

Impacto Económico Potencial de Nuevos Híbridos de *Brachiaria* Resistentes a Salivazo

Llanos Orientales
y Costa Norte de Colombia

Libardo Rivas y Federico Holmann



**Impacto Económico Potencial de la Adopción de Nuevos
Híbridos de *Brachiaria* Resistentes a Salivazo en
los Llanos Orientales y la Costa Norte de Colombia**

Libardo Rivas y Federico Holmann

**Proyecto de Evaluación de Impacto
Proyecto de Forrajes Tropicales
Convenio MADR - CIAT**



Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), por el financiamiento para la elaboración del presente estudio.

Centro Internacional de Agricultura Tropical
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia

Edición: Alberto Ramírez P.

Octubre 2004

Rivas Rios, Libardo

Impacto económico potencial de la adopción de nuevos Híbridos de *Brachiarias* resistentes a salvazo en los Llanos Orientales y la Costa Norte de Colombia / Libardo Rivas y Federico Holmann. -- Cali, CO : Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2004.

32 p. -- (Documento de trabajo no. 199)

Descriptores AGROVOC:

1. Ganado bovino. 2. Razas mixtas. 3. Brachiaria. 4. Híbridos. 5. Variedades de alto rendimiento. 6. Resistencia a las plagas. 7. Adopción de innovaciones. 8. Modelos econométricos. 9. Cambio tecnológico. 10. Evaluación. 11. Análisis económico. 12. Producción de carne. 13. Producción lechera. 14. Colombia.

Descriptores Locales

1. Impacto de la investigación. 2. Llanos Orientales. 3. Orinoquia.

Categoría de Materia AGRIS: E14 Economía y Políticas de desarrollo..

AGROVOC Descriptors:

1. Cattle. 2. Multipurpose breeds. 3. Brachiaria. 4. Hybrids. 5. High yielding varieties. 6. Pest resistance. 7. Innovation adoption. 8. Econometric models. 9. Technological changes. 10. Evaluation. 11. Economic analysis. 12. Meat production. 13. Milk production. 14. Colombia.

Local Descriptors

1. Research impact. 2. Eastern plains. 3. Orinoquia.

AGRIS Subject Categories: E14 Development economics and policies.

I. Tít. II. Holmann, Federico José. III. Centro Internacional de Agricultura Tropical. IV. Ser.

Clasificación.: CIAT (Colombia) 000123

Derechos de Autor CIAT 2004. Todos los derechos reservados

Presentación

La ganadería vacuna en Colombia es una actividad de particular importancia que emplea una fracción muy significativa de las tierras con potencial agrícola en todos los agroecosistemas, tiene una contribución significativa en la oferta total de alimentos básicos y es una fuente importante de empleo e ingresos, especialmente en fincas de pequeñas y medianos productores en sistema doble propósito (producción conjunta de carne y de leche).

La oferta limitada de forraje de buena calidad es uno de los principales problemas que enfrenta la ganadería en Colombia, lo que es aún más crítico en los períodos de sequía prolongada. Las gramíneas del género *Brachiaria* (Brachiaria), por su amplio rango de adaptación, tolerancia a suelos ácidos de baja fertilidad y nivel aceptable de producción, son una solución parcial frente a esta limitante. Desde el comienzo de la década de 1970 se difundieron en Colombia varias especies de *Brachiaria*, particularmente *B. decumbens* cv. Común. Se estima que en los Llanos Orientales constituye el 60% de las pasturas mejoradas y en el Caquetá el 65%.

La investigación en pasturas liderada por el CIAT con la participación de varias instituciones nacionales ha permitido la obtención de nuevos cultivares de *B. brizantha*, *B. dictyoneura* y *B. humidicola* con diversas características y usos en los sistemas ganaderos nacionales.

A pesar de sus indiscutibles ventajas, Brachiaria presenta limitaciones por su baja tolerancia a sequías intensas y prolongadas, y por su alta susceptibilidad a salivazo de los pastos (cercópidos) (Homoptera: Cercopidae), una plaga que provoca importantes pérdidas económicas al sector ganadero. Ante estos retos, los trabajos recientes de investigación en mejoramiento genético se han concentrado en la obtención de una segunda generación de Brachiaria con características agronómicas sobresalientes tanto en producción y calidad de forraje como en resistencia a Rhizotocnia y diversas especies de salivazo. Un resultado inicial de este esfuerzo lo constituyó la reciente liberación del pasto cv. Mulato, el primer híbrido del género *Brachiaria* obtenido por el programa de Mejoramiento Genético del CIAT, que no obstante su excelente desempeño, aún es susceptible a salivazo.

Brachiaria 4624 (CIAT 36087) es un híbrido de segunda generación que se espera liberar en el 2005. Este híbrido, además de poseer una calidad forrajera similar a la de cv. Mulato, reúne todos los atributos de los nuevos híbridos de Brachiaria.

En el presente estudio se utilizó el modelo económico MODEXC para estimar el impacto económico potencial de la adopción de los nuevos cultivares de Brachiaria en los sistemas ganaderos de la Costa Norte y los Llanos Orientales de Colombia. MODEXC estima los beneficios económicos atribuibles al empleo de los nuevos materiales, desagregando por región, ecosistema, sistema de producción y grupos sociales: consumidores y productores.

Trabaja con parámetros técnicos que caracterizan a la nueva tecnología y su proceso de difusión y, económicos que expresan las condiciones de oferta y demanda, en los mercados de productos (carne y leche) afectados por el cambio tecnológico. Los parámetros técnicos se basan en trabajos previos de investigación en las zonas ganaderas bajo evaluación, complementados con juicios de expertos calificados en el tema. Los económicos se fijaron a partir de diversos estudios sobre los mercados de carne y leche en el país.

Los beneficios de la nueva tecnología se calcularon para un período de 20 años a partir del 2007 y se expresan como valor presente (VP) y como anualidades (A). Las estimaciones se efectuaron empleando alternativamente marcos económicos de economía abierta y de economía cerrada. En un esquema de economía cerrada, sin comercio internacional, el valor presente de los beneficios tecnológicos para las dos regiones consideradas se estimó en US\$960 millones, de los cuales el 48% se generaría en el mercado de carne vacuna y el resto en el de leche.

Para tener elementos de juicio sobre la magnitud de los beneficios tecnológicos estimados, se calculó el valor de la producción bruta nacional de carne y de leche en 2003 (US\$2241 millones) como patrón de referencia. Se concluye que el valor presente de los beneficios tecnológicos estimados, equivale al 43% del valor de la producción bruta de la ganadería en ese año.

Los resultados muestran la gran importancia económica, ya demostrada en numerosos estudios, de los sistemas mixtos o de doble propósito en la ganadería nacional. Aproximadamente un 70% de los beneficios estimados se generaría en este sistema, que es intensivo en el empleo de mano de obra familiar, tiene menos riesgoso que los sistemas especializados y se ajusta perfectamente a la dotación de factores y a las necesidades de efectivo de los productores de los estratos pequeño y mediano.

En ausencia de comercio internacional, los excedentes de producción resultantes del empleo de tecnologías mejoradas deben ser absorbidos por el mercado doméstico, por lo cual los beneficios se concentran en los consumidores, quienes se favorecen con la rápida caída de los precios permitiéndoles, de esta manera, incrementar el consumo. En el caso colombiano esto implicaría que los compradores de carne y de leche obtuvieran el 83% de los beneficios tecnológicos totales.

La apertura comercial propicia un proceso redistributivo en favor de los productores. Las compras para exportación incrementan la demanda total y frenan la caída de los precios locales. Con un mercado abierto, la participación de los productores en los beneficios totales subiría a 45%. En un mundo cada vez más globalizado, el tema de la equidad en la distribución de los beneficios es de particular relevancia para mantener un sector productivo moderno, dispuesto al cambio tecnológico y con altos estándares de competitividad.

La inversión en investigación se concibe como un mecanismo primario para lograr reducir la pobreza, mejorar la equidad e impulsar el crecimiento económico general, dos de las principales metas sociales. Partiendo de esta premisa y para establecer en qué medida este tipo de cambio tecnológicos contribuye al cumplimiento de las metas sociales, se estimaron los beneficios recibidos por los núcleos más vulnerables de la población: (1) los dos quintiles de población más pobre, que constituyen el 40% de la población total; y (2) los pequeños productores. La definición de estos grupos se hizo tomando como base el trabajo de Janssen et al. (1990).

En ambos esquemas de evaluación, economía abierta o cerrada, los dos grupos en conjunto reciben más de una cuarta parte de los beneficios del cambio tecnológico, 28% y 33%, respectivamente. Esto equivale a un valor presente que fluctúa entre US\$266 y US\$320 millones.

Este estudio se concentra en la cuantificación de los beneficios directos del cambio tecnológico dentro del sector ganadero. Si bien existen encadenamientos que generan impactos positivos en otros sectores de la economía, su medición está fuera del alcance de este trabajo.

No obstante que en la definición de los niveles de las variables críticas, especialmente aquellas asociadas con la productividad y con la adopción de las nuevas *Brachiaria*, se trabajó con criterios conservadores para evitar la sobrestimación de los beneficios, es importante evaluar la sensibilidad de éstos, frente a cambios no deseados de esas variables. Para el efecto se construyeron los escenarios alternativos siguientes: (1) disminución del 50% del área cultivada con los nuevos cultivos; (2) reducción del 10% en los rendimientos de estos materiales forrajeros; y (3) incremento del 50% en el tiempo total de adopción.

Se concluye que el rendimiento (productividad) de la nueva tecnología es la variable más crítica en la determinación del nivel de los beneficios tecnológicos. La elasticidad de éstos últimos con respecto a los rendimientos se estimó en 2.3 para la Costa Norte y en 2.1 para los Llanos Orientales, lo cual indica que ante una caída del 1% en la productividad física, los beneficios tecnológicos se reducirían más que proporcionalmente en esas dos regiones.

Las ganancias sociales resultan menos elásticas con respecto a la magnitud del área a impactar y a la duración de la adopción, por ejemplo, en la Costa Norte si el área con pasturas mejoradas se reduce en un punto porcentual, los beneficios se reducen en aproximadamente 9 décimas de punto; por otra parte, si la duración del proceso de adopción se incrementa en 1%, los beneficios se reducirían en 6 décimas de punto. En todos los escenarios alternativos propuestos, la inversión en el desarrollo de las nuevas pasturas resulta económicamente atractiva, a pesar de las circunstancias adversas planteadas en esos escenarios.

Los beneficios tecnológicos expresados como anualidad, una suma fija de dinero que se recibe por un determinado número de años, muestra que actualmente en Colombia la inversión anual en investigación en forrajes es baja, si se la compara con los beneficios potenciales de tal inversión. Seré y Jarvis (1990) analizaron este punto en un estudio agregado del impacto del uso de pasturas mejoradas a escala de América Latina tropical encontrando, para la región en conjunto, que la inversión en investigación en pasturas no superaba los US\$ 20 millones por año.

