

Impacto económico potencial de la adopción de cultivares de *Brachiaria* resistentes a cercópidos

L. Rivas* y F. Holmann**

Introducción

En Colombia, México y Centroamérica la ganadería vacuna es una actividad económica de gran importancia, debido a que utiliza una fracción muy significativa de los recursos de tierra disponibles para usos productivos, tiene un alto valor y volumen de producción, contribuye significativamente a la oferta total de alimentos y a la generación de empleo rural y sus formas de explotación impactan los recursos naturales y el medio ambiente.

Del área total disponible para la agricultura, en Colombia se utiliza el 91% para pasturas, en Centroamérica el 73% –variando entre 46% en El Salvador y 82% en Costa Rica– y en México el 74.6% (FAO, 2004).

Colombia es un país con áreas declaradas libres de aftosa (Urabá), pero gran parte de su territorio ganadero, la Costa Atlántica y los Llanos Orientales, aún está expuesto a este flagelo. Por esta circunstancia el comercio de productos vacunos se restringe al circuito aftósico, un segmento del mercado internacional caracterizado por menores precios y mayor volatilidad de los volúmenes transados, además, el país aún no se ha podido consolidar como exportador neto de carne vacuna siendo, eventualmente, importador o exportador de cantidades marginales de este producto.

Por el contrario, Centroamérica y México están libres de la enfermedad y tienen

acceso directo al mercado privilegiado de los Estados Unidos, principal líder en el mercado no-aftósico. Esta región tradicionalmente ha sido exportadora de carne vacuna hacia Estados Unidos y en algunas épocas gozó de esquemas preferenciales, tales como cuotas fijas de exportación. Sin embargo con el transcurso del tiempo ha experimentado un declive progresivo en su participación en los mercados externos. En el período 1992-96 la región comercializaba en el exterior, en promedio por año, el 16% de su producción; no obstante, en los últimos años su capacidad exportadora se ha reducido ostensiblemente, llegando a una situación en la cual la región, considerada en conjunto, consume exactamente lo que produce. (FAO, 2004). Adicionalmente, México afronta un crónico y creciente déficit en producción de carne vacuna (Cuadro 1).

América Latina tropical históricamente ha sido deficitaria en producción de leche, recurriendo cada vez a mayores importaciones para abastecer el consumo interno de este producto. A pesar de los notorios avances observados en los últimos años en la producción y productividad de leche, actualmente Centroamérica compra en el exterior el 15% del total de este producto que consume y México, el 14%. Colombia importa 1.4% de su consumo anual de leche, siendo un importador marginal (Cuadro 1).

En la región tropical de América Latina, la ganadería bovina se extiende ampliamente a través de diversos pisos térmicos y regiones geográficas, bajo diferentes sistemas de producción manejados por un grupo heterogéneo de productores que

* Economista, Proyecto de Evaluación de Impacto del CIAT.

**Zootecnista y Economista, Proyecto CIAT-ILRI.

Cuadro 1. Indicadores de la economía ganadera en regiones y países considerados en el estudio, entre 1992 y-2001.

| Región/país | 1992-1996 | | | | 1997 - 2001 | | | |
|---------------------|--------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | Prod. (‘000 tm) | Exportac. neta (‘000 tm) | Cons./ habit. (kg/año) | Índice Autosufic. (%) | Prod. (‘000 tm) | Exportac. neta (‘000 tm) | Cons./ habit. (kg/año) | Índice Autosufic. (%) |
| Carne vacuna | | | | | | | | |
| Centroamérica | 326 | 45 | 9.0 | 115.9 | 339 | 0 | 9.6 | 100.0 |
| Costa Rica | 89 | 19 | 20.1 | 127.8 | 83 | 14 | 17.7 | 119.6 |
| El Salvador | 26 | -7 | 5.9 | 78.5 | 35 | -14 | 8.0 | 70.5 |
| Guatemala | 50 | 6 | 4.5 | 113.2 | 59 | -10 | 6.2 | 85.3 |
| Honduras | 50 | 10 | 7.4 | 123.9 | 50 | -5 | 8.7 | 90.4 |
| Nicaragua | 50 | 22 | 6.6 | 175.9 | 50 | 22 | 5.8 | 175.5 |
| Panamá | 61 | -5 | 25.5 | 92.7 | 62 | -5 | 24.0 | 92.1 |
| Colombia | 655 | -5 | 17.5 | 99.2 | 747 | -37 | 18.9 | 95.3 |
| México | 1322 | -178 | 16.7 | 88.2 | 1396 | -317 | 17.6 | 81.5 |
| Total | 2303 | -138 | 15.4 | | 2482 | -354 | 16.3 | 88.5 |
| Leche | | | | | | | | |
| Centroamérica | 1897 | -313 | 71.1 | 85.8 | 2292 | -418 | 77.0 | 84.6 |
| Costa Rica | 514 | 18 | 144.0 | 103.5 | 682 | 16 | 169.5 | 102.4 |
| El Salvador | 325 | -111 | 74.6 | 74.6 | 372 | -134 | 82.3 | 73.5 |
| Guatemala | 286 | -101 | 73.9 | 73.9 | 280 | -170 | 40.5 | 62.2 |
| Honduras | 435 | -65 | 87.0 | 87.0 | 571 | -77 | 103.4 | 88.2 |
| Nicaragua | 185 | -43 | 81.3 | 81.3 | 226 | -41 | 54.1 | 84.6 |
| Panamá | 152 | -12 | 92.9 | 92.9 | 161 | -12 | 61.4 | 93.2 |
| Colombia | 4817 | -49 | 128.6 | 99.0 | 5663 | -78 | 138.6 | 98.6 |
| México | 7562 | -1728 | 103.7 | 81.4 | 8814 | -1374 | 104.7 | 86.5 |
| Total | 14276 | -2090 | 103.3 | 86.5 | 16769 | -1870 | 107.2 | 89.0 |

varía desde pequeños y medianos ganaderos ubicados principalmente en zonas de ladera, hasta grandes terratenientes localizados generalmente en zonas de sabanas y márgenes de bosque. Algunos indicadores de su importancia económica se presentan en el Cuadro 2.

La baja calidad y la deficiente oferta de forraje en la época seca son los principales limitantes de la producción ganadera regional. *Brachiaria decumbens* es la gramínea forrajera mejorada más difundida en los trópicos latinoamericanos, estimándose que ocupa aproximadamente 40 millones de hectáreas. Esta especie sobresale por su excelente adaptación a suelos ácidos de baja fertilidad natural, es de fácil propagación por semillas o material vegetativo y produce cantidades aceptables de forraje de buena calidad. No obstante, una de sus limitaciones es su susceptibilidad al ataque de salivazo (Homoptera:Cercopidae), una plaga de amplia distribución considerada como la más perjudicial en pasturas neotropicales. Cuando ocurre el ataque de este insecto, la parte aérea de la planta muere y se reduce significativamente la

producción de materia seca, la digestibilidad y la calidad del forraje, con un impacto negativo sobre la carga animal y la producción de leche y carne (Holmann y Peck, 2002).

Los estudios de impacto económico de esta plaga en los trópicos húmedo y seco de Colombia, muestran que los costos de producción por litro de leche se pueden incrementar entre 19% y 29%, en casos de infestación severa. El perjuicio económico que puede causar el salivazo en ambos ecosistemas fluctúa entre US\$161 y US\$211 millones de dólares anuales, dependiendo de la severidad del ataque y del porcentaje del área de la región bajo permanente infestación durante la época de lluvias (Holmann y Peck, 2002).

