

# **Evolución de los Sistemas de Producción de Leche en el Trópico Latinoamericano y su interrelación con los Mercados:**

## **Un Análisis del Caso Colombiano**

**Federico Holmann<sup>1</sup>, Libardo Rivas<sup>2</sup> Juan Carulla<sup>3</sup>,  
Bernardo Rivera<sup>4</sup>, Luis A. Giraldo<sup>5</sup>,  
Silvio Guzman<sup>6</sup>, Manuel Martinez<sup>7</sup>,  
Anderson Medina<sup>8</sup>, y Andrew Farrow<sup>9</sup>**

**Mayo 2003**

---

<sup>1</sup> Economista y especialista en ganadería, Coordinador, Consorcio Tropileche. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) e Instituto Internacional de Investigación en Ganadería (ILRI). F.Holmann@cgiar.org

<sup>2</sup> Economista agrícola, investigador asociado. CIAT. Cali, Colombia. L.Rivas@cgiar.org

<sup>3</sup> Nutricionista animal, Profesor, Facultad de Veterinaria, Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Djcarull@veterinaria.unal.edu.co

<sup>4</sup> Especialista en sistemas de producción, Profesor, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas. Manizales. Brivera@cumanday.ucaldas.edu.co

<sup>5</sup> Especialista en sistemas de producción animal, Profesor, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Conisilvo@epm.net.co

<sup>6</sup> Veterinario Zootecnista, Decano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia, Fundación Universitaria San Martín. Barranquilla. Sigupe@latinmail.com

<sup>7</sup> Microbiólogo, Profesor, Facultad de Ciencias Animales, Universidad de los Llanos, Villavicencio. Teléfono (0986) 69-8662 y Fax (0986) 69-8535.

<sup>8</sup> Asistente, Consorcio Tropileche. CIAT. Cali, Colombia. A.Medina@cgiar.org

<sup>9</sup> Geógrafo, CIAT. Cali, Colombia. A.Farrow@cgiar.org

## Resumen

Los objetivos fueron: (1) identificar y cuantificar el efecto de tecnologías en la productividad, rentabilidad, y competitividad de los sistemas de producción de leche y regiones del país; (2) analizar la relación entre productividad, nivel tecnológico, rentabilidad, y competitividad; (3) analizar la evolución de los sistemas de producción de leche en Colombia; y (4) discutir la concentración del mercado y su impacto en la formación del precio de leche recibido por los productores. Los datos provinieron de una encuesta a 545 fincas durante el año 2000 en cinco regiones: Piedemonte llanero, Caribe, Eje Cafetero, Antioquia, y altiplano Cundiboyacense. La encuesta fue diseñada para cuantificar insumos y productos para determinar costos y precios a nivel de finca para calcular (a) costos variables de suplementación, mano de obra, salud, reproducción, fertilización y riego; (b) ingresos brutos provenientes de la venta de leche y carne, y (c) caracterizar las fincas de acuerdo a niveles de productividad y prácticas de manejo. Se utilizó el análisis estadístico de correspondencia múltiple y modelos lineales generales para establecer relaciones y explicar la variabilidad observada entre productividad y rentabilidad como una función del cambio tecnológico.

Independiente del sistema de producción o de la región donde estaban ubicadas las fincas, el mejoramiento de la competitividad estuvo en relación directa con el tamaño del hato. En la medida que este aumentó, los costos unitarios de producción de leche y carne bajaron, el ingreso neto por vaca aumentó, y la rentabilidad sobre el capital invertido mejoró. Sin embargo, cuando se trató de asociar este aumento de competitividad con productividad, esta tendencia no se observó, lo que sugiere que no necesariamente las fincas productivas son rentables. El doble propósito fue el sistema más rentable en las regiones del trópico bajo (los Llanos y el Caribe) mientras que en las zonas de altura (Eje Cafetero, Antioquia y altiplano Cundiboyacense) el más rentable fue el sistema especializado en leche.

En relación al cambio tecnológico, la adopción de pasturas mejoradas y la inversión de potreros para una mejor rotación de pasturas generó mayor productividad e ingresos en todas las regiones y sistemas de producción, así como también mejoró la competitividad a través de una reducción en los costos unitarios de producción. El uso de suplementación estratégica a la dieta basal de forrajes tuvo efectos mixtos. La mejor respuesta económica a esta suplementación en el trópico bajo (ie., los Llanos y Caribe) fue con bajas cantidades (ie.,  $< 0.5$  kg MS/vaca/día) mientras que en regiones de altura (ie., Eje Cafetero, Antioquia y altiplano Cundiboyacense) fue con cantidades moderadas (ie., entre 0.5 y 2 kg MS/vaca/día). El uso de la fertilización y el riego aumentó la productividad, pero también los costos unitarios de producción y hubo una reducción en los ingresos netos, excepto en el altiplano Cundiboyacense. Otra práctica de manejo que incrementó productividad y rentabilidad y en donde el costo de producción se redujo fue el doble ordeño,

excepto en la región Caribe. La baja frecuencia con que se desparasitó el ganado, tanto en forma interna como externa, aumentó los ingresos netos y redujo los costos de producción en comparación con aquellas fincas que lo hacían con mucha frecuencia aunque no hubieron diferencias en productividad. La experiencia de los productores en la actividad lechera fué un factor clave para aumentar los ingresos, aunque no la productividad. Fincas localizadas en sitios donde el valor comercial de la tierra era alto (>\$6,000/ha) y cerca de los centros urbanos fueron siempre mas productivas que aquellas con valores comerciales medianos y bajos pero menos rentables en todas las regiones.

### **Recuadro 1** **Recomendaciones a investigadores y técnicos**

- **Identificar tecnologías rentables.** Tecnologías que aumentan productividad no necesariamente son rentables, lo que sugiere determinar formas apropiadas para evaluarlas económicamente. Este fué el caso de la fertilización y el riego. Es necesario determinar la respuesta económica a distintos niveles de N<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O según la gramínea utilizada.

El grupo racial mas competitivo y rentable dentro del sistema de producción de doble propósito fué el bajo (24% de genes europeos y 76% de genes Cebú) y medio (55% de genes europeos) pero menos productivo que el nivel alto (98% de genes europeos). Por otro lado, fincas con sistemas especializados de leche fueron ligeramente mas rentables, competitivas y productivas cuando se utilizó altos niveles de genes europeos, aunque estas diferencias no fueron significativas comparadas con el grupo racial medio.

El sector lechero colombiano en su conjunto se ha vuelto mas productivo y competitivo. Comparando la evolución del sector lechero con estudios 12 años atras, se apreció que la productividad de leche por hectárea aumentó 44% en los sistemas de doble propósito y 14% en las lecherías especializadas. Este incremento redujo el costo de producción de leche 16% y 10% en los sistemas de doble propósito y especializados, respectivamente; y se debió al incremento de la carga animal de 15% y 17% en los sistemas de doble propósito y especializados, así como tambien al incremento de la inversión en infraestructura y equipo (ie., mayor número de potreros, mejores pasturas, picadoras de pasto, equipo de riego, e instalaciones), el cual se incrementó en 258% en los sistemas de doble propósito y en 37% en los sistemas

especializados. Sin embargo, el ingreso neto por hectárea durante este período decreció 27% en los sistemas de doble propósito y 69% en los sistemas especializados, debido a una reducción en el precio de leche y carne al productor del 22% y 20% en los sistemas de doble propósito y del 41% y 27% en los sistemas especializados, respectivamente.

Esta reducción de precios al productor nunca se tradujo en una caída de precios al consumidor. Esta brecha de precios quedó en manos de los supermercados y de las plantas procesadoras que se expandieron y modernizaron sus equipos con tecnología de larga duración. Los organismos de desarrollo deben internalizar el hecho de que las políticas orientadas a los mercados serán cada vez más “orientadas a los supermercados”. Si a esto se le añade que en Colombia pueden existir 3 o 4 cadenas de supermercados que controlan el mercado minorista de alimentos, la conclusión es que las políticas sectoriales necesitarán saber como enfrentarse con unas cuantas empresas gigantes. Esto en sí es un reto enorme, y demanda una revisión urgente de ideas y estrategias.

### **Recuadro 2** **Recomendaciones a tomadores de decisiones**

- **Regionalizar la investigación.** Debido a que los sistemas de producción más rentables dependen de la región donde están localizados, Colombia debe tener estrategias distintas de investigación y transferencia para explotar en forma más eficiente las ventajas comparativas de cada región y sistema.
- **Fomentar la acción colectiva.** Es necesario propiciar las cooperativas y asociaciones para ayudar a los pequeños productores a adaptarse a nuevos patrones, con niveles más altos, de competencia. De lo contrario, las nuevas reglas de juego podrían inducir un éxodo masivo de productores en el corto plazo y en un período relativamente breve.

Es posible aumentar la competitividad al adoptar tecnologías mejoradas y reducir costos unitarios de producción sin mejorar la rentabilidad dada la reducción de precios, como ocurrió en Colombia durante la década de los 90's. Sin embargo, puede ser una situación coyuntural. A más largo plazo, una situación como lo que ocurre en Colombia es simplemente, insostenible.

### Recuadro 3 Recomendaciones a productores

- **Sin investigación no hay futuro.** La eficiencia va de la mano con la tecnología y ésta depende de la investigación y la transferencia. Sin embargo, los fondos públicos asignados a la investigación continúan reduciéndose. El reto consiste en que los productores tomen mayor control de la investigación ganadera y se asocien con entidades locales, regionales e internacionales. Para esto es necesario que los mismos productores financien su propia agenda de investigación.
- **Mayor participación en la cadena láctea.** En los tiempos que se avecinan, los productores no se pueden limitar a participar solo en la fase primaria de la producción, sino ampliar su radio de acción hacia otros eslabones de la cadena para tener mayor participación en la formación de precios y capturar una mayor proporción del precio final.

Los planteamientos y retos presentados en este estudio de caso han permitido ilustrar la problemática del sector lechero de Colombia. Sin embargo, estos sistemas podrían representar situaciones similares en otros países del trópico Latinoamericano. Dado el fenómeno de globalización y mayor grado de competencia al que se están viendo expuestos estos sistemas, los temas de productividad, cambio tecnológico, competitividad, y mercados, son críticos y de enorme relevancia para el desempeño y supervivencia de la ganadería regional en las próximas décadas.

## 1. INTRODUCCION

En el ámbito latinoamericano la producción ganadera vacuna tradicionalmente ha sido una de las principales actividades productivas del sector agrícola, lo cual obedece en gran parte a la abundante dotación de sabanas y bosques con que cuenta la región, utilizables en ganadería. Por esta circunstancia América Latina y el Caribe (LAC) actualmente tiene un área total en pasturas permanentes de 602 millones de hectáreas y un inventario vacuno de 359 millones de cabezas, del cual 40 millones (11%) corresponde a vacas en ordeño (FAO, 2002).

La franja tropical de LAC, contabiliza la mayor parte de los recursos forrajeros y ganaderos: el 72% de los pastos, el 82% del ganado total y el 88% de las vacas en ordeño (FAO, 2002). En el 2001 la producción vacuna de América Latina Tropical equivalía al 13% del valor de la producción ganadera mundial y al 35% de los países en desarrollo en conjunto.

A pesar de su enorme dotación de recursos forrajeros, la ganadería de los trópicos latinoamericanos enfrenta agudos problemas relacionados con la cantidad, calidad y productividad de las pasturas, en particular durante los prolongados períodos secos. Este es un problema a gran escala y obedece en gran parte a que una elevada fracción de la base forrajera disponible está conformada por pasturas nativas, adaptadas pero de baja productividad, y por especies introducidas altamente degradadas. En la ganadería tropical coexisten múltiples sistemas de producción en diferentes pisos térmicos, distintos grados de intensificación y ubicados en ambientes socioeconómicos de muy diversa naturaleza.

Asimismo, existe mucha discusión interna dentro de los países que conforman LAC sobre la viabilidad de estos sistemas en un ambiente económico de fronteras abiertas, especialmente ahora que se está negociando el ingreso al Área de Libre Comercio de América (ALCA) para entrar a competir abiertamente con América del Norte. Este estudio pretende analizar los sistemas de producción de leche tomando como estudio de caso a Colombia y analizar la importancia de éstos, sus limitaciones y posibilidades económicas y técnicas en el contexto de los pequeños productores y la competitividad de la producción ganadera regional.

### **Análisis del Caso Colombiano**

Crecimiento y sistemas de producción de leche. La actividad de leche en Colombia ha sido muy dinámica durante los últimos 30 años. En la década de los 70's creció a una tasa anual del 4.7%, luego tuvo un crecimiento excepcional y sostenido del 6.5% durante la década de los 80's, y en los 90's la producción de leche creció a una tasa anual del 3.8%, llegando a producir en el año 2001

aproximadamente 5,877 millones de litros de leche fluída (Balcázar, 1992; FEDEGAN, 2002).

En Colombia existen dos tipos de sistemas de producción de leche: (1) lechería especializada; y (2) doble propósito. De los 25 millones de cabezas estimadas del hato nacional, la población bovina de los sistemas de producción de leche se estima en alrededor de 6 millones, el 89% en sistemas de producción de doble propósito que contribuyen con el 55% de la producción de leche del país (CORPOICA, 1998).

El sistema especializado en leche es aquel donde la vaca es ordeñada sin ternero al pie y el ternero macho es descartado usualmente a los pocos días de nacido; las vacas son generalmente puras o con un alto porcentaje de genes proveniente de razas europeas *Bos taurus* (ie., Holstein) y son suplementadas con alimentos concentrados; por lo tanto, la productividad de leche es alta. Por otro lado, el sistema de doble propósito es aquel donde el ternero macho es levantado y vendido despues del destete y la vaca es ordeñada con el ternero al pie. Adicionalmente, las vacas tienen un alto porcentaje de genes *Bos indicus* (ie., Brahman) o cruces con razas *Bos taurus* y basan su alimentación en sistemas extensivos a base de pasturas con una baja productividad de leche y carne (Arias et al., 1990).

Algunas ventajas del sistema de doble propósito son: (1) menor riesgo debido a variaciones en los precios de leche y carne; (2) menor incidencia de mastitis debido a que los terneros maman sus madres; (3) menor necesidad de inversión de capital; y (4) menores requisitos de soporte técnico comparado con los sistemas especializados en leche (Seré, 1983).

La mayoría de los sistemas especializados en leche se encuentran localizados en el trópico alto en regiones con climas frescos a fríos y cerca de los centros urbanos mientras que los sistemas de doble propósito se encuentran generalmente en el trópico bajo en regiones con altas temperaturas y mas lejos de los mercados.

Hace 12 años, Aldana (1990) reportó que la rentabilidad de los sistemas de producción de leche especializada era mayor que aquellas obtenidas en sistemas de producción de leche de doble propósito. Adicionalmente, se reportó que esta rentabilidad estaba directamente asociada al nivel tecnológico utilizado por los productores. Es decir, fincas con mayor productividad eran mas rentables sin importar el sistema de producción utilizado.

Contribución de la ganadería a la economía colombiana. Hacia 1994, la ganadería bovina (leche y carne) representaba el 25.2% del producto interno bruto agropecuario del país (Lorente, 1996); mas del doble del 12.2% atribuible al café y mayor al del conjunto de todos los cultivos semestrales (24%). En el año 2000 la ganadería incrementó su participación a 29.9% del PIA (DANE,

2002). La actividad ganadera como generadora de empleo ha ganado importancia dentro del sector agropecuario y en la economía en su conjunto. En 1999, el subsector generó 1,400,000 empleos, equivalentes al 38.1% de la fuerza de trabajo del sector rural y el 8.3% del empleo total del país (Martinez et al., 2002).

Por otro lado, los productos de la ganadería bovina (carne y leche) tienen una importancia considerable en la demanda agregada de la economía. Según Cuentas Nacionales, en 1989 la carne, la leche, y sus derivados, representaron cerca del 13% del gasto total en consumo de los hogares y más del 45% de los gastos en alimentos (Balcázar, 1992). El alto crecimiento del sector lechero permitió a la población pasar de consumir 57 litros per cápita en 1970 a 136 litros en el 2001, un incremento de 138% en 30 años (Balcázar, 1992; FEDEGAN, 2002).

Por el lado de comercio exterior, Colombia es prácticamente autosuficiente en su producción de leche. Durante la década de los 90's el país importó un promedio del 2% anual de su producción (FEDEGAN, 2002). Por el lado de la carne el país ha sido exportador neto con una irregularidad que se ha mantenido en los últimos 20 años, pero con una clara pérdida de importancia relativa desde comienzos de los 90's. En 1991 se exportó el 5% de la producción interna. A partir de entonces, la reducción ha sido notable, hasta quedar desde 1996 por debajo del 1% del total del ganado sacrificado (FEDEGAN, 2002).

Concentración del mercado en manos de los supermercados. Una tendencia que se está observando recientemente, paralela a la concentración de la población en grandes centros urbanos, es la creciente participación y concentración de los supermercados en la distribución y venta de alimentos. En un gran número de países la distribución se está concentrando en pocas firmas comerciales, lo que les otorga un gran poder de negociación tanto en la decisión de qué productos ofrecer al mercado como en el establecimiento de precios y formas de operación (Castro et al., 2001).

Reardon y Berdegué (2002) reportaron que los supermercados en Latinoamérica durante el año 2000 facturaron 60% de las ventas de alimentos al detallista. Este porcentaje en 1990 era de apenas 20%. En el caso de Colombia los supermercados facturaron en el año 2000 el 38% de las ventas de alimentos al detallista con un aumento predicho del 7% anual para la primera década del milenio (Hernandez, 2000).

Este cambio estructural ha modificado las reglas de juego de la comercialización de la leche. Ahora, el mayor poder de negociación lo tiene el supermercado y no las plantas procesadoras de leche como ocurría en el pasado con las tiendas populares de barrios. Este cambio ha influido de manera directa en el mecanismo de formación del precio de la leche recibido por el productor.



### **Centrando el problema**

Colombia tiene una capacidad comprobada de aumentar la producción de leche, y razones socioeconómicas urgentes para desarrollar el sector. Sin embargo, existe discusión interna acerca de las tecnologías más idóneas para lograr el desarrollo, y si van a ser suficientes para hacer la ganadería competitiva intra y extra regionalmente bajo un esquema de economías abiertas y sin subsidios (Consejo Nacional Lácteo).