Los resultados de la evaluación en el presente estudio evidencian la alta racionalidad, eficiencia económica y elevado retorno social de la inversión pública, para el desarrollo de mejores tecnologías forrajeras, que ayuden a cumplir las metas sociales de crecimiento, alivio de la pobreza, conservación de los recursos naturales, al tiempo que se mejora la equidad social y la competitividad de la producción nacional.

L. Rivas y F. Holmann

Contenido

Presentación	III
Introducción	1
Objetivos	3
Zonas ganaderas de Colombia	4
Producción, consumo y comercio de carne y leche	6
Características de los nuevos cultivares de <i>Brachiaria</i>	9
Modelo de evaluación	11
<i>Información utilizada</i>	14
Resultados	18
<i>Sensibilidad de los beneficios económicos frente a cambios en variables críticas</i>	21
<i>Impacto del cambio tecnológico sobre la economía de los grupos sociales más vulnerables</i>	24
<i>Los beneficios tecnológicos y la inversión en investigación</i>	26
Conclusiones	27
Referencias	29

Impacto Económico Potencial de la Adopción de Nuevos Híbridos de *Brachiaria* Resistentes a Salivazo en los Llanos Orientales y la Costa Norte de Colombia

*L. Rivas** y *F. Holmann***

Introducción

En Colombia la ganadería ocupa una amplia proporción (90%) del total de tierras con potencial agrícola. En 2003 el inventario ganadero del país era de 25 millones de cabezas de vacunos, siendo el tercer en América Latina tropical, después de Brasil y México (FAO, 2004).

La carne y la leche son productos básicos en la alimentación de los colombianos y tienen una alta incidencia en el gasto en alimentos y en el costo de la canasta familiar. Por esta razón en el diseño de las políticas alimentarias, comerciales y de precios, estos productos tienen particular relevancia.

Aproximadamente dos terceras partes (64%) de la proteína de origen animal que consumen los colombianos provienen de la carne vacuna y de la leche (FAO, 2004), y más de una cuarta parte (26.8%) del gasto familiar en alimentos se destina a la adquisición de estos productos (Sanint et. Al., 1985).

En la ganadería colombiana predominan los sistemas extensivos en pasturas nativas o naturalizadas de baja calidad (Viloria de la Hoz, 2003). En consecuencia, el tipo y la calidad de las pasturas utilizadas son un factor determinante de los niveles de productividad y competitividad de las explotaciones ganaderas (carne y leche) en Colombia.

En general, la base forrajera nacional está conformada principalmente por pasturas naturales y naturalizadas, muchas de ellas en avanzado estado de degradación. Sin embargo, no hay un inventario actualizado de pasturas discriminado por región, tipo de pasto, área que ocupan y niveles de degradación. Existe, no obstante, información puntual de estudios de caso efectuados por el CIAT e instituciones nacionales en la Costa Norte, los Llanos Orientales y el Caquetá.

* Economista, Proyecto de Evaluación de Impacto del CIAT, Cali, Colombia e-mail: l.rivas@cgiar.org

** Zootecnista y Economista Proyecto – CIAT – ILRI. e-mail: f.holmann@cgiar.org

La introducción a Colombia de gramíneas del género *Brachiaria* al finalizar la década de 1960 marcó un hito tecnológico que permitió la intensificación de la producción ganadera, el mejoramiento de los índices de productividad física/ha y un uso más eficiente del área en pasturas. *Brachiaria decumbens* cv. Común fue la gramínea pionera, en un proceso de adopción espontáneo y masivo, sustituyendo progresivamente gramíneas introducidas como *Panicum maximum* (guinea), *Hyparrhenia rufa* (puntero), *Axonopus scoparius* (imperial) y *Axonopus micay* (micay), entre otros (Ramírez y Seré, 1990).

Durante las décadas 1980 y 1990, las instituciones nacionales de investigación ICA y Corpoica liberaron nuevas especies forrajeras, gramíneas y leguminosas, que fueron evaluadas previamente por el CIAT. Entre estas sobresalen los cultivares de *Brachiaria dictyoneura* (cv. Pasto Llanero, 1987), *B. brizantha* (cv. La Libertad, 1987) y *B. humidicola* (cv. Humidicola, 1990). Más recientemente fueron liberados cv. Pasto Toledo (*B. brizantha* CIAT 26110) y *Brachiaria* híbrido cv. Mulato.

En la actualidad *Brachiaria* es el género de gramíneas de más amplia difusión en Colombia y en general en los sistemas ganaderos del trópico latinoamericano. El amplio rango de adaptación agronómica, la calidad nutritiva y la alta productividad explican su rápida difusión en las regiones ganaderas de Colombia. En el área de Puerto López - Puerto Gaitán, Llanos Orientales, se estima que de una superficie total de 1.1 millones de ha, el 78% corresponde a pastos naturales y el 22% a pasturas mejoradas. En éstas últimas predominan *B. decumbens*, *B. humidicola* y *B. dictyoneura* solas (70%) o asociadas (30%) (Rivas, 2000). En el Piedemonte del Caquetá por la misma época se observó una situación similar. De un área total en pasturas de 386,000 ha, el 70% correspondía a pasturas naturales y el 30% restante estaba conformado por pastos mejorados, donde predominaban *B. decumbens* (65%) y *B. humidicola* (14%) (Rivas y Holmann, 2000).

A pesar de sus ventajas agronómicas y su alta productividad, los materiales de *Brachiaria* presentan grandes limitaciones por su baja tolerancia a sequías prolongadas y alta susceptibilidad al ataque de salivazo de los pastos (Homoptera: Cercópidae). Holmann y Peck (2002) estimaron que los daños económicos producidos por esta plaga en los trópicos húmedo y seco de Colombia implicaban un aumento en los costos por cada litro de leche producido que fluctúa entre 19 y 29%. El valor anual de las pérdidas en producción se estimó entre US\$161 y US\$211 millones, dependiendo de la severidad y extensión del ataque.

Debido a la vulnerabilidad de los sistemas de producción ganadero basados en el uso de un solo tipo de pastura, la investigación más reciente en mejoramiento genético de

Brachiaria está enfocada en el desarrollo de nuevos materiales de segunda generación con mayor productividad y rango de adaptación, resistentes a diferentes especies de cercópodos y a Rhizotocnia, una enfermedad fungosa altamente invasora. Como resultado de los trabajos financiados parcialmente por el Convenio MADR - CIAT, en 2003 Corpoica liberó en Colombia el cv. Pasto Mulato, un híbrido resultante del cruce no. 625 (*Brachiaria ruziziensis* clon 44-6 X *Brachiaria brizantha* CIAT 6297) realizado en 1988 por el CIAT. Después de varios años de investigaciones regionales en Colombia, México y Centroamérica ese cultivar mostró un desempeño sobresaliente en vigor de planta y producción de forraje, no obstante, es susceptible a salivazo.

Como resultado de las investigaciones se han desarrollado nuevos híbridos, entre ellos, el no. 4624 (CIAT 36087), que además de poseer la calidad forrajera del cv. Mulato, es resistente a múltiples especies de salivazo, presenta mejor adaptación a sequías prolongadas y alto potencial de producción de semillas. En general, estos nuevos híbridos se caracterizan por su buena calidad nutritiva, mayor adaptación a suelos ácidos e inundables, alta capacidad de producción de semillas y resistencia múltiple a varias especies de salivazo y a Rhizotocnia.

Objetivos

Este estudio tuvo como finalidad estimar ex ante el impacto económico de la adopción de *Brachiaria* de segunda generación en los Llanos Orientales y en la Costa Norte, dos de las principales zonas ganaderas de Colombia. El impacto se desagrega por tipo de producto (carne y leche), sistema de producción, región geográfica y clase de beneficiario (consumidores y productores). Se pretende documentar el impacto económico directo de las inversiones en investigación en pasturas efectuadas dentro del Convenio MADR - CIAT, en términos de ganancias de producción, productividad y beneficios sociales.

El propósito es demostrar los grandes potenciales que el desarrollo tecnológico ofrece para modernizar el sector ganadero, mejorar su competitividad e incrementar su contribución al desarrollo económico del país. Se considera que las dos regiones seleccionadas tienen las mayores posibilidades de adopción en un futuro cercano. En estas regiones, el CIAT ha trabajado durante varios años, lo que le ha permitido acumular un importante acervo de experiencias técnicas y un mejor conocimiento sobre las condiciones de producción. La mayor parte de las pruebas agronómicas de adaptación, producción y evaluación en fincas comerciales de los nuevos materiales forrajeros se realizó en los Llanos Orientales.

Zonas ganaderas de Colombia

La ganadería vacuna está presente prácticamente en todas las zonas de Colombia, incluyendo una amplia gama de pisos térmicos, climas, sistemas de producción, clases de productores y modalidades de procesamiento y comercialización.

Tradicionalmente se han definido cinco zonas ganaderas: (1) Costa Norte, también conocida como Litoral Atlántico o Llanuras del Caribe; (2) Valle del Magdalena (alto y medio) y la zona Andina; (3) Valle del Cauca; (4) zona Sur; y (5) Llanos Orientales (Orinoquia) (Figura 1, Cuadro 1).

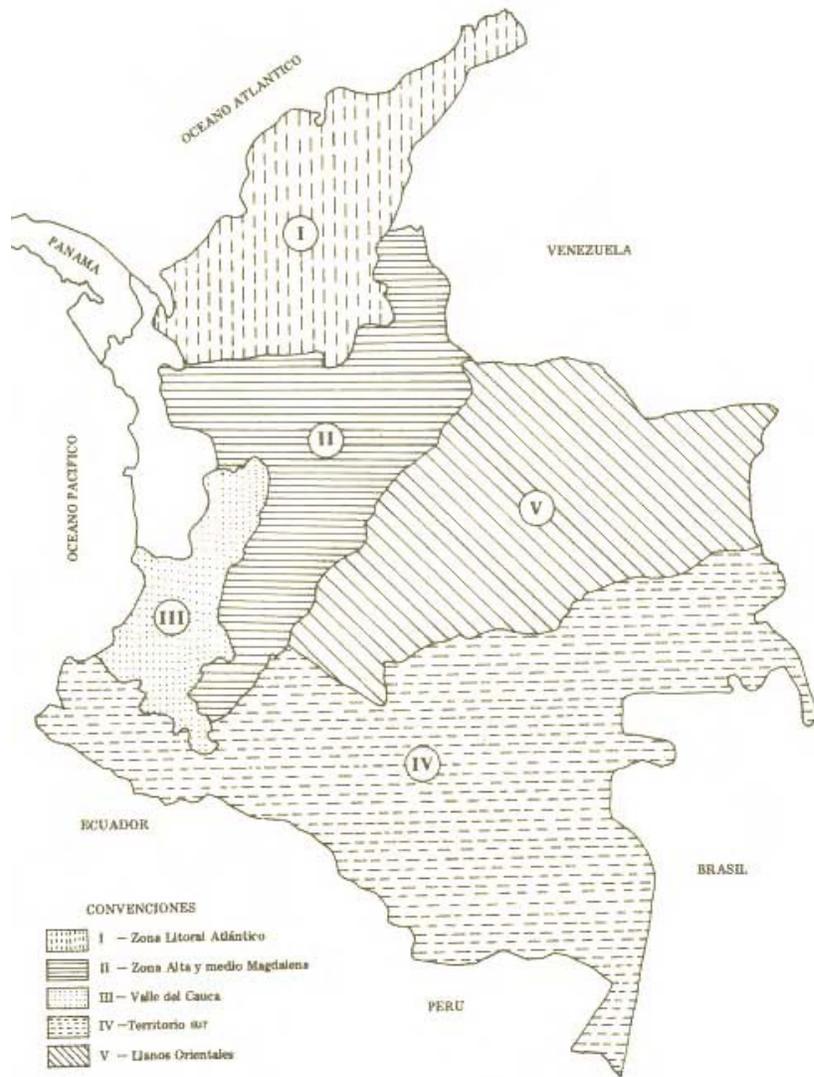


Figura 1. **Regiones ganaderas de Colombia**

Cuadro 1. **Población ganadera y área en pasturas según región de Colombia, 2002.**