Ante la perspectiva de una amplia apertura comercial bajo el esquema del Tratado de Libre Comercio (TLC) es imperativo mejorar la competitividad de la ganadería, una actividad que ocupa una elevada fracción de los recursos productivos domésticos y, por tanto, tiene una importancia económica indiscutible como

Cuadro 2. Recursos usados por la ganadería, valor de la producción y población humana en Centroamérica, Colombia y México. 2003.

| Región/pais | Bovinos-2003 (1x10 ³ cabezas) | | Pasturas-2002 (1x10 ³ ha) | Pasturas/ agricultura (% de área) | Producción ganadera-2003 (US\$x10 ³) | | Población-2002 (x10 ³ personas) |
|---------------|---|--------------------|---|---|---|------------------------------------|---|
| | Total | Vacas en ordeño | | | Total | Contribución de la lechería (%) | |
| Centroamérica | 11.7 | 2.4 | 13.5 | 64.0 | 1273 | 48.7 | 37.7 |
| Costa Rica | 1.2 | 0.6 | 2.3 | 81.7 | 329 | 57.9 | 4.1 |
| El Salvador | 1.0 | 0.3 | 0.8 | 46.6 | 186 | 62.4 | 6.4 |
| Guatemala | 2.5 | 0.4 | 2.6 | 57.7 | 206 | 34.8 | 12.0 |
| Honduras | 1.9 | 0.6 | 1.5 | 51.4 | 249 | 56.2 | 6.8 |
| Nicaragua | 3.5 | 0.4 | 4.8 | 68.9 | 150 | 36.5 | 5.3 |
| Panamá | 1.6 | 0.1 | 1.5 | 68.8 | 153 | 30.6 | 3.1 |
| Colombia | 25.0 | 5.8 | 41.8 | 90.8 | 2241 | 53.9 | 43.5 |
| México | 30.8 | 7.1 | 80.0 | 74.6 | 5983 | 42.5 | 102.0 |
| Total | 67.5 | 15.3 | 135.3 | 76.1 | 9497 | 46.1 | 183.2 |

FUENTE: Cálculos con base en cifras de FAOSTAT (2004).

sector estratégico dentro de la economía latinoamericana.

La 27^a Conferencia Regional de la FAO para América Latina y El Caribe, celebrada en 2002 en la Habana, señaló varias fortalezas de la ganadería de América Central y México, algunas de las cuales tienen validez para Colombia, entre ellas: (1) la existencia de numerosos grupos de pequeños productores con posibilidades de mejorar su situación económica y social mediante el desarrollo y la modernización de esta industria; (2) es una actividad más tolerante a los desastres naturales, en comparación con la agricultura; (3) existe una gran demanda potencial de carne vacuna y productos lácteos, lo cual permitirá en el futuro inmediato incrementar sustancialmente el consumo de estos alimentos; (4) los países de la región se encuentran libres de la mayor parte de las enfermedades de la lista A de la OIE y han logrado significativos avances en el control de las enfermedades endémicas; (5) existe la tecnología apropiada para intensificar la producción sin impactos negativos sobre el medio ambiente y sin desplazar la agricultura; (6) la región posee suficientes recursos humanos calificados para enfrentar el desarrollo pecuario y (7) existe la infraestructura apropiada para el sacrificio certificado de vacunos con destino a los mercados de exportación.

El trabajo colaborativo durante varios años del CIAT con instituciones nacionales e internacionales ha permitido el desarrollo de opciones tecnológicas que permiten aprovechar de la mejor forma posible las ventajas del sector pecuario regional. Parte de ese esfuerzo se ha concretado en la obtención de materiales mejorados del género *Brachiaria* (*brachiaria*) que ofrecen mayor productividad, amplio rango de adaptación y resistencia a salivazo.

En este estudio se evaluó el impacto económico potencial de los materiales de segunda generación del género *Brachiaria*, resultantes del trabajo conjunto del Proyecto de Forrajes Tropicales del CIAT y de instituciones nacionales colaboradoras, próximos a ser liberados en Colombia, México y América Central. Se estimaron los beneficios económicos de la adopción en cada país, según sistema de producción, región y grupos de consumidores y productores, en escenarios alternativos (con y sin comercio internacional).

Características de los nuevos materiales de *Brachiaria*

Brachiaria decumbens y *B. brizantha* se encuentran ampliamente difundidas en diferentes ecosistemas de América tropical. Estas gramíneas, originarias del continente africano, comenzaron a ser cultivadas a escala significativa al finalizar la década de

1960 y al comienzo de la década de 1970 con el objeto de reemplazar pasturas naturales e introducidas de guinea (*Panicum maximum*), puntero (*Hyparrhenia rufa*), pangola (*Digitaria decumbens*) e imperial (*Axonopus scoparius*), entre otros (Ramírez y Seré, 1990).

En Colombia el empleo masivo de *B. decumbens* se remonta hacia 1970 y constituyó un hito tecnológico en la ganadería del país, ya que su adopción permitió intensificar los sistemas 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 recientes con especies forrajeras han permitido la liberación de nuevos cultivares de *Brachiaria* con diferentes atributos importantes para los sistemas productivos, así, hoy existen en el comercio los cultivares (cv.) Libertad, Toledo e Insurgente de *B. brizantha*; cv. Llanero de *B. dictyoneura* y cv. Pasto Humidicola y Chetumal de *B. humidicola*, y el híbrido *Brachiaria* cv. Mulato, todos ellos productos de la investigación colaborativa del Programa de Forrajes Tropicales del CIAT e instituciones nacionales e internacionales de investigación. Estos nuevos cultivares han tenido excelente acogida en los sistemas ganaderos de los diferentes ecosistemas tropicales.

El cv. Mulato es un híbrido de *Brachiaria* proveniente del cruce no. 625 (*Brachiaria ruziziensis* clon 44-6 x *Brachiaria brizantha* CIAT 6297) realizado en 1988 por el Programa de Mejoramiento del Proyecto Forrajes Tropicales del 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). A partir del 2000 se comenzó a producir y comercializar semilla de este cultivar en México a través de una alianza estratégica con una empresa privada. Este cultivar, tolerante a salivazo, 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 1000 mm/año, hasta 1800 m.s.n.m. y topografía plana a ondulada. Es resistente a sequías prolongadas. 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 *B. decumbens* y *B. brizantha*, elevando la producción de leche 1 a 2 kg/vaca por día adicionales en comparación con *B. brizantha* cv. Marandú o cv. Toledo (Peters et al., 2003).

Entre las accesiones de segunda generación que serán liberadas en 2005 sobresale el híbrido *Brachiaria* no. 4624 (CIAT 36087), que además de tener las mismas características de calidad forrajera del cv. Mulato, es resistente a múltiples especies de cercópidos, tiene mejor adaptación a ecosistemas con prevalencia de sequías prolongadas y una mayor capacidad de producción de semillas.

Metodología

La estimación del impacto económico del nuevo germoplasma de *brachiaria* se basa en la teoría clásica de excedentes económicos (Marshall, 1890), la cual plantea que en un mercado en equilibrio cuando se produce un desplazamiento de la función de oferta —en este caso por la adopción de pasturas mejoradas que incrementan la oferta de carne y de leche— se generan excedentes o beneficios económicos que capturan los consumidores y/o productores que participan en dicho mercado. Los primeros logran ganancias económicas debido a que el incremento de la oferta reduce los precios reales pagados y eleva la disponibilidad del producto en el mercado.