### **Objetivos**

Los objetivos de este estudio fueron: (1) identificar y cuantificar el efecto de las tecnologías en el incremento de la productividad, rentabilidad, y competitividad de leche en sistemas de producción de lechería especializada y de doble propósito así como también en distintas regiones del país; (2) analizar la relación entre productividad, nivel tecnológico, rentabilidad, y competitividad; (3) analizar la evolución de los sistemas de producción de leche en Colombia; y (4) discutir la concentración del mercado y su impacto en la formación del precio de leche recibido por los productores.

## **2. METODOLOGIA**

Los datos provinieron de una encuesta a 545 fincas durante el período Febrero a Noviembre del año 2000 en cinco regiones distribuidas de la siguiente manera: (a) 145 fincas en el Piedemonte llanero (Departamentos de Arauca, Casanare, y Meta), (b) 116 en la Región Caribe (Atlántico, Guajira, Magdalena, Cesar, Bolívar, y Córdoba), (c) 105 en el Eje cafetero (Quindío, norte del Valle, Caldas, y Risaralda), (d) 97 en el Altiplano Antioqueño, y (e) 82 fincas en el Altiplano Cundiboyacense (Departamentos de Cundinamarca y Boyacá). Estas cinco regiones producen más del 80% de la leche del país (FEDEGAN, 2002) y fueron escogidas porque allí se encuentran las principales cuencas lecheras del país, a excepción de la región Sur (Departamento de Nariño), la cual no pudo cubrirse por falta de presupuesto. La meta fue encuestar un promedio de 100 fincas por región (ie., un total de 500 fincas) para obtener la variabilidad necesaria para realizar los análisis estadísticos correspondientes.

La encuesta fue diseñada para cuantificar insumos y productos para determinar costos, precios y prácticas de manejo a nivel de finca que luego fueron utilizados para (1) calcular los costos variables de suplementación, mano de obra, salud, reproducción, fertilización y riego; (2) calcular los ingresos brutos provenientes de la venta de leche y carne, y (3) caracterizar las fincas de acuerdo a niveles de productividad y cambio tecnológico. Una copia de la encuesta utilizada se encuentra en el Anexo 1.

Los costos variables de suplementación, mano de obra, salud animal, y reproducción así como también las ventas brutas, ingresos netos, y los costos de producción de leche y carne fueron estimados con base en la metodología

descrita por Holmann et al., (1990). Para este propósito se crearon 55 variables adicionales con el objetivo de consolidar y sintetizar la información obtenida a través de las encuestas. Estas variables se encuentran en el Anexo 2. Adicionalmente, todas las cifras reportadas en este estudio fueron convertidas a dólares de Estados Unidos a la tasa de cambio promedio existente durante el año 2000 de \$2,094 pesos Colombianos por dólar.

La competitividad fué definida en este estudio como la capacidad de permanencia en la actividad lechera y fué medida a través del costo unitario de producción de leche y/o carne. Es decir, a menor costo de producción, mayor competitividad. La rentabilidad fué definida como el ingreso neto anual dividido por el capital total invertido en la finca representado por tierras, ganado, instalaciones y equipo. El cambio tecnológico fué medido a través del concepto de productividad, el cual fué expresado como la producción de leche y carne por vaca y por hectárea.

Las encuestas se realizaron a través de la coordinación de las facultades de producción animal de la Universidad de los Llanos en el Piedemonte Llanero, de la Fundación San Martín en la Región Caribe, de la Universidad de Caldas en el Eje Cafetero, y de la Universidad Nacional (sedes Medellín y Bogotá) en los Altiplanos Antioqueño y Cundiboyacense.

Estos centros académicos contactaron a los principales compradores de leche en cada uno de las regiones. En el Eje Cafetero y los altiplanos Antioqueño y Cundiboyacense los compradores fueron en su mayoría plantas de leche. En la Región Caribe y Piedemonte Llanero fueron intermediarios y/o dueños de queserías artesanales y en menor medida, plantas industriales. Estos compradores de leche suministraron a los centros académicos un listado de las rutas con los nombres de las fincas. Las rutas fueron escogidas por su facilidad de acceso que permitiera la entrada de vehículos con doble tracción. Los encuestadores fueron en su mayoría estudiantes de pre-grado que visitaron las fincas acompañados de las personas encargadas de recoger la leche para que existiera un nivel de confianza que permitiera realizar la encuesta. Adicionalmente, los estudiantes fueron capacitados en el manejo de la encuesta y tuvieron la supervisión permanente de los co-autores de este estudio en sus respectivas regiones. El 73% de los que respondieron la encuesta fueron los dueños de las fincas.

Adicionalmente, durante el mes de Noviembre del 2002 se realizaron entrevistas a gerentes de dos de las cinco empresas de supermercados mas importantes del país y dos plantas de leche en la ciudad de Cali con el propósito de conocer el mecanismo de mercadeo y comercialización de productos lácteos en supermercados. Asimismo, se hizo un sondeo por teléfono durante Noviembre del 2002 para analizar la evolución de la capacidad instalada en las 13 empresas mas grandes de Colombia en sus 30 plantas de leche con el objetivo de relacionar la estrategia de comercialización con el tipo de tecnología utilizada

en la evolución de la capacidad instalada durante la década los 90's. Para mayor información sobre el sondeo, referirse al Anexo 4.

### **Análisis estadístico**

Se estimaron estadísticas descriptivas por región y sistema de producción con el objetivo de caracterizar las fincas estudiadas en esta muestra. Con el fin de probar algunas hipótesis sobre el efecto que tienen diferentes tecnologías en la productividad animal, se utilizó la técnica de los modelos lineales generales que permite expresar la variabilidad observada en los diferentes indicadores de productividad como una función de las diferentes tecnologías, regiones, y sistemas de producción. No se involucraron interacciones de ningún orden debido a la ausencia de datos en las diferentes combinaciones de categorías de las tecnologías, por tal razón el modelo utilizado estima solamente los efectos principales de cada cambio tecnológico.

Adicionalmente, se estimaron y compararon los promedios de cada indicador para cada una de las combinaciones de tecnología-región y/o tecnología-sistema de producción. Se realizó también un análisis multivariado de componentes principales para analizar los sistemas de producción de leche y adicionalmente conformar grupos de fincas con características similares. Esta agrupación se realizó con base en las componentes de acuerdo con sus valores y también utilizando la metodología de agrupamiento de Ward (1963). Adicionalmente, se utilizó el método multivariado de análisis de correspondencia múltiple con el fin de analizar las relaciones existentes entre productividad, cambio tecnológico, y rentabilidad.

Se utilizó la metodología de análisis de correspondencia múltiple para establecer relaciones entre:

- (1) Productividad, definida como producción de leche por vaca por día (LEVD);
- (2) Rentabilidad, definida como ingreso neto por vaca por año (INVA) y rentabilidad sobre el capital invertido (RECA); y
- (3) Cambio tecnológico, definida por unas tecnologías o prácticas de manejo que fueron:
  - (a) Proporción de pasturas mejoradas establecidas en el área ganadera (PASM\_A; PASM\_M; PASM\_B)
  - (b) cantidad de suplementos utilizados en la alimentación animal (CSUP), en kilos de materia seca (MS) por vaca en ordeño por día;
  - (c) sistema reproductivo utilizado: inseminación artificial (INSEM); monta natural (TORO); o ambos sistemas reproductivos (AMBOS);
  - (d) sistema de producción de leche especializada (LESPEC) o doble propósito (DPROPO);
  - (e) número de ordeños por día (ORDEN1; ORDEN2);

- (f) uso de fertilización (SFERPA; NFERPA);
- (g) uso del riego (SRIEPA; NRIEPA);
- (h) peso vivo de las vacas adultas (PVAC);
- (i) proporción del hato en ordeño (HATO);
- (j) número de potreros en la finca (NPOTR);
- (k) valor comercial de la tierra donde está ubicada la finca (VALOR);
- (l) ubicación georeferenciada de la finca con respecto a los centros de población ubicados dentro de su región (DIS);
- (m) años de experiencia produciendo leche (XPER);
- (n) tamaño del hato (FINCA);
- (o) frecuencia anual de desparasitaciones internas (DESPI); y
- (p) frecuencia anual de desparasitaciones externas (DESPX).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Características de las fincas

Breve descripción de las regiones. Las regiones de los Llanos y Caribe se encuentran localizadas en el trópico bajo de Colombia con una temperatura media anual entre 27 y 30 grados mientras que las regiones del Eje Cafetero, Antioquia y el altiplano Cundiboyacense están localizadas en el trópico alto con temperaturas medias más frías que oscilan entre 22 y 14 grados (Cuadro 1). En los Llanos, Eje Cafetero y Antioquia la precipitación media anual es mayor y la duración de la época de lluvias está alrededor de 8 meses mientras que en las regiones Caribe y altiplano Cundiboyacense es inferior (1,100 a 1,200 mm) con una duración de la época de lluvias de alrededor de 6 meses.

De la misma manera, las regiones de los Llanos, Caribe, y en cierta medida el altiplano Cundiboyacense poseen una topografía muy plana con pocas zonas onduladas mientras que las regiones del Eje Cafetero y Antioquia están ubicadas en zonas montañosas donde predomina la topografía ondulada y quebrada (Cuadro 1).

Asimismo, las regiones poseen una infraestructura pública muy variada, que van desde el Caribe con menos servicios, especialmente en energía eléctrica, a otras con mejor infraestructura como el Eje Cafetero y el altiplano Cundiboyacense.

El sistema de producción más utilizado en las regiones Llanera, Caribe, y Cafetera fue el doble propósito (97%, 100% y 65% de las fincas encuestadas, respectivamente) mientras que en las regiones de Antioquia y el Altiplano Cundiboyacense fue el sistema de lechería especializada (77% y 73%, respectivamente).

Uso de la tierra y manejo de pasturas. Existen grandes diferencias entre los sistemas de producción y entre las distintas regiones del país en relación a tamaños de operación. Las fincas bajo sistemas de producción de doble propósito localizadas principalmente en las regiones Llanera, Caribe y Eje Cafetero fueron mas grandes que las lecherías especializadas ubicadas principalmente en las regiones de Antioquia y altiplano Cundiboyacense (Cuadro 2). Alrededor del 80% del área total de las fincas se encontró bajo pasturas en los sistemas de doble propósito mientras que en las lecherías especializadas fué mayor del 90%. El area bajo bosque fué inferior al 10% del area total de las fincas en todas las regiones y sistemas de producción.

Por otro lado, la proporción del área en pasto establecida con pasturas mejoradas fué similar (79%) en ambos sistemas de producción, aunque diferió entre regiones, siendo esta proporción mayor en las regiones del altiplano Cundiboyacense y Llanera y menor en el Caribe. Las especies del género *Brachiaria spp* fueron las mas comunes en los sistemas de doble propósito mientras que en los sistemas de lechería especializada la mas común fué *Penisetum clandestinum*. Para mayor información sobre las especies de pastos establecidas en las fincas según región referirse al Cuadro 1, Anexo 3.

Sin embargo, a pesar que esta proporción fué similar, la carga animal en los sistemas especializados y regiones de altura fué alrededor del doble que la reportada en los sistemas de doble propósito ubicados principalmente en las regiones Caribe y Llanera. Esto se debió a que una mayor proporción de lecherías especializadas fertilizaban e irrigaban sus pastos, así como tambien aplicaban una mayor cantidad de nitrógeno con mayor frecuencia y suplementaban con mayores cantidades de alimentos concentrados que fincas con sistemas de doble propósito (Cuadros 2 y 4).

Adicionalmente, la cantidad de potreros existentes en las lecherías especializadas fué mayor (Cuadro 2), a pesar que son fincas mas pequeñas, lo que permitió un mejor aprovechamiento de la cantidad de biomasa. Este manejo rotacional acompañado con fertilización de las pasturas en las lecherías especializadas pudo haber sido la causa por la cual la frecuencia de desmalezar potreros (2.2 veces/año) fué menor en relación a las fincas de doble propósito (3.5 veces/año) manejadas en forma mas extensiva.

Estructura y composición genética del hato. Las fincas de doble propósito tenían hatos mas grandes conformada principalmente por cruces *Bos indicus* (ie., Brahman) con *Bos taurus* de razas europeas (ie., Holstein) mientras que las lecherías especializadas en las regiones de altura tenían hatos mas pequeños con una proporción de genes europeos muy alta o puros (Cuadro 3).

Manejo del hato. El uso de inseminación artificial fué mas frecuente, la edad de novillas aptas para monta menor, y el peso vivo tanto de las novillas como de vacas adultas fué mayor en fincas especializadas en leche que en aquellas de

doble propósito, lo cual es un reflejo de la composición genética del hato y de la mejor alimentación recibida por el primer grupo.

Por otro lado, la mayoría de las fincas especializadas practicaban el doble ordeño sin el ternero al pie y lo hacían principalmente en los potreros (sobre todo en Antioquia y el altiplano Cundiboyacense) mientras que las fincas de doble propósito ordeñaban una vez por día con el ternero al pie y en corrales.

Asimismo, la proporción del hato en ordeño fué mayor en los sistemas especializados y en las regiones del Eje Cafetero, Antioquia y el altiplano Cundiboyacense que en las fincas de doble propósito en los Llanos y Caribe debido a una mayor duración de la lactancia en los sistemas especializados (Cuadro 4). Asimismo, los niveles de suplementación con alimentos concentrados fué 3 veces mayor (Cuadro 4) en los sistemas especializados en relación a fincas con sistemas de doble propósito.

Parámetros productivos. La producción de leche en los sistemas especializados fué alrededor de 5 veces mas por hectárea y 2.3 veces mayor por vaca que aquella producida en sistemas de doble propósito. De la misma manera, la producción de leche fué mayor en la región de Antioquia, seguida por el altiplano Cundinoboyacense, el Eje Cafetero, los Llanos, y finalmente, la región Caribe. Por otro lado, la mortalidad tanto de adultos como de terneros fué mayor en fincas especializadas que en hatos de doble propósito aunque esto fué compensado por una mayor tasa de natalidad encontrada en los hatos especializados en leche (Cuadro 3).

Costos de producción e ingresos. El costo de producción por kilo de leche fué 14% mayor en los sistemas especializados que en las fincas de doble propósito incluyendo el costo de oportunidad de la mano de obra familiar y 21% mayor sin incluir este costo de oportunidad.

Por otro lado, el precio de leche recibido por los sistemas especializados fué ligeramente (4%) mayor (Cuadro 5). Como se verá mas adelante, el mejor precio de leche obtenido por los sistemas especializados en zonas de altura se debió por estar mas cercano (accesible) a los mercados y centros urbanos y posiblemente a bonificaciones que reciben por leche fría, ya que 27.8% de las fincas con sistemas especializadas tenían tanques de enfriamiento en comparación con solo 7.8% en fincas con sistemas de doble propósito (Cuadro 3, Anexo 3).

Si bien las diferencias en productividad entre los sistemas ganaderos fueron bastante pronunciadas, dependiendo del grado de intensificación y de la clase de actividad ganadera desarrollada, en el plano de los costos unitarios de producción, los sistemas de doble propósito fueron altamente competitivos frente a los especializados. La lechería especializada produjo entre 3 y 7 veces más leche que el doble propósito, pero al estimar los costos por unidad de producto, bajo uno u otro sistema, tal diferencia no se observó. Esto se debió a que la

menor productividad de los sistemas de doble propósito fué neutralizada por un bajo nivel de inversiones y de gastos operacionales.

Este costo de producción fué mayor en la región de Antioquia y el Eje Cafetero, seguido por la región Llanera y el altiplano Cundiboyacense, y finalmente la region Caribe que la produjo al menor costo. En términos de precios, las regiones que recibieron el mejor precio fueron Antioquia, seguido de la región Caribe y el Eje Cafetero, luego el altiplano Cundiboyacense, y finalmente los Llanos (Cuadro 5).

En términos de ingresos netos, las fincas con sistemas de doble propósito obtuvieron los mejores ingresos por vaca por año con y sin considerar el costo de oportunidad de la mano de obra familiar. En términos de regiones, los mayores ingresos se obtuvieron en el altiplano Cundinoboyacense, seguido de los Llanos, Caribe, y Antioquia. La región con los ingresos mas bajos lo reportó el Eje Cafetero.

Inversión y rentabilidad sobre el capital invertido. Alrededor del 88% de la inversión en fincas de doble propósito lo representaron tierra y ganado en comparación con 80% en lecherías especializadas. Esta diferencia se dió porque las lecherías especializadas tenían un 20% de su inversión en infraestructura y equipo mientras que este porcentaje fué menor (12%) en fincas de doble propósito (Cuadro 6). El valor comercial de la tierra fué generalmente menor en las regiones Llanos y Caribe donde estaban la mayoría de las fincas de doble propósito y mayor en las regiones de altura donde estaban las fincas especializadas debido a la cercanía de los centros urbanos y con mejor infraestructura física. Asimismo, el valor comercial del ganado en producción fué mayor en las regiones de altura en relación a las regiones de los Llanos y Caribe.

En cuanto a la inversión total por unidad de area, se observó que los sistemas especializados fueron mas intensivos en el uso del capital, siendo éste 2.3 veces mayor que el encontrado en las fincas de doble propósito. Esta diferencia tambien se observó por región, donde la mayor inversión por unidad de area se encontró en el altiplano Cundinoboyacense, seguido de las regiones de Antioquia y Eje Cafetero, y por último los Llanos y Caribe. Para mayor información sobre el tipo de inversiones existentes en las fincas referirse al Cuadro 3 del Anexo 3.

La rentabilidad sobre el capital invertido fué mayor en sistemas de producción de doble propósito cuando se consideró el costo de oportunidad de la mano de obra familiar en comparación con los sistemas especializados en leche, pero similar cuando no se incluyó éste. La rentabilidad varió mucho dependiendo de las regiones, siendo ésta mayor en las regiones Caribe y el altiplano Cundinoboyacense, menor en Antioquia y los Llanos, y finalmente, la mas baja fué reportada en el Eje Cafetero.

### 3.2 Relaciones entre productividad, cambio tecnológico y rentabilidad

El Cuadro 7 contiene las variables con sus respectivas categorías utilizadas para enlazar productividad y rentabilidad con el cambio tecnológico y la Gráfica 1 muestra un diagrama conocido como mapa perceptual de las asociaciones entre las diferentes variables.

