costo de producción de un kilo de carne varía entre USD\$ 0,31 a 0,37 (Figura 2), con una relación entre costo de producción y precio de venta de 1:3,0; la cual es superior a la encontrada para la producción de leche. Pero no es posible realizar el análisis de estos dos productos por separado ya que provienen del mismo sistema de producción y por lo tanto la ventaja presentada en la producción de carne se debe a que la alimentación y costos de manejo de los terneros y terneras productores de carne provienen de la producción de leche. Se observa el mismo comportamiento que en la producción de leche, con las opciones tecnológicas y escenarios económicos analizados anteriormente.

Lo anterior confirma que bajo las condiciones actuales del sistema de producción doble propósito en el Valle del Cesar, la rentabilidad de este sistema proviene de la producción simultánea de leche y carne.

En el sistema doble propósito, otro componente que al ser mejorado causaría gran impacto económico es el de la natalidad, ya que por cada 1% que se mejore este parámetro, los ganaderos recibirían USD\$ 978 adicionales en su ingreso neto anual,

mientras que con reducciones de 1% en la mortalidad en terneros solamente se lograría 1/10 parte de este ingreso neto adicional (Figura 3).

En los sistemas agrícolas la incorporación de factores tecnológicos que permitieran un aumento de la productividad por hectárea o una disminución de los costos de producción por hectárea, lograrían que estos sistemas fueran más competitivos que el doble propósito.

Es así, como en el arroz, bajo las condiciones actuales de su precio de venta (USD\$ 0,35), se necesitaría un incremento del 3% en su productividad (de 4.600 a 4.745 kg/ha), o la necesidad de situarse en cualquier punto del área sombreada de la Figura 4, para obtener la combinación óptima entre el precio de venta y la productividad.

Con la productividad actual del arroz, es necesario una disminución del 4% en los costos de producción por hectárea (de USD\$ 1.230 a USD\$ 1.179), o cualquiera de las combinaciones entre productividad y costo de producción que aparecen en el área sombreada de la Figura 5.

En el algodón, con el precio actual (USD\$ 0,80), se requeriría un aumento en su productividad del 17% (de 1.500 a 1.753 kg/ha), o cualquiera de las combinaciones entre precio de venta y productividad que se muestran en el área sombreada de la Figura 6.

Con la productividad actual del algodón, es necesario una disminución del 21% en los costos de producción por hectárea (de USD\$ 969 a USD\$ 766) o lograr cualquiera de las combinaciones entre productividad y costo de producción que se ilustran en el área sombreada de la Figura 7.

En el sorgo, bajo las condiciones del precio actual (USD\$ 0,19), se debería aumentar su productividad un 45% (de 2.000 a 2.905 kg/ha), o buscar una de las combinaciones entre precio de venta y productividad que se muestran en el área sombreada de la Figura 8.

Manteniendo la productividad actual del sorgo es necesario una disminución del 48% en su costo de producción por hectárea (de USD\$ 357 a USD\$ 185), o situarse en cualquier punto del área sombreada de la Figura 9, para lograr la combinación óptima entre productividad y costo de producción.

Para el Valle del Cesar, es factible la introducción del sistema de producción de leche, el cual sería novedoso para la zona, ya que se necesitarían animales cruzados con una raza especializada y la implementación de dos ordeños diarios.

El sistema de producción de leche sería más rentable que el sistema de doble propósito actual, si se manejan vacas con un potencial genético de por lo menos 2.300 kg de leche/lactancia o natalidad superior al 83% (Tabla 4). Los animales de este sistema se podrían alimentar con pasto angleton, manteniendo una carga de 0,76 unidades animal/ha y un empleo de 2.290 jornales anuales (1 jornal por cada 10 unidades animal). En este sistema también se obtendría rentabilidad marginal si se incluyeran aquellas alternativas tecnológicas presentadas para el doble propósito, como la introducción de leguminosas de pastoreo (*Clitoria ternatea*) o arbóreas (*Leucaena leucocephala*) y la mejora de los índices de la natalidad.