En la Figura 1A se muestra cómo la nueva tecnología aplicada en finca impulsa la productividad y desplaza la función de producción hacia arriba, generando mayor producción (q_1) con el mismo volumen de

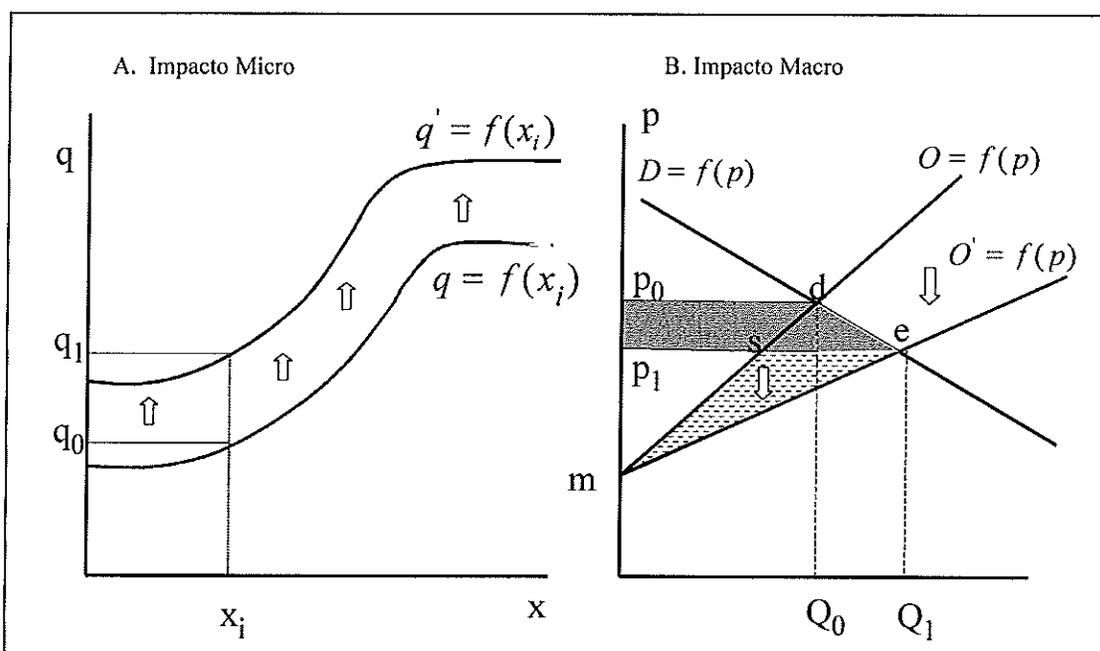


Figura 1. Impacto a escalas micro y macro del cambio tecnológico en la productividad en fincas.

recursos (x_i). Los menores costos por unidad de producto constituyen la fuente de ganancias económicas del productor al adoptar las nuevas tecnologías.

Cuando se masifica la adopción, la función de oferta del mercado se desplaza desde O a O' (Figura 1B) lo cual determina una nueva situación de equilibrio, que resulta en mayor cantidad de producto comercializada (sube de Q_0 a Q_1) a un precio menor (baja de p_0 a p_1). En la Figura 1B los beneficios recibidos por los consumidores corresponden al área p_0p_1ed y los de los productores a la diferencia entre mse (ganancias en productividad) y p_0p_1ds (pérdida de ingresos por reducción de precios). Los beneficios sociales totales, representados por las ganancias conjuntas de consumidores y productores, corresponden al triángulo mde .

Estos beneficios constituyen la retribución que recibe la sociedad por destinar recursos monetarios al diseño y desarrollo de nuevas alternativas tecnológicas. Conociendo el flujo anual de los beneficios de la tecnología y de las inversiones para desarrollarla se estiman indicadores de eficiencia económica, y rentabilidad social, usualmente utilizados en la evaluación económica tales como valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR) y relación beneficio/costo (B/C)¹

El modelo de evaluación

Las estimaciones de los beneficios del cambio tecnológico fueron realizadas mediante la aplicación del modelo MODEXC² (Modelo de Excedentes Económicos) que fue desarrollado por el CIAT y que permite calcular el flujo anual de beneficios tecnológicos, simulando los cambios en el mercado en la medida que avanza el proceso de difusión y adopción de la tecnología.

1. Para mayor información sobre los indicadores de rentabilidad económica y las técnicas de análisis puede consultarse en Gittinger (1992).
2. Para mayor información sobre el modelo, sus características, formas de empleo e información requerida se recomienda consultar en Rivas et al. (1999).

MODEXC trabaja con un sistema simultáneo de funciones oferta y demanda del tipo Cobb – Douglas, de elasticidad constante. Para simular el proceso de adopción incorpora una función logística o sigmoidea, que regula el desplazamiento anual de la oferta conforme la nueva tecnología es adoptada. Adicional al cambio tecnológico, permite incluir y evaluar cambios autónomos de demanda y oferta, independientes de las nuevas tecnologías bajo análisis. Dichos cambios corresponden a desplazamientos de la demanda propiciados por incrementos poblacionales y variaciones del ingreso y de los precios relativos. Por el lado de la oferta incluye variaciones ocasionadas por la adopción de otras tecnologías y también las relacionadas con la ampliación del aparato productivo debido a factores de tendencia.

El modelo opera con parámetros técnicos y económicos. Los primeros caracterizan la tecnología y su difusión y se relacionan con: (1) los cambios en los niveles de productividad, (2) la magnitud de las áreas a impactar y (3) la 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.

Información utilizada

En el Cuadro 3 se incluye el marco de referencia del ejercicio de evaluación por zonas geográficas (países y regiones), sistemas de producción (ceba o engorde de vacunos y doble propósito), ecosistemas (sabanas y laderas) y mercados de productos finales (carne y leche) afectados por el cambio tecnológico.

Cuadro 3. Marco de referencia de la evaluación del impacto económico potencial del uso de germoplasma mejorado de *Brachiaria* en Colombia, Centroamérica y México.

| Región/país | | |
|--|-----------------|-----------------|
| Colombia | Centroamérica | México |
| Llanos Orientales | Costa Rica | Zona tropical |
| Costa Norte | El Salvador | |
| | Guatemala | |
| | Honduras | |
| | Nicaragua | |
| | Panamá | |
| Sistema de producción | | |
| Ceba | Ceba | Ceba |
| Doble propósito | Doble propósito | Doble propósito |
| Mercados | | |
| Carne | Carne | Carne |
| Leche | Leche | Leche |
| Ecosistemas | | |
| Sabanas | Laderas | Sabanas |
| Población-2002 (x10³ personas) | | |
| 43.5 | 37.7 | 102.0 |

Los parámetros técnicos de productividad que aparecen del Cuadro 4 se fijaron con base en trabajos previos de investigación adelantados por el CIAT y las instituciones nacionales colaboradoras en las regiones consideradas en este estudio, en un proceso en el que se tuvo en cuenta la opinión de especialistas expertos en el tema.

Se trabajó con hipótesis conservadoras sobre los cambios en productividad y sobre la magnitud de las áreas influenciadas con la nueva tecnología para evitar, en lo posible, la sobreestimación de los beneficios tecnológicos.

Las áreas susceptibles de impactar con los nuevos materiales forrajeros se estimaron en función del área total en pasturas permanentes en cada país (FAO, 2004). Se asumió que en los próximos 20 años el 5% del área actual en pasturas en Colombia utilizaría las nuevas opciones forrajeras, principalmente en los Llanos Orientales y la Costa Norte, regiones ganaderas con alto potencial de adopción. En México sólo se consideró la zona tropical, por lo cual se asumió que el 2.5% de área actual en pasturas del país adoptaría estas tecnologías.

Cuadro 4. Niveles de productividad de la tecnología tradicional y de la mejorada y áreas a impactar en Colombia, Centroamérica y México.

| País/región | Tecnología y sistema de producción | | | | | | | | Área total a impactar con Brachiaria (1x10 ³ ha) |
|-------------------|------------------------------------|--|---------------------------|-------|--|------------------------|---|-------|---|
| | Brachiaria mejorado | | | | | Tradicional | | | |
| | Ceba | | Doble propósito | | | Ceba carne (kg/ha/año) | Doble propósito productividad (kg/ha/año) | | |
| | Carne (kg/ha/año) | Área a impactar (1x10 ³ ha) | Productividad (kg/ha/año) | | Área a impactar (1x10 ³ ha) | | Carne | Leche | |
| | | | Carne | Leche | | | | | |
| Colombia | 228 | 836.0 | 154 | 2080 | 1254.0 | 142 | 88 | 1200 | 2090.0 |
| Llanos Orientales | 250 | 501.6 | 130 | 1800 | 752.4 | 110 | 80 | 1100 | 1254.0 |
| Costa Norte | 320 | 334.4 | 190 | 2500 | 501.6 | 190 | 100 | 1350 | 836.0 |
| Centroamérica | 396 | 169.7 | 191 | 2808 | 169.8 | 169 | 105 | 1379 | 339.5 |
| Costa Rica | 550 | 29.2 | 230 | 3300 | 29.3 | 220 | 120 | 1600 | 58.5 |
| El Salvador | 550 | 10.0 | 230 | 3300 | 10.0 | 220 | 135 | 1600 | 20.0 |
| Guatemala | 320 | 32.5 | 180 | 2500 | 32.5 | 150 | 100 | 1300 | 65.0 |
| Honduras | 360 | 19.0 | 200 | 2900 | 19.0 | 160 | 110 | 1500 | 38.0 |
| Nicaragua | 320 | 60.0 | 180 | 2500 | 60.0 | 140 | 90 | 1200 | 120.0 |
| Panamá | 500 | 19.0 | 220 | 3200 | 19.0 | 200 | 120 | 1500 | 38.0 |
| México | 550 | 1000.0 | 180 | 3900 | 1000.0 | 220 | 150 | 1800 | 2000.0 |
| Total | 424* | 2005.7 | 167* | 2881* | 2423.8 | 183* | 115* | 1460* | 4429.5 |

* Promedio ponderado por área.