Variables asociadas con productividad. Las contribuciones de las variables a cada una de las dos dimensiones explicaron aproximadamente el 25 % de la variación total. Una mejor dimensión para una variable es aquella en la que el peso (coeficiente) de esa variable es mayor que en la otra dimensión. Se aprecia claramente que las variables que definieron la primera dimensión fueron aquellas correspondientes a la productividad de leche, en la que valores altos de esta dimensión estaban asociados con fincas con producciones de leche por vaca por día altos (LEVD\_A) y valores pequeños de esta dimensión se relacionaban con fincas que presentaban producciones de leche por vaca por día bajas (LEVD\_B).

Otras variables importantes en esta dimensión (# 1A) fueron aquellas relacionadas con las diferentes tecnologías de manejo de las fincas, las cuales dadas sus coordenadas, explicaron las diferencias en los niveles de productividad. Es así como asociado con niveles de productividad altos (LEVD\_A), se encontraban aquellas fincas en las que la cantidad de suplementos utilizados en la alimentación animal fué alto (CSUP\_A), utilizaban inseminación artificial (INSEM), tenían un sistema de producción de leche especializada (LESPEC), ordeñaban 2 veces por día (ORDEN2), irrigaban y fertilizaban los pastos (SRIEPA, SFERPA), tenían un peso vivo de las vacas adultas alto (PVAC\_A), y en donde la proporción del hato en ordeño y el número de potreros en la finca para una mejor rotación era alto (HATO\_A, NPOTR\_A).

Adicionalmente, las fincas mas productivas estaban localizadas muy cerca (accesibles) a los centros de mercado y población (DIS\_C) y tenían un alto valor comercial de la tierra (VALORA). Este hecho confirma la hipótesis de que la adopción tecnológica está positivamente relacionada con la cercanía o acceso a mercados.

Esta situación contrastó con aquellas variables que presentaban valores negativos y que estaban asociadas con productividades bajas (dimensión # 1B), como son aquellas fincas que tenían un sistema de producción de doble propósito (DPROPO), fueron fincas en las que no se irrigaba ni se fertilizaban los pastos (NRIEPA, NFERPA), el sistema reproductivo utilizado fué la monta natural (TORO), se ordeñaba un vez por día (ORDEN1), la cantidad de suplementos utilizados en la alimentación animal fué bajo (CSUP\_B), la proporción del hato y el número de potreros en la finca era bajo (HATO\_B, NPOTR\_B), el peso vivo de las vacas adultas fué bajo (PVAC\_B) y el precio por kilo de leche recibido también fué bajo (PREC\_B).



Estas fincas con baja productividad estaban localizadas lejos (menos accesibles) de los centros de mercado y población (DIST\_L) y tenían un bajo valor comercial de la tierra (VALORB). Esta información confirma el hecho muchas veces comprobado de que altos niveles tecnológicos están fuertemente correlacionados con altos niveles de productividad (Aldana, 1990).

También se apreció que en términos de productividad, las regiones del altiplano Cundinoboyacense y Antioquia (CUNDIB, ANTIOQ) fueron las más productivas, contrastando con las regiones Caribe y el piedemonte Llanero (CARIBE, LLANER) con las más bajas productividades. La region cafetera (CAFETE) se ubicó en un término de productividad medio.

Variables asociadas con rentabilidad. La segunda dimensión estuvo definida básicamente por los ingresos y la rentabilidad. Valores altos (positivos) de esta dimensión estaban determinados por ingresos por vaca por día altos (INVA\_A) y por retornos al capital invertido altos (RECA\_A). Valores pequeños (negativos) de esta dimensión estaban asociados con ingresos por vaca por día y retornos de capital invertidos bajos (INVA\_B, RECA\_B). De acuerdo con esta dimensión (# 2A), se observó que las fincas mas rentables (RECA\_A y RECA\_B) y con altos ingresos por vaca se caracterizaban por ser fincas grandes (FINCAG), lo que indica una clara existencia de economías de escala, y en donde sus dueños tenían muchos años de experiencia produciendo leche (XPER\_A).

Adicionalmente, las fincas mas rentables parecieran estar asociadas con una baja frecuencia para desparasitar contra parásitos externos (DESPXB). En zonas altas (donde se encuentran la mayoría de los sistemas especializados) hay menor prevalencia de garrapatas y por eso la frecuencia de los baños es menor, lo cual podría ser una razón para esta explicación.

Por otro lado (dimensión # 2B), aquellas fincas con bajos ingresos por vaca (INVA\_B) y bajos retornos de capital invertido (RECA\_B) eran pequeñas (FINCAP) con una proporción de pasturas mejoradas establecidas en las fincas bajo (PASM\_B), el costo de producción por kilo de leche y carne fueron altos (CKLE\_A, CKCA\_A), la experiencia del productor produciendo leche fué poca (XPER\_B) y realizaban con bastante frecuencia tanto desparasitación externa como interna al hato (DESPXA, DESPIA).

En términos de rentabilidad, la proyección de las regiones en la segunda dimensión muestra que el altiplano Cundiboyacense (CUNDIB) fué la región más rentable, seguido por el Caribe, Antioquia y los LLanos (CARIBE, ANTIOQ, LLANER) con rentabilidades medias y por último se ubicó el Eje Cafetero (CAFETER) con los más bajos ingresos por vaca por día.

Algunas razones por la cual la región cafetera obtuvo los menores ingresos por vaca así como también las más bajas rentabilidades sobre el capital invertido pueden ser:

- (1) Debido a la crisis actual del café, muchos productores se cambiaron a la actividad lechera durante la década de los 90's y todavía se encuentran en la "curva de aprendizaje" del negocio y por lo tanto, todavía producen a mayores costos.
- (2) El valor comercial de la tierra en esta región es tan alto como en Antioquia (Cuadro 6). Sin embargo, debido a la altura sobre el nivel del mar donde están la mayoría de las fincas en la región Cafetera (ie., <1,500 m) el pasto más común es Estrella (*Cynodon nlemfuensis*), el cual es inferior en calidad nutritiva al pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) que tiene buen comportamiento en Antioquia y el altiplano Cundiboyacense pero que solo se adapta bien en la región Cafetera en las zonas muy altas. Esta diferencia en la calidad nutritiva del pasto estrella vs. kikuyo induce a una menor productividad por vaca (ie., 8.8 kg leche/vaca/día en la región Cafetera vs. 13.9 y 13.3 kg en Antioquia y el altiplano Cundiboyacense, respectivamente, Cuadro 4) y por lo tanto, menor ingreso y rentabilidad.
- (3) Debido a que muchos productores cafeteros se cambiaron a la actividad lechera durante la década de los 90's, éstos lo hicieron comprando vacas de distintas composiciones genéticas provenientes de varias regiones del país. El hato en ordeño de las fincas encuestadas en esta región se compone de un 30% de vacas con  $\frac{1}{2}$  de genes Cebú (ie., Brahman) y  $\frac{1}{2}$  de genes europeos (ie., Holstein). Un 36% de las vacas son  $\frac{3}{4}$  Cebú –  $\frac{1}{4}$  Europeo, y el 33% restante son vacas puras europeas. Esta situación contrasta con la composición genética de las vacas en regiones con climas similares como Antioquia y el altiplano Cundiboyacense donde más del 95% de las vacas son puras europeas. Por lo tanto, otra de las razones por la menor producción de leche de las vacas en la región Cafetera vs. Antioquia y Cundinamarca puede ser explicada por el menor potencial genético del hato en ordeño.

### **3.3 Efecto del cambio tecnológico sobre la productividad, rentabilidad, y competitividad**

Con el fin de estimar el efecto de cada una de las tecnologías consideradas en el análisis de correspondencia múltiple en la productividad (expresada como producción de leche por hectárea por año), la rentabilidad (expresada como ingreso neto por vaca por año) y la competitividad (expresada como el costo de producción por kilo de leche), se utilizó la técnica de los modelos lineales generales mediante la cual se explica la variabilidad observada tanto en

productividad como en rentabilidad y competitividad como una función del cambio tecnológico (Cuadros 8 a 10) para las diferentes regiones del país.

Adopción de pasturas mejoradas. Independiente de la región o del sistema de producción utilizado, la adopción de pasturas mejoradas generó una mayor productividad, rentabilidad, y competitividad. Así, al comparar fincas que tenían una alta proporción de pasturas mejoradas vs fincas con baja proporción, se observó un incremento en productividad, en los ingresos netos, así como también en una reducción en el costo de producción de leche de 147%, 31% y 13% en los Llanos, respectivamente; de 126%, 350%, y 15% en la región Caribe, respectivamente; de 309%, 69%, y 8.7% en el Eje Cafetero; de 235%, 181%, y 8.0% en Antioquia; y en el altiplano Cundiboyacense la productividad de leche se incrementó en 92%, los ingresos en 570%, y el costo unitario de producción de leche bajó un 41.4% (Cuadros 8 a 10).

Manejo rotacional de pasturas. Otro cambio tecnológico asociado con la adopción de pasturas mejoradas fué la inversión en el número de potreros para aumentar la eficiencia en la cantidad y calidad del forraje mediante el manejo rotacional. Así, fincas que tenían una alta cantidad de potreros comparadas con aquellas que tenían un bajo número de apartos fueron 140% mas productivas, 54% mas rentables, y con un costo de producción de leche 22.7% menor en los Llanos; 13.2% mas productivas, 133% mas rentables, y 22.2% menor costo en el Eje Cafetero; 12%, 100%, y 18.5% en Antioquia, respectivamente; y 38.2%, 61%, y 27.3% en el altiplano Cundiboyacense. En el Caribe este cambio tecnológico aumentó la productividad un 26% pero no hubo diferencias en ingresos y el costo de producción unitario se incrementó 11%, lo que podría indicar que las gramíneas existentes no son las mas adaptadas a la zona y por lo tanto, esta inversión no incidió en una mayor calidad nutritiva como sucedió en las otras regiones.

Estos datos sugieren que la adopción de pasturas mejoradas con un apropiado sistema de rotación de potreros fué la inversión mas segura para incrementar tanto la productividad, la rentabilidad y la competitividad. Adicionalmente, fué la base del cambio tecnológico que generó sinergismos y sobre la cual otras prácticas de manejo (ie., como la suplementación) podrían llegar a tener un rol en el incremento adicional de la productividad y la competitividad.

Uso de fertilización. El uso de esta tecnología aumentó la productividad de las fincas pero redujo los ingresos y tambien aumentó el costo unitario de producción de leche en todos los casos. Así, fincas que fertilizaron sus pasturas aumentaron la productividad de leche 43% en los Llanos pero sus ingresos netos se redujeron en 51% y los costos unitarios se incrementaron en 21%. En la región Caribe, la productividad se incrementó 26.4%, pero los ingresos bajaron 54% y los costos unitarios subieron 46.7%. En el Eje Cafetero, la productividad se incrementó 437% pero los ingresos bajaron 83% y los costos unitarios subieron 4.8%. En Antioquia subió la producción 305%, los ingresos

decrecieron 43% y los costos aumentaron en 9.1%; y en el Altiplano Cundinoboyacense la productividad se incrementó en 121%, los ingresos bajaron un 26% y los costos unitarios subieron 18.8% (Cuadros 8 a 10).

Esto quiere decir que al usar la fertilización se incrementan mas los costos marginales que los ingresos marginales, lo que sugiere que los productores que utilizaron esta tecnología no han aprendido a manejarla exitosamente, lo cual se puede deber a que están aplicando mucha cantidad de nitrógeno para la respuesta en cantidad y calidad de biomasa que se obtuvo.

Uso del riego. Al igual que el cambio tecnológico de la fertilización, la tecnología del riego aumentó la productividad de leche pero también aumentó los costos unitarios de producción en todas las regiones, lo que sugiere que se requiere mayor investigación para aplicar la cantidad necesaria del recurso hídrico en forma exitosa para producir materia seca forrajera de alta calidad. Adicionalmente, en todas las regiones el uso del riego generó reducciones en los ingresos netos, excepto en el Altiplano Cundiboyacense donde el uso de esta tecnología aumentó los ingresos en 22% aún cuando los costos de producción se incrementaron en 17%.

Uso de la Suplementación. En todas las regiones, fincas que suplementaron a su hato en ordeño aumentaron la productividad de leche así como también el costo unitario de producción. Sin embargo, el mejor rendimiento económico en términos de ingreso neto se dio cuando las fincas suplementaron con bajas cantidades (ie., < 0.5 kg MS/vaca/día) en los Llanos, Caribe y el Eje Cafetero y con niveles intermedios de suplementación (ie., entre 0.5 y 2 kg MS/vaca/día) en Antioquia y el altiplano Cundiboyacense (Cuadros 8 a 10). La suplementación con altas cantidades aumentó aún más la productividad de leche en todas las regiones, pero a costa de una reducción en los ingresos netos/vaca/año. Esto implica que si se quiere aumentar la productividad aún más de manera rentable, habría que encontrar suplementos de menor precio, o reducir los costos de fabricación del mismo.

Durante el año 2000, el precio de leche recibido por el productor fue US\$0.21/kg y el costo promedio del concentrado comercial fue US\$0.22/kg. Es decir, la relación de precios leche:concentrado fue inferior a 1 (ie., 0.96:1), lo cual indica que el precio del concentrado comercial en Colombia era muy costoso en relación al de la leche. Alternativamente, se podría suponer que la reducción de aranceles sobre los granos harían el uso de suplementos más viable y Colombia podría aumentar su productividad rápidamente.

Sistema de Producción. El doble propósito fue el sistema de producción que produjo mayores ingresos netos en los Llanos y el Caribe mientras que en las zonas de altura (Eje Cafetero, Antioquia y altiplano Cundiboyacense) fue el sistema especializado en leche. Por otro lado, el sistema que produjo leche al menor costo unitario fue el doble propósito en todas las regiones, excepto en el

Eje Cafetero. Esto sugiere que el país debe tener estrategias distintas de investigación y transferencia de tecnología para explotar en forma mas eficiente las ventajas comparativas de cada región.

Frecuencia de ordeño. La práctica de manejo del doble ordeño fué entre 83% a 520% mas productiva; entre 25% y 148% mas rentable; y donde el costo de producción unitario se redujo entre 15% y 27% en todas las zonas estudiadas excepto en la región Caribe donde el doble ordeño no aumentó la productividad pero sí influyó negativamente tanto en ingresos netos como en un mayor costo de producción. Una razón por la cual en el Caribe no hubo respuesta a incrementos en productividad al pasar a doble ordeño puede ser debido al bajo potencial genético de los animales, ya que mas del 56% del hato estaba compuesto por vacas con  $\geq 75\%$  de genes Cebú (ie., Brahman).

Por otro lado, esta práctica de manejo requiere que la finca tenga acceso a energía eléctrica y que posea un sistema de enfriamiento para almacenar la leche del ordeño de la tarde hasta el día siguiente. Por lo tanto, no es apropiada para ganaderos con recursos limitados localizados en áreas ganaderas marginales y/o con hatos de bajo potencial genético.

Porcentaje del hato en ordeño. Este indicador es el resultado del intervalo entre partos (ie., eficiencia reproductiva) y de la duración de lactancia (efecto racial). Fincas que tenían una alta proporción de su hato en ordeño (ie.,  $>80\%$ ) fueron entre 20% y 340% mas productivas y entre 15% y 225% mas rentables en todas las regiones que aquellas fincas que tenían una baja proporción en ordeño (ie.,  $<60\%$ ). Adicionalmente, el costo de producción de leche fué entre 9% y 21% menor en la medida que la proporción del hato en ordeño aumentó, excepto en Antioquia donde no hubo diferencias. Es decir, los costos fijos de las vacas secas se repartieron entre un número mayor de vacas.

Desparasitaciones. El efecto de la frecuencia de las desparasitaciones al ganado, tanto contra parásitos internos como externos, no tuvo impacto significativo sobre la productividad pero sí sobre la rentabilidad y la competitividad. Fincas que desparasitaron con una baja frecuencia contra parásitos internos obtuvieron entre 77% y 128% mejores ingresos por vaca y entre 8% y 35% menores costos unitarios de producción dependiendo de la región, que aquellas fincas que lo hicieron con altas frecuencias. De la misma manera, fincas que lo hicieron contra parásitos externos con una baja frecuencia obtuvieron entre 42% y 137% mejores ingresos y entre 9% y 24% menores costos de producción, excepto en el altiplano Cundiboyacense donde no hubo diferencias significativas en ingresos.

Manejo reproductivo. Fincas que utilizaban la inseminación artificial fueron siempre mas productivas que aquellas que utilizaron la monta natural, pero únicamente en las regiones de altura (Eje Cafetero, Antioquia y altiplano Cundiboyacense) aunque no hubieron diferencias en costos de producción ni en

los niveles de rentabilidad, excepto en el Eje Cafetero y la región Caribe donde fué mas rentable el uso de monta natural (Cuadros 8 a 10). Esto sugiere que el uso de la inseminación artificial, tanto como estrategia única de reproducción, o como complemento a la monta natural para producir sementales de superior calidad genética dentro de la finca, ha sido una herramienta que ha permitido incrementar el potencial genético de los hatos y por lo tanto, la productividad.

Tamaño del hato. Fincas con hatos mas grandes fueron siempre mas rentables y mas competitivas que fincas con hatos pequeños. Por otro lado, fincas con hatos mas grandes fueron mas productivas en el altiplano Cundiboyacense, a excepción del Caribe y el Eje Cafetero donde las fincas mas productivas fueron las pequeñas. Como se verá mas adelante, el tamaño de operación fué el factor que tuvo mas influencia sobre la rentabilidad y competitividad para permanecer en el negocio.

Experiencia produciendo leche. Fincas donde el productor tenía mucha experiencia (ie., > 15 años) obtuvieron mejores ingresos en todas las regiones, que variaron desde 38% en la región de Antioquia hasta 120% en el Eje Cafetero, en relación a productores que tenían poca experiencia en la actividad lechera (ie., < 5 años). Por otro lado, los años de experiencia del productor en la actividad lechera tuvo un efecto positivo en la productividad de leche solo en las regiones del Eje Cafetero y de los Llanos. Asimismo, los años de experiencia del productor no tuvieron efecto en reducir los costos de producción unitarios, a excepción del Eje Cafetero en donde finqueros con mucha experiencia producían leche a un costo menor.