Región	Inventario vacuno ^a		Área en pasturas ^b	
	x10 ³ cabezas	% del total	Pasturas	% del total
Costa Norte	9927.6	38.9	8.7	37.1
Valle del Magdalena y zona Andina	6245.0	24.4	9.0	38.0
Valle del Cauca	1600.8	6.3	1.0	4.4
Territorios del Sur	1534.3	6.0	0.9	3.9
Llanos Orientales	6242.7	24.4	3.9	16.6
Total	25,550	100.0	23.6	100.0

a Estimaciones con base en información de la Encuesta Nacional agropecuaria de 1995 de DNP (1980)

b Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2002. Esta encuesta estima que la superficie total de pasturas del país es de 44.5 millones de hectáreas, de las cuales 20.9 millones corresponden a áreas degradadas

La Costa Norte ha sido la zona de mayor abastecimiento de carne de los principales centros de consumo como Medellín y Cali, y en menor escala, Bogotá. Los Llanos Orientales aparecen como la región ganadera de mayor crecimiento, particularmente durante los años de 1970-80, cuando su participación en el inventario nacional subió de 4% a 10% (Montes y Candelo, 1980). Esta región es un extenso territorio caracterizado por sabanas nativas de baja calidad, suelos ácidos con alta saturación de aluminio y prolongados periodos de sequía.

Estas condiciones limitan su utilización productiva y sostenible, a menos que se disponga de materiales forrajeros ampliamente adaptados. No obstante estas desventajas, los estimativos en el 2002 indicaron en la región se mantiene, aproximadamente, la cuarta parte del rebaño vacuno nacional (Cuadro 1).

La Costa Norte y los Llanos Orientales contabilizan en conjunto más del 60% del inventario vacuno y contienen más de la mitad del área en pasturas. En la primera se incluyen los departamentos de Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, Guajira, Magdalena, Sucre y el Norte de Antioquia. Mientras que los Llanos Orientales comprenden los departamentos del Meta, Casanare, Arauca, Vichada y el Oriente de Cundinamarca.

La zona del Valle geográfico del río Cauca está conformada por los departamentos del Valle, Cauca, Quindío y Risaralda. Tiene baja dinámica de crecimiento ganadero, con menos del 10% del inventario nacional y del área total en pasturas. En esta zona los cultivos comerciales de mayor rentabilidad, principalmente la caña de azúcar, han desplazado la ganadería.

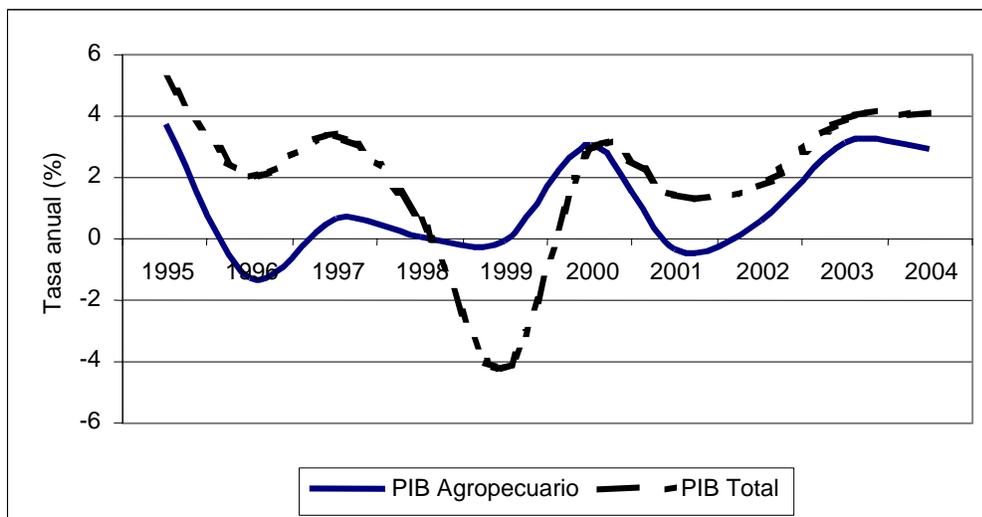
Las zonas Andina y del Magdalena alto y medio conforman uno de los principales núcleos ganaderos con el 24% del inventario total y casi el 40% de la superficie forrajera (Cuadro 2). Esta región se caracteriza por un ecosistema que varía desde bosque tropical seco y muy seco hasta áreas de altura en el altiplano Cundiboyacense. La dinámica de crecimiento presenta agudos contrastes, así, en las áreas más bajas se observa un crecimiento sostenido de la superficie con pasturas y del hato vacuno; mientras que en las zonas planas y de altura, la competencia con los cultivos provoca la contracción de la ganadería. Esta gran región ganadera está constituida por el sur de Antioquia, Boyacá, Norte de Santander, Santander, Caldas, Huila y Tolima y Cundinamarca exceptuando la parte sur.

El sur de Colombia representa la región ganadera menos densa, con una población vacuna de 1.5 millones de cabezas. Contiene extensas áreas de bosques húmedo y seco tropical. Su desarrollo productivo obedece a patrones de agricultura migratoria, donde las prácticas de tala y quema son el principal instrumento para la expansión de la frontera agrícola. La información disponible indica que en esta región sólo existen 0.9 millones de hectáreas de pasturas (3.9%) en buen estado, aptas para la producción pecuaria. No obstante esta situación, es preciso analizar el patrón extensivo de la ganadería de esa parte del territorio nacional, la práctica del sistema tradicional de tala y quema del bosque nativo y sus implicaciones sobre el uso de la tierra. Las nuevas áreas incorporadas a la producción son abandonadas tan pronto pierden su fertilidad natural, después de un breve ciclo agrícola productivo. Se puede plantear a manera de hipótesis que una gran proporción de las áreas en pasturas calificadas como degradadas (20.9 millones de hectáreas en el país) se concentran en los territorios del sur de Colombia.

Producción, consumo y comercio de carne y leche

En Colombia durante la última década se observó una evolución muy errática de la producción nacional, que se tradujo en grandes fluctuaciones de las tasas de crecimiento tanto del PIB total como del producto agropecuario. Sin embargo, a partir de 2002 se nota una consistente recuperación de la actividad económica, que produjo tasas de crecimiento positivas y en alza (Figura 2).

La ganadería bovina históricamente ha contribuido de forma significativa a la oferta agregada nacional y como generadora de empleo ha ganado importancia dentro del sector agropecuario y en la economía en su conjunto. A mediados de la década de 1990 esta actividad representaba una cuarta parte (25%) del producto interno bruto agropecuario (PIA)



* Producto Interno Bruto a pesos constantes de 1994. La cifra de 2004 corresponde al primer trimestre

Figura 2. **Tasas anuales de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) en Colombia: Total y agropecuario: 1995 - 2004**

FUENTE: Banco de la República. Banco de datos – Sector Real

del país, superando al café (12.2%) y al grupo de los cultivos semestrales (24%) (Lorente, 1996). Al finalizar esta misma década generaba 1,400,000 empleos, equivalentes al 38.1% de la fuerza de trabajo del sector rural y al 8.3% del empleo total del país (Martinez et al., 2002). En el 2000, la ganadería incrementó su participación a casi el 30% del PIA (DANE, 2002).

El sector ganadero muestra grandes fluctuaciones en su dinámica de crecimiento. En el período 1992-96 la producción tanto de carne como de leche creció a tasas superiores a 5% anual. Luego de este ciclo de fuerte dinamismo, la producción creció muy lentamente y en el caso de la carne en el período 1997-2001 el crecimiento fue negativo (-2% por año) (Cuadro 2). En épocas más recientes, 2002-03, la expansión productiva continuó siendo muy baja.

Colombia no ha logrado consolidarse como un exportador neto de carne vacuna, variando periódicamente su posición de exportador a importador marginal. En producción de leche el país tradicionalmente ha sido deficitario, dependiendo en gran medida de las importaciones de productos lácteos para satisfacer el consumo interno.

La carne y la leche contribuyen con un poco más del 60% de la proteína de origen animal de la dieta de la población, registrándose niveles de consumo de carne y de leche por habitante muy superiores a los observados en la mayoría de los países latinoamericanos. Es necesario advertir que estos valores de consumo promedio enmascaran los bajos niveles de consumo por habitante que se observan en los grupos más pobres de la población (Sanint et. al, 1985).

Debido a la importancia de la ganadería como actividad que ocupa gran parte de los recursos de tierra disponibles, su contribución a la oferta de alimentos y a la nutrición de la población y su potencial de modernización y competitividad en el ámbito externo, es necesario desarrollar y aplicar nuevas tecnologías de producción. Estas tecnologías deben garantizar un desarrollo ganadero sostenible, productivo y rentable que ayude a impulsar el crecimiento

Cuadro 2. **Variables críticas del sector ganadero colombiano.**

Variables	Periodo	
	1992 -1996	1997 -2001
Producción (x10 ³ tm)		
Carne	655	747
Leche	4817	5663
Tasa anual de crecimiento de la producción (%)		
Carne	5.6	-2.0
Leche	5.2	1.4
Valor de la producción bruta (US\$ millones)		
Carne	963.1	1084.9
Leche	967.5	1171.6
Total	1930.6	2256.5
Exportaciones netas ^a (x10 ³ tm)		
Carne	-5.0	-37
Leche	-4.9	-78
Consumo aparente (kg/habitante por año)		
Carne	17.5	18.9
Leche	128.6	138.6
Autosuficiencia (índice)		
Carne	99.2	95.3
Leche	99.0	98.6
Contribución a la dieta proteica (proteína, g/día por persona)		
Carne	6.4	6.7
Leche	10.4	11.1
Total	16.8	17.8
Porcentaje del consumo diario de proteína animal	63.2	65.2

a Expresadas en carne en canal y leche líquida, respectivamente

FUENTE: Cálculos basados en cifras de FAOSTAT, 2004

económico del país y contribuya a reducir la pobreza y a mejorar los niveles nutricionales de grandes núcleos de la población colombiana.

