

Priorización y toma de decisiones de inversión en procesos de Investigación & Desarrollo

**Trabajo presentado en el Taller
Metodologías para Identificación y Priorización
de Demandas para Innovación Tecnológica en Bolivia**

Libardo Rivas R.

**Ministerio de Asuntos Indígenas, Campesinos y Agropecuarios
Dirección General de Desarrollo Productivo
Dirección General de Desarrollo Tecnológico**

y

**Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT
Proyecto de Evaluación de Impacto**



Cochabamba, Bolivia, Octubre 8 – 9, 2003

Resumen

Este trabajo se elaboró para compartir en el Taller de Metodologías para Identificación y Priorización de Demandas para Innovación Rural, parte de las experiencias que en este campo tiene el Proyecto de Evaluación de Impacto del CIAT. Incluye dos temas principales: 1) La importancia y el marco conceptual de los procesos de priorización – evaluación y 2) Un modelo económico y su aplicación empírica, en la evaluación *ex – ante* de varias opciones tecnológicas del Proyecto de Forrajes del CIAT.

El estudio incluye 7 secciones: 1) Una introducción donde se destaca la importancia social de la eficiencia y eficacia de las agendas de investigación y desarrollo (I&D) y el rol crítico de las actividades de priorización. 2) Análisis de la secuencia de los procesos de priorización – evaluación. 3) Discusión de los múltiples criterios para la fijación de las prioridades de I&D. 4) Principales criterios usados para la fijación de prioridades. 5) Modelo económico (MODEXC), implementado por el CIAT, para la evaluación del impacto. 6) Caso práctico de la aplicación del modelo y 7) Conclusiones.

Se presenta el caso del empleo de MODEXC en la evaluación *ex – ante*, de varias tecnologías del Proyecto de Forrajes del CIAT. Se hace una breve revisión de su base teórica y se incluyen los supuestos técnicos y económicos para correr el modelo y algunos de los resultados logrados.

En el documento se enfatiza en el hecho de que los trabajos de fijación de prioridades requieren el aporte de diversas disciplinas científicas de las áreas sociales, biológicas, ambientales y económicas, ya que estos ejercicios se deben efectuar en función de una amplia gama de metas sociales tales como reducción de pobreza y miseria, disminución de la desigualdad social, incremento de la producción, la productividad y la competitividad y preservación de la base de recursos naturales y del medio ambiente.

No siempre esas metas sociales marchan en el mismo sentido y en oportunidades suelen contraponerse. Los analistas aportan criterios de decisión de diversa índole, a quienes en definitiva tienen la responsabilidad de definir las prioridades. Estos últimos deben dar un peso o ponderación a los diversos criterios de decisión, lo cual entra en el campo de la subjetividad de quien toma la decisión.

Palabras Clave: *Priorización, evaluación, metas sociales, modelos económicos.*

Priorización y toma de decisiones de inversión en procesos de investigación & desarrollo

Libardo Rivas R.¹

1. Introducción

Se considera que la inversión en ciencia y tecnología es una de las opciones de inversión social más rentables, dado su elevado impacto sobre las tasas de crecimiento de la economía y en el bienestar de la sociedad.

En los países latinoamericanos, en las últimas décadas, se han incrementado las dificultades para financiar los programas de desarrollo tecnológico y es así como muchos institutos nacionales de investigación han sufrido grandes reajustes, que incluyen severos recortes en los gastos y en el personal técnico y científico.

Varias razones se han esgrimido para explicar la situación. El lento crecimiento de las economías regionales, asociado con déficits estructurales y crónicos de las finanzas públicas, que impiden un adecuado flujo de inversiones estatales para investigación.

Algunos analistas cuestionan la efectividad del trabajo de investigación, argumentando que no se ha ajustado a las necesidades y demandas de la sociedad, en particular a las de los grupos de población de menores recursos.

Por otra parte, los flujos externos para investigación también tienden a declinar. Para los donantes de los países desarrollados han cambiado las prioridades. Se considera que muchos países de África y Asia, presentan índices de desarrollo, niveles de bienestar y condiciones de vida, muy por debajo de los observados en América Latina y en consecuencia se enfatiza el apoyo hacia esas regiones del mundo.