De acuerdo a los parámetros del modelo, los sistemas de producción de carne y ceba de novillos son los menos rentables, ya que se tendrían que presentar condiciones muy extremas para que estos compitieran con el doble propósito, por lo tanto no se incluye el análisis de los escenarios en estos sistemas.

CONCLUSIONES

Bajo las actuales circunstancias del Valle del Cesar, la ganadería de doble propósito constituye la mejor opción agropecuaria debido a que presenta menores costos de mano de obra y la posibilidad de venta de leche y carne de manera simultánea, lo que permite ajustarse mejor a los cambios de los precios en el mercado. Este resultado valida el hecho de que en la zona se han incrementado las áreas en pasturas para reemplazar los cultivos agrícolas.

Bajo las condiciones actuales del sistema de producción de doble propósito en el Valle del Cesar, la rentabilidad de este sistema proviene de la producción simultánea de leche y carne, ya que la relación entre precio de venta y costo de producción es de 0,25 a 0,3 veces superior, tanto para leche como para carne, respectivamente.

Mediante mejoras tecnológicas es posible hacer más competitivo el sistema de doble propósito. Estas deben enfocarse hacia el componente de pasturas y al aumento de las tasas de natalidad. En el componente de pasturas, es de alta factibilidad la introducción de leguminosas como *Clitoria ternatea* y *Leucaena leucocephala*, para ser mezclada con angleton o mantenida como banco de proteína, respectivamente.

Bajo los precios actuales de la leche, es posible introducir en la zona el sistema de lechería con dos ordeños, el cual competiría con el doble propósito.

Dentro de los cultivos agrícolas, bajo la situación actual de precios y producciones, el arroz sería el sistema de producción más recomendado. Teniendo en cuenta que éste no puede ser sembrado en toda la zona del Valle del Cesar, por limitantes de agua.

Los sistemas de carne y ceba no presentaron buenas rentabilidades y por lo tanto es necesario buscarles alternativas tecnológicas que los hagan más competitivos.

BIBLIOGRAFIA

ABAD, G.; RIOS, G.; ESTRADA, R. 1998. Opciones de desarrollo de la cuenca alta del río doña Juana (Victoria, Caldas). CORPOICA, Manizales (en prensa). 10 p.

AFANADOR, G. 1996. Plan estratégico de modernización tecnológica de la ganadería colombiana. Revista Corpoica (Colombia), vol. 1 (1) 52-54.

CORPOICA, 1997. Informe final de actividades de investigación y transferencia de tecnología en la Regional tres durante 1997. Corpoica, Valledupar.

ESTRADA, R.; HOLMANN, F. 1997. Un modelo aplicable a sistemas de producción animal de doble propósito: marco conceptual, descripción y parámetros. CATIE-RISPAL. 16 p.

HOLMANN, F.; ESTRADA, R. 1997. Un modelo aplicable a sistemas de doble propósito: estudio de caso sobre alternativas agropecuarias en la región pacífico central de Costa Rica. En: Taller sobre metodologías de investigación en fincas con ganado doble propósito. Eds: Carlos Lascano y Federico Holmann. CIAT, Cali, Colombia, 32 p.

RIVERA, J.; ESTRADA, R. 1995. Cuantificación ex-ante del intercambio entre equidad, productividad y sostenibilidad para el diseño de alternativas tecnológicas. En: el enfoque de sistemas de producción y la incorporación de criterios de política. Memorias Segundo Simposio Iinoamericano sobre Investigación y Extensión en Sistemas Agropecuarios (IESA-AL II). Corpoica - Ministerio del Medio Ambiente. pág: 102-112.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al doctor Rubén Darío Estrada del CIAT, por haber facilitado el modelo computacional y por el intercambio de ideas y sugerencias. A los doctores Germán Afanador, Fabio Velásquez e Iván Londoño del Plan de Modernización de Ganadería (Corpoica), por el apoyo administrativo y técnico. Al doctor Alvaro Toloza, Director de la Regional 3 de Corpoica, por el entusiasmo y colaboración prestada. A los investigadores de Corpoica de la Regional 3, por el suministro de información y discusiones temáticas.

Tabla 1. Parámetros utilizados en los sistemas agrícolas del Valle del Cesar.