En varios foros regionales, como la 27^a Conferencia Regional de la FAO para América Latina y el Caribe (FAO, 2002), realizada en el 2002 en la Habana, se ha enfatizado en las fortalezas de la ganadería como sector clave para el despegue económico. Las principales conclusiones de estos foros, que son válidas para el caso colombiano, indican lo siguiente:

- Existe un grupo significativo de pequeños productores con posibilidades de mejorar su situación económica y social, con base en el desarrollo y modernización de la ganadería.
- Esta actividad es más tolerante a los desastres naturales en comparación con la agricultura.
- Existe una gran demanda potencial de carnes rojas y de productos lácteos, lo cual permite incrementar sustancialmente el consumo de estos alimentos.
- Colombia está libre de la mayor parte de las enfermedades de la lista A de la OIE y se ha alcanzado un avance significativo en el control de las enfermedades endémicas.
- Se dispone de la tecnología apropiada para intensificar la producción bovina sin causar impactos negativos en el medio ambiente ni desplazar los cultivos.
- Existe suficiente disponibilidad de recursos humanos calificados para enfrentar el desarrollo pecuario.
- Existe la infraestructura apropiada para el sacrificio de bovinos con destino a la exportación de carne.

Características de los nuevos cultivares de *Brachiaria*

La introducción del género *Brachiaria* abrió nuevas expectativas para la ganadería de América Latina tropical. Las características sobresalientes de las gramíneas de este género han permitido a los productores tener a su disposición una fuente forrajera con mejor adaptación y productividad en las condiciones, muchas veces difíciles, de sus explotaciones.

Brachiaria decumbens cv. Común fue introducido a Colombia a mediados de la década de 1960 y debido a sus características de calidad y alta productividad en ecosistemas con suelos de baja fertilidad ha reemplazado progresivamente a pastos naturales e introducidos como guinea (*Panicum maximum*), puntero (*Hyparrhenia rufa*) e imperial (*Axonopus scoparius*), entre otros (Ramírez y Seré, 1990). En Colombia el empleo masivo de *B. decumbens* constituyó

un hito tecnológico en la ganadería, ya que su adopción permitió intensificar los sistemas de producción y convertir áreas ganaderas de escasa relevancia en importantes zonas productoras, como es el caso de la cuenca lechera del Piedemonte del Caquetá (Ramírez y Seré, 1990, Michelsen, 1990). Las investigaciones continuadas en pasturas han permitido el desarrollo de nuevas variedades y cultivares de *B. dictyoneura*, *B. Brizantha*, *B. humidicola* y *B. ruziziensis*.

No obstante sus ventajas, estos nuevos materiales aún tienen baja tolerancia a la sequía prolongada y son susceptibles al ataque de salivazo (cercópidos), por lo que se requiere obtener especies forrajeras con mejor adaptación a la época seca, con mayor calidad forrajera y resistencia a plagas y enfermedades (Guiot y Meléndez, 2003).

Los trabajos de investigación actualmente en desarrollo están orientados hacia la obtención de nuevas gramíneas con características agronómicas y de calidad sobresaliente y resistencia a cercópidos. Se considera que estos materiales representan una segunda generación de *Brachiaria*.

Como resultado de estos trabajos fue liberado el híbrido de *Brachiaria* cv. Mulato, el primero de este tipo obtenido por el Programa de Mejoramiento Genético del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), que aunque es un material de alta calidad y desempeño agronómico, aún es susceptible a cercópidos (salivazo). Este cultivar es un híbrido proveniente del cruce no. 625 (*B. ruziziensis* clon 44-6 x *B. brizantha* CIAT 6297) realizado en 1988 por CIAT. A partir de 1994 fue incluido en una serie de ensayos regionales de tipo agronómico en Colombia, México y países de Centroamérica, en donde el clon CIAT 36061 manifestó un elevado vigor de planta y buen potencial de producción de forraje (Miles, 1999).

El pasto cv. Mulato se desarrolla en regiones húmedas y subhúmedas y es de crecimiento decumbente, estolonífero y cespitoso. Se adapta a suelos bien drenados de mediana fertilidad con pH >4.5, precipitaciones superiores a 1,000 mm/año, altura hasta los 1,800 m.s.n.m. y topografía plana a ondulada. Es resistente a sequías prolongadas, aunque no al salivazo. Su calidad nutritiva es muy alta, con un valor de proteína cruda que oscila entre 12 y 15% y una digestibilidad de 55 a 62%. Produce 25% más de materia seca que otras *Brachiaria* comerciales como el *B. Decumbens* y *B. Brizantha*, elevando la producción animal de 1 a 2 kg leche/vaca por día adicionales a *B. Brizantha* cv. Marandú o cv. Toledo (Peters et al. 2003). Con el fin de impulsar la adopción de éste material en el país, se firmó un acuerdo con productores de semilla privados, para garantizar el suministro adecuado de éste insumo a los ganaderos nacionales.

El híbrido no. 4624 (CIAT 36087) se encuentra entre las Brachiaria de segunda generación que están en lista de espera para su liberación en el 2005. Este híbrido, además de tener las mismas características de calidad forrajera del cv. Mulato, es) resistente a múltiples especies de cercópodos, tiene mejor adaptación a ecosistemas con sequías prolongadas y mayor capacidad de producción de semillas. Se cuenta con otros materiales de Brachiaria, en procesos avanzados de evaluación, que apuntan a ampliar las opciones técnicas, para aprovechar al máximo las fortalezas de la ganadería nacional.

Modelo de evaluación

Para evaluar el impacto económico ex ante de la adopción de Brachiaria de segunda generación en Colombia, se utilizó el modelo MODEXC (Modelo de Excedentes Económicos) desarrollado en el CIAT y actualmente empleado en varios países.

Este modelo se basa en la teoría clásica de excedentes económicos planteada por Marshall (1890), la cual postula que cuando en un mercado en equilibrio se produce un desplazamiento de la función de oferta (en este caso concreto por la adopción de forrajeras mejoradas que incrementan la producción de carne y de leche) se generan unos excedentes (beneficios económicos) que son capturados por quienes participan en el mercado donde ocurrió la innovación.

El impacto inicial de la adopción de los nuevos cultivares forrajeros se observa en el ámbito de la finca y se manifiesta en ganancias en producción de carne y leche por hectárea y por animal. Los estudios realizados por el CIAT han permitido recopilar evidencias sólidas sobre las bondades económicas en el contexto micro del empleo de nuevos materiales forrajeros frente a las opciones tradicionales, en términos de altas tasas de retorno económico y mayores flujos de efectivo (Rivas et al., 1990; Gutiérrez, 1979; Cadavid et al., 1994).

Los nuevos materiales forrajeros de mayor productividad afectan la función de producción de carne y leche, que es una relación técnica de productos e insumos, desplazándola hacia arriba tal como se muestra en la Figura 3A. La función de producción con la tecnología tradicional, $q = f(x_i)$, se mueve hacia arriba cuando se adoptan los nuevos materiales, transformándose en $q' = f(x_i')$. La nueva función de producción genera mayores cantidades de producto para un nivel dado de insumos. Las ganancias en productividad

constituyen la fuente de los beneficios económicos que reciben los productores que adoptan las variedades mejoradas.

Cuando la tecnología es difundida y adoptada masivamente en una región o país, se producen impactos en el ámbito de los mercados de carne y leche, que afectan la oferta y los precios de los productos ganaderos.

En situación previa al cambio técnico, las condiciones del mercado dadas por las funciones de demanda $D = f(p)$ y de oferta $O = f(p)$, establecen un equilibrio inicial del mercado, donde se transa la cantidad Q_0 al precio p_0 (Figura 3B).

Por efecto de la adopción de nuevas tecnologías que incrementan la productividad, la función inicial de oferta es desplazada hacia abajo, transformándose en $O' = f(p)$. El nuevo equilibrio del mercado determina que se comercialice la cantidad Q_1 al precio p_1 (Figura 3B).

Los consumidores se benefician ya que los precios reales en el mercado se reducen pasando de p_0 a p_1 , mientras la cantidad comercializada se incrementa desde Q_0 a Q_1 . Estos cambios en precios y cantidades generan beneficios para los consumidores, ya que en la nueva situación compran mayores cantidades a precios unitarios menores.

El área p_0dep_1 de la Figura 3B representa los beneficios económicos del cambio técnico que reciben los consumidores. La adopción de los nuevos materiales forrajeros incrementa la productividad, reduciendo los costos unitarios de producción. Las ganancias en productividad están representadas por el área mse de la Figura 3B.

La caída de los precios en el mercado reduce los ingresos de los productores, lo cual corresponde al área p_0p_1ds en la Figura 3B. En consecuencia, el beneficio neto de los productores está dado por las ganancias en productividad previo descuento de las pérdidas ocasionadas por la reducción del precio. En términos matemáticos es dado por la expresión $mse - p_0p_1ds$.

Los beneficios recibidos por la sociedad en conjunto (productores + consumidores) se representan en el área $msde$ de la Figura 3B.

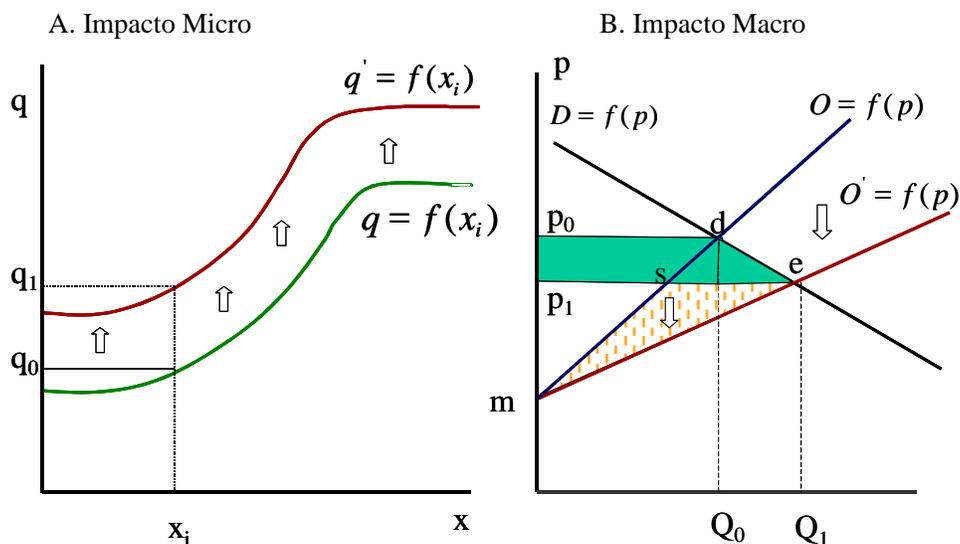


Figura 3. Impacto económico del cambio tecnológico en regiones ganaderas de Colombia. Escalas Micro y Macro

MODEXC trabaja con un sistema de ecuaciones de oferta y demanda de tipo Cobb Douglas, de elasticidad constante y opera con dos tipos de parámetros: técnicos y económicos. Los primeros caracterizan la tecnología y su difusión y se relacionan con: (1) cambios en los niveles de productividad; (2) magnitud de las áreas a impactar; y (3) celeridad e intensidad del proceso de adopción. Los parámetros económicos definen los mercados bajo análisis en términos de: (1) cantidades y precios iniciales de equilibrio; (2) elasticidades precio de oferta y demanda; (3) tasas de crecimiento autónomo de oferta y demanda; (4) precios en los mercados externos; y (5) precios mínimos de oferta.