En los países centroamericanos, con predominio de las explotaciones ganaderas pequeñas y medianas, ubicadas en zonas de ladera con énfasis en la producción de leche, se asumió que el 2.5% del área en pasturas utilizaría germoplasma de brachiaria de segunda generación.

El sistema doble propósito tiene como atributo un flujo permanente de efectivo por venta de leche lo cual es crítico para los productores con recursos muy limitados, por tanto, se plantea que en este sistema la adopción es más dinámica que en las actividades de ceba de vacunos. En consecuencia, la duración de la adopción tecnológica en el doble propósito se fijó en 15 años y en ceba de 20.

El conjunto de datos sobre la productividad actual y potencial y las áreas que serán afectadas con el nuevo germoplasma de brachiaria (Cuadro 4) se sintetiza en el factor de desplazamiento de la función de oferta (K), que expresa en el mercado el efecto de la adopción de la nueva tecnología y 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 país, sistema de producción y región considerada se calcularon los valores del parámetro K , que se incluyen en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Valores del factor de desplazamiento de la oferta (K) por la adopción de nuevo germoplasma de *Brachiaria* en Colombia, Centroamérica y México.

| País/región | Sistema de producción | | |
|-------------------|-----------------------|-----------------|--------|
| | Ceba carne | Doble propósito | |
| | | carne | leche |
| Colombia | | | |
| Llanos Orientales | 1.0998 | 1.0535 | 1.0894 |
| Costa Norte | 1.0998 | 1.0285 | 1.0979 |
| Centroamérica | | | |
| Costa Rica | 1.0285 | 1.0082 | 1.0205 |
| El Salvador | 1.0097 | 1.0028 | 1.0070 |
| Guatemala | 1.0163 | 1.0077 | 1.0161 |
| Honduras | 1.0105 | 1.0050 | 1.0109 |
| Nicaragua | 1.0320 | 1.0160 | 1.0323 |
| Panamá | 1.0170 | 1.0057 | 1.0135 |
| México | 1.2306 | 1.0210 | 1.2226 |

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

| Variables | Colombia | | Centroamérica | | México | |
|--|----------|-------|---------------|-------|--------|-------|
| | carne | leche | carne | leche | carne | leche |
| Cantidad inicial de equilibrio Q_0 ('000 tm) | 703 | 5889 | 339 | 2422 | 1431 | 9438 |
| Precio inicial de equilibrio P_0 (US\$/tm) | 1470 | 205 | 1926 | 256 | 2400 | 270 |
| Precio mínimo de oferta M (US\$/tm) | 493 | 68 | 646 | 85 | 805 | 90 |
| Elasticidad precio: | | | | | | |
| Oferta | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 0.8 | 0.8 |
| Demanda | -0.9 | -0.9 | -0.9 | -0.9 | -0.9 | -0.9 |
| Tasa de crecimiento autónomo (%) | | | | | | |
| Oferta | 1.5 | 2.0 | 2.0 | 2.5 | 2.0 | 2.2 |
| Demanda | 2.1 | 2.5 | 2.2 | 2.7 | 2.0 | 2.2 |
| Tasa de descuento (%) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Precio internacional de referencia (US\$/tm) | 1450 | 190 | 1850 | 250 | 2300 | 250 |

a. Los parámetros económicos se fijaron con base en estudios económicos sobre el desarrollo histórico de la ganadería regional: Jarvis, L (1986); Sanint et al. (1985); Rivas y Valdés (1978); Rubinstein y Nores (1980); Pinstrup-Andersen et al. (1976); FAO (1971); Janssen et al. (1990); Rivas y Pachico (1997).

Los parámetros económicos que caracterizan a los mercados de carne y de leche en Colombia, Centroamérica y México se incluyen en el Cuadro 6. El periodo total de evaluación es de 23 años, iniciando el proceso de adopción en 2007, con una duración de 15 años en el sistema doble propósito y de 20 años en el de ceba de vacunos. Como año base para evaluación se considera 2004.

Resultados

Los beneficios sociales de la adopción de germoplasma mejorado de *brachiaria* en las regiones consideradas en el este estudio se estimaron en dos escenarios alternativos: el primero es un ambiente autárquico, en el que

todos 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 un escenario cerrado, en 2004 el valor presente del flujo anual de beneficios económicos obtenidos por las regiones como resultado de la adopción del nuevo germoplasma, se estimó en US\$4155 millones. De ese total, el 54% corresponde a beneficios generados en el mercado de carne vacuna y el 46% restante en el de leche. (Cuadro 7).

Cuadro 7. Valor presente de los beneficios tecnológicos derivados de la adopción de nuevo germoplasma de *Brachiaria* en Colombia, Centroamérica y México. (Economía cerrada).

| Región/país | Valor en 2004 (US\$ $\times 10^3$) | | | Leche (D.P.) | Valor total (US\$ $\times 10^3$) | Valor carne + leche en 2003 (US\$ $\times 10^3$) | Beneficios tecnológicos (% valor de la producción) |
|-------------------|-------------------------------------|-------------------|--------|--------------|-----------------------------------|---|--|
| | Carne vacuna | | Total | | | | |
| | Ceba | D.P. ^a | | | | | |
| América Central | 136.1 | 66.4 | 202.5 | 160.8 | 363.3 | 1273.0 | 29.4 |
| Nicaragua | 38.2 | 23.4 | 61.6 | 51.8 | 113.4 | 150.0 | 77.9 |
| Costa Rica | 34.0 | 12.0 | 46.0 | 32.9 | 78.9 | 329.0 | 24.8 |
| Honduras | 12.6 | 7.3 | 19.9 | 17.5 | 37.4 | 249.0 | 15.5 |
| El Salvador | 11.5 | 4.1 | 15.6 | 11.2 | 26.8 | 186.0 | 14.9 |
| Panamá | 20.3 | 8.3 | 28.6 | 21.6 | 50.2 | 153.0 | 33.8 |
| Guatemala | 19.5 | 11.3 | 30.8 | 25.8 | 56.6 | 206.0 | 28.3 |
| Colombia | 283.5 | 177.0 | 460.5 | 499.7 | 960.2 | 2241.0 | 42.8 |
| Llanos Orientales | 175.1 | 115.4 | 290.5 | 238.5 | 529.0 | | |
| Costa Norte | 108.4 | 61.6 | 170.0 | 261.2 | 431.2 | | |
| México | | | | | | | |
| Región tropical | 1410.4 | 158.0 | 1568.4 | 1262.8 | 2831.2 | 5983.0 | 47.3 |
| Total | 1837.6 | 405.0 | 2242.6 | 1923.3 | 4154.7 | 9497.0 | 43.9 |

a. D.P. = sistema doble propósito.