Este hecho sugiere que eventos prácticos de capacitación podrían tener un impacto en el aumento de los ingresos de los productores que tienen actualmente poca experiencia, en especial de los pequeños productores, debido a la mayor dificultad de estos para acceder a información sobre nuevas tecnologías y/o prácticas de manejo exitosas.

Valor comercial de la tierra. Fincas localizadas en sitios donde el valor comercial de la tierra era alto (>\$6,000/ha) fueron siempre mas productivas que aquellas con valores comerciales medianas y bajas pero menos rentables en todas las regiones. En cuanto al costo de producción, no hubo diferencias significativas excepto en los Llanos y el Caribe, donde fincas con alto valor comercial produjeron leche a un costo mayor.

La categoría mas rentable fueron fincas en donde el valor comercial de la tierra fué mediano (ie., \$3,000 a \$6,000/ha). Por lo tanto, este rango podría utilizarse como referencia en el cual es posible intensificar las fincas lecheras de manera rentable pero por encima de este, no se justifica desde el punto de vista financiero. Por otro lado, se podría pensar que la intensificación de la ganadería en tierras de alto valor comercial ya no debe ser en base al pastoreo, sino con

otros sistemas como la estabulación debido al alto costo del recurso tierra por su cercanía a los centros urbanos.

Los resultados de este análisis permiten concluir que el comportamiento de las diferentes tecnologías afecta de manera diferente a la productividad y rentabilidad dependiendo de las regiones. También muestra que a nivel de región, tecnologías que resultan en una mayor productividad de leche no necesariamente son más rentables. En terminos generales, estos resultados muestran un comportamiento similar a aquellas asociaciones observadas en el análisis de correspondencia múltiple mostrado a través del mapa perceptual (Gráfica 1), con la diferencia que en este último análisis se cuantifica la diferencia en productividad y rentabilidad entre los niveles de cada tecnología para cada region.

### **3.4 Efecto del grupo racial en la rentabilidad, competitividad y productividad**

Con el fin de identificar estrategias de mejoramiento genético para los distintos sistemas de producción y regiones del país, los resultados del Cuadro 11 contienen los promedios de las siete variables mas relevantes que determinaron la rentabilidad, productividad, y competitividad de tres grupos raciales categorizados de acuerdo al nivel de germoplasma europeo (ie., Holstein):

- (1) Fincas donde el hato en ordeño tenía en promedio entre 75% y 100% de genes europeos. El promedio general de este grupo tuvo 98% genes europeos y 2% de genes Cebú;
- (2) Fincas donde el hato en ordeño tenía en promedio entre 50% y 74% de genes europeos. El promedio general de este grupo tuvo 55% de genes europeos y 45% de genes Cebú; y
- (3) Fincas donde el hato en ordeño tenía en promedio, menos del 50% de genes europeos. El promedio general de este grupo tuvo 24% de genes europeos y 76% de Cebú.

Efecto del grupo racial sobre el sistema de producción. Fincas con sistemas de producción de doble propósito fueron mas rentables (ie., mayores ingresos neto y mejor rentabilidad) y mas competitivas (ie., menores costos de producción de leche y carne) pero menos productivas cuando la proporción de germoplasma europeo fué bajo y medio. Por otro lado, fincas con sistemas especializados de leche fueron ligeramente mas rentables, competitivas y productivas cuando se utilizó altos niveles de genes europeos, aunque estas diferencias no fueron significativas comparadas con el grupo racial medio.

Efecto del grupo racial sobre la región. En las regiones Llanera y Caribe no hubo diferencias significativas entre grupos raciales para ninguna de las siete variables analizadas. En el Eje Cafetero la utilización de grupos raciales medios

a bajos fueron mas rentables y competitivos pero menos productivos que el grupo racial alto. Por otro lado, tanto en Antioquia como en el Altiplano Cundiboyacense el único grupo racial encontrado en las fincas encuestadas fué el nivel alto, por lo que no fué posible establecer una comparación.

Sin embargo, los resultados aqui reportados refutan aquellos estimados por McDowell et al (1996) en los que, para que las lecherías puedan ser rentables, debían producir por encima de los 4,400 kg/lactancia (>14.4 kg/vaca/día) utilizando vacas puras o de alto porcentaje de genes *Bos taurus*. El caso colombiano ha demostrado que la rentabilidad y competitividad de los sistemas de producción de leche es mucho mas compleja y depende del cambio tecnológico y su interacción con el efecto ambiental y de manejo.

### **3. 5 Economías de Escala**

Con base en el análisis multivariado de componentes principales se agruparon fincas dentro de cada sistema de producción y región con el objetivo de identificar cambios en productividad asociados al incremento de la competitividad de las fincas. Se definieron 6 grupos de fincas ya que con estos la explicación de la variabilidad total era del 80% utilizando la metodología de la varianza mínima de Ward (1963). La competitividad fué medida a través del costo de producción de leche y carne, ingreso neto por vaca por año, y retorno anual sobre el capital invertido mientras que la productividad fué medida a través de la producción de leche y carne por hectárea.

Los resultados muestran que el mejoramiento de la competitividad de las fincas estuvo en relación directa con el tamaño del hato (Cuadro 12). Es decir, en la medida que éste aumentó, los costos unitarios de producción de leche y carne se redujeron, el ingreso neto por vaca aumentó, y la rentabilidad sobre el capital invertido mejoró significativamente. Esto sugiere la existencia de economías de escala. La lógica parece apuntar a que los costos fijos y los gastos totales se reparten entre un número mayor de unidades de ganado, por lo cual los costos de producción unitarios declinan al aumentar el tamaño del hato. Adicional a lo anterior, la mayor disponibilidad de vacunos permitiría aprovechar mejor la capacidad forrajera de la finca, y esto ayudaría a elevar los niveles de rentabilidad (Rivas y Holmann, 2002).

Por otro lado, cuando se trató de asociar este aumento de competitividad con productividad, esta tendencia no se observó. Esto sugiere que fincas muy productivas pueden ser poco competitivas. Es decir, lo que más influencia tiene sobre la rentabilidad y competitividad para permanecer en el negocio es el tamaño de operación, independiente del sistema de producción, del nivel de productividad, o de la región donde la finca estaba ubicada.



Esto tiene grandes implicaciones para el sector ganadero y rural ya que en Colombia, aproximadamente el 70% de los productores de leche tiene una producción diaria menor de 100 kg (Consejo Nacional Lácteo, 1999). Esta situación genera mayores costos unitarios en la producción y la comercialización del producto y dificulta la transferencia y adopción de tecnología, por lo que los pequeños productores tienen mayores desventajas para ser competitivos en la actividad lechera dado el tamaño de escala con el cual operan.

El hecho que en el Cuadro 12 se reporten ingresos netos por vaca por año negativos en el caso de fincas con tamaños de hato pequeños implica que el retorno a la mano de obra familiar es inferior al salario mínimo oficial y la persistencia de estos sistemas se explica porque el costo de oportunidad de esta mano de obra, o las oportunidades de empleo rural, son muy bajas. El Cuadro 12 incluye la retribución a la mano de obra familiar, expresada en dólares por jornal diario. Como se observa, la retribución a la mano de obra familiar en fincas pequeñas fué inferior al jornal mínimo oficial vigente en el año 2000 que era de US\$ 4.75/día.

Por otro lado, y sobre todo en fincas pequeñas, la función objetivo del productor no necesariamente es maximizar ingresos. Las fincas pequeñas reportadas en este estudio generalmente tienen sistemas mixtos donde además de la actividad ganadera, existen uno o más cultivos agrícolas (ie., café) y el productor diversifica su tiempo disponible a las diferentes actividades. Es muy probable que en estas fincas pequeñas, la actividad ganadera exista para obtener flujo de efectivo, como fuente de ahorro, para diversificar riesgo, por seguridad alimentaria, o una combinación de las anteriores.

### **3.6 Evolución de los sistemas de producción de leche en Colombia**

El Cuadro 13 muestra los parámetros de productividad y rentabilidad reportados por Aldana (1990) en 1988 y los encontrados en este estudio durante el año 2000. Aldana (1990) utilizó una metodología similar a la de este estudio para calcular los costos de producción de leche y carne, ventas de productos, e ingreso neto. Por lo tanto, creemos que este estudio puede ser utilizado como punto de comparación para analizar la evolución de los sistemas de producción de leche en Colombia durante este período. Para poder comparar las variables económicas entre ambos estudios, las cifras de Aldana fueron expresadas en pesos Colombianos del año 2000 y luego expresadas en moneda de los Estados Unidos a la tasa representativa del mercado del 2000 de \$2,094 pesos por dólar (Estadísticas Financieras Internacionales, 2002).

La primera diferencia importante es que la productividad de leche por hectárea aumentó 44% en los sistemas de doble propósito y 14% en el sistema de lechería especializada. Este incremento se debió en parte a un incremento en la carga animal del 15% en los sistemas de doble propósito y del 17% en los

sistemas especializados de leche. Esta tendencia también fue observada en otras regiones de Colombia no consideradas en este estudio, como es el caso de la Amazonía colombiana entre los períodos 1986 y 1997 (Rivas y Holmann, 2000).

Por otro lado, la productividad de carne se mantuvo constante en los sistemas de doble propósito pero disminuyó en 46% en los sistemas especializados de leche. Es decir, los esfuerzos para incrementar productividad fueron enfocados exclusivamente a la producción de leche y no a la carne.

Este incremento en productividad logró reducir, en términos reales, el costo de producción de leche y carne en 16% y 22% en los sistemas de doble propósito y en 10% y 39% en los sistemas especializados, respectivamente. Por lo tanto, el sector lechero colombiano en su conjunto se ha vuelto más competitivo. Esto se debió, adicionalmente al incremento de la carga animal, al aumento de la inversión en infraestructura y equipo (ie., mayor número de potreros, mejores pasturas, picadoras de pasto, equipo de riego, e instalaciones). Así, este rubro se incrementó en 258% en los sistemas de doble propósito y en 37% en los sistemas especializados.

Sin embargo, a pesar que los productores de leche han realizado cambios tecnológicos e inversiones y han logrado ser más competitivos y productivos, el ingreso neto por hectárea durante este período decreció en 27% en los sistemas de doble propósito y en 69% en los sistemas especializados. Esta drástica reducción en los ingresos se debió a una reducción en el precio de leche y carne al productor del 22% y 20% en los sistemas de doble propósito y del 41% y 27% en los sistemas especializados, respectivamente.

Esta situación coincide con las expectativas de los productores encuestados reportadas en el Cuadro 5, Anexo 3, en donde se reportó que la productividad necesaria para permanecer en la actividad lechera se ha deteriorado. Sin embargo, existe el interés de incrementar la producción de leche mediante la intensificación de los actuales sistemas de producción a través del mejoramiento de pasturas, división de potreros, y compra de mayor cantidad de ganado de mejor calidad genética.

La Gráfica 2 muestra el porcentaje del precio pagado por un litro de leche por los consumidores que es trasladado al productor. Como se aprecia, el productor recibía en 1989 el 70% del precio final. Sin embargo, durante la década de los 90's este porcentaje se fue reduciendo sistemáticamente hasta llegar a solo el 37% en el 2001.

La explicación de esta dramática pérdida se debió a que esta reducción en el precio de leche y carne al productor nunca se tradujo en una caída de precios al consumidor y por lo tanto, un importante segmento de la sociedad (los consumidores) no se benefició (Gráficas 3 y 4). Como se observa, los

incrementos de precios de leche y carne fueron siempre por debajo de la inflación mientras que los ajustes de precios al consumidor generalmente superaron el nivel de inflación. Durante este período la tasa promedio de inflación fué del 20.7% anual pero los incrementos en el precio de leche al productor fueron del orden de 15.4% anual (Gráfica 3) y para la carne de 18.2% anual (Gráfica 4). Por lo tanto, los precios de leche y carne que los productores recibieron en el 2001 fueron 41.7% y 34.7% menores, en términos reales, que aquellos que recibieron en 1989 (Aldana, 1990). Esto explica porqué los ingresos netos, y la rentabilidad sobre el capital invertido, cayeron significativamente cuando se comparan los dos estudios (Cuadro 13).

Adicionalmente, este comportamiento coincide con el hecho que desde 1991 Colombia entró en el esquema de libertad total de precios de la leche y la liberación de las importaciones. Anterior a esta fecha, el precio de leche era regulado por el gobierno mediante una ley donde el productor recibía el 70% del precio final al consumidor y la planta procesadora recibía el 30% restante para cubrir los costos de procesamiento y comercialización (Aldana, 1993).

### **3.7 La Concentración del Mercado**

La pregunta entonces es, si los productores están recibiendo menores ingresos y los consumidores están pagando mas, quien se ha beneficiado?. Una posible hipótesis es que una buena proporción de esta brecha quedó en manos de un sector cuyo crecimiento ha sido dramático en la última década: los supermercados. Gutman (1998) demostró en Argentina que este sector ha capturado el mayor porcentaje del valor agregado creado por la cadena alimenticia, comparado con los segmentos de procesamiento y producción.

Como se discutió en la introducción de este estudio, este cambio estructural ha modificado las reglas de juego de la comercialización de la leche, ya que ahora, el mayor poder de negociación lo tiene el supermercado y no las plantas procesadoras de leche como ocurría en el pasado con las tiendas populares de barrios. Por lo tanto, este cambio ha influido de manera directa en el mecanismo de formación del precio de la leche recibido por el productor. Así, los supermercados exigen a las plantas que:

- (a) las primeras dos entregas de productos sean gratis;
- (b) todos los gastos de propaganda y promociones de productos lácteos dentro del supermercado sean absorbidas por las plantas de leche cuyo producto es promocionado;
- (c) un descuento permanente del 5% en relación al precio de la tienda popular;
- (d) líneas de crédito de 60 a 90 días vs. 7-30 días de las tiendas populares;
- (e) cobro por el espacio dentro del supermercado a razón de US\$ 400 /m lineal/mes); y

- (f) en algunos casos, las plantas de leche deben pagar una cuota anual para acceder a vender en ese determinado mercado equivalente al 1.8% del valor de las ventas anuales estimadas por la planta en ese local.

Adicionalmente, el inventario existente en los supermercados se ha reducido al mínimo, transfiriendo a las plantas de leche el manejo de éstos, lo cual las obliga a hacer viajes mas frecuentes para mantener un buen abastecimiento. Estas exigencias de los supermercados con los proveedores en Cali se aplican en otras ciudades de Colombia así como tambien se dan en otros países como Brasil y Argentina (Farina, 2002; Gutman, 2002).

La estrategia de las plantas procesadoras de leche en Colombia, la mayoría de capital privado, ha sido la de trasladar estos costos extras de comercialización a los productores de leche. Para ilustrar esta hipótesis, la Gráfica 2 contiene la misma información para Costa Rica, Nicaragua, y Venezuela.

En Costa Rica el auge de los supermercados ha sido similar (Reardon y Berdegué, 2002). Sin embargo, el 85% de la oferta de leche de las plantas procesadoras es controlada por cooperativas de productores, donde el principal objetivo es asegurar un mercado para la leche de sus asociados a un precio que le asegure una rentabilidad razonable al productor. En este caso los productores costarricenses organizados en cooperativas han logrado mayor capacidad de negociación y pudieron retener cerca del 70% del precio final que el consumidor paga a pesar que el precio de leche está totalmente libre desde 1997 (Cámara Nacional de Productores, 2002).

En el caso de Nicaragua, los productores lograron retener cerca del 65% del precio al consumidor durante la década de los 90's, a pesar que la mayoría de las plantas son de capital privado como es el caso de Colombia. Una posible explicación de porqué en Nicaragua no se observó la misma tendencia de Colombia es que en Nicaragua solo el 15% del volumen comercializado de leche es a través de supermercados (Reardon y Berdegué, 2002) mientras que el restante se comercializa a través de las tiendas populares de barrios. En Venezuela, donde la mayoría de las plantas de leche tambien son de capital privado como en Colombia, esta proporción tuvo similar comportamiento en la década de los 90's que en Colombia, aunque la caída no fué tan dramática.

El caso de Colombia es similar al ocurrido en Brasil. Aqui tambien, los supermercados, en fiera competencia entre ellos, trasladaron estos costos a las plantas, en su mayoría empresas multinacionales, y estas a su vez, a los productores. Esta situación no solo ocurre con el sector lechero, sino tambien con otros rubros, como es el caso de la industria avícola en Colombia (FENAVI, 2003).

Como reacción a la presión de márgenes bajos, las plantas procesadoras comenzaron a incentivar y exigir de sus proveedores la instalación de tanques

de enfriamiento en las fincas para reducir los costos de transporte y recolección (Farina, 2002).

Para aprovechar las ventajas de esta tecnología, el productor fué estimulado a pasar de un ordeño diario a doble, y esto fué seguido por ordeño mecánico y mejoramiento genético. Por lo tanto, las inversiones derivadas del requerimiento del sistema de enfriamiento son múltiples favoreciendo a los productores medianos y grandes en detrimento del pequeño productor que por tamaño de escala, no puede hacerle frente a estas inversiones. Este tema es de una gran relevancia social ya que miles de pequeños productores de leche están viendo sus ingresos reales reducirse y por otro lado, cada vez con menos opciones de insertarse en el mercado.

En Brasil, durante el período 1997-2000, el número de proveedores de leche de las 12 empresas mas grandes se redujo 35% (y el promedio de las entregas de leche de los productores que quedaron aumentó 55%). Esta reducción en el número de proveedores representó 60,000 productores que tuvieron que moverse ya sea a empresas mas pequeñas, al sector informal de compra-venta de leche cruda, o salir de la actividad lechera (Farina, 2002). En Argentina, el sector lechero tambien ha reducido significativamente el número de productores proveedores de las industrias, pasando de 30,500 productores en 1988 a 15,000 en el 2001, una reducción del 51% en tan solo 13 años (Gutman, 2002). Los productores que han permanecido en la actividad lechera han incrementado su producción en un 90%, aunque muchos lo hicieron adquiriendo créditos dolarizados que con la crisis cambiaria de Argentina estan amenazados de perder sus propiedades.