Con la información anterior se estiman los beneficios del cambio tecnológico, discriminando por grupos sociales (productores y consumidores), clase de tecnología, región geográfica, país y ecosistema, entre otros.

La formulación matemática de MODEXC corresponde a un sistema de ecuaciones simultáneas de oferta y demanda que se mueven a lo largo del tiempo, debido a la adopción de tecnologías y a factores autónomos. El modelo determina el equilibrio anual de los mercados en términos de cantidades y precios (Figuras 3 y 5). Con esta información estima los beneficios de productores y consumidores (Rivas et al., 1999).

Información utilizada

El CIAT tiene una larga trayectoria y experiencia en la investigación en pasturas en Colombia. En un comienzo dio particular énfasis al análisis de las condiciones de producción y al desarrollo ganadero en la Costa Norte. En una fase posterior profundizó en el análisis y evaluación de los sistemas ganaderos de los Llanos Orientales. En la actualidad, con el decidido apoyo financiero del Gobierno desarrolla un programa integral de investigación para ofrecer nuevas alternativas forrajeras que contribuyan a mejorar la eficiencia y la competitividad de la ganadería de manera sostenible en el territorio nacional.

La información utilizada en la presente evaluación se basa en numerosos estudios técnicos previos efectuados por el CIAT y las instituciones nacionales colaboradoras, y en el criterio de expertos calificados en el tema.

En el Cuadro 3 se presenta el marco de referencia de la evaluación en términos de regiones consideradas, sistemas de producción, mercados y ecosistemas incluidos en el estudio.

Cuadro 3. **Marco de referencia para la evaluación del impacto económico potencial del uso de nuevos cultivares de *Brachiaria* en Colombia.**

Variable	Región	
	Costa Norte	Llanos Orientales
Sistema de producción	Ceba y doble propósito	Ceba y doble propósito
Ecosistema	Sabanas	Sabanas
Mercado	Carne y Leche	Carne y Leche
Población (millones de personas en 2003)		
en regiones del estudio	10.9	1.4
total Colombia		43.5

También se muestra el tamaño de los mercados en función de la población humana, tanto en las áreas productoras como en el país en su conjunto. Para evitar, hasta donde sea posible, la sobrestimación de los beneficios atribuibles al cambio tecnológico evaluado, se trabajó con hipótesis conservadoras sobre los cambios en los niveles de productividad y sobre la magnitud de las áreas que emplearían los nuevos cultivares forrajeros.

La información disponible en la FAO (FAO, 2004) sobre la superficie en pasturas permanentes en el país señala que en 2002 ésta llegaba a 41.8 millones de hectáreas, cifra muy cercana a la reportada por la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) de 2002, que

presenta un estimativo de 44.6 millones para todo el país. Esta última estimación incluye las pasturas en buena condición de producción (23.6 millones) y las degradados en mal estado (21 millones de hectáreas).

La magnitud de las pasturas susceptibles de impactar con las tecnologías mejoradas se fijó en función del área total en pasturas, asumiendo que en un período variable entre 15 y 20 años, el 5% de ellas serán sembradas con cultivares de *Brachiaria* de segunda generación.

Los sistemas de producción doble propósito (carne y leche) presentan flexibilidad y liquidez monetaria, atractivos económicos que los hacen muy apropiados para pequeños y medianos productores, por tanto, se espera que en estos sistemas los procesos de adopción sean más rápidos que en los de ceba o engorde de bovinos. Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, se fijó en 15 años el periodo de difusión tecnológica en las fincas dedicadas al doble propósito y en 20 años las dedicadas a ceba. Esta difusión corresponde a un patrón logístico o sigmoide como el que se presenta en la Figura 4.

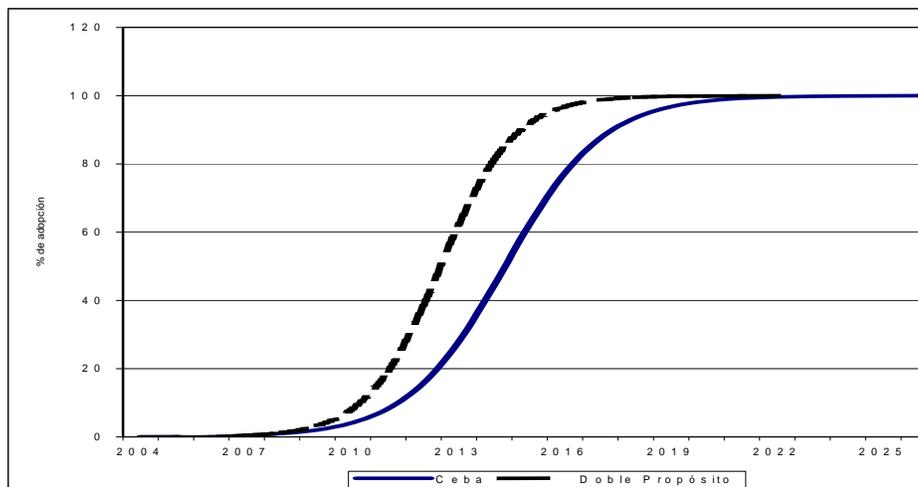


Figura 4. **Patrones de difusión de cultivares de *Brachiaria* de segunda generación en los sistemas de producción de ceba y doble propósito Llanos Orientales y la Costa Norte de Colombia^{1/}.**

$$y_t = \frac{1}{1 + e^{\alpha + \beta t}}$$

1/ La tasa anual de adopción y_t aplica a las áreas en pasturas previamente definidas como de impacto potencial. En la ecuación α y β son parámetros y

En el Cuadro 4 se incluyen los coeficientes de productividad empleados en la presente evaluación, expresados como producción de carne y leche por hectárea, tanto de los nuevos cultivares de *Brachiaria* como de la tecnología tradicional. Esta última está representada por una pastura tradicional de *Brachiaria*, en la etapa media de su vida productiva. Los coeficientes técnicos se desagregan por región y sistema de producción. En el Cuadro 4 también incluye la magnitud estimada de las áreas a impactar con las nuevas tecnologías, en las diferentes regiones y sistemas de producción.

Los parámetros técnicos de productividad y las áreas a impactar determinan los movimientos de la oferta en el mercado de productos y se sintetizan en el factor de desplazamiento de la función de oferta K , el cual se estima como:

$$K_i = \frac{Q_{0i} + (PM_i - PT_i)A_i}{Q_{0i}}$$

donde:

Q_{0i} = cantidad inicial de equilibrio de la región i ,

PM_i = productividad de la tecnología mejorada en la región i ,

PT_i = productividad de la tecnología tradicional en la región i ,

A_i = área a impactar con la tecnología mejorada en la región i .

Para cada región y sistema de producción se calcularon los valores del parámetro K que se incluyen en el Cuadro 5.

Cuadro 4. **Niveles de productividad de la tecnología tradicional y de la mejorada y áreas en pasturas afectadas con el cambio tecnológico en pasturas de Colombia** ^a

Región	Tipo de tecnología							
	<i>Brachiaria</i> mejorado				Tecnología tradicional			
	Ceba		Doble propósito		Ceba		Doble propósito	
	Productividad (kg/ha/año)	Area ^a	Product. (kg/ha/año)	Area ^a	Productividad (kg/ha/año)	Product. (kg/ha/año)	Carne	Leche
Llanos	250	501.6	130	1800	752.4	110	80	1100
Costa Norte	320	334.4	190	2500	501.6	190	100	1350
Total	228	836.0	154	2080	1254.0	142	88	100

a El área se expresa en miles de hectáreas

Cuadro 5. **Valor del factor de desplazamiento de la oferta (K) por la adopción de nuevos cultivares de *Brachiaria* en los Llanos Orientales y la Costa Norte de Colombia.**

Región	Sistema de producción		
	Ceba (carne)	Doble propósito	
		Carne	Leche
Llanos Orientales	1.0998	1.0535	1.0894
Costa Norte	1.0618	1.0285	1.0979
Total	1.1616	1.0820	1.1873

En el Cuadro 6 se incluye el resumen de los parámetros económicos utilizados en el modelo. Estos parámetros caracterizan los mercados nacionales de carne y de leche, que son afectados por los procesos de adopción de nuevas tecnologías para la producción de estos alimentos básicos. La información de los mercados está basada en diversas fuentes de estadísticas sobre el sector ganadero y estudios sobre los mercados nacionales de carne y leche en diferentes momentos a través del tiempo.