Parámetros	Sistema de producción agrícola		
	Algodón	Arroz	Sorgo
Productividad (kg/ha/semestre)	1.500	4.600	2.000
Precio de venta (USD\$/kg)	0,8	0,35	0,19
Vida útil (años)	0.5	0,5	0.5
Costo pre-siembra y siembra (USD\$/ha)	185	276	78
Costo post-siembra (USD\$/ha)	439	660	137
Costo cosecha (USD\$/ha)	347	294	142
Costo total de producción (USD\$/ha)	971	1.230	357
Requerimiento mano obra (jornales/ha/semeste)	51,5	51	7
Valor jornal (USD\$)	6	6	6

Tabla 2. Parámetros de manejo animal utilizados en los sistemas ganaderos del Valle del Cesar

Parámetros	Sistema de producción ganadero			
	Doble propósito	Carne	Ceba	Leche
Leche vendible (kg/vaca/lactancia)	1.200	0	-	1.800
Leche terneros (kg/ternero/lactancia)	400	700	-	200
Producción carne (kg/ternero/año)	120	190	-	120
Natalidad anual (%)	70	65	-	75
Mortalidad adultos(%)	3	3	-	3
Mortalidad jóvenes (%)	10	5	-	15
Descarte por año (%)	20	20	-	20
Peso promedio unidad animal (kg)	400	370	370	450
Peso novillo para ceba (Kg)	-	-	310	
Peso novillo cebado (kg)			420	
Valor de compra de vacas (USD\$/unidad)	450	399,6	-	598,5
Precio leche (USD\$/kg)	0,3	-	-	0,3
Precio carne vaca descarte (USD\$/kg)	0,95	0,95	-	0,85
Precio carne ternero (USD\$/kg)	1	1	-	1
Precio carne novillo cebado (USD\$/kg)	-	-	1,2	-
No. Jornales/unidad animal/año	5	2	2	7

Tabla 3. Parámetros forrajeros utilizados en los sistemas ganaderos del Valle del Cesar

Parámetros	Kikuyina	Angleton	Caña	Angleton + Clitoria	Leucaena
Producción época húmeda (kg MS/ha)	2.000	2.500	-	2.500 1.200	2.200
Producción época seca (kg MS/ha)	400	600	18.200	500 600	2.200
Proteína época húmeda (%)	7	8	-	8 18	20
Proteína época seca (%)	2	3	3,5	3 18	20
Traspaso de biomasa de invierno a verano (kg MS)	400	500	-	500 300	440
Digestibilidad época húmeda (%)	55	55	-	50 65	55
Digestibilidad época seca (%)	45	50	60	50 65	55
Pérdidas por pisoteo época húmeda (%)	30	30	-	30	-
Pérdidas por pisoteo Época seca (%)	20	20	-	20	-
Jornales/ha/año (No.)	4	6	25	9,8	14,1
Costo de establecimiento (USD\$/ha)	41,0	122,0	205	175	524
Costo de mantenimiento (USD\$/ha/año)	18	38	15,9	35	61

MS= Materia seca

Tabla 4. Escenarios resultantes del análisis de los actuales sistemas de producción del Valle del Cesar

Condición	Sin restricción recursos	Baja 10% precio leche ó Baja 20% precio carne ó Baja simultánea 10% precio carne y 5% precio leche	Baja 47% precio leche	Sube precio Arroz 3%	Sube precio Algodón (17%)	Sube precio Sorgo 45%
Resultado						
Sistema Producción	Doble propósito	Doble propósito	Doble propósito	Arroz	Algodón	Sorgo
Area (ha)	300 Angleton	169 Kikuyina 131 Angleton	300 Kikuyina	300 Arroz	300 Algodón	300 Sorgo
Unidades animal (#)	287	251	202			
Utilización mano obra (Jorn. /año)	2.090	1.813	1.537	15.300	15.450	2.208
Costos operativos (USD\$/año)	36.247	27.747	19.861	733.391	282.794	106.946
Ingreso neto/finca (USD\$/año)	34.780	28.766	10.333	37.356	34.986	35.070

Precios a noviembre de 1997 (en USD\$; USD\$ 1= \$ col 1.050):

1 litro leche: 0,3

1 kilo carne ternero: 1,0.