De la misma manera, las plantas procesadoras de leche en Colombia tambien obtuvieron beneficios de este diferencial creciente entre el precio de la leche al productor y al consumidor para modernizar el sector industrial como parte de su estrategia de mercadeo a mediano plazo. Así, el incremento en la capacidad instalada de estas empresas durante las tres últimas décadas ha sido el mismo (ie., un aumento de 2.5 millones de litros de leche por día en cada década). Sin embargo, durante la última década este incremento se dió principalmente en nuevos equipos y plantas para pulverizar leche o para envasarla en empaques de larga vida Tetrapak. Siguiendo esta estrategia, Colanta montó tres modernas plantas de pulverización en los últimos cuatro años (Perez, 2002). Nestlé duplicó en 1996 su capacidad de producción de leche en polvo y Parmalat triplicó su capacidad para la producción y procesamiento de leche de larga vida en 1998. Incolácteos y Coolechera tambien invirtieron en nuevas plantas en 1998 y 2001 para el procesamiento de leche larga vida. Estas tecnologías son mucho mas costosas pero permiten una vida útil del producto en estantería mucho mas largo que los productos tradicionales que requieren refrigeración.

Por lo tanto, la evidencia empírica parece apuntar a que la brecha creciente entre el precio de leche recibido por el productor y aquel pagado por el

consumidor se quedó en manos de los supermercados y de las plantas procesadoras que se expandieron y modernizaron sus equipos con tecnología de larga duración.

#### 4. CONCLUSIONES

Independiente del sistema de producción o de la región donde estaban ubicadas las fincas, el mejoramiento de la competitividad estuvo en relación directa con el tamaño del hato. En la medida que este aumentó, los costos unitarios de producción de leche y carne bajaron, el ingreso neto por vaca aumentó, y la rentabilidad sobre el capital invertido mejoró. Sin embargo, cuando se trató de asociar este aumento de competitividad con productividad, esta tendencia no se observó, lo que sugiere que no necesariamente las fincas productivas son rentables.

El doble propósito fué el sistema mas rentable en las regiones del trópico bajo (los Llanos y el Caribe) mientras que en las zonas de altura (Eje Cafetero, Antioquia y altiplano Cundiboyacense) el mas rentable fué el sistema especializado en leche. Por lo tanto, el país debe tener estrategias distintas de investigación y transferencia para explotar en forma mas eficiente las ventajas comparativas de cada región.

La base del cambio tecnológico mas importante para el aumento de la productividad, competitividad, y rentabilidad fué la adopción de pasturas mejoradas acompañado de la inversión en potreros para un manejo rotacional mas eficiente de la calidad y cantidad de biomasa y complementada con una suplementación estratégica a la dieta basal de forrajes. La mejor respuesta económica a esta suplementación estratégica en las regiones Llanera, Caribe, y Eje Cafetero fué con bajas cantidades (ie., < 0.5 kg MS/vaca/día) mientras que en Antioquia y altiplano Cundiboyacense fué con cantidades moderadas (ie., entre 0.5 y 2 kg MS/vaca/día).

El uso de la fertilización nitrogenada y el riego aumentó la productividad de leche pero tambien los costos unitarios de producción y hubo una reducción en los ingresos netos, excepto en el altiplano Cundiboyacense, lo que sugiere la necesidad de invertir recursos en investigación para determinar la respuesta económica a distintos niveles de N<sub>2</sub> y métodos de riego según la gramínea utilizada. En los 70's se realizó mucha investigación a la respuesta nitrogenada en gramíneas como *Cynodon nlemfuensis* y *Panicum maximum*. Sin embargo, se ha hecho muy poca investigación al respecto en gramíneas del género *Brachiaria spp.*, que representan el 91% del area bajo pasturas mejoradas en la región Llanera y de la especie *Angleton* que, junto con las *Brachiarias*, son hoy en día las gramíneas mas comunes en la región Caribe.

Otra práctica de manejo que incrementó tanto la productividad como la rentabilidad y donde se obtuvieron reducciones en el costo unitario de producción fué el doble ordeño. Sin embargo, es necesario contar con energía eléctrica e instalación de equipo de enfriamiento para almacenar la leche del ordeño de la tarde. Para esto no es necesario contar con tanques fríos, los cuales son muy costosos, sino con sistemas mas económicos como las pilas de agua enfriadas mediante pequeños compresores. Una vez que el agua está fría, el productor coloca las canecas en la pila y la leche es enfriada por intercambio calórico.

La baja frecuencia con que se desparasitó el ganado, tanto en forma interna como externa, aumentó los ingresos netos y redujo los costos de producción en comparación con aquellas fincas que lo hacían con mucha frecuencia aunque no hubieron diferencias en productividad. La experiencia de los productores en la actividad lechera fué un factor clave para aumentar los ingresos, aunque no la productividad. Por lo tanto, la inversión en capacitación tendría un gran impacto en los ingresos de los productores que tienen actualmente poca experiencia en el negocio, para “acelerar” este proceso de aprendizaje, especialmente a los pequeños productores que generalmente tienen menos acceso a información sobre nuevas tecnologías y/o prácticas de manejo exitosas.

Fincas localizadas en sitios donde el valor comercial de la tierra era alto (>\$6,000/ha) y cercano a los centros urbanos fueron siempre mas productivas que aquellas con valores comerciales medianas y bajas pero menos rentables. La categoría mas rentable fueron fincas en donde el valor comercial de la tierra fué mediano (ie., \$3,000 a \$6,000/ha). Por lo tanto, este rango podría utilizarse como referencia en el cual es posible intensificar las fincas lecheras de manera rentable pero por encima de este, no se justifica desde el punto de vista financiero.

Los planteamientos y retos presentados en este estudio de caso han permitido ilustrar la problemática del sector lechero de Colombia. Sin embargo, estos sistemas de producción podrían representar con fidelidad y frecuencia a situaciones similares en otros países del trópico Latinoamericano. Dado el fenómeno de globalización y mayor grado de competencia al que se estan viendo expuestos estos sistemas, los temas de productividad, cambio tecnológico, competitividad, y mercados, son críticos y de enorme relevancia para el desempeño y supervivencia de la ganadería regional en las próximas décadas.

Es posible aumentar la competitividad al adoptar tecnologías mejoradas y reducir costos unitarios de producción sin mejorar la rentabilidad dada la reducción de precios, como ocurrió en Colombia durante la década de los 90's. Sin embargo, puede ser una situación coyuntural. A mas largo plazo, una situación como lo que ocurre en Colombia es simplemente, insostenible.

Por otro lado, es muy probable que los supermercados permanezcan en la región en el largo plazo ya que han nacido, y responden, a un cambio estructural y de desarrollo de las economías. Las agencias y organismos de desarrollo deben internalizar el hecho de que, cada vez con mayor frecuencia, las políticas orientadas a los mercados serán cada vez más “orientadas a los supermercados”. Si a esto se le añade que en cada país pueden existir 3 o 4 cadenas de supermercados que controlan más del 50% del mercado minorista de alimentos, la conclusión es que los programas de desarrollo y las políticas sectoriales necesitarán saber cómo enfrentarse con unas cuantas empresas gigantes. Esto en sí es un reto enorme, y demanda una revisión urgente de ideas y estrategias (Reardon y Berdegú, 2002).

Gremios como la Asociación Nacional de la Leche (ANALAC) y la Federación de Ganaderos (FEDEGAN), que representan a los sectores lecheros y ganaderos de Colombia, los más afectados por el cambio estructural del incremento de los supermercados, tienen la responsabilidad de monitorear estas relaciones de precios e influir en forma proactiva dentro de la Cadena Láctea para propiciar sesiones de negociaciones con entidades públicas y privadas y presentar la documentación apropiada del impacto de estas prácticas de mercado sobre la población rural productiva del sector ganadero de Colombia. Un tema a analizar es, en qué medida los cambios en el mercado, donde los costos de modernización de los sistemas de comercialización son transferidos directamente al productor, pueden afectar negativamente la adopción tecnológica y desestimular los procesos de aumento de la competitividad (reducción de costos) vía cambio tecnológico. La ganadería es un negocio de inversiones de largo plazo en donde la decisión de entrar o salir del negocio es más compleja que la agricultura.

Bohórquez (2002), vocera de la Asociación Nacional de Productores de Leche de Colombia (Asoleche), argumentó que esta tarea no puede dejarse a la buena voluntad del sector privado, sino que debe responder a una ambiciosa estrategia de seguridad alimentaria en cabeza de los ministerios de Salud y Agricultura. En los tiempos que se avecinan, los productores no se pueden limitar a participar solo en la fase primaria de la producción, sino ampliar su radio de acción hacia otros eslabones de la cadena para poder tener mayor participación en la formación de precios y poder capturar una mayor proporción del precio final.

Los pequeños productores de leche necesitan un mejor y más rápido acceso al conocimiento del cambio tecnológico sobre la productividad y rentabilidad, a la educación y capacitación, y al crédito para utilizar la acción colectiva como mecanismo para enfrentar su problema de tamaño de escala. Esta acción colectiva, ya sea a través de cooperativas o de asociaciones, es importante no solamente para comprar y vender a mejor precio, sino también para ayudar a los pequeños productores a adaptarse a nuevos patrones, con niveles más altos, de competencia. De lo contrario, las nuevas reglas de juego podrían inducir un



éxodo masivo de productores en el corto plazo y en un período relativamente corto.

### **El Reto**

La ganadería representa la actividad más importante del sector agropecuario de Colombia no sólo por lo que representa en el PIB sectorial, sino porque responde de manera muy precisa a las verdaderas ventajas comparativas del país: abundancia de tierra y de recursos naturales aptos para la producción de forrajes y de ganado.

Estas ventajas se han visto erosionadas con las intervenciones (subsidios directos o indirectos, principalmente) descomunales de los países desarrollados en favor de la producción de carne y de leche, los dos rubros con mayor apoyo directo a la producción en los países de la OECD (el club selecto de los países más desarrollados del planeta). El nivel de subsidios que los países de la OECD otorgan a sus productores equivale a US\$ 1 billón por día, lo cual es más de seis veces lo que ellos invierten en ayuda a países en desarrollo (PNUD, 2002). No es viable, desde el punto de vista de un gasto público sensato, neutralizar esos subsidios con apoyos de igual monto en esta parte del mundo (Sanint, 2001). Corresponde entonces, responder con mejoras continuas y permanentes en los niveles de eficiencia y de competitividad en toda la cadena productiva de carne y leche para que la actividad pecuaria siga siendo viable para la sociedad y para el productor; es decir, que siga siendo rentable.

La eficiencia va de la mano con la tecnología y ésta depende de la investigación y la transferencia. Para nadie es secreto que las partidas presupuestales para estas actividades se han venido reduciendo de manera muy preocupante (Sanint, 2001). La Gráfica 5 muestra el presupuesto total y el invertido neto en investigación (ie., operaciones) de la Corporación de Investigación Agropecuaria de Colombia (CORPOICA), en dólares constantes de 1993 desde el año en que fue creada. Como se observa, la tendencia es una reducción real de los recursos públicos asignados a la investigación agropecuaria. El reto consiste en que Colombia, y Latinoamérica, tome mayor control de la investigación ganadera y se asocie con entidades locales, regionales e internacionales de la investigación en forrajes y ganados. Para ello es necesario generar una buena parte de los recursos en forma interna mediante aportes de los mismos productores.

Tanto CIAT como ILRI están interesados en identificar necesidades comunes entre países y regiones para explorar la posibilidad de establecer una alianza con el sector privado para apoyar una agenda común de investigación en ganadería liderada por el sector privado que beneficie al sector. Esta alianza debe tener un esquema interinstitucional semi-privado de carácter limitado y sin ánimo de lucro, en la cual los participantes se comprometen a financiar y a

colaborar en la ejecución de un programa regional de investigación de ganadería y de propiciar su difusión.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecen al Instituto Internacional de Investigaciones en Ganadería (ILRI, por sus siglas en inglés) y a la Iniciativa Global Pecuaria (SLP, por sus siglas en inglés) por el financiamiento parcial para la realización de este estudio.

## Referencias

Aldana, C. 1990. Productividad y rentabilidad en sistemas de producción de leche en Colombia. Coyuntura Agropecuaria Vol. 7, Número 2. Bogotá.

Aldana, C. 1993. Situación y tendencias de la ganadería colombiana. Coyuntura Agropecuaria Vol. 10, Número 4. Bogotá.

Arias, J., A. Balcázar, y R. Hurtado. 1990. Sistemas de producción bovina en Colombia. Coyuntura Agropecuaria 6(4): 83-119.

ASOLEP. 2000. Base de datos. Asociación de Productores de Leche de Venezuela (ASOLEP). Caracas.

Balcázar, A. 1992. La ganadería bovina en Colombia, 1970-1991. Coyuntura Agropecuaria Vol. 9, Número 2. Bogotá.

Bohórquez, G. 2002. La leche se aleja de las mesas de los colombianos. Diario El País. Octubre 11, 2002. Cali.

Cámara Nacional de Productores de Leche. 2002. Base de datos. San José, Costa Rica.

Castro, C. J., G. Sánchez, L. F. Iruegas, y G. Saucedo. 2001. Tendencias y oportunidades de desarrollo de la red leche en México. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). Boletín Informativo # 317, Volúmen 23. México.

CEGA. 2002. Base de datos. Centro de Estudios Ganaderos (CEGA). Bogotá.

Consejo Nacional Lácteo. 1999. Acuerdo de competitividad de la cadena láctea colombiana. Consejo Nacional Lácteo. Bogotá.

CORECA. 2002. Sistema de Información de Precios. Consejo Regional Centroamericano (CORECA). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José.

CORPOICA. 1998. Principales avances en investigación y desarrollo tecnológico por sistemas de producción pecuaria: CORPOICA Cinco Años. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Bogotá.

DANE. 2002. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE). Bogotá.

Estadísticas Financieras Internacionales. 2002. Anuario estadístico. Fondo Monetario Internacional. Washington.

FAO. 2002. Statistical database for Agriculture of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome.

Farina, E. 2002. Consolidation, multinationalisation, and competition in Brazil: Impacts on horticulture and dairy products systems. *Development Policy Review* 20(4):441-457.

FEDEGAN. 2002. La ganadería de leche. *En La Ganadería Bovina en Colombia 2001 – 2002. Informe anual. Federación de Ganaderos de Colombia. Bogotá.*

FENAVI. 2003. Cuatro supermercados demandados ante la SIC: No paran las promociones dañinas. Federación Nacional de Agricultores de Colombia (FENAVI). *Revista Avicultores*, No. 94:18-23.

Gaceta Ganadera. 2002. Boletín de intercambio de información agropecuario de Venezuela. Barquisimeto.

Gutman, G. E. 1998. Estrategias recientes de la gran distribución minorista de alimentos en el área metropolitana de Buenos Aires. *En Silvia Gorenstein y Roberto Bustos, eds. Ciudades y regiones frente al avance de la globalización. Universidad Nacional del Sur. Editorial Bahía Blanca.*

Gutman, G. E. 2002. Impact of the rapid rise of supermarkets on dairy products systems in Argentina. *Development Policy Review* 20 (4): 409-427.

Hernandez, L. 2000. Colombia Retail Food Sector Report 2000. USDA Foreign Agricultural Service. Global Agriculture Information Network (GAIN) Report # CO0033. Washington, D.C.

Holmann, F., R. W. Blake, M. V. Hahn, R. Barker, R. A. Milligan, P. A. Oltenacu, and T. L. Stanton. 1990. Comparative Profitability of Purebred and Crossbred Holstein Herds in Venezuela. *Journal of Dairy Science* 73: 2190-2205.

Lorente, L. 1996. Estrategias de desarrollo ganadero. *Coyuntura Agropecuaria* Vol 13, Número 2B. Bogotá.

Martinez, H.J., C.F. Espinal, y C.A. Barrios. 2002. Comportamiento del empleo generado por las cadenas agropecuarias de Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio de Competitividad Agrocadenas Colombia. MemoCadenas #5. Bogotá.

McDowell, R.E., J.C. Wilk, y C.W. Talbott. 1996. Economic viability of crosses of *Bos taurus* and *Bos indicus* for dairying in warm climates. *Journal of Dairy Science* 79:1292-1303.

Perez, G. 2002. Editorial Revista Colanta # 194. Medellín.

PNUD. 2002. Human Development Report 2002. Deepening democracy in a fragmented world. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Oxford University Press. Nueva York.

Reardon, T., and J. Berdegúe. 2002. The Rapid Rise of Supermarkets in Latin America: Challenges and Opportunities for Development. *Development Policy Review* 20 (4):371-388.

Rivas, L. y F. Holmann. 2000. Early adoption of *Arachis pinto* in the humid tropics: the case of dual - purpose livestock systems in Caquetá, Colombia. *Journal of Livestock Research for Rural Development* (12): 3.

Rivas, L. y F. Holmann. 2002. Sistemas de doble propósito y su viabilidad en el contexto de los pequeños y medianos productores en América Latina Tropical. Trabajo presentado en el "Simposio Internacional sobre Actualización en el Manejo de Ganado Bovino de Doble Propósito". Universidad Autónoma de México. Centro de Enseñanza , Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT). Veracruz.

Sanint, L.R. 2001. Seguridad alimentaria: ser agrícola o tener alimentos? *Foro Arrocerero Latinoamericano* Vol. 7 No. 1:4-5.

Seré, C. 1983. Classification of milk production systems in tropical South America: a first approximation. *Tropical Animal Production* 8:99.

Steel, R. y J. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A biometrical approach. 2<sup>nd</sup> edition. McGraw-Hill Publishing Co. New York.

Ward, J. H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association* Vol. 58: 236-244.

Cuadro 1. Características generales de las regiones, sistema de producción utilizado, e infraestructura pública existente donde están ubicadas las fincas según la región del país durante el año 2000.

Parámetro	Región				
	Llanera (n=145)	Caribe (n=116)	Cafetera (n=105)	Antioquia (n=97)	Cundi- Boyacense (n=82)
Temperatura media anual (°C)	27.2	30.4	22.0	15.2	13.9
Precipitación media anual (mm)	2,698	1,203	2,418	2,374	1,105
Duración de la época de lluvias (meses)	8.0	6.5	7.7	7.8	6.2
<b>Topografía de las fincas (%)</b>					
- Plana	79.3	74.2	14.7	14.6	51.7
- Ondulada	16.6	22.4	64.2	47.9	34.6
- Quebrada	4.1	3.2	21.3	37.4	13.1
<b>Fincas que poseen los siguientes servicios (%)</b>					
- Energía eléctrica	90	65	100	96	98
- Teléfono	25	57	83	56	70
- Agua de acueducto veredal	47	18	59	28	63
- Agua propia en la finca	68	95	80	87	100
<b>Sistema de producción utilizado</b>					
- Lechería especializada (#)	4	0	37	75	60
- Doble propósito (#)	141	116	68	22	22

Cuadro 2. Uso de la tierra, proporción del área empastada con pastos mejorados, carga animal y manejo general de pasturas según el sistema de producción de leche utilizado y región del país durante el año 2000.