Cuadro 6. **Parámetros económicos de los mercados de carne vacuna y leche en Colombia^a**

Variables	Productos	
	Carne	Leche
Cantidad inicial de equilibrio: Q_o (x10 ³ tm)	703	5889
Precio inicial de equilibrio: P_o (US\$/tm)	1470	205
Precio mínimo de oferta: m (US\$/tm)	493	68
Elasticidad precio de:		
oferta (ℓ)	0.7	0.8
demanda (η)	-0.9	-0.9
Tasa anual de crecimiento autónomo de		
oferta (θ)	1.5	2.0
demanda (ϕ)	2.1	2.5
Tasa de descuento (%)	10	10
Precio internacional de referencia (US\$/tm)	1450	190

a Los parámetros económicos se fijaron con base en diferentes estudios económicos sobre el desarrollo histórico de la ganadería nacional y regional: FAO (1971), Rivas y Valdés (1978), Valdés y Nores (1980), Rubinstein y Nores (1980), Sanint et al., (1985), Jarvis (1986), Seré y Jarvis (1989), Janssen et al. (1990), Rivas y Pachico (1997)

Resultados

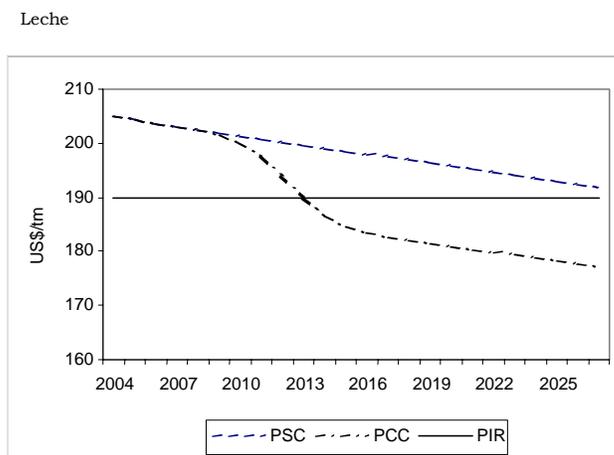
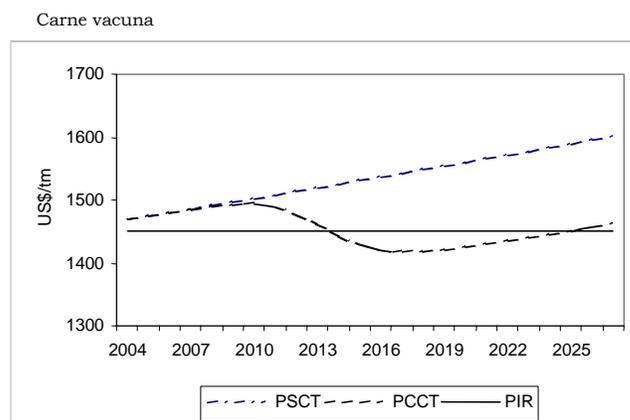
Los beneficios sociales de la adopción de cultivares mejorados de *Brachiaria* en Colombia se estimaron en dos escenarios alternativos, el primero, en un ambiente autárquico en el cual los incrementos en producción resultantes del empleo de las nuevas tecnologías se comercializan en el mercado doméstico, permaneciendo éste totalmente aislado de las influencias externas; en el segundo, aparece un mercado nacional abierto, cuyo nivel de oferta puede ser afectado por las importaciones o las exportaciones, dependiendo de la relación precio interno/precio internacional.

En ausencia de comercio exterior, el valor presente de los beneficios derivados de la adopción de los cultivares forrajeros mejorados se estima en US\$960 millones, de los cuales el 52% se genera en el mercado de leche y el 48% restante en el de carne vacuna. El valor presente en 2004 de los beneficios tecnológicos estimados representa el 43% del valor de la producción bruta conjunta de carne y leche del país en el 2003 (Cuadro 7).

Cuadro 7. **Valor presente de los beneficios tecnológicos derivados de la adopción de cultivares de *Brachiaria* con resistencia a cercópidos (salivazo) en la Costa Norte y los Llanos Orientales de Colombia. Economía cerrada.**

Fuente de beneficios	Valor presente (US\$ millones)	
	Llanos Orientales	Costa Norte
Carne vacuna:	290.5	170.0
Sistema de ceba	175.1	108.4
Sistema de doble propósito	115.4	61.6
Leche	238.5	261.2
Sistema de doble propósito	238.5	261.2
Total beneficios tecnológicos	529.0	431.2
Valor total de los beneficios tecnológicos	960.2	
Valor de la producción de nacional bruta de carne y leche en 2003	2241.0	
Beneficios tecnológicos como proporción del valor de la producción bruta (%)	42.8	

Los resultados obtenidos ponen en evidencia, una vez más, la importancia de los sistemas mixtos de producción conjunta de carne y leche en la ganadería nacional. Estos sistemas, por su flexibilidad y capacidad de generar flujos permanentes de efectivo mediante la venta de la leche, se ajustan perfectamente a las condiciones económicas de los pequeños y medianos productores. Aproximadamente el 70% de los beneficios de la adopción de cultivares de *Brachiaria* se generaría en esos sistemas de producción (Figura 5).



PSCT: Precio sin cambio tecnológico
 PCCT: Precio con cambio tecnológico
 PIR: Precio internacional de referencia

Figura 5. **Evolución de los precios reales de carne vacuna y leche en Colombia con y sin adopción de nuevos cultivares de *Brachiaria*, 2007 - 2027.**

El sistema doble propósito generaría excedentes económicos por un valor presente estimado en US\$76.7 millones, en tanto que la actividad especializada de engorde de bovinos contribuiría con US\$283.5 millones.

En mercados cerrados, la distribución de los beneficios de las nuevas tecnologías entre grupos sociales se concentra en los consumidores. En estos mercados los incrementos de producción que generan las innovaciones tecnológicas deben ser absorbidos en su totalidad

por el mercado interno. Esto implica una caída de los precios reales, que se acentúa en la medida en que sean mayores los excedentes en producción y más inelástica sea la demanda que enfrentan los productores. En un contexto donde los mercados nacionales de productos ganaderos estuvieran cerrados, los consumidores nacionales obtendrían beneficios económicos estimados en US\$791 millones (82% de los beneficios totales) y los productores aproximadamente US\$170 millones (18% del total) (Cuadro 8).

Cuadro 8. **Distribución de los beneficios de la adopción de cultivares de *Brachiaria* según el tipo de economía y zona ganadera de Colombia.**

Región/ tipo de economía	Carne vacuna			Leche			Total	
	Consumidor	Productor	Total	Consumidor	Productor	Total	US\$ millones	%
Economía cerrada								
Costa Norte	138.2	31.9	170.1	217.7	43.5	261.2	431.3	44.9
Llanos Orientales	236.0	54.4	290.4	198.8	39.7	238.5	528.9	55.1
Total	374.2	86.3	460.5	416.5	83.2	499.7	960.2	100.0
Participación ^a (%)								
consumidores	82.3							
productores	17.7							
Economía abierta								
Costa Norte	119.9	50.4	170.3	111.7	154.0	265.7	436.0	45.0
Llanos Orientales	204.9	86.0	290.9	101.9	140.7	242.6	533.5	55.0
Total	324.8	136.4	461.2	213.6	294.7	508.3	969.5	100.0
Participación ^a (%)								
consumidores	55.5							
productores	44.5							

a Participación de los grupos sociales, agregando los dos mercados (%)

La apertura de los mercados tiene un claro efecto redistributivo. Las exportaciones amplían la demanda frenando la caída de los precios, lo cual provoca una redistribución de los beneficios tecnológicos en favor de los productores. Al abrir la economía la participación de los productores en los beneficios totales sube de 18 a 45% (Cuadro 8).

Los beneficios tecnológicos se concentran en los productores adoptadores de las nuevas tecnologías, en tanto que los de los consumidores benefician a todos los compradores de carne y leche del país. El cambio técnico además de inducir bajas en los precios, mejora el abastecimiento nacional de éstos alimentos. Como se conoce ampliamente, la Costa Norte y los Llanos Orientales generan excedentes de producción, que se comercializan en otras zonas de Colombia.

Los beneficios técnicos se distribuyen casi por partes iguales entre carne (48%) y leche (52%) [Cuadro 8]. No se aprecia un impacto significativo de la apertura comercial sobre los niveles de producción y los beneficios tecnológicos totales. Estos últimos se incrementan en US\$9.3 millones (Cuadro 8).

Los excedentes económicos estimados corresponden al efecto directo del cambio tecnológico sobre el sector ganadero, originado en las variaciones de producción, productividad y precios. Existen efectos indirectos, no contabilizados en este estudio, que se producen a través de los encadenamientos de la ganadería con el resto de la economía y que se traducen en crecimiento del empleo, la producción y el ingreso en otros sectores de actividad económica. Para dar una idea del efecto multiplicador del cambio se puede citar el trabajo de Janssen et al. (1990), quienes al estudiar el impacto económico agregado de las pasturas mejoradas, estimaron que por cada US\$1 de beneficios directos se generaban US\$0.55 en beneficios indirectos.

El impacto total de los cultivares de *Brachiaria* puede superar ampliamente los estimativos en este trabajo, ya que se conoce su adaptación en otras áreas ganaderas, diferentes de los Llanos Orientales, como el Magdalena medio y bajo, la Amazonia y en gran parte del sur de Colombia.

Sensibilidad de los beneficios económicos frente a cambios en variables críticas

La magnitud de los beneficios estimados está en función de los valores asignados a variables críticas, entre ellas, área total afectada con la nueva tecnología al concluir el proceso de adopción; los niveles de productividad que se deben alcanzar con los nuevos cultivares forrajeros y el tiempo de duración del proceso de adopción y difusión. Si bien en el momento de fijar tales valores se siguió un criterio conservador con el fin de evitar al máximo la sobreestimación de los resultados económicos, es importante evaluar la magnitud de los cambios en los beneficios, si se presentan circunstancias adversas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantearon tres escenarios posibles: (1) disminución en 50% del área total que es susceptible de afectar con los nuevos cultivares de *Brachiaria*; (2) reducción en 10% de los rendimientos potenciales de los cultivares; y (3) un periodo de adopción 50% más largo.

Si el área que sería impactada al finalizar el proceso de adopción fuera igual a la mitad del área considerada en el escenario base, los beneficios tecnológicos caerían en una proporción muy similar (47% aproximadamente) en la Costa Norte y en los Llanos Orientales (Cuadro 9).

Cuadro 9 Sensibilidad de los beneficios tecnológicos frente a cambios en supuestos críticos, relacionados con la adopción de nuevos cultivares forrajeros en la Costa Norte y los Llanos Orientales de Colombia. (US\$ millones).

Escenarios	Costa Norte		Llanos Orientales		Colombia	
	Nivel de beneficios	Reducción porcentual ^a	Nivel de beneficios	Reducción porcentual ^a	Nivel de beneficios	Reducción porcentual ^a
Reducción del 10% en los rendimientos potenciales de los nuevos cultivares	333.8	22.6	416.3	21.3	750.1	21.9
Reducción del 50% en el área a impactar con los nuevos cultivares	226.5	47.5	278.5	47.3	505.0	47.4
Incremento del 50% en el tiempo de adopción de la tecnología mejorada	307.0	28.8	373.3	29.4	680.3	29.1
Escenario base	431.3		528.9		960.2	

a Reducción con respecto al escenario base

En caso de que la adopción fuera más lenta y el tiempo de adopción se incrementara en 50%, los beneficios en las zonas ganaderas consideradas en este estudio se reducirían en una proporción entre 28% y 29%.

Los rendimientos de los nuevos cultivares aparecen como la variable de mayor relevancia en la determinación del nivel de ganancias sociales. Una caída de 10% en la productividad, en términos de carne y de leche, induciría una pérdida de beneficios que puede variar entre 22% y 23%, en relación con el escenario base (Cuadro 9). En términos de elasticidades², lo anterior significa que los beneficios sociales son muy elásticos frente a cambios en los rendimientos físicos de los nuevos cultivares. En este caso, una reducción de 1% en la productividad significa que los beneficios declinarían más que proporcionalmente, entre 2.1% y 2.3% (Cuadro 10).