1 kilo carne vaca: 0,95

1 kilo arroz: 0,35

1 kilo algodón: 0,8

1 kilo sorgo: 0,19

Tabla 5. Principales escenarios con opciones tecnológicas en el Valle del Cesar

Opción tecnológica	Asocio Angleton Clitoria	Leucaena verano	Baja 47% precio leche	Baja 10% precio de leche ó baja 20% precio de carne ó baja 5% precio de leche y 10% precio de carne	Sistema lechería con natalidad del 83% ó producción de 2.300 kg/ vaca/ lactancia
Resultado					
Utilización mano obra (Jornales/año)	2.758	2.474	2.758	2.080	2.289
Sistema de Producción	Doble Propósito	Doble Propósito	Doble propósito	Doble propósito	Lechería
Area (ha)	300 Angleton + Clitoria	42 Leucaena 258 Angleton	300 Angleton + Clitoria	254 Kikuyina 46 Leucaena	300 Angleton
Unidades Vacas (#) Novillos(#)	457 -	330 -	457	276	231 -
Costos operativos (USD\$/año)	49.188	41.777	49.188	29.428	37.393
Ingreso neto/finca (USD/año)	67.486	39.080	24.759	32.934	34.280

Precios a noviembre de 1997 (USD\$):

1 litro leche: 0,3

1 kilo carne ternero: 1,0

1 kilo carne vaca: 0,95

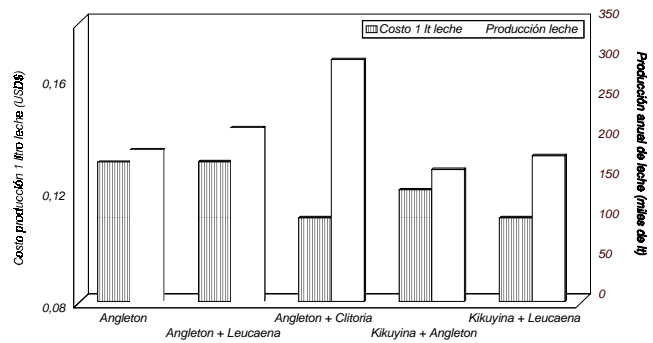


Figura 1. Producción anual de leche y costo de producción de un litro de leche en el sistema doble propósito bajo diferentes escenarios tecnológicos

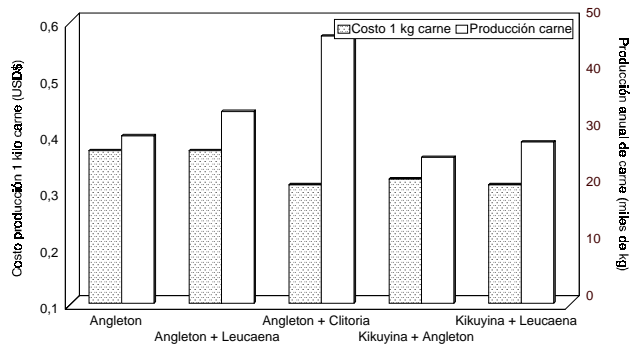


Figura 2. Producción anual de carne y costo de producción de un kilogramo de carne en el sistema doble propósito bajo diferentes escenarios tecnológicos.