Parámetro	Sistema de producción de leche		Región				
	Doble Propósito (n=333)	Especializado (n=212)	Llanera (n=145)	Caribe (n=116)	Cafetera (n=105)	Antioquia (n=97)	Cundi-boyacense (n=82)
<b>Uso de la tierra (ha / finca)</b>							
- Área total	164.8	47.5	94.6	300.3	72.0	50.7	47.6
- Área bajo pasturas mejoradas <sup>1</sup>	110.5	30.9	68.7	200.0	46.0	26.1	34.3
- Área bajo pasturas nativas <sup>2</sup>	31.4	8.3	12.7	70.4	15.3	14.0	8.9
- Cultivos	5.7	1.3	2.2	9.9	5.6	0.7	0.5
- Bosque	8.0	3.9	8.8	9.5	4.0	4.7	3.0
- Otros	5.3	2.2	2.2	10.5	1.1	5.2	0.9
<b>Proporción del área en pasto con pasturas mejoradas (%)</b>	78.0	78.8	90.8	65.5	77.9	71.3	91.0
<b>Carga Animal (UA / ha)</b>	1.47	2.68	1.22	1.33	2.35	2.66	2.70
<b>Días de descanso en pasturas de vacas en ordeño</b>							
- Época de lluvias	31.3	42.1	27.0	35.4	33.4	43.4	45.1
- Época seca	32.6	42.0	26.7	38.9	33.4	43.1	45.3
<b>Veces que desmaleza potreros (# / año)</b>	3.5	2.2	2.5	2.0	6.2	2.9	1.0
<b>Fertiliza pastos (% fincas)</b>							
- Sí	42.6	85.4	27.6	38.8	78.1	93.8	79.3
- Proporción del área empastada que es fertilizada (%)	29.3	71.7	35.5	22.5	47.8	81.8	65.4
- Cantidad de fertilizante aplicado (kg N/ha/año)	103	193	77	47	172	213	155
- Cantidad de aplicaciones anuales (#)	4.2	7.0	1.6	1.5	7.1	7.7	6.5
<b>Riega pastos (% fincas)</b>							
- Sí	12.6	32.1	1.4	24.1	15.2	20.6	53.7
- Proporción del área empastada que es irrigada (%)	58.8	51.0	27.7	40.0	32.2	36.8	52.7
<b>Cantidad de potreros (# / finca)</b>	17.2	26.5	8.8	14.4	32.2	29.6	26.2
- potreros para vacas en ordeño	7.3	14.6	4.2	5.1	16.8	15.4	13.2
- potreros para vacas secas	4.1	7.9	2.7	3.3	7.6	8.9	7.5
- potreros para resto del hato	5.8	4.0	1.9	6.0	7.8	5.3	5.5

<sup>1</sup> *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *B. humidicola*, *B. mutica*, *Cynodon nlemfuensis*, *Panicum maximum*, *Hyparrhenia rufa*, *Echinochloa polystachya*, *Dichanthium aristatum*, *Andropogon gayanus*, *Penisetum clandestinum*, y *P. purpureum*

<sup>2</sup> Principalmente *Bothriochloa pertusa* encontrado en sistemas de doble propósito y *Lolium multiflorum*, *Poa trivialis*, *Dactylis glomerata*, y *Paspalum notatum* encontrado en sistemas de lechería especializada. En la región Llanera y Caribe principalmente las especies encontradas en los sistemas de doble propósito y en el caso de la región Cafetera, Antioquia y altiplano Cundiboyacense fueron las mismas encontradas en los sistemas especializados de leche.

Cuadro 3. Estructura del hato, composición genética, número de grupos de animales que se manejan en las fincas, manejo reproductivo, mortalidad, edad y peso de novillas a monta, peso de vacas adultas, tasa de parición, y porcentaje anual de reemplazo según el sistema de producción de leche utilizado y región del país durante el año 2000.

Parámetro	Sistema de producción de leche		Región				
	Doble Propósito (n=333)	Especializado (n=212)	Llanera (n=145)	Caribe (n=116)	Cafetera (n=105)	Antioquia (n=97)	Cundi-boyacense (n=82)
<b>Estructura del Hato (#)</b>							
- Vacas en ordeño	48.7	36.0	20.9	86.8	33.1	33.9	48.3
- Vacas secas	34.2	10.8	14.7	68.3	14.4	10.4	13.3
- Novillas > 2 años	21.9	9.1	10.2	41.5	10.4	9.2	11.4
- Novillas 1-2 años	21.2	9.7	10.7	40.4	9.1	9.4	12.3
- Terneras 0-1 año	24.1	10.0	12.3	44.5	11.4	8.2	15.0
- Terneros 0-1 año	21.2	1.2	10.8	42.2	6.1	1.1	1.0
- Novillos 1-2 años	16.2	0.6	6.8	31.0	8.1	0.5	0.4
- Novillos > 2 años	13.8	0.3	8.8	18.9	11.0	0.1	0.3
- Toros	3.3	0.9	1.8	6.4	1.5	1.0	0.8
Total de cabezas	204.6	78.6	97.1	379.8	105.4	73.8	102.8
Total de unidades animales (UA)	155.4	66.0	72.6	286.5	84.5	62.7	85.6
<b>Composición genética del hato adulto (%)<sup>1</sup></b>							
- Vacas 100% Cebú	10.3	0.4	8.6	15.9	3.9	0	0
- Vacas 75% Cebú – 25% Europeo	22.0	0.2	16.3	40.4	3.2	0	0
- Vacas 50% Cebú – 50% Europeo	37.5	6.1	45.3	33.3	23.6	6.8	2.4
- Vacas 25% Cebú – 75% Europeo	21.8	7.3	26.5	10.0	35.8	0.5	0
- Vacas 100% Europeo	8.4	86.0	3.4	0.3	33.5	92.7	97.6
<b>Sistema de reproducción utilizado (% fincas)</b>							
- Únicamente monta natural	74.5	42.9	79.3	76.7	65.7	47.4	24.4
- Únicamente inseminación artificial	7.8	38.7	8.3	.9	14.3	35.1	56.1
- Ambos	17.7	18.4	12.4	22.4	20.0	17.5	19.5
<b>Mortalidad Anual (%)</b>							
- adultos	1.8	3.5	1.3	1.9	1.3	3.7	3.2
- terneros	7.4	8.7	6.4	7.7	7.5	12.0	6.3
Edad de novillas a monta o inseminación (meses)	26.9	22.4	27.7	27.4	24.2	21.2	23.3
Peso de novillas a monta o inseminación (kg)	317	337	317	303	336	316	364
Peso promedio de vacas adultas (kg)	432	477	427	423	444	472	509
Natalidad anual (%)	69.2	74.3	71.3	64.1	73.8	72.3	76.3
Descarte anual de vacas (%)	15.6	13.4	20.4	14.8	14.0	12.8	13.3

<sup>1</sup> Mas del 90% de las vacas con fenotipo Cebú (*Bos indicus*) tenían genes de la raza Brahman y mas del 95% de las vacas con penotipo Europeo (*Bos taurus*) tenían genes de la raza Holstein



Cuadro 4. Producción de leche, número de ordeños, lugar y sistema de ordeño utilizado, proporción de vacas en ordeño, y duración de la lactancia según el sistema de producción utilizado y región del país durante el año 2000.

Parámetro	Sistema de producción de leche		Región				
	Doble Propósito (n=333)	Especializado (n=212)	Llanera (n=145)	Caribe (n=116)	Cafetera (n=105)	Antioquia (n=97)	Cundi-boyacense (n=82)
<b>Producción de Leche (kg)</b>							
- Ha/año	1,515	7,605	888	731	4,544	8,045	7,875
- Vaca/año	2,053	4,697	1,904	1,540	3,209	5,064	4,837
- Vaca/día	5.63	12.87	5.2	4.2	8.8	13.9	13.3
<b>Número de ordeños (% fincas)</b>							
- Una vez por día	81.7	8.0	94.5	94.0	30.5	2.0	11.0
- Dos veces por día	18.3	92.0	5.5	6.0	69.5	98.0	89.0
<b>Lugar de ordeño (% de fincas)</b>							
- En el potrero	3.9	68.4	0.7	0	27.6	80.4	61.0
- Corral al aire libre	31.5	3.3	14.5	65.5	8.6	0	7.3
- Corral techado	54.7	13.7	81.4	32.8	39.0	4.1	12.2
- Sala de ordeño	9.9	14.6	3.4	1.7	24.8	15.5	19.5
<b>Sistema de ordeño (% fincas)</b>							
- A mano con el ternero al pie	81.4	7.5	91.7	99.1	27.6	1.0	11.0
- A mano sin ternero	7.5	67.0	3.5	0	44.8	82.5	42.7
- Mecánico con ternero al pie	3.6	0.5	4.1	0.9	5.7	0	0
- Mecánico sin ternero	7.5	25.0	0.7	0	21.9	16.5	46.3
Proporción de vacas en ordeño (%)	64.4	77.5	64.2	61.3	71.1	78.4	78.1
Duración de lactancia (días)	261	314	240	267	308	308	308
<b>Cantidad de suplementos ofrecidos (gr MS / vaca / día)</b>							
Sal mineralizada	133	120	142	141	100	126	117
Melaza	102	163	243	77	101	125	105
Concentrado comercial	520	2,549	125	54	1,816	3,174	2,073
Salvado de Arroz	21	16	18	32	0	0	0
Salvado de Trigo	72	25	27	112	0	0	174
Otros suplementos <sup>1</sup>	112	147	35	264	163	185	115
Total	960	3,020	590	680	2,180	3,610	2,584

<sup>1</sup> Torta de algodón y/o soya, cascarilla de algodón, palmiste, maíz, bloque nutricional, bloque protéico

Cuadro 5. Costos, producción y precios de leche y carne, e ingresos según el sistema de producción de leche utilizado y región del país durante el año 2000.

Parámetro	Sistema de producción de leche		Región				
	Doble Propósito (n=333)	Especializado (n=212)	Llanera (n=145)	Caribe (n=116)	Cafetera (n=105)	Antioquia (n=97)	Cundi-boyacense (n=82)
<b>Costos de producción (US\$ / finca / año)</b>							
- Suplementación	9,005	23,639	3,084	8,923	13,493	27,528	27,680
- Mano de obra permanente	8,766	7,166	5,125	13,178	7,398	7,133	8,511
- Mano de obra familiar	1,912	2,074	2,724	1,314	1,246	2,498	1,898
- Mano de obra eventual	392	161	249	554	324	177	160
- Riego	3,654	1,688	67	9,174	818	1,192	2,885
- Reproducción	1,316	715	642	2,430	698	680	923
- Salud animal	1,144	469	675	1,839	731	408	645
- Fertilización	581	1,538	297	283	1,197	1,942	1,579
- Herbicidas	343	47	15	672	361	41	29
Total	26,599	37,498	12,879	38,907	26,265	41,599	44,311
<b>Producción anual (kg)</b>							
- Leche	92,772	184,547	39,880	125,931	106,432	179,640	256,416
- Carne	15,230	4,475	8,954	27,445	6,389	4,197	5,615
<b>Costo de producción de leche (\$ / kg)</b>							
- Incluyendo el valor de la mano de obra familiar	0.194	0.221	0.200	0.176	0.222	0.242	0.187
- Sin incluir el valor de la mano de obra familiar	0.159	0.193	0.142	0.160	0.200	0.213	0.159
<b>Precios de productos (\$ / kg)</b>							
- Leche	0.207	0.215	0.189	0.222	0.213	0.228	0.207
- Carne	0.818	1.24	0.771	0.760	0.847	1.056	1.455
<b>Ingreso Bruto (\$ / finca / año)</b>							
- Leche	19,204	39,678	7,537	27,957	22,670	40,958	53,078
- Carne	12,464	5,528	6,906	20,849	5,409	4,433	8,168
Total	31,668	45,206	14,443	48,806	28,079	45,391	61,246
<b>Ingreso Neto (\$ / vaca / año)<sup>1</sup></b>							
- Con mano de obra familiar	45.85	6.84	9.9	90.4	-20.6	31.2	122.0
- Sin mano de obra familiar	113.9	104.2	127	111	37	77	211

Cuadro b. Inversión de capital en tierras, ganado, instalaciones, equipo e infraestructura en fincas según el sistema de producción de leche utilizado y región del país durante el año 2000.

Parámetro	Sistema de producción de leche		Región				
	Doble Propósito (n=333)	Especializado (n=212)	Llanera (n=145)	Caribe (n=116)	Cafetera (n=105)	Antioquia (n=97)	Cundi-boyacense (n=82)
<b>Precios de factores de producción</b>							
Valor comercial de la tierra (US\$/ha)	3,600	5,873	3,541	1,938	3,923	3,656	6,869
Valor del jornal (US\$/día)	4.57	5.01	5.13	3.65	4.83	5.30	4.84
Valor de una vaca en producción (US\$/cab)	511	634	479	413	696	686	579
Valor de una vaca de desecho (US\$/cab)	225	193	237	219	193	179	225
Valor de una novilla preñada (US\$/cab)	355	497	339	274	473	445	608
<b>Inversión de capital (US\$ / finca)</b>							
Tierra	351,790	203,864	288,205	472,174	240,474	146,612	296,732
Ganado	65,430	40,847	30,979	105,876	52,365	40,305	52,031
Infraestructura	39,715	26,682	36,549	47,694	35,839	14,267	35,398
Equipo	19,742	33,831	7,196	34,834	16,442	16,340	65,250
Total	476,677	305,224	362,929	660,579	345,120	217,524	449,410
<b>Inversión total de capital (\$ / ha)</b>	3,359	7,786	4,459	2,437	5,631	5,432	10,403
<b>Rentabilidad anual sobre el capital invertido (%)</b>							
- Incluyendo el valor de la mano de obra familiar	1.63	0.32	0.47	3.29	0.23	0.31	2.06
- Sin incluir el valor de la mano de obra familiar	2.72	2.83	2.21	3.80	1.05	3.15	4.00

Cuadro 1. Variables relacionadas con productividad, cambio tecnológico y rentabilidad utilizados en el análisis de correspondencia múltiple y cuya información fué utilizada para construir la Gráfica 1.

Variables	Categoría	Nombre del Código	Mejor dimensión <sup>3</sup>
Sistema de producción	Doble propósito	DROPO	1
	Lechería especializada	LESPEC	1
Región <sup>4</sup>	Llanera	LLANER	1
	Caribe	CARIBE	1
	Cafetera	CAFETE	1
	Antioqueña	ANTIOQ	1
	Cundinoboyacense	CUNDIB	2
Cantidad de suplementos (kg de materia seca / vaca / día)	Menor a 0.5	CSUP_B	1
	0.5 a 2.0	CSUP_M	1
	Mayor que 2.0	CSUP_A	1
Proporción de vacas en ordeño (%)	Menor o igual a 60	HATO_B	1
	60 a 80	HATO_M	2
	Mayor que 80	HATO_A	1
Proporción de pasto mejorado establecido en la finca (%)	Menor o igual a 33	PASM_B	2
	33 a 67	PASM_M	2
	Mayor que 67	PASM_A	1
Frecuencia de ordeño (# veces diarias)	Una vez	ORDEN1	1
	Dos veces	ORDEN2	1
Fertiliza los pastos	No	NFERPA	1
	Si	SFERPA	1
Riega los pastos	No	NRIEPA	1
	Si	SRIEPA	1
Manejo reproductivo	Toro	TORO	1
	Inseminación artificial	INSEM	1
	Ambos	AMBOS	1
Número de potreros en la finca	Menor o igual a 10	NPOTR_B	1
	10 a 20	NPOTR_M	2
	Mayor que 20	NPOTR_A	1
Peso de vacas adultas (Kg)	Menor o igual a 400	PVAC_B	1
	400 a 500	PVAC_M	2
	Mayor que 500	PVAC_A	1
Experiencia del productor (años)	Menor o igual a 5 años	XPER_B	2
	5 a 15	XPER_M	2
	Mayor que 15 años	XPER_A	2
Precio de la leche (US\$/Kg)	Menor o igual 0.18	PREC_B	1
	0.18 a 0.24	PREC_M	2
	Mayor que 0.24	PREC_A	2
Frecuencia de desparasitación interna (# veces / año)	Menor o igual a 2	DESPIB	2
	2 a 3	DESPIM	2
	Mayor que 3	DESPIA	2
Frecuencia de desparasitación externa (# veces / año)	Menor o igual a 6	DESPXB	2
	6 a 12	DESPXM	2
	Mayor que 12	DESPXA	2
Ingreso neto por vaca (\$/año)	Menor o igual a 50	INVA_B	2
	50 a 100	INVA_M	1
	Mayor que 100	INVA_A	2
Rentabilidad anual (%)	Menor o igual a 1	RECA_B	2
	1 a 3	RECA_M	2
	Mayor que 3	RECA_A	2
Producción de leche por vaca por día (Kg)	Menor o igual 5	LEVD_B	1
	5 a 10	LEVD_M	2
	Mayor que 10	LEVD_A	1
Costo del kilo de leche (\$/Kg)	Menor o igual a 0.13	CKLE_B	1
	0.13 a 0.20	CKLE_M	2
	Mayor que 0.20	CKLE_A	2
Costo del kilo del carne (\$/Kg)	Menor o igual 0.5	CKCA_B	2
	0.5 a 0.7	CKCA_M	2
	Mayor que 0.7	CKCA_A	2
Tamaño del hato (# de vacas adultas por finca)	Menor a 30	FINCAP	2
	30 a 100	FINCAM	2
	Mayor a 100	FINCAG	2
Distancia de la finca a los mercados <sup>2</sup>	Menor a 127	DIST_L	1
	127 a 415	DIST_M	2
	Mayor a 415	DIST_C	1
Valor comercial de la tierra (US\$ / ha)	Menor a 3,000	VALORB	1
	3,000 a 6,000	VALORM	1
	Mayor a 6,000	VALORA	1

<sup>1</sup> Esta variable fué usada en el análisis como suplementaria. Por lo tanto, sus diferentes categorías no fueron utilizadas para estimar las dimensiones.