² La elasticidad es un concepto económico que mide el grado de respuesta de una variable dependiente, frente a cambios en otra variable independiente. En términos matemáticos es un valor absoluto; por ejemplo, la elasticidad de los beneficios sociales con respecto a los rendimientos se calcula como: $\ell = \frac{\partial \%B}{\partial \%R}$, Siendo ℓ la elasticidad; $\partial \%B$ el cambio porcentual en los beneficios y $\partial \%R$ el cambio porcentual en los rendimientos.

Cuadro 10 **Elasticidad de los beneficios sociales con respecto a variables críticas en el proceso de adopción de nuevos cultivares forrajeros en la Costa Norte y Llanos Orientales de Colombia.**

Región	Cambio porcentual en:			Cambio porcentual en beneficios sociales por:		
	Rendimientos	Área a impactar	Duración de la adopción	Caída en rendimientos	Reducción del área a impactar	Adopción más lenta
Costa Norte	-0.10	-0.50	-0.50	-0.226	-0.475	-0.288
Llanos Orientales	-0.10	-0.50	-0.50	-0.213	-0.474	-0.294
Total	-0.10	-0.50	-0.50	-0.219	-0.474	-0.291
Elasticidad de los beneficios sociales por región con respecto a:						
	Rendimientos	Área a impactar	Duración de la adopción			
Costa Norte	2.26	0.950	0.576			
Llanos Orientales	2.13	0.948	0.588			
Total	2.19	0.948	0.582			

La elasticidad de las ganancias sociales frente a cambios en el área a impactar y en la duración del proceso de adopción son de menor magnitud, menos que proporcionales. Cuando se presentan cambios en esas dos variables, se puede inferir que los beneficios económicos de la nueva tecnología son moderadamente inelásticos.

La estabilidad a escala de finca de los rendimientos físicos de los nuevos cultivares forrajeros depende de factores internos y externos. Los primeros se relacionan con la adaptación de las nuevas *Brachiaria* a las condiciones específicas de la finca y a su manejo durante las fases de establecimiento y utilización en pastoreo.

Los externos se asocian con la calidad de la semilla comprada por los productores, la presencia de plagas y enfermedades y la prevalencia de condiciones climáticas extremas.

Para asegurar un óptimo rendimiento de los nuevos cultivares, es necesario el suministro adecuado de semillas de calidad garantizada, a precios que permitan a los ganaderos utilizar las densidades de siembra recomendadas. En Colombia una de las mayores dificultades para la expansión de las áreas sembradas con cultivares forrajeros nuevos es el deficiente suministro de semillas de buena calidad a precios asequibles para los productores. El sector productor de semillas forrajeras es, frecuentemente, pequeño y poco desarrollado, lo cual no permite aprovechar las economías de escala para reducir los costos unitarios de producción de las semillas de las nuevas variedades y mejorar así las posibilidades de adopción.

Para el correcto desarrollo de las actividades técnicas desarrolladas por los productores, entre ellas el establecimiento de pasturas y su utilización, es necesario garantizar un apropiado flujo de información técnica en temas críticos como métodos de labranza, densidades de siembra, aplicación de insumos y manejo del pastoreo.

Los atributos de los cultivares de segunda generación: mayor productividad, amplio rango de adaptación y resistencia a las principales plagas y enfermedades (salivazo y Rhizotocnia), ayudan a minimizar los riesgos por bajo rendimiento de las pasturas.

Impacto del cambio tecnológico sobre la economía de los grupos sociales más vulnerables

El cambio tecnológico en la agricultura cumple un múltiple rol para alcanzar dos de las principales metas sociales: (1) reducir la pobreza y mejorar la equidad social; y (2) incrementar el ritmo de crecimiento económico, para elevar las condiciones de vida de la sociedad en general.

Cuando se pretende mejorar la equidad social, se concibe el cambio tecnológico como un mecanismo primario, que permite aumentar los ingresos de los grupos sociales con menores recursos con el fin de reducir la pobreza e incrementar los niveles nutricionales de la población objetivo. Los alimentos básicos, como carne y leche, cumplen esta función, ya que cuando se mejoran las condiciones para su producción, aumenta la disponibilidad de alimentos, se reducen los precios y se generan ingresos que pueden capturar los grupos sociales con menores recursos económicos. Todo lo anterior conduce a mejorar la situación alimentaria y el bienestar de la población más marginal. Además, mediante los eslabonamientos con otros sectores, se impulsa el crecimiento económico general. Este último tema no está al alcance en este trabajo, que se orienta a estimar los impactos directos del cambio tecnológico en el sector ganadero colombiano. No obstante, ocurren efectos multiplicadores en otros sectores económicos, que se traducen en avances del empleo, la producción, el comercio y los ingresos (Janssen et al., 1990).

En este estudio se analiza el impacto de la adopción de nuevas tecnologías forrajeras sobre los núcleos poblacionales más vulnerables, estimando los beneficios del cambio tecnológico que recibirían estos segmentos de la población. En este contexto se consideran dos grupos que fueron definidos por Janssen et al. (1990) en un trabajo previo para América Latina en conjunto. Los consumidores más pobres, que representan los dos primeros quintiles en la distribución de ingreso, incluyen el 40% de la población y tienen un ingreso menor que US\$600 per cápita por año. Un segundo grupo está representado por los productores más

pequeños, quienes también se encuentra en el mismo estrato de ingreso de los consumidores más pobres.

Las estimaciones muestran que, como consecuencia del cambio en la producción de carne y de leche en la Costa Norte y los Llanos Orientales de Colombia, y asumiendo que los mercados de estos productos están cerrados, los consumidores ubicados en los dos primeros quintiles de la distribución de ingreso y los productores más pobres recibirían, en conjunto, en 2004 un flujo de beneficios equivalente a US\$266 millones. Esta cifra representa cerca de una cuarta parte (28%) de los beneficios sociales totales. Al abrirse los mercados, la proporción se incrementa, situándose en 33% (Cuadro 11).

Cuadro 11. **Beneficios tecnológicos que recibirían los grupos de población más vulnerables, por el uso de Brachiarias mejoradas, en la Costa Norte y los Llanos Orientales**

Región	Tipo de economía							
	Cerrada				Abierta			
	VP ^a (US\$ millones) de los beneficios capturados por:		Total grupos más vulnerables		VP (US\$ millones) de los beneficios capturados por:		Total grupos más vulnerables	
	Consumidores más pobres	Productores pequeños	US\$ x10 ³	% del total	Consumidores más pobres	Productores pequeños	US\$ x10 ³	% del total
Costa Norte	91.2	30.0	121.2	28.1	59.0	90.1	149.1	34.2
Llanos Orientales	110.7	34.0	144.7	27.3	77.7	92.7	170.4	31.9
Total	201.8	64.0	265.9	27.7	136.7	182.8	319.5	33.0
Participación ^b (%) en:								
consumo	25.5	—	—	—	25.4	—	—	—
producción	—	41.6	—	—	—	45.3	—	—

a VP = valor presente

b Promedios ponderados, basados en cifras de Janssen et al. (1990)

Como se mencionó antes, los beneficiados son los productores de estas zonas que elevan su productividad mediante la adopción de los nuevos materiales y los consumidores de carne y leche en todo el territorio nacional. Los consumidores localizados en los dos primeros quintiles constituyen el 40% de la población nacional, equivalente en 2002 a 17.4 millones de personas.

Los beneficios tecnológicos y la inversión en investigación

Cuando la sociedad decide invertir en investigación para mejorar las condiciones de producción en el sector agropecuario, espera un retorno económico y social, por tanto, el valor de los beneficios esperados debe superar el monto de la inversión efectuada.

La rentabilidad de la inversión en investigación debe ser alta, ya que las alternativas para invertir los escasos recursos públicos son múltiples, entre ellas, educación, salud, vivienda, infraestructura vial y de comunicaciones.

El valor presente del flujo anual de beneficios tecnológicos que recibe la sociedad fue estimado en US\$960 millones, de los cuales US\$431 millones se originarían en la Costa Norte y US\$529 en los Llanos Orientales (Cuadro 12). Si el flujo de beneficios se distribuyera como una anualidad —suma fija que se recibiría anualmente durante el periodo de evaluación o tiempo transcurrido entre el periodo base 2004 y el año final de adopción 2027— los beneficios para el país serían de US\$108 millones por año (Figura 6). Este estimativo supera ampliamente los presupuestos anuales para investigación en pasturas en Colombia.

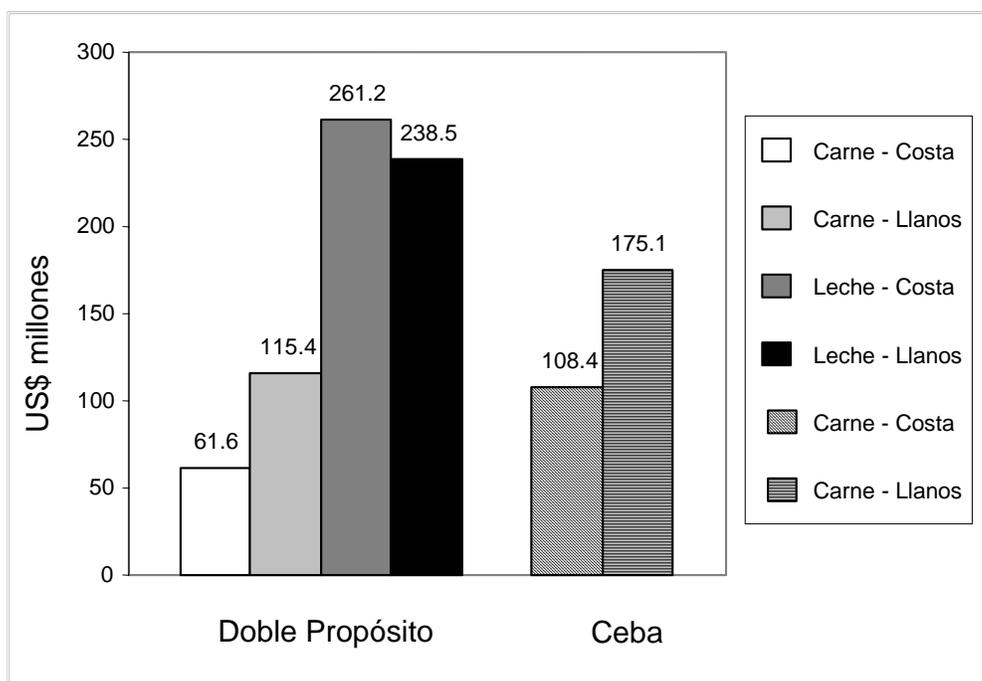


Figura 6. **Valor presente de los beneficios tecnológicos por sistema de producción y región ganadera en Colombia.**

Cuadro 12 **Valor presente y anualidades de los beneficios sociales de la adopción de cultivares de *Brachiaria* en dos regiones de Colombia.**

Región	Valor presente ^a	Anualidad ^a
Costa Norte	431.3	48.6
Llanos Orientales	528.9	59.5
Total	960.2	108.1

a Tasa de descuento: 10% por año

Este tema fue discutido en un estudio de Seré y Jarvis (1989), quienes en una evaluación del impacto del empleo de especies forrajeras mejoradas a escala de América Latina tropical, concluyeron que para la región en conjunto las inversiones anuales en investigación en pasturas no superan los US\$20 millones por año, lo que sugiere una subinversión en esta área de la investigación.