Dentro de este nuevo contexto de estrechez financiera para adelantar acciones de I&D, se requieren nuevos modelos y metodologías para organizar y dirigir los centros de investigación y para definir las áreas y líneas de investigación, de forma tal que se pueda asegurar la eficacia, el impacto y la rentabilidad de las inversiones efectuadas.

¹ Economista, Proyecto de Evaluación de Impacto del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. e- mail: l.rivas@cgiar.org

Reiterando, para satisfacer las crecientes demandas sobre las instituciones de I&D, los investigadores, planificadores y administradores, deben asegurarse que los escasos recursos disponibles, se empleen de la forma más eficiente posible. Para este propósito se requiere generar información confiable y relevante, sobre el impacto potencial y real de las actividades de I&D, para concentrarse en las opciones de mayor rentabilidad social.

Ha sido tradicional en la región que los recursos para investigación se canalicen frecuentemente hacia los cultivos intensivos en capital y en el uso de insumos, y respaldados por gremios fuertes y bien organizados, en desmedro de los cultivos de subsistencia, adelantados por los campesinos más pobres.

Esta tendencia ha acentuado el dualismo tecnológico en la agricultura regional en donde sobresalen claramente dos sistemas de producción. Uno que se desenvuelve en un sector moderno, altamente tecnificado y fuertemente conectado con los mercados y con los sistemas financieros. Otro segmento que incluye miles de campesinos pobres, con bajos niveles tecnológicos y con recurrentes problemas para comercializar y financiar la producción.

Dada la importancia social y económica del sector campesino, principalmente como productor de alimentos y generador de empleo, se aprecia un interés creciente por incorporar explícitamente dentro de los planes y programas de investigación, las demandas tecnológicas de los grupos de agricultores marginales y más pobres.

Los métodos de investigación participativa han tomado fuerza como herramientas útiles para identificar con mayor precisión las demandas tecnológicas de las comunidades, las cuales representan la base para el diseño e implementación de agendas de trabajo con mayores probabilidades de éxito. Las demandas por investigación son múltiples y los recursos disponibles son muy limitados. por lo cual es imprescindible definir y establecer criterios para priorizar entre las múltiples opciones existentes, y asegurar una correcta y eficiente inversión de los recursos financieros disponibles.

El tema de la eficiencia de la investigación tiene su punto de partida en la identificación y priorización, de las alternativas más convenientes. El proceso de I&D en si mismo puede ser muy eficiente, pero si se enfoca hacia actividades irrelevantes para la comunidad, tal esfuerzo resulta inútil y su eficacia muy pobre.

En este documento se presentan algunos de los criterios empleados para fijar prioridades de investigación y un modelo económico, basado en la teoría económica clásica de excedentes a consumidores y productores. Se presenta un ejemplo práctico de una evaluación *ex - ante* del impacto económico del Proyecto de Forrajes Tropicales del CIAT. El modelo usado (MPDEXC), permite valorar tanto *ex - ante* como *ex - post*, los impactos sociales y económicos de las alternativas de investigación propuestas y en consecuencia, aporta elementos de juicio de tipo económico, para establecer las prioridades.

2 Secuencia de los Procesos Priorización – Evaluación

La fijación de prioridades esta íntimamente asociada a esquemas de valoración, que pueden ser formales a través de metodologías científicas o informales basados principalmente en juicios de valor, de quien o quienes en definitiva tienen la responsabilidad de fijar dichas prioridades.