<sup>2</sup> Factor de accesibilidad de la localización de la finca a cada capital municipal en una determinada región (ver Materiales y Métodos en página 7 para mayor información).

<sup>3</sup> Una mejor dimensión para una variable es aquella en la que el peso (coeficiente) de esa variable es mayor que en la otra dimensión

Cuadro 8. Comparación de promedios de productividad, expresados como la producción de leche por hectárea, entre los diferentes niveles tecnológicos por región del país durante el año 2000.

Cambio tecnológico <sup>1</sup>	Categoría	Región				
		Llanera	Caribe	Cafetera	Antioquia	Cundiboyacense
Sistema de producción	Doble propósito	861 b	731	4.138 a	5.237 b	5.686 b
	Lechería especializada	1.827 a	ND	5.290 a	8.867 a	8.677 a
Cantidad de suplementos (kg de materia seca / vaca / día)	Menor a 0.5	840 a	583 b	1.162 c	6.080 a	3.445 c
	0.5 a 2.0	961 a	1.118 ab	3.722 b	6.037 a	7.221 b
	Mayor que 2.0	1.307 a	1.235 a	7.967 a	8.471 a	11.774 a
Proporción de vacas en ordeño (%)	Menor o igual a 60	592 c	569 b	1.782 c	7.414 a	6.000 a
	60 a 80	983 a	768 b	4.319 b	8.503 a	6.547 a
	Mayor que 80	1.487 a	1.420 a	7.838 a	8.930 a	9.269 a
Proporción de pasto mejorado establecido en la finca (%)	Menor o igual a 33	471 a	368 a	1.320 a	2.961 a	6.247 a
	33 a 67	905 a	678 ab	2.280 ab	6.514 ab	7.250 b
	Mayor que 67	1161 b	832 b	5.395 b	9.924 b	11.998 b
Frecuencia de ordeño (# veces diarias)	Una vez	844 b	708 a	984 b	4.438 a	4.378 b
	Dos veces	1.649 a	732 a	6.104 a	8.120 a	8.306 a
Fertiliza los pastos	No	794 b	663 a	1.029 b	2.082 b	4.013 b
	Si	1.137 a	838 a	5.529 a	8.438 a	8.885 a
Riega los pastos	No	888 a	707 a	4.052 b	7.351 b	5.666 b
	Si	934 a	806 a	7.278 a	10.716 a	9.783 a
Manejo reproductivo	Toro	867 a	699 a	3.171 b	5.495 b	3.554 b
	Inseminación artificial	1.127 a	727 a	9.773 a	11.499 a	9.647 a
	Ambos	864 a	745 a	5.317 b	8.036 ab	8.181 a
Número de potreros en la finca	Menor o igual a 10	504 a	668 a	4.442 a	7.742 a	7.012 b
	10 a 20	985 ab	619 a	4.464 a	7.903 a	7.868 a
	Mayor que 20	1.212 b	842 a	5.027 a	8.672 a	9.687 ab
Experiencia del productor (años)	Menor o igual a 5 años	651 b	608 a	7.093 a	6.441 a	7.282 a
	5 a 15	857 ab	738 a	3.243 b	7.889 a	8.300 a
	Mayor que 15 años	1.059 a	744 a	3.762 b	8.336 a	7.796 a
Frecuencia de desparasitación interna (# veces / año)	Menor o igual a 2	713 b	714 a	4.030 b	7.120 a	8.074 a
	2 a 3	1.180 a	1.014 a	3.860 b	12.545 a	6.521 a
	Mayor que 3	1.170 a	496 a	7.652 a	10.454 a	8.830 a
Frecuencia de desparasitación externa (# veces / año)	Menor o igual a 6	830 a	753 a	5.504 a	8.796 a	8.372 a
	6 a 12	1.015 a	734 a	3.479 a	9.148 a	7.702 a
	Mayor que 12	764 a	651 a	4.767 a	6.430 a	6.880 a
Tamaño del hato (# de vacas adultas por finca)	Menor a 30	997 a	434 a	5.626 a	7.037 a	6.195 b
	30 a 100	775 ab	839 a	3.918 ab	9.496 a	8.102 b
	Mayor a 100	207 b	675 a	2.511 b	8.320 a	10.871 a
Valor comercial de la tierra (US\$ / ha)	Menor a 3,000	633 b	707 b	2.401 b	5.295 b	2.330 c
	3,000 a 6,000	1.071	703 b	4.344 b	7.781 b	6.484 b
	Mayor a 6,000	1.153 a	1.634 a	9.095 a	14.901 a	10.767 a

<sup>1</sup> Promedios de niveles tecnológicos con la misma letra no difieren significativamente ( $p=0.05$ ) según la prueba múltiple de comparación de Tukey (Steel y Torrie, 1980).

Cuadro 9. Comparación de promedios de rentabilidad, expresados como el ingreso neto por vaca por año, entre los diferentes niveles tecnológicos por región del país durante el año 2000.

Cambio tecnológico <sup>1</sup>	Categoría	Región				
		LLanera	Caribe	Cafetera	Antioquia	Cundiboyacense
Sistema de producción	Doble propósito	135 a	111	11 b	53 b	145 b
	Lechería especializada	-140 b	ND	86 a	158 a	236 a
Cantidad de suplementos (kg de materia seca / vaca / día)	Menor a 0.5	164 a	118 a	117 a	-457 c	163 a
	0.5 a 2.0	32 b	102 a	58 a	300 a	263 b
	Mayor que 2.0	-49 c	47 b	-46 b	39 b	238 c
Proporción de vacas en ordeño (%)	Menor o igual a 60	118 a	72 c	-39 a	-27 b	212 a
	60 a 80	123 a	126 b	43 b	83 a	177 a
	Mayor que 80	178 a	234 a	67 b	86 a	242 a
Proporción de pasto mejorado establecido en la finca (%)	Menor o igual a 33	127 a	27 b	29 a	48 a	-358 a
	33 a 67	118 a	116 a	37 a	62 a	203 b
	Mayor que 67	167 a	121 a	49 a	135b	316 c
Frecuencia de ordeño (# veces diarias)	Una vez	126 a	156 a	17 a	-68 b	173 a
	Dos veces	157 a	108 a	83 b	80 a	216 a
Fertiliza los pastos	No	148 a	140 a	39 a	130 a	266 a
	Si	72 b	65 b	36 a	74 b	197 b
Riega los pastos	No	131 a	121 a	42 a	119 a	189 a
	Si	-107 b	79 b	7 b	-85 b	231 a
Manejo reproductivo	Toro	127 a	128 a	53 a	68 a	177 a
	Ambos	131 a	51 b	1 b	131 a	213 a
	Inseminación artificial	123 a	195 a	16 b	62 a	226 a
Número de potreros en la finca	Menor o igual a 10	126 a	102 a	-75 b	-4 c	158 b
	10 a 20	148 a	139 a	60 a	112 a	180 b
	Mayor que 20	194 b	83 a	58 a	102 b	255 a
Experiencia del productor (años)	Menor o igual a 5 años	92 a	88 b	-42 b	66 a	144 a
	5 a 15	138 b	73 b	50 a	73 a	244 b
	Mayor que 15 años	162 b	136 a	78 a	91 a	236 b
Frecuencia de desparasitación interna (# veces / año)	Menor o igual a 2	151 a	112 b	55 a	302 a	399 a
	2 a 3	111 a	179 a	30 a	59 b	173 b
	Mayor que 3	66 b	-14 c	-27 b	53 b	210 b
Frecuencia de desparasitación externa (# veces / año)	Menor o igual a 6	249 a	139 a	40 b	140 a	201 a
	6 a 12	87 b	59 b	76 a	23 b	223 a
	Mayor que 12	135 b	98 b	-2 c	59 b	222 a
Tamaño del hato (# de vacas adultas por finca)	Menor a 30	101 b	48 b	-10 b	-11 b	88 c
	30 a 100	168 a	123 a	57 a	166 a	234 b
	Mayor a 100	227 c	109 a	87 a	217 a	422 a
Valor comercial de la tierra (US\$ / ha)	Menor a 3,000	145 b	114 a	37 a	114 a	143 b
	3,000 a 6,000	182 a	126 a	43 a	102 b	246 a
	Mayor a 6,000	26 c	-51 b	25 a	3 c	232 a

<sup>1</sup> Promedios de niveles tecnológicos con la misma letra no difieren significativamente ( $p=0.05$ ) según la prueba múltiple de comparación de Tukey

Cuadro 10. Comparación de promedios de competitividad, expresados como el costo de producción por kilo de leche, entre los diferentes niveles tecnológicos por región del país durante el año 2000.

Cambio tecnológico <sup>1</sup>	Categoría	Región				
		Llanera	Caribe	Cafetera	Antioquia	Cundiboyacense
Sistema de producción	Doble propósito	0.20 b	0.17	0.23 a	0.21 b	0.21 a
	Lechería especializada	0.29 a	ND	0.21 a	0.25 a	0.17 a
Cantidad de suplementos (kg de materia seca / vaca / día)	Menor a 0.5	0.19 a	0.16 a	0.19 a	0.26 a	0.17 a
	0.5 a 2.0	0.23 ab	0.21 b	0.22 ab	0.17 a	0.17 a
	Mayor que 2.0	0.26 b	0.24 b	0.25 b	0.31 b	0.20 a
Proporción de vacas en ordeño (%)	Menor o igual a 60	0.22 a	0.19 a	0.24 a	0.24 a	0.20 a
	60 a 80	0.20 a	0.16 a	0.23 a	0.24 a	0.19 a
	Mayor que 80	0.20 a	0.15 a	0.21 a	0.24 a	0.17 a
Proporción de pasto mejorado establecido en la finca (%)	Menor o igual a 33	0.23 a	0.20 a	0.23 a	0.25 a	0.29 a
	33 a 67	0.20 b	0.17 b	0.21 a	0.24 a	0.19 b
	Mayor que 67	0.20 b	0.17 b	0.21 a	0.23 a	0.17 b
Frecuencia de ordeño (# veces diarias)	Una vez	0.20 a	0.17 a	0.23 a	0.33 a	0.21 a
	Dos veces	0.17 a	0.22 a	0.20 a	0.24 b	0.18 a
Fertiliza los pastos	No	0.19 b	0.15 b	0.21 a	0.22 a	0.16 a
	Si	0.23 a	0.22 a	0.22 a	0.24 a	0.19 a
Riega los pastos	No	0.20 a	0.16 b	0.22 a	0.23 b	0.17 a
	Si	0.29 a	0.22 a	0.23 a	0.29 a	0.20 a
Manejo reproductivo	Toro	0.20 a	0.16 a	0.21 a	0.24 a	0.19 a
	Inseminación artificial	0.20 a	0.19 a	0.24 a	0.24 a	0.19 a
	Ambos	0.18 a	0.21 a	0.23 a	0.24 a	0.17 a
Número de potreros en la finca	Menor o igual a 10	0.22 a	0.18 a	0.27 a	0.27 a	0.22 a
	10 a 20	0.20 a	0.16 a	0.21 b	0.24 ab	0.18 b
	Mayor que 20	0.17 b	0.20 b	0.21 b	0.22 b	0.16 b
Experiencia del productor (años)	Menor o igual a 5 años	0.21 a	0.18 a	0.25 a	0.24 a	0.18 a
	5 a 15	0.20 a	0.19 a	0.21 ab	0.24 a	0.18 a
	Mayor que 15 años	0.19 a	0.16 a	0.21 b	0.24 a	0.18 a
Frecuencia de desparasitación interna (# veces / año)	Menor o igual a 2	0.18 a	0.15 a	0.22 a	0.19 a	0.14 a
	2 a 3	0.22 b	0.17 a	0.22 a	0.24 b	0.17 a
	Mayor que 3	0.25 b	0.23 b	0.24 a	0.25 b	0.19 a
Frecuencia de desparasitación externa (# veces / año)	Menor o igual a 6	0.18 a	0.16 a	0.21 a	0.21 a	0.17 a
	6 a 12	0.19 a	0.16 a	0.23 a	0.26 b	0.17 a
	Mayor que 12	0.21 a	0.21 b	0.23 a	0.26 b	0.19 a
Tamaño del hato (# de vacas adultas por finca)	Menor a 30	0.23 a	0.29 a	0.25 a	0.27 a	0.21 a
	30 a 100	0.19 a	0.17 b	0.20 b	0.22 b	0.17 ab
	Mayor a 100	0.16 a	0.17 b	0.20 b	0.19 b	0.14 b
Valor comercial de la tierra (US\$ / ha)	Menor a 3,000	0.18 b	0.15 a	0.22 a	0.23 a	0.18 a
	3,000 a 6,000	0.19 b	0.17 a	0.22 a	0.25 a	0.19 a
	Mayor a 6,000	0.24 a	0.27 b	0.23 a	0.25 a	0.19 a

<sup>1</sup> Promedios de niveles tecnológicos con la misma letra no difieren significativamente ( $p=0.05$ ) según la prueba múltiple de comparación de Tukey

Cuadro 11. Efecto del grupo racial sobre los costos de producción de leche y carne, ingreso neto, producción de leche y carne, y rentabilidad sobre el capital invertido por sistema de producción y región del país durante el año 2000.

Sistema o Región	Costo de producción <sup>4</sup>		Producción de leche		Producción de carne (kg/ha/año)	Ingreso Neto (\$/vaca/año)	Rentabilidad anual (%)
	Leche (\$/kg)	Carne (\$/kg)	Vaca (kg/día)	Hectarea (kg/año)			
<b>Doble Propósito</b>							
- Grupo racial ALTO <sup>1</sup> (n=104)	0.215 a	0.77 a	9.5 a	4,421 a	195 a	- 10 a	- 0.09 a
- Grupo racial MEDIO <sup>2</sup> (n=124)	0.195 ab	0.72 ab	5.8 b	1,313 b	156 ab	31 ab	1.49 a
- Grupo racial BAJO <sup>3</sup> (n=141)	0.188 b	0.70 b	4.2 c	747 c	138 b	59 b	2.01 b
<b>Lechería Especializada</b>							
- Grupo racial ALTO (n=160)	0.217 a	0.64 ab	13.4 a	8,145 a	191 a	39 a	1.01 a
- Grupo racial MEDIO (n=18)	0.236 a	0.72 a	9.8 a	5,587 a	183 a	- 71 a	- 1.28 a
- Grupo racial BAJO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>Región Llanera</b>							
- Grupo racial ALTO (n=27)	0.196 a	0.77 a	6.0 a	1,020 a	114 a	14 a	0.50 a
- Grupo racial MEDIO (n=66)	0.198 a	0.77 a	5.4 a	913 a	160 a	13 a	0.46 a
- Grupo racial BAJO (n=52)	0.205 a	0.83 a	4.5 b	789 a	160 a	3 a	0.46 a
<b>Región Caribe</b>							
- Grupo racial ALTO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
- Grupo racial MEDIO (n=33)	0.169 a	0.59 a	4.7 ab	786 a	126 a	89 a	3.88 a
- Grupo racial BAJO (n=83)	0.180 a	0.62 a	4.0 b	716 a	121 a	84 a	3.03 a
<b>Eje Cafetero</b>							
- Grupo racial ALTO (n=60)	0.231 a	0.76 a	9.5 a	5,326 a	212 a	-56 b	- 0.27 b
- Grupo racial MEDIO (n=37)	0.220 a	0.73 a	8.1 a	3,859 ab	181 a	- 10 ab	0.53 ab
- Grupo racial BAJO (n=8)	0.165 b	0.56 b	6.3 b	1,842 b	156 a	196 a	2.54 a
<b>Antioquia</b>							
- Grupo racial ALTO (n=97)	0.200	0.71	14.0	8,260	200	36	0.48
- Grupo racial MEDIO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
- Grupo racial BAJO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>Altiplano Cundinoboyacense</b>							
- Grupo racial ALTO (n=80)	0.183 b	0.60b	13.3 a	7,974 a	197 a	133 a	2.31 a
- Grupo racial MEDIO (n=2)	0.311 a	1.07 a	10.4 a	3,934 a	85 a	-350 b	-8.15 b
- Grupo racial BAJO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

<sup>1</sup> Consistió de fincas donde el hato en ordeño tenía en promedio entre 75% y 100% de genes europeos (> 95% Holstein).

<sup>2</sup> Consistió de fincas donde el hato en ordeño tenía en promedio entre 50% y 74% de genes europeos (> 95% Holstein).