Con este punto de referencia es posible argumentar que el beneficio potencial de la investigación en nuevos materiales forrajeros supera ampliamente las inversiones efectuadas para su desarrollo y que en consecuencia ellas son económicamente eficientes y socialmente rentables.

Conclusiones

- El proceso de mejoramiento de las gramíneas forrajeras del género *Brachiaria*, liderado por el CIAT y con el apoyo de instituciones nacionales de investigación como Corpoica, ha comenzado a rendir sus primeros frutos con la liberación del cultivar *Brachiaria* cv. Mulato, el primer híbrido generado por el Programa de Mejoramiento Genético del CIAT. Se trata de un material con destacados atributos de calidad forrajera, adaptación agronómica y productividad, pero aún susceptible a salivazo.
- En este estudio se estima el impacto económico potencial del uso de las nuevas opciones forrajeras en las ganaderías de la Costa Norte y los Llanos Orientales de Colombia, dos de las principales regiones productoras de carne y leche. Es preciso anotar, que si bien el presente trabajo se circunscribe a estimar el impacto potencial en esas dos regiones específicas, los nuevos materiales tienen un alto potencial de adopción e impacto económico en otras zonas del país como el Magdalena medio y bajo, la Orinoquía, Urabá y los territorios del Sur.
- El valor presente en el 2004 de los beneficios tecnológicos en la Costa Norte y los Llanos Orientales de Colombia se estimó en US\$960 millones, equivalente al 43% de la producción de carne y de leche del país en el 2003. La cifra anterior representa el

impacto directo sobre el sector ganadero, pero excluye los efectos indirectos sobre otros sectores de la economía que constituyen el mecanismo multiplicador que permite impulsar el crecimiento económico general.

- La apertura de los mercados implica redistribuir los beneficios tecnológicos del cambio entre productores y consumidores. Esta distribución permite que los primeros incrementen su participación en los beneficios totales de 18% a 45%. El aspecto redistributivo es clave para mantener un sector productivo moderno, dispuesto al cambio y altamente competitivo en un mundo globalizado.
- Los resultados obtenidos muestran la gran importancia del sistema doble propósito en las ganaderías del trópico bajo de América Latina. Una importante fracción de los beneficios tecnológicos, cercana al 70%, se originaría en ese sistema de producción.
- Los resultados muestran que los núcleos más vulnerables de la población, consumidores más pobres y productores más pequeños, recibirían una proporción que representa más de la cuarta parte de los beneficios totales. En el caso de los consumidores más pobres, definidos como un segmento de población que incluye los dos primeros quintiles de la distribución de ingreso, equivaldría a una población cercana a los 17 millones de habitantes, ya que en 2002 la población colombiana se calculaba en 43.5 millones de personas.
- Mantener los niveles de productividad de los nuevos cultivares a través del tiempo es clave para garantizar los beneficios sociales y asegurar la competitividad de la producción doméstica en los mercados externos. El análisis de sensibilidad indica que el impacto de una reducción porcentual de la productividad sobre los beneficios es significativamente mayor que una reducción de la misma magnitud en el área cultivada o en la duración del proceso de adopción.
- Se puede reasaltar el rol crítico de la productividad en el proceso de difusión, si se tiene en cuenta el argumento de que el desempeño productivo de los nuevos materiales afectaría tanto la magnitud de las áreas involucradas en el proceso como la duración del mismo.
- Un tema importante, relacionado con la productividad de los nuevos cultivares forrajeros, es la oferta deficiente y la baja calidad de las semillas. El sector productor de semilla de forrajeras en el país es, en general, pequeño, fragmentado y poco tecnificado. Por lo tanto, es imperativo tanto para el sector público como para el privado, diseñar esquemas novedosos de producción y comercialización de semillas, que permitan garantizar al sector ganadero una oferta adecuada en volumen, calidad y precio. En Colombia se está avanzando en esa dirección, en el caso de cv. Mulato,

recién liberado, se han efectuado acuerdos con el sector semillerista privado para garantizar un adecuado y oportuno suministro de semillas.

- La adopción de mejores pasturas no solo tiene efectos económicos y sociales, sino que también genera impactos ambientales positivos. En Colombia existe una extensa área de pasturas degradadas con baja productividad que es factible de rehabilitar, con lo cual se mejoraría significativamente la eficiencia y la competitividad de la agricultura nacional. Los nuevos cultivares de *Brachiaria* constituyen una buena alternativa para recuperar áreas degradadas y frenar la expansión horizontal de los sistemas ganaderos. En las zonas de frontera agrícola, esto ayudaría a aliviar la presión sobre áreas de bosques aún no intervenidas.
- Los beneficios tecnológicos, expresados como anualidad, superan por lejos la inversión anual nacional para investigación en pasturas mejoradas. Esto evidencia su alta racionalidad y eficiencia económica y su elevado retorno social.

Referencias

- Cadavid, J. V.; Botero, R.; Rivas, L.; Monsalve, A.; y Sanint, L. R. 1994. Análisis Económico *ex ante* en sistemas de producción asociados: cultivo de arroz-pradera. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Programas de Pastos Tropicales y Arroz. DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística.). 2002. Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA).
- FAO. 2004. FAOSTAT. On line.
- FAO. 2002. 27ª Conferencia Regional de la FAO para América Latina y El Caribe, Informe de la Comisión de Desarrollo Ganadero, 22 al 26 de Abril. La Habana, Cuba.
- FAO.1971. Agricultural Commodity Projections 1979 - 1980. Roma, Italia.
- Guiot, J. D. y Meléndez, F. 2003. Pasto Mulato: Excelente alternativa para producción de carne y leche en zonas tropicales. Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco. Villahermosa, México.
- Gutiérrez, P., U. 1979. Evaluación económica financiera de tecnologías disponibles con relación al tamaño de finca: el caso de la ganadería en los Llanos Orientales de Colombia. Universidad de los Andes, Facultad de Economía. Tesis de Maestría. Bogotá Colombia.
- Holmann, F. y Peck, D. C. 2002. Economic damage caused by spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) in Colombia: a first approximation of impact on animal production in *Brachiaria decumbens* pastures. Neotrop. Entomol. 31:275-284.
- Janssen, W.; Sanint; L. R.; Rivas, L.; y Henry, G. 1990. CIAT's commodity portfolio reexamined: Indicators of present and future importance. En: Trends in CIAT Commodities 1990. Working document no. 74.Economics document no. 1.15. CIAT. November.
- Jarvis, L. S. 1986. Livestock development in Latin America. World Bank. Washington D. C.

- Lorente, L. 1996. Estrategias de desarrollo ganadero. Bogotá. Coyuntura Agropecuaria 13(2B).
- Marshall, A. 1890. Principios de Economía 4a Edición 1963. Editorial Aguilar, Madrid.
- Martinez, H.J.; Espinal, C. F.; y Barrios, C. A. 2002. Comportamiento del empleo generado por las cadenas agropecuarias de Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio de Competitividad Agrocadenas Colombia. Bogotá. Memo Cadenas no. 5.
- Michelsen H. 1990. Análisis del desarrollo de la producción de leche en la zona tropical húmeda: El caso del Caquetá, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. Documento de trabajo no 60.
- Miles, J. W. 1999. Nuevos híbridos de *Brachiaria*. Pasturas Tropicales 21(2)78.
- Montes, G. y Candelo, R. 1980. Dirección Nacional de Planeación (DNP). La Economía ganadera en Colombia. Unidad de Estudios Agrarios. Bogotá. Rev. Planeación y Desarrollo 12(3):91-141.
- Peters, M.; Franco, L. H.; Schmidt, A.; e Hincapié, B. 2003. Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores en Centroamérica. Publicación CIAT no. 333. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali.
- Ramírez, A. y Seré, C. 1990. *Brachiaria decumbens* en el Caquetá: Adopción y uso en ganaderías de doble propósito. Documento de trabajo no. 67. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Fondo Ganadero del Valle del Cauca, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Instituto Colombiano de la Reforma Agraria (INCORA), Nestlé de Colombia S. A., Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y Universidad de la Amazonia. Cali, Colombia.
- Rivas L. y Valdés A., 1978. Variaciones de las existencias y ventas de ganado en Colombia durante 1940 -1970: Un enfoque econométrico. Rev. Plantación y Desarrollo, Mayo - Agosto.
- Rivas L y Pachico, D. 1994. Evaluación socio - económica *ex - ante* del Impacto del Programa de Forrajes del CIAT. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Unidad de Estudios de Impacto, Cali, Colombia.
- Rivas, L. 2000. Evaluación del Impacto *ex-post* de la adopción de nuevas tecnologías; forrajes y arroz en la Amazonia y Orinoquia de Colombia. Convenio de Cooperación Técnica y Científica MADR - CIAT. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.
- Rivas, L. y Holmann, F. 2000. Early adoption of *Arachis pintoi* in the humid tropics: the case of dual-purpose livestock systems in Caquetá, Colombia. En: Livestock Res. Rural Develop. 12:3.
- Rivas, L.; Ramírez, A.; y Seré, C. 1990. Economic analysis of a grazing trail: The case of *Brachiaria decumbens* versus *B. decumbens* with *Pueraria phaseoloides* on the Eastern Plains in Colombia. CIAT. Programa de Pastos Tropicales, Cali, Colombia. 22 p.
- Rubinstein, E. y Nores, G. A. 1980. Gasto en carne de res y productos lácteos por estrato de ingreso en doce ciudades de América Latina. CIAT, Cali, Colombia. (manuscrito).
- Sanint, L. R.; Rivas, L; Duque, M. C.; y Seré, C. 1985. Análisis de los patrones de consumo de alimentos en Colombia a partir de la encuesta de hogares DANE/DRI de 1981. Bogotá. Colombia. Rev. Planeación y Desarrollo 17(3):37-68.

- Seré, C. y Jarvis, L. 1989. The betting line on beef: Ex-ante estimates of improved pasture research benefits for the Latin America Tropics. En: Trends in CIAT Commodities 1989. Internal Document- Economics 1.14. CIAT. Cali. Colombia.
- Valdés Alberto and G. Nores. 1980. Growth Potential of Beef Sector in Latin America - Survey of issues and Policies. In L.S, Verde and A. Fernández, *Proceedings of the Fourth World Conference on Animal Production*, voll, Buenos Aires, Argentine Association of Animal Production.
- Viloria de la Hoz, J. 2003. La ganadería bovina en las Llanuras del Caribe colombiano. Documentos de trabajo sobre economía regional. Banco de la República. Centro de Estudios Económicos Regionales. ISSN 1692 -3715. Cartagena de Indias, Colombia.