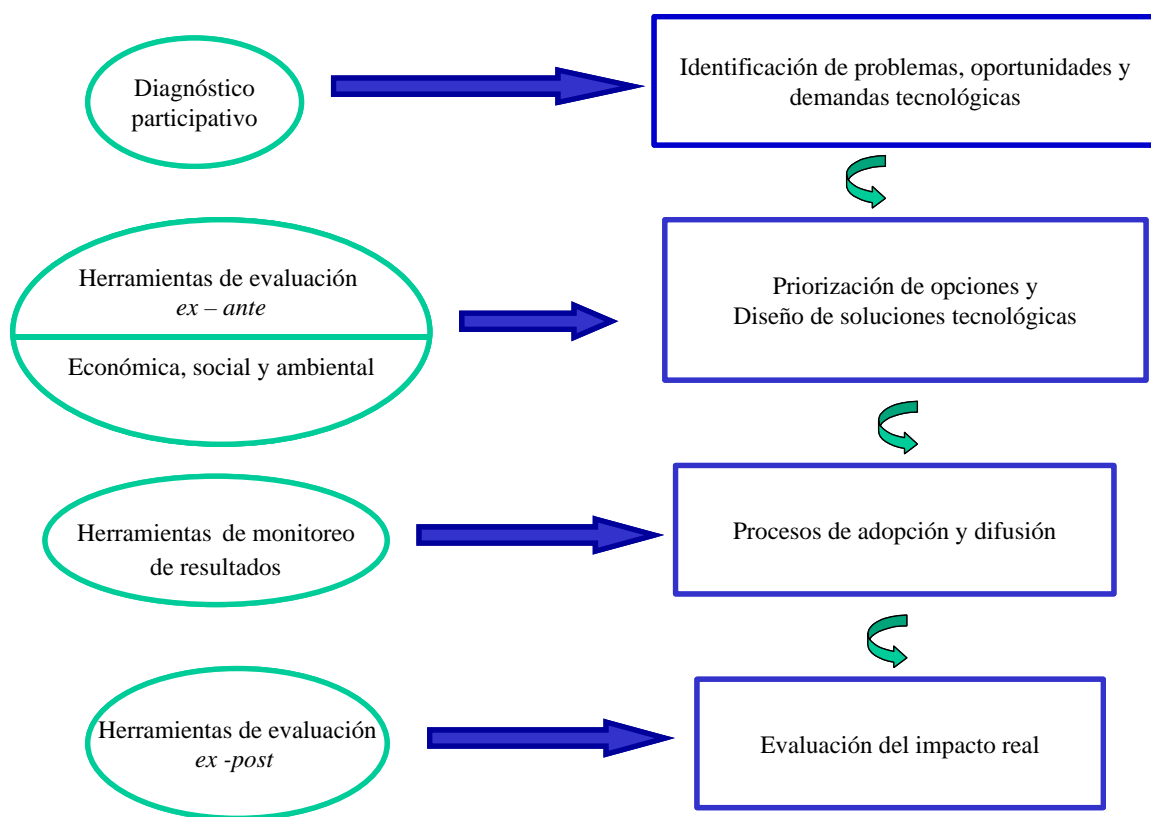
El punto inicial de partida es conocer las necesidades y demandas tecnológicas de una comunidad o región. Para identificarlas es necesario elaborar el diagnóstico participativo, que aporta la línea de base o situación inicial de la comunidad, antes del desarrollo tecnológico, en términos de recursos disponibles, tecnologías aplicadas, cultivos y actividades productivas, necesidades (demandas) y oportunidades.

Una vez identificadas las demandas es preciso priorizarlas, es decir evaluarlas para determinar cual o cuales contribuyen en mayor medida a lograr las metas de la sociedad. Estos ejercicios son conocidos en la literatura como evaluación *ex - ante*, y existen varias alternativas metodológicas para éste propósito. Como las metas sociales son diversa naturaleza, tal evaluación debe aportar variados elementos de juicio de orden económico, social, ambiental e institucional, para la toma de decisiones. A pesar de que se empleen para la evaluación instrumentos sofisticados desde el punto de vista metodológico, de todas maneras entran elementos subjetivos en la decisión final, ya quien toma la decisión debe asignar un peso o ponderación a cada uno de los factores de decisión, por ejemplo dar mayor peso a los criterios económicos y menor a los sociales y ambientales o viceversa.

Una vez priorizadas las demandas se entra en la fase de diseño e implementación de los proyectos de investigación, para finalmente producir las tecnologías demandadas por la comunidad (Figura 1).

Una vez los productos técnicos están listos y son liberados para su uso en las fincas de los agricultores, comienza un proceso de adopción y difusión, el cual varía en su duración de acuerdo al cultivo o practica específica. La adopción en los cultivos es más dinámica y corta que en

Figura 1 **Secuencia de los procesos de priorización y evaluación**