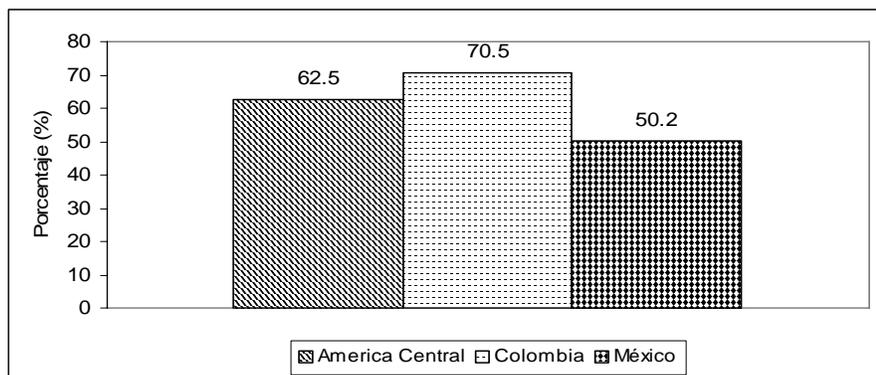


Figura 2. Participación porcentual del sistema de doble propósito en los beneficios tecnológicos totales del uso de germoplasma mejorado de *Brachiaria*.

Para tener un punto de referencia con respecto a la magnitud de los beneficios tecnológicos se estimó la producción de carne y leche en 2003, siendo ésta de US\$9487 millones. De esta cifra se infiere que el valor presente de los beneficios estimados equivale al 44% del valor total de la producción en ese año (Cuadro 7). Esta proporción cambia según región y país, así, en Centroamérica es de 29%, fluctuando entre 78% en Nicaragua y 15% en El Salvador, en Colombia de 43% y en México de 47%.

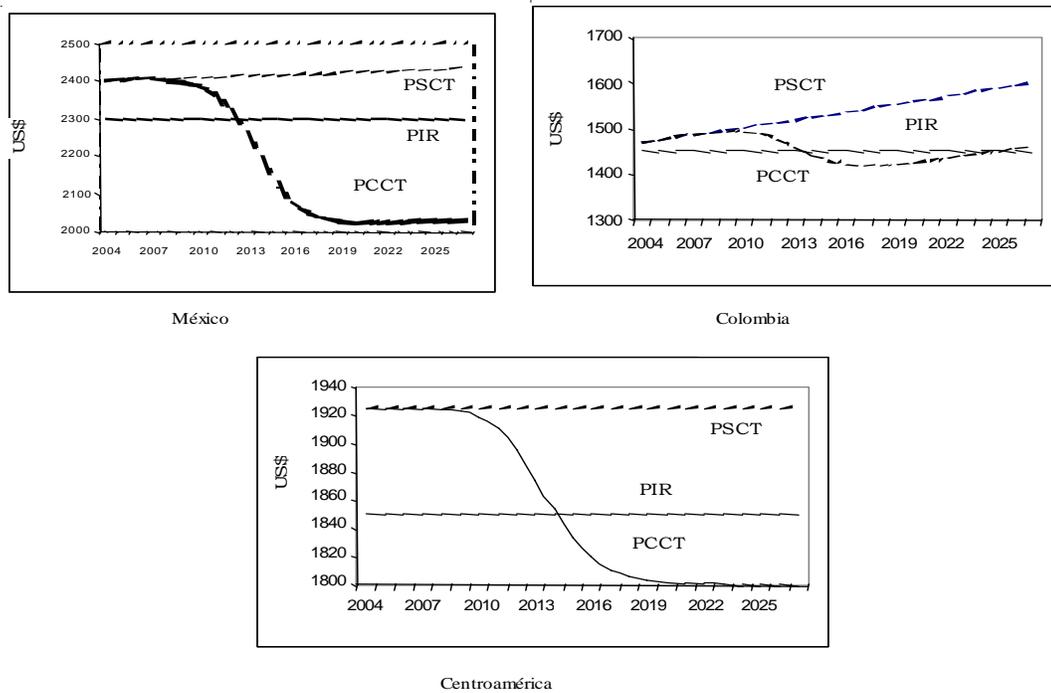
Los resultados reflejan la importancia de los sistemas doble propósito en las ganaderías del trópico latinoamericano. Como se observa en la Figura 2 una elevada fracción de los beneficios totales se genera en este sistema, en el que predominan los pequeños y medianos productores.

En un esquema teórico de economía cerrada los beneficios del cambio tecnológico se concentran principalmente en los consumidores, quienes se favorecen por el hecho de que la producción adicional resultante de la adopción de las nuevas tecnologías debe ser totalmente absorbida por el mercado local, lo cual provoca una acentuada reducción de sus precios. En la Figura 3 se observa el impacto de la adopción a gran escala de los nuevos materiales forrajeros sobre los precios de carne vacuna. Del total de beneficios que se lograrían (US\$4155 millones), el 83% está

representado por las ganancias alcanzadas por los consumidores debido a la reducción de los precios y al incremento del consumo. El 17% restante corresponde a los beneficios capturados por los productores, quienes al adoptar la nueva tecnología aumentan la productividad y reducen los costos unitarios de producción. En la Figura 4 se presenta la misma situación para el caso de la leche.

Si se considera la posibilidad de exportar, se observa que con la ampliación de la demanda como resultado de las mayores compras adicionales se produce una redistribución de los beneficios tecnológicos en favor de los productores. Por otro lado, el crecimiento de la demanda frena la caída de los precios domésticos, favoreciendo a los ganaderos que adoptan los nuevos materiales forrajeros.

Para el conjunto de países considerados en este estudio, la apertura comercial implica que los beneficios recibidos por los consumidores se reducen casi en una tercera parte (34%), mientras que los obtenidos por los productores crecen más del doble (Cuadro 8). Este aspecto de la equidad en la distribución de los beneficios tecnológicos es de particular relevancia para mantener un sector productivo moderno, proclive al cambio tecnológico y con altos estándares de competitividad, en un sistema cada vez más globalizado.

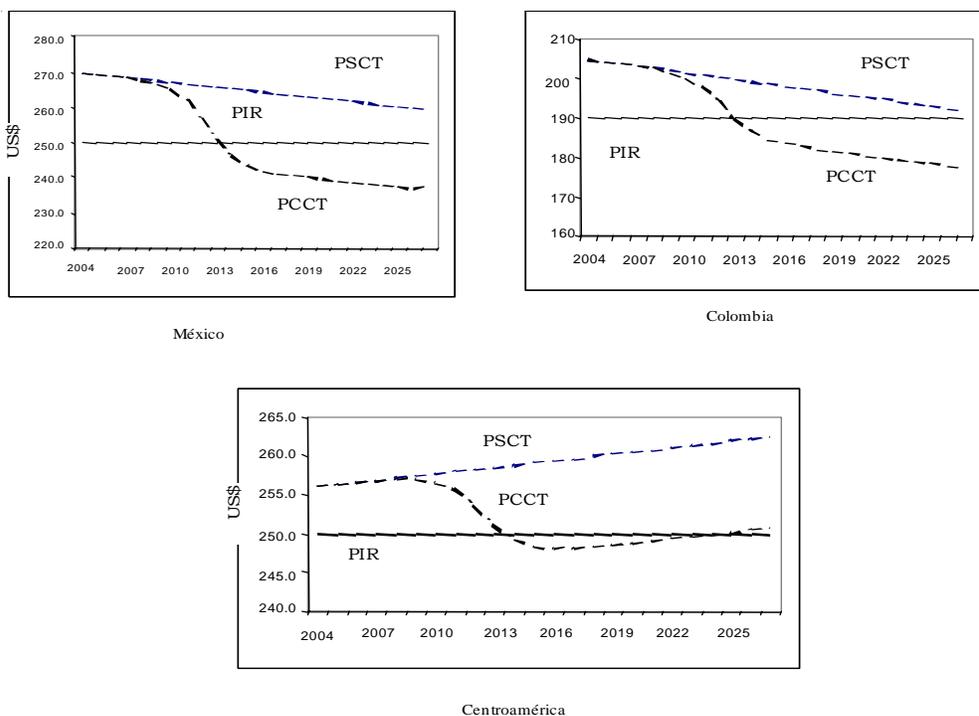


PCCT: Precio real de carne vacuna con cambio tecnológico
 PSCT: Precio real de carne vacuna sin cambio tecnológico.
 PIR: Precio Internacional de referencia a partir del cual el país empieza a exportar.