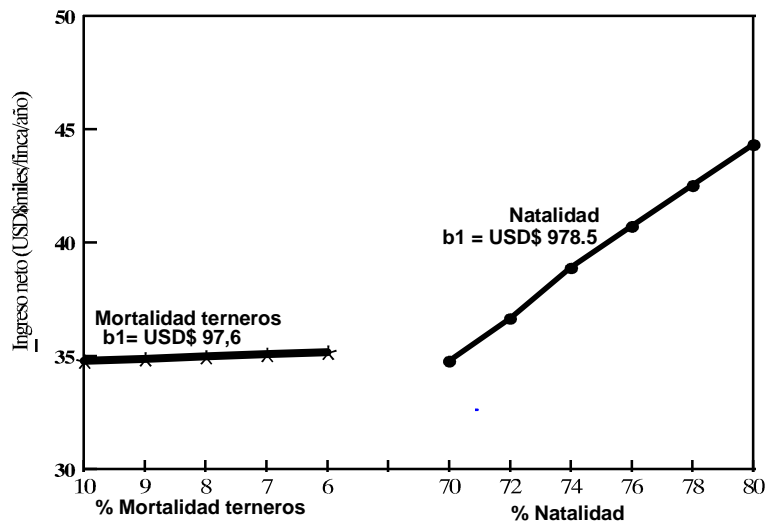


Figura 3. Variación del ingreso neto ante cambios tecnológicos en mortalidad de terneros y natalidad en el sistema doble propósito en el Valle del Cesar

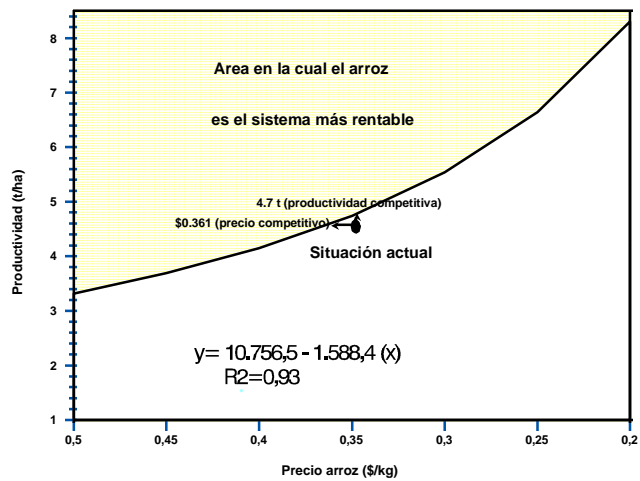


Figura 4. Combinaciones óptimas entre precio y productividad del arroz para que sea el sistema de producción más rentable en el Valle del Cesar.

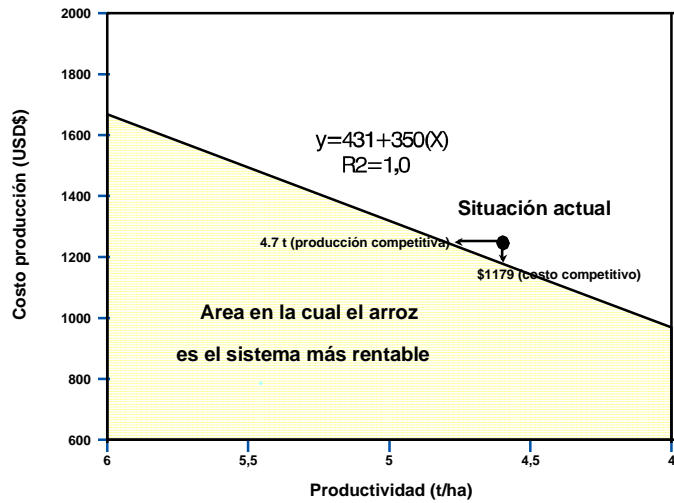


Figura 5. Combinaciones óptimas entre productividad y costo de producción del arroz para que sea el sistema de producción más rentable en el Valle del Cesar.

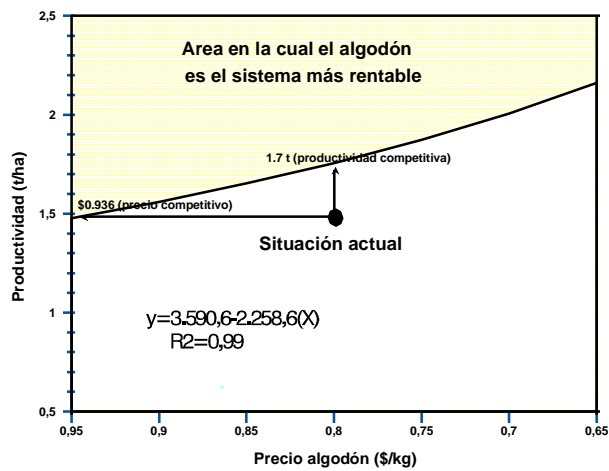


Figura 6. Combinaciones óptimas entre precio y productividad del algodón para que sea el sistema de producción más rentable en el Valle del Cesar.