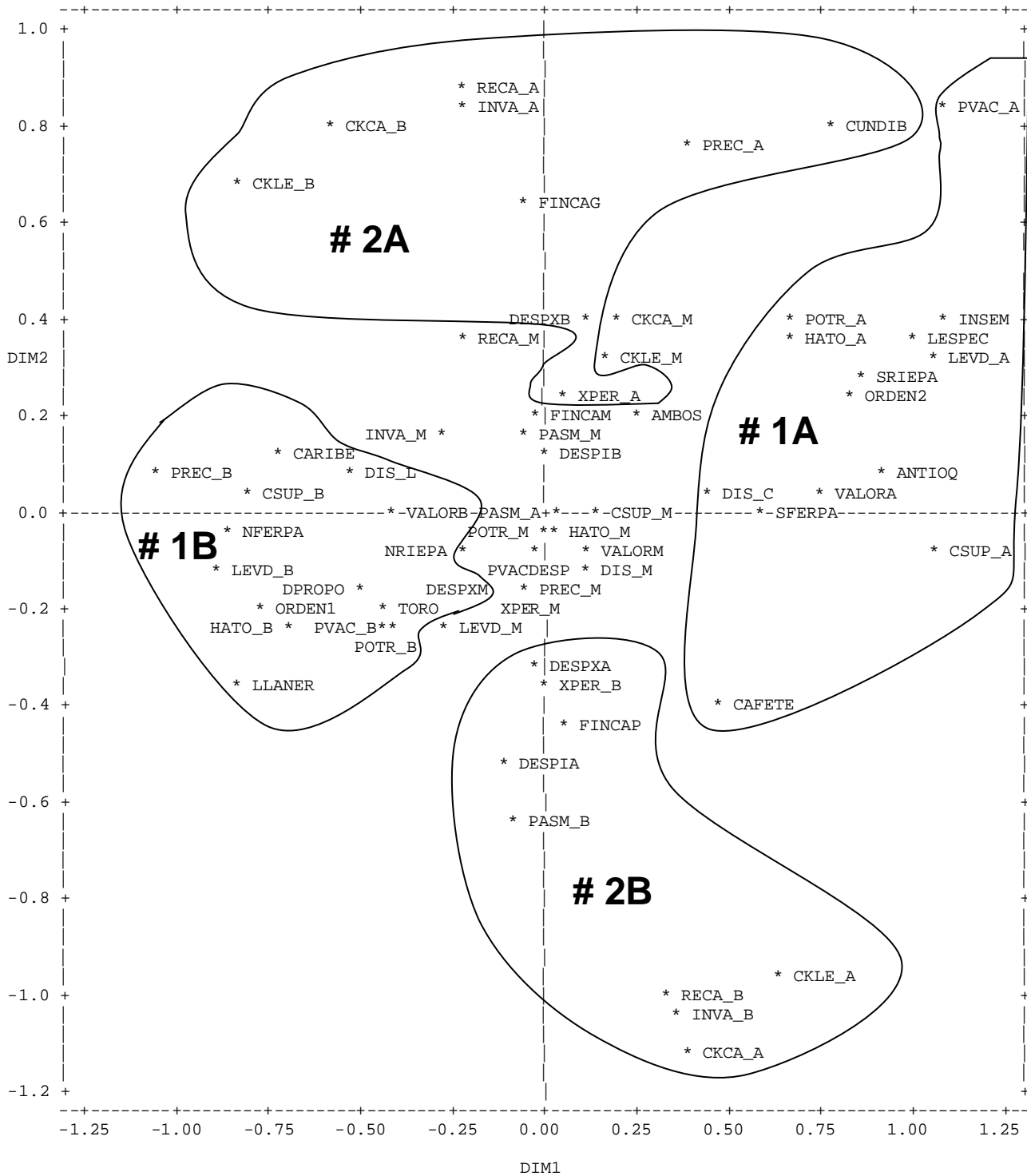
<sup>3</sup> Consistió de fincas donde el hato en ordeño tenía en promedio menos del 50% de genes europeos (> 95% Holstein).

<sup>4</sup> Promedios de niveles tecnológicos con la misma letra no difieren significativamente (p=0.05) según la prueba múltiple de comparación de Tukey



Cuadro 12. Análisis multivariado de fincas por sistema de producción utilizado mostrando el costo de producción de leche, ingreso neto, retorno anual sobre el capital invertido, y productividad de leche y carne según el tamaño de hato según el sistema de producción y región del país durante el año 2000.

Grupo de análisis multivariado según región y sistema de producción	R <sup>2</sup>	Número de fincas por grupo	Tamaño de hato (# vacas)	Costo de producción de leche (\$/kg)	Ingreso neto (\$/vaca/año)	Retorno anual a la inversión (%)	Productividad de leche (kg/ha/año)	Productividad de carne (kg/ha/año)	Retribución a la mano de obra familiar (\$/día)
<b>Doble propósito</b>	<b>82.3</b>								
1		108	20	0.24	- 66	-0.7	894	140	3.5
2		21	35	0.21	58	1.3	2193	247	15.3
3		136	83	0.16	106	2.8	734	134	27.7
4		17	78	0.20	87	2.6	5472	173	36.4
5		13	337	0.13	164	6.0	636	140	135.1
6		5	730	0.13	82	6.1	226	78	162.8
<b>Lechería especializada</b>	<b>76.6</b>								
1		54	17	0.25	- 152	-2.9	9100	360	1.7
2		52	24	0.26	- 163	-3.7	2976	128	1.1
3		35	37	0.20	180	4.6	15760	262	30.3
4		24	62	0.18	227	6.0	7970	130	40.7
5		31	105	0.20	57	1.7	3090	79	19.9
6		13	159	0.16	413	6.2	14358	245	183.7
<b>Llanera</b>	<b>77.4</b>								
1		59	19	0.19	12	0.2	1099	178	8.9
2		30	23	0.30	-184	-1.9	742	75	1.4
3		9	45	0.08	463	8.5	662	392	70.6
4		29	56	0.16	61	1.0	728	109	17.9
5		5	56	0.28	-182	-1.7	1463	84	2.7
6		8	108	0.17	23	0.3	326	109	12.5
<b>Caribe</b>	<b>84.8</b>								
1		9	48	0.32	-130	-1.8	377	56	1.9
2		27	73	0.19	25	0.4	750	112	8.1
3		35	111	0.14	140	4.8	1028	151	41.8
4		17	175	0.11	253	8.8	758	152	116.6
5		10	528	0.15	84	2.9	410	116	127.8
6		1	926	0.10	280	9.0	108	80	710.4
<b>Cafetera</b>	<b>79.1</b>								
1		13	8	0.30	-341	-3.6	9300	378	1.1
2		28	19	0.24	-55	-0.8	1460	186	1.9
3		18	28	0.24	-70	-0.8	10100	291	2.1
4		13	76	0.15	115	2.8	600	157	26.4
5		29	85	0.19	179	2.8	3800	99	30.2
6		1	265	0.15	210	3.1	6400	114	152.5
<b>Antioquia</b>	<b>81.1</b>								
1		11	13	0.29	-361	-9.6	8500	428	1.2
2		14	18	0.27	-195	-4.8	2370	105	2.6
3		12	26	0.25	48	2.7	20200	385	14.5
4		36	34	0.23	21	1.5	6090	153	14.0
5		10	113	0.20	90	1.7	2800	80	35.7
6		10	117	0.20	255	5.6	14600	197	75.2
<b>Cundi-boyacense</b>	<b>82.0</b>								
1		10	10	0.25	-178	-4.7	4900	197	4.5
2		14	21	0.22	-86	-0.6	10600	263	4.1
3		18	38	0.19	25	0.5	2100	126	10.8
4		25	72	0.16	278	5.4	9400	183	56.4
5		7	170	0.15	567	7.9	15800	279	260.7
6		1	330	0.15	591	8.1	12,700	41	534.1



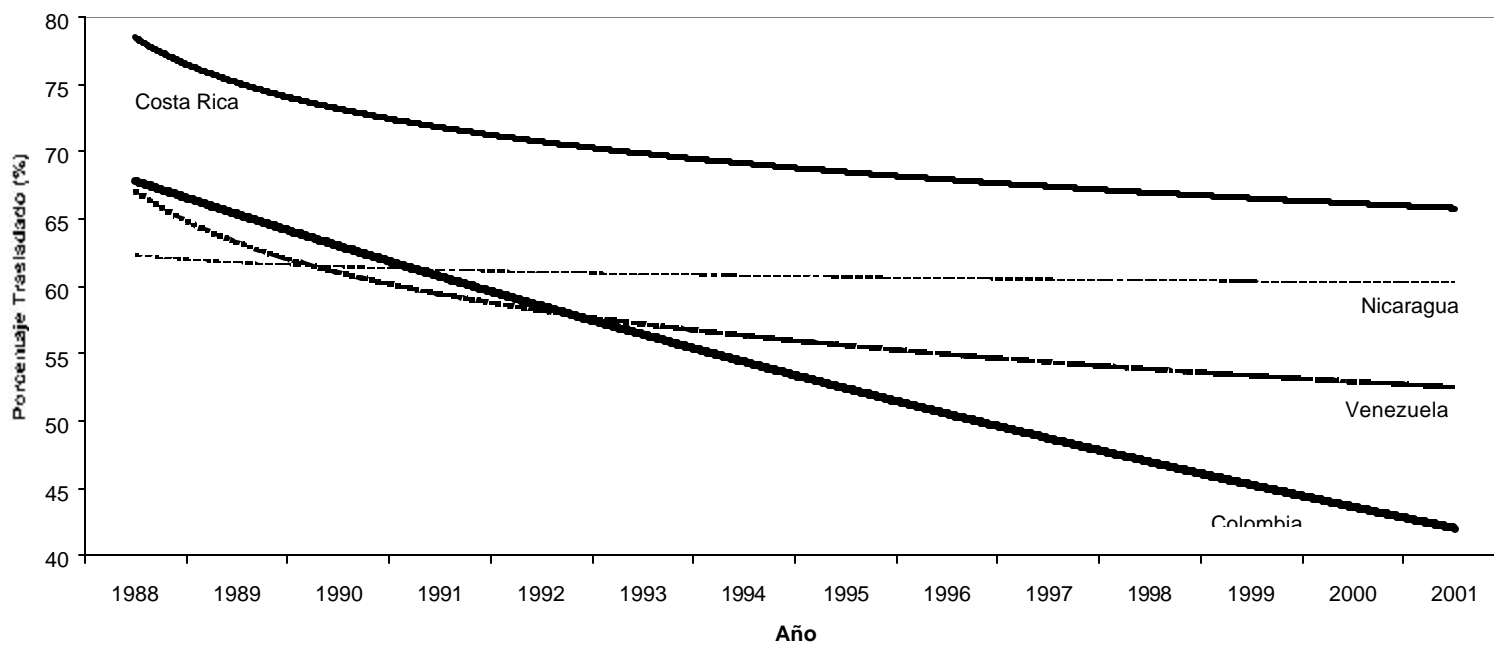
Gráfica 1. Diagrama mostrando la contribución de las variables relacionadas con productividad, cambio tecnológico, y de rentabilidad que explican ambas dimensiones (DIM 1 y DIM 2) en este mapa perceptual. Para mayor información sobre el significado de cada código referirse al Cuadro 7.

Cuadro 13. Evolución de la productividad, costos de producción, inversión de capital, rentabilidad, y precios de leche y carne en sistemas de doble propósito y lechería especializada en Colombia entre 1988 y 2000.

Parametro	Sistema de Producción de Leche			
	Doble propósito		Leche especializada	
	1988 <sup>a</sup>	2000	1988 <sup>a</sup>	2000
<b>Productividad</b>				
- Producción de leche (kg/ha/año)	453	654	4,132	4,708
- Producción de carne (kg/ha/año)	115	107	212	114
- Carga animal (UA/ha)	1.3	1.5	2.3	2.7
<b>Costo de producción</b>				
- Leche (US\$/kg)	0.19	0.16	0.21	0.19
- Carne (US\$/kg)	0.73	0.57	0.98	0.60
- Ambos (US\$/ha)	172	174	1,098	903
<b>Inversión de capital (US\$/ha)</b>				
- Tierra	1,828	2,479	7,120	5,201
- Ganado	688	461	2,868	1,042
- Equipo e infraestructura	117	419	1,126	1,544
- Total	2,632	3,359	11,114	7,786
<b>Ingresos (US\$ / ha / año)</b>				
- Ingreso bruto	239	223	1,906	1,153
- Ingreso neto	67	49	806	250
<b>Precios de productos (US\$/kg)</b>				
- Leche	0.27	0.21	0.37	0.22
- Carne	1.02	0.82	1.71	1.24
<b>Retorno anual sobre el capital invertido (%)</b>	4.2	2.7	6.8	2.8

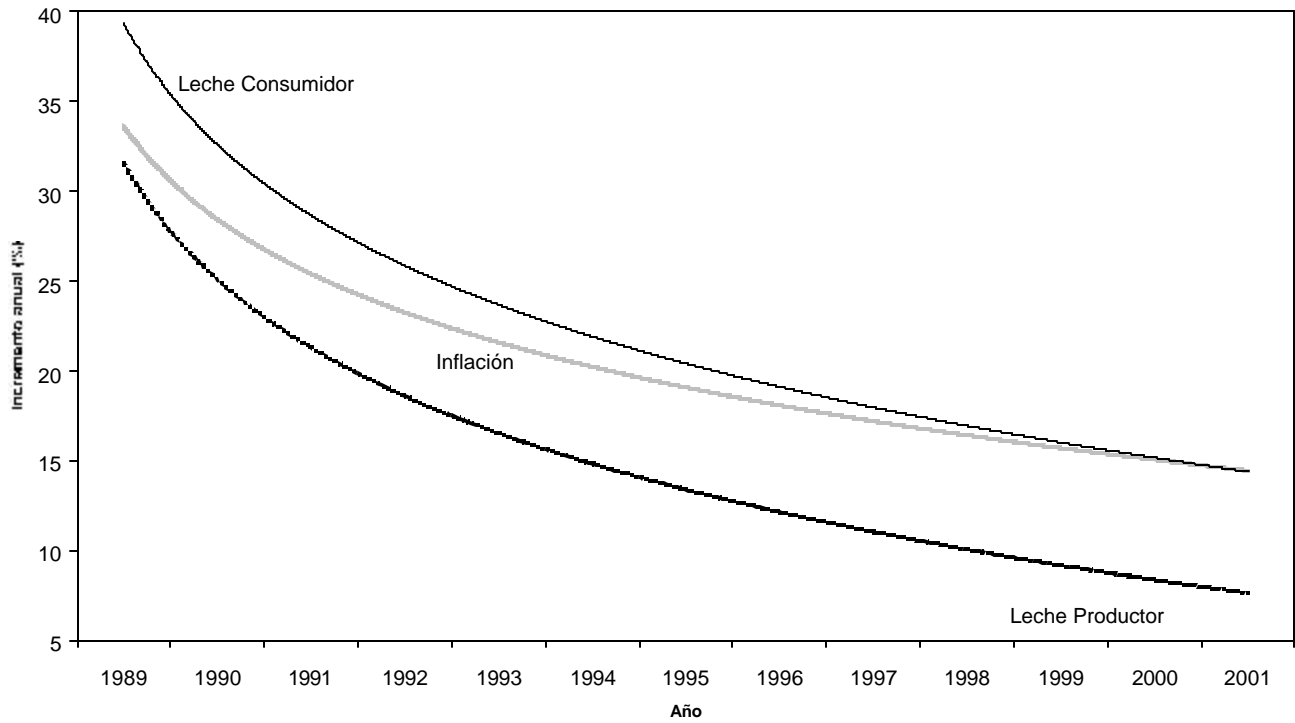
<sup>a</sup> Adaptado de Aldana (1990). Valores en pesos de 1988 fueron inflados a pesos Colombianos constantes del año 2000 y luego expresados en dólares de Estados Unidos a la tasa de cambio promedio representativa del mercado del año 2000 de 2,084 pesos por dolar (Estadísticas Financieras Internacionales, 2002). Las cifras de productividad fueron estimadas en base a un peso ponderado de los sistemas de producción de las categorías mejorado e intensivo.

Gráfica 2. Porcentaje del precio de leche al consumidor que es trasladado al productor en Colombia, Costa Rica, Nicaragua y Venezuela durante el período 1989 al 2001



Fuente: CEGA (2002); DANE (2002)  
Cámara Nacional de Productores de Leche (2002)  
CORECA (2002); ASOLEP (2000)  
Gaceta Ganadera (2002)

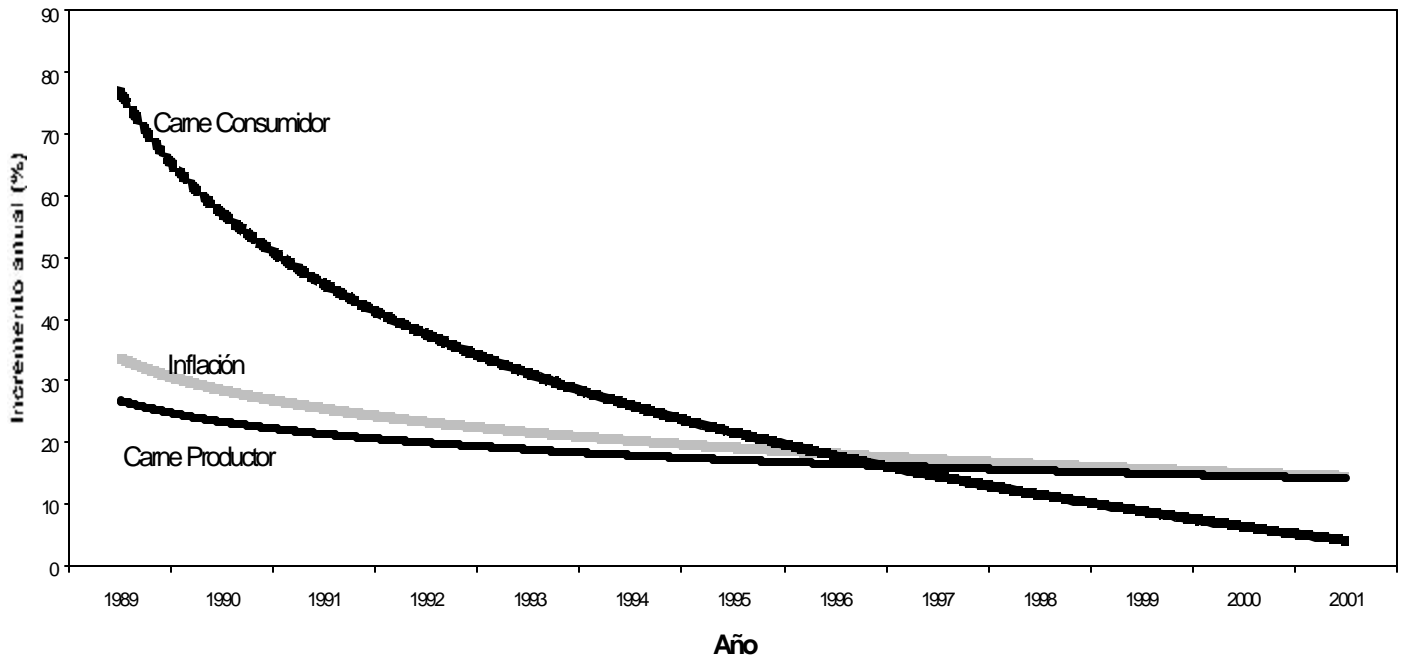
**Gráfica 3. Tendencia en la tasa de inflación e incrementos anuales en los precios de leche al consumidor y al productor en Colombia durante el período 1989 al 2001**



\* En base al precio de un kilo de leche al productor puesto en finca y a un precio al consumidor de un litro de leche en bolsa plástica con un contenido graso del 2%

Fuente: CEGA (2002); DANE (2002)

**Gráfica 4. Tendencia en la tasa de inflación e incrementos anuales en los precios de la carne al productor y consumidor en Colombia durante el período 1989 al 2001.**



Fuente: CEGA (2002); DANE (2002)

**Gráfica 5. Presupuesto anual de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) desde su fundación en 1993 expresada en dólares constantes de 1993.**