Figura 3. Evolución de los precios de carne vacuna en México, Colombia y Centroamérica con y sin adopción de germoplasma mejorado de *Brachiaria*.

Cuadro 8. Distribución de los beneficios de la adopción de germoplasma mejorado de *Brachiaria* por país, región, consumidores y productores (US\$ millones).

| Región/país | Carne vacuna | | | Leche | | | Total | |
|-------------------------|--------------|-----------|--------|------------|-----------|--------|--------------------------|-------|
| | Consumidor | Productor | Total | Consumidor | Productor | Total | US\$ (x10 ³) | % |
| Economía cerrada | | | | | | | | |
| Centroamérica | 169.0 | 33.5 | 202.5 | 138.0 | 22.8 | 160.8 | 363.5 | 8.7 |
| Nicaragua | 51.4 | 10.2 | 61.6 | 44.5 | 7.3 | 51.8 | 113.4 | 2.7 |
| Costa Rica | 38.4 | 7.6 | 46.0 | 28.2 | 4.7 | 32.9 | 78.9 | 1.9 |
| Honduras | 16.6 | 3.3 | 19.9 | 15.0 | 2.05 | 17.5 | 37.4 | 0.9 |
| El Salvador | 13.6 | 2.6 | 15.6 | 9.6 | 1.6 | 11.2 | 26.8 | 0.6 |
| Panamá | 23.9 | 4.7 | 28.6 | 18.5 | 3.1 | 21.6 | 50.2 | 1.2 |
| Guatemala | 25.7 | 5.1 | 30.8 | 22.1 | 3.7 | 25.8 | 56.6 | 1.4 |
| Colombia | 374.3 | 86.2 | 460.5 | 416.5 | 83.2 | 499.7 | 960.2 | 23.1 |
| México | 1313.1 | 255.3 | 1568.4 | 1054.3 | 208.5 | 1262.8 | 2831.2 | 68.1 |
| Total | 1856.4 | 375.0 | 2231.4 | 1608.8 | 314.5 | 1923.3 | 4154.7 | 100.0 |
| Distribución (%) | 83.2 | 16.8 | 100.0 | 83.6 | 16.4 | 100.0 | - | - |
| Economía abierta | | | | | | | | |
| Centroamérica | 118.6 | 84.9 | 203.5 | 126.3 | 34.5 | 160.8 | 364.3 | 8.7 |
| Nicaragua | 36.1 | 25.8 | 61.9 | 40.7 | 11.1 | 51.8 | 113.7 | 2.7 |
| Costa Rica | 27.0 | 19.3 | 46.3 | 25.8 | 7.1 | 32.9 | 79.2 | 1.9 |
| Honduras | 11.7 | 8.4 | 20.1 | 13.7 | 3.8 | 17.5 | 37.6 | 0.9 |
| El Salvador | 9.1 | 6.6 | 15.7 | 8.8 | 2.4 | 11.2 | 26.9 | 0.6 |
| Panamá | 16.7 | 12.0 | 28.7 | 17.0 | 4.6 | 21.6 | 50.3 | 1.2 |
| Guatemala | 17.9 | 12.9 | 30.8 | 20.3 | 5.5 | 25.8 | 56.6 | 1.3 |
| Colombia | 324.8 | 136.4 | 461.2 | 213.6 | 294.7 | 508.3 | 969.5 | 23.1 |
| México | 811.3 | 775.8 | 1587.1 | 672.9 | 603.4 | 1276.3 | 2863.3 | 68.2 |
| Total | 1254.7 | 997.1 | 2251.8 | 1012.8 | 932.5 | 1945.3 | 4197.2 | 100.0 |
| Distribución (%) | 58.3 | 41.7 | 100.0 | 78.6 | 21.4 | 100.0 | - | - |



PCCT: Precio real de leche con cambio tecnológico
 PSCT: Precio real de leche sin cambio tecnológico.
 PIR: Precio internacional de referencia a partir del cual el país comenzaría a exportar

Figura 4. Evolución de los precios de leche en México, Colombia y Centroamérica con y sin adopción de germoplasma mejorado de *Brachiaria*.

Los cambios en la participación de los diferentes sectores sociales en los beneficios tecnológicos, según el tipo de economía que se considere, aparecen en el Cuadro 9. En América Central la apertura comercial determinaría que la participación de los productores pasaría de 16% a 33%, en Colombia de 18% a 44% y en México de 16% a 48%. De acuerdo con las cifras en el Cuadro 8 el impacto del comercio exterior sobre el valor presente de los beneficios totales

Cuadro 9. Impacto de la apertura comercial en la distribución de los beneficios tecnológicos de pasturas mejoradas de *Brachiaria* en Colombia, Centroamérica y México considerando economías cerrada y abierta.

| País/región | Participación de los consumidores (%) | | Participación de los productores (%) | |
|---------------|---------------------------------------|---------|--------------------------------------|---------|
| | Cerrada | Abierta | Cerrada | Abierta |
| Centroamérica | 84.5 | 67.2 | 15.5 | 32.8 |
| Colombia | 82.4 | 55.5 | 17.6 | 44.5 |
| México | 83.6 | 51.8 | 16.4 | 48.2 |
| Total | 83.4 | 54.0 | 16.6 | 46.0 |

recibidos por la sociedad es de escasa magnitud, representando un incremento del 1% (US\$43 millones), no obstante, su efecto más importante es de carácter redistributivo, como ya se mencionó.

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 tales como área total afectada con la nueva tecnología al concluir el proceso de adopción, niveles de productividad esperados con los nuevos materiales forrajeros y tiempo de duración del proceso de adopción y difusión. Si bien la fijación de estos valores se hizo con criterio conservador para evitar al máximo la sobreestimación de los resultados económicos, es importante evaluar la magnitud de los cambios en los beneficios cuando ocurren circunstancias adversas.

Por lo anterior se plantearon tres escenarios alternativos: (1) Disminución en 50% del área total a afectar con el nuevo germoplasma de *brachiaria*. (2) Reducción en 10% de los rendimientos potenciales de los materiales forrajeros mejorados. (3) 50% más de tiempo antes de lograr la adopción.

Si la magnitud de las áreas impactadas al finalizar el proceso de adopción del germoplasma fuera la mitad del área considerada en el escenario base, los beneficios caerían entre 47% y 48% (Cuadro 10). En el caso de que la adopción fuera más lenta y el tiempo de adopción se incrementara en 50%, los beneficios se reducirían en un rango entre 29% y 30%.

Los rendimientos de los nuevos materiales aparecen como la variable de mayor relevancia en la determinación del nivel de ganancias sociales. Una caída de 10% en la productividad de carne o de leche induciría una pérdida entre 18% y 22% en los beneficios, en relación con el escenario base.

Considerando lo anterior en función de elasticidades³, se concluye que los beneficios sociales son muy elásticos frente a cambios en los rendimientos físicos de los nuevos materiales forrajeros. En este caso, una reducción de 1% en la productividad significaría que los beneficios declinarían más que proporcionalmente entre 1.8% y 2.2% (Cuadro 11).

Las elasticidades de las ganancias sociales frente a los cambios en el área a impactar y a la duración del proceso de adopción son de menor magnitud, menos que proporcionales. Se puede inferir que los beneficios económicos de la nueva tecnología son moderadamente inelásticos, cuando se presentan cambios en ambas variables.