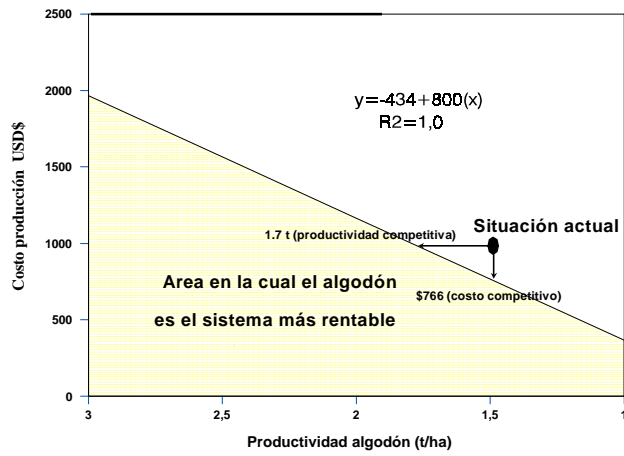


Figura 7. Combinaciones óptimas entre productividad y costo de producción del algodón para que sea el sistema de producción más rentable en el Valle del Cesar.

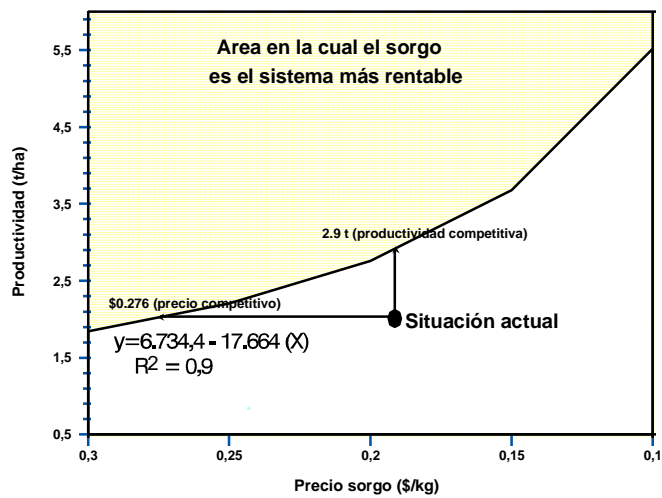


Figura 8. Combinaciones óptimas entre precio y productividad del sorgo para que sea el sistema de producción más rentable en el Valle del Cesar.

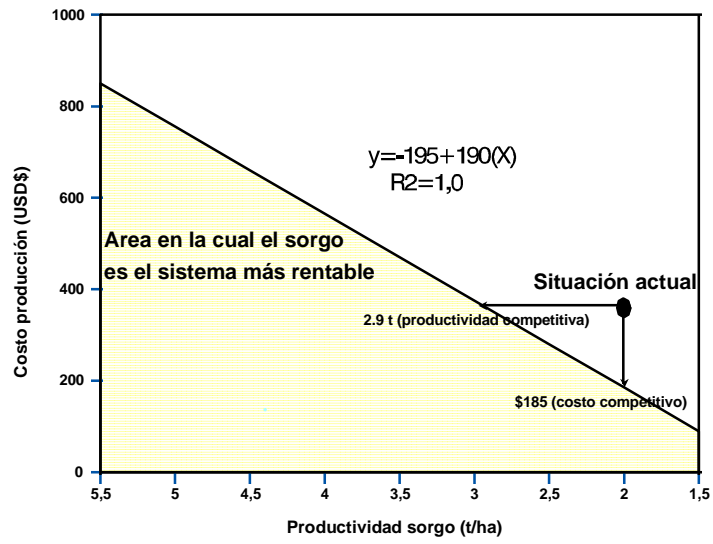


Figura 9. Combinaciones óptimas entre productividad y costo de producción del sorgo para que sea el sistema más rentable en el Valle del Cesar