La estabilidad a escala de finca de los rendimientos físicos de los nuevos materiales forrajeros depende de factores internos y externos. Los internos se relacionan con la adaptación del nuevo germoplasma de *brachiaria* a las condiciones

Cuadro 10. Sensibilidad de los beneficios tecnológicos ante cambios en supuestos críticos relacionados con la adopción de los nuevos materiales de *Brachiaria* en Colombia, Centroamérica y México. (US\$ $\times 10^3$).

| Escenarios | Colombia | | Centroamérica | | México | |
|---|---------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| | Nivel de beneficios | Reducción porcentual ^a | Nivel de beneficios | Reducción porcentual ^a | Nivel de beneficios | Reducción porcentual ^a |
| 10% de reducción en rendimientos potenciales de la nueva tecnología | 750.1 | 21.9 | 297.0 | 18.2 | 2314.8 | 18.2 |
| 50% de reducción en el área meta a impactar con materiales forrajeros | 505.0 | 47.4 | 187.5 | 48.4 | 1502.0 | 46.9 |
| 50% de incremento en el tiempo de adopción | 680.3 | 29.1 | 255.1 | 29.8 | 1977.7 | 30.1 |
| Escenario base | | 960.2 | | 363.3 | | 2831.2 |

a. Reducción con respecto al escenario base.

3. 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 11. Elasticidad de los beneficios sociales con respecto a cambios en variables críticas de adopción de germoplasma mejorado de *Brachiaria* en Colombia, Centroamérica y México.

| País/región | Cambio porcentual en: | | | Cambio porcentual en beneficios sociales por: | | |
|---------------|-----------------------|-----------------|----------------------|---|-------------------------------|-----------------------------|
| | Rtos. | Area a impactar | Duración de adopción | Caída en rendimientos | Reducción del área a impactar | Menor celeridad en adopción |
| Colombia | -0.10 | -0.50 | -0.50 | -0.219 | -0.474 | -0.291 |
| Centroamérica | -0.10 | -0.50 | -0.50 | -0.182 | -0.484 | -0.298 |
| México | -0.10 | -0.50 | -0.50 | -0.182 | -0.469 | -0.301 |

| País/región | Elasticidad de los beneficios sociales con respecto a: | | |
|---------------|--|-----------------|-------------------------|
| | Rendimientos | Area a impactar | Duración de la adopción |
| Colombia | 2.19 | 0.948 | 0.582 |
| Centroamérica | 1.82 | 0.968 | 0.596 |
| México | 1.82 | 0.938 | 0.602 |

específicas de la finca y a su manejo durante las fases de establecimiento y pastoreo. Los externos se asocian con la calidad de la semilla adquirida por los productores, la presencia de plagas y enfermedades y la prevalencia de condiciones climáticas extremas.

Para asegurar un óptimo rendimiento de los nuevos materiales es necesario garantizar el suministro adecuado de semillas de buena calidad a precios que permitan a los ganaderos utilizar las densidades de siembra recomendadas. El sector productor de semillas forrajeras en la región a menudo es pequeño y poco desarrollado, lo cual no permite aprovechar las economías de escala para reducir los costos unitarios de producción de los nuevos cultivares y mejorar así las posibilidades de adopción. Además, para el correcto desarrollo de las actividades del productor en las fases de establecimiento y utilización de pasturas es necesario mantener un flujo constante de información técnica en temas críticos como métodos de labranza, densidades de siembra, aplicación de insumos y manejo del pastoreo.

Impacto sobre la economía de los grupos sociales más vulnerables

El cambio tecnológico en la agricultura cumple un rol clave en el cumplimiento de dos de las principales metas sociales. Por un lado, reduce la pobreza y mejora la equidad social y por otro, incrementa el ritmo de crecimiento económico para elevar las condiciones de vida de la sociedad en general.

Cuando se pretende incrementar la equidad, el cambio técnico se concibe como un mecanismo primario que permite aumentar los ingresos de los grupos sociales con menores recursos, con lo cual se espera reducir la pobreza y elevar los niveles de nutrición de la población objetivo.

Los alimentos básicos, como la carne y la leche, cumplen esta doble función ya que cuando se mejoran las condiciones para su producción se incrementa la disponibilidad de alimentos y se generan ingresos que pueden capturar los grupos con menores recursos económicos, lo cual permite elevar los índices de nutrición. Por otro lado, a través de las relaciones con otros sectores se impulsa el crecimiento económico general. Este último tema supera el alcance de este trabajo, ya que sólo estima los impactos directos del cambio tecnológico en el sector ganadero. No obstante, es preciso señalar que el proceso induce efectos indirectos en otros sectores económicos, que se traducen en avances del empleo, la producción y el comercio (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 que por el cambio técnico recibirían estos segmentos de la población. En este contexto se consideraron dos grupos, definidos en un trabajo previo para América Latina en conjunto elaborado por Janssen et al. (1990). Los consumidores más pobres, que

Cuadro 12. Beneficios tecnológicos (US\$ $\times 10^3$) de la adopción de germoplasma mejorado de *Brachiaria* que recibirían los grupos más vulnerables de la población en Colombia, Centroamérica y México.

| País/región | Tipo de economía | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|----------------------|--------------------------|-------------|--|----------------------|--------------------------|-------------|
| | Cerrada | | | | Abierta | | | |
| | Valor presente de los beneficios capturados por: | | Total grupos vulnerables | | Valor presente de los beneficios capturados por: | | Total grupos vulnerables | |
| | Consumidores más pobres | Productores pequeños | US\$ $\times 10^3$ | % del total | Consumidores más pobres | Productores pequeños | US\$ $\times 10^3$ | % del total |
| Centroamérica | 78.1 | 20.1 | 98.2 | 27.0 | 62.5 | 39.3 | 101.8 | 27.9 |
| Colombia | 201.9 | 64.0 | 265.9 | 27.7 | 136.7 | 182.8 | 319.6 | 33.0 |
| México | 602.4 | 170.6 | 773.0 | 27.3 | 377.8 | 503.4 | 881.2 | 30.8 |
| Total | 882.4 | 254.7 | 1137.1 | 27.4 | 577.0 | 725.5 | 1302.5 | 31.0 |
| Participación en (%) ^a : | | | | | | | | |
| Consumo | 25.5 | — | — | — | 25.5 | — | — | — |
| Producción | — | 41.0 | — | — | — | 41.0 | — | — |

a. Cifras tomadas de Janssen et al. (1990).

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. El otro grupo está representado por los productores más pequeños quienes, también, se encuentran en el mismo estrato de ingreso de los consumidores más pobres.

Las estimaciones muestran que como consecuencia del cambio tecnológico en la producción de carne y leche en los países seleccionados, 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 pequeños en conjunto recibirían en 2004 un flujo de beneficios equivalente a US\$1137 millones. Esta cifra representa cerca de una cuarta parte (27%) de los beneficios sociales totales. Al abrir los mercados, la proporción se incrementa ligeramente, situándose en 31% (Cuadro 12).

Beneficios de la tecnología e inversión en investigación

Los beneficios sociales derivados de la adopción de nuevas tecnologías constituyen la retribución económica a las inversiones efectuadas para desarrollar las nuevas alternativas de producción. El flujo de beneficios del cambio puede ser expresado también en anualidades, es decir, una suma constante de beneficios que se recibe cada año durante un período de 23 años, que es el

tiempo transcurrido entre el año base (2004) y el año final de evaluación (2027).

Se estima que para 2004 en los países bajo estudio, el cambio tecnológico basado en el empleo de germoplasma mejorado de *brachiaria* genera un flujo de beneficios por un valor presente de US\$4155 millones. Si ese flujo se distribuye como una anualidad, el conjunto de países recibe una cantidad fija de US\$468 millones anuales durante 23 años. A Colombia le corresponden US\$108 millones, a Centroamérica US\$41 y a México US\$319 millones (Cuadro 13)

Seré y Jarvis (1989) estiman que en América Latina tropical la inversión anual en investigación en pasturas mejoradas no supera los US\$20 millones. Con este punto

Cuadro 13. Valor presente y anualidades de los beneficios sociales de la adopción de nuevo germoplasma de *Brachiaria* en Colombia, Centroamérica y México, (US\$ $\times 10^3$).

| País/ región | Valor presente ^a | Anualidad ^a |
|---------------|-----------------------------|------------------------|
| Colombia | 960.2 | 108.1 |
| Centroamérica | 363.3 | 40.9 |
| Nicaragua | 113.4 | 12.7 |
| Costa Rica | 78.9 | 8.9 |
| Honduras | 37.4 | 8.9 |
| El Salvador | 26.8 | 3.1 |
| Panamá | 50.2 | 5.6 |
| Guatemala | 56.6 | 6.4 |
| México | 2831.2 | 318.7 |
| Total | 4154.7 | 467.7 |

a. Tasa de descuento: 10% anual.

de referencia se puede decir que el beneficio potencial de este tipo de investigación supera ampliamente las inversiones en su desarrollo y que en consecuencia resultan económicamente eficientes y socialmente rentables.

Conclusiones

Los resultados de este estudio permiten concluir lo siguiente:

- El valor presente en el 2004 de los beneficios tecnológicos de la introducción de germoplasma mejorado de *brachiaria* en sistemas de ceba y doble propósito en los ecosistemas de sabanas (Colombia y México) y de laderas (Centroamérica) se estimó en US\$4155 millones, equivalente al 44% de la producción de carne y leche de esos países en el 2003. Esta cifra representa el impacto directo sobre el sector ganadero, sin tener en cuenta los efectos indirectos sobre otros sectores de la economía.
- La apertura de los mercados implica redistribuir los beneficios tecnológicos del cambio entre productores y consumidores. Dicha apertura permite que los primeros incrementen su participación en los beneficios totales de 17% a 46%. Este aspecto redistributivo es clave para mantener un sector productivo moderno, proclive al cambio tecnológico y altamente competitivo en un sistema globalizado.
- Los resultados obtenidos muestran la gran importancia del sistema doble propósito en las ganaderías tropicales. Una fracción de los beneficios de la tecnología de nuevas pasturas, que supera el 50%, se origina en este 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 una cuarta parte de los beneficios totales. En el caso de los consumidores más pobres, definidos

como un segmento de la población que incluye los dos primeros quintiles de la distribución de ingreso, equivaldría a una población cercana a 73 millones de personas de los 183 millones de habitantes en la región.

- Mantener los niveles de productividad de los nuevos materiales a lo largo del tiempo es clave para garantizar los beneficios sociales y para 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 debe, igualmente, resaltar el rol crítico de la productividad en el proceso de difusión. El desempeño productivo de los nuevos materiales afecta tanto la magnitud de las áreas involucradas en el proceso como la duración del mismo.
- Los beneficios tecnológicos, expresados como anualidades, superan ampliamente la inversión anual de la región para investigación en pasturas mejoradas. Esto evidencia su alta racionalidad y eficiencia económica y su elevado retorno social.

Summary

The potential economic impact of the adoption of new *Brachiaria* cultivars, resistant to cercopids (spittlebugs), on livestock production systems of Colombia's northern coast and Eastern Plains areas, the Mexican tropics, and Central America was evaluated using the MODEXC economic model (Rivas et al., 1999). The model estimates the economic benefits attributable to the use of new cultivars, separated by country, region, ecosystem, production system, and large social groups (consumers and producers). The model operates with technical parameters that characterize new technology and dissemination and economic processes, indicating the market supply and demand for

milk and beef products as affected by technological change. The technical parameters used in the study were based on previous research projects carried out in target countries and on the opinions of experts. Economic parameters were established based on several studies conducted on regional milk and beef markets. The benefits of the new technology were estimated for a 20-year period, starting as of 2007, and are expressed in terms of present value (PV) and annuities (A). Estimates were obtained by alternatively using economic frameworks for open and closed economies. In a closed economy, without international trade, the present value of technological benefits was estimated at US\$4155 million, of which 54% would be generated in the beef market and the rest in the milk market. Most benefits (68%) are concentrated in Mexico (US\$2831), followed by Colombia with 23% (US\$ 960 million) and Central America with 9% (US\$363 million). The estimation of the value of beef and milk production in 2003 served to determine the extent of estimated technological benefits. Their present value accounted for 44% of that year's production value, ranging from 16% in Honduras to 78% in Nicaragua. These results indicate the important role played by dual-purpose systems in livestock production in the tropics. In study countries, more than half of the technological benefits are attributed to the dual-purpose production system, as follows: 70% in Colombia, 62% in Central America, and 50% in Mexico. When production surpluses resulting from technology improvement are commercialized internally, then consumers benefit the most, being favored with the fast fall of prices, which allows them to increase their consumption. In the present case and in a closed economy, 83% of total social benefits would be captured by beef and milk consumers. In the case of an open market, the producers' share of total benefits would rise to 46%. In both schemes (open or closed economy), the poorest consumers and producers, together, received more than one fourth of the benefits generated by technological change: consumers, 27%, and producers, 31%. This amounts to a present

value between US\$1137 and US\$1303 million for all study countries. The study concluded that the most critical variable in determining the level of technological benefit is yield (productivity) of new technology in terms of beef and milk/hectare. The elasticity of benefits regarding yields was estimated at 2.2 for Colombia and 1.8 for Central America and Mexico, which implies that if productivity decreases by 1%, the fall in social benefits is more than proportional. Social benefits are less elastic regarding the magnitude of the area to impact and the duration of adoption. For example, in Colombia if the area with improved materials declined one percentile, then benefits would drop approximately six-tenths of a percentile. In all alternative scenarios proposed, the investment in developing new pastures results economically attractive, despite the adverse circumstances found in those scenarios. The technological benefits expressed as annuity—a fixed sum of money received for a given number of years—show that the region's current investment in the generation of new forage options is very low compared with the annual amount of social benefit that could be generated by the use of these new materials.

Referencias

- FAO. 1971. Agricultural commodity projections 1979–1980. Roma.
- _____. 2004. FAOSTAT On line.
- Gittinger, J. P. 1972. Análisis económico de proyectos agrícolas, Serie Banco Mundial. Editorial Tecnos. Washington. D. C.
- 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.
- Holmann, F. y Peck, D. 2002. El daño económico del salivazo de los pastos en

- Colombia: Una primera aproximación del impacto sobre la producción animal en *Brachiaria decumbens*. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Proyecto de Forrajes Tropicales. (manuscrito).
- 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. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Jarvis, L. S. 1986. Livestock development in Latin America. World Bank. Washington D. C.
- Marshall, A. 1980. Principios de economía 4ª. Edición 1963. Editorial Aguilar, Madrid.
- Michelsen H. 1990. Análisis del desarrollo de la producción de leche en la zona tropical húmeda: El caso del Caquetá, Colombia. Documento de Trabajo no 60. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Miles, J. W. 1999. Nuevos híbridos de *Brachiaria*. Pasturas Tropicales 21(2):78.
- Peters, M.; Franco, L. H.; Schmidt, A.; e Hincapié, B. 2003. Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores en Centroamérica. Publicación CIAT no. 333. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Pinstrup-Andersen, P.; Ruíz de Londoño, N.; y Hoover, E. 1976. The Impact of increasing food supply on human nutrition: Implications for priority commodities for Agricultural research. Amer. J. Agric. Econ. 58(2):131-142.
- Ramírez, A. y Seré, C. 1990. *Brachiaria decumbens* en el Caquetá: Adopción y uso en ganaderías de doble propósito. Cali, Colombia. Documento de Trabajo CIAT 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, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y Universidad de la Amazonia.
- Rivas, L; García, J.; Seré, C.; Jarvis, L. S.; Sanint, L. R.; y Pachico, D. 1999. MODEXC: A friendly computer model. Release 4.1. CIAT. Impact Assessment Project.
- Rivas, L. y Valdés, A. 1978. Variaciones de las existencias y ventas de ganado en Colombia durante 1940-1970: Un enfoque econométrico. Revista Plantación y Desarrollo, mayo-agosto. p. 49-82.
- Rivas, L. y Pachico, D. 1997 Evaluación de los beneficios sociales del uso de pasturas mejoradas en las ganaderías de América tropical: Un análisis ex ante. Proyecto de Evaluación de Impacto. Agosto 1997. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- 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. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (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. Revista Plantación 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. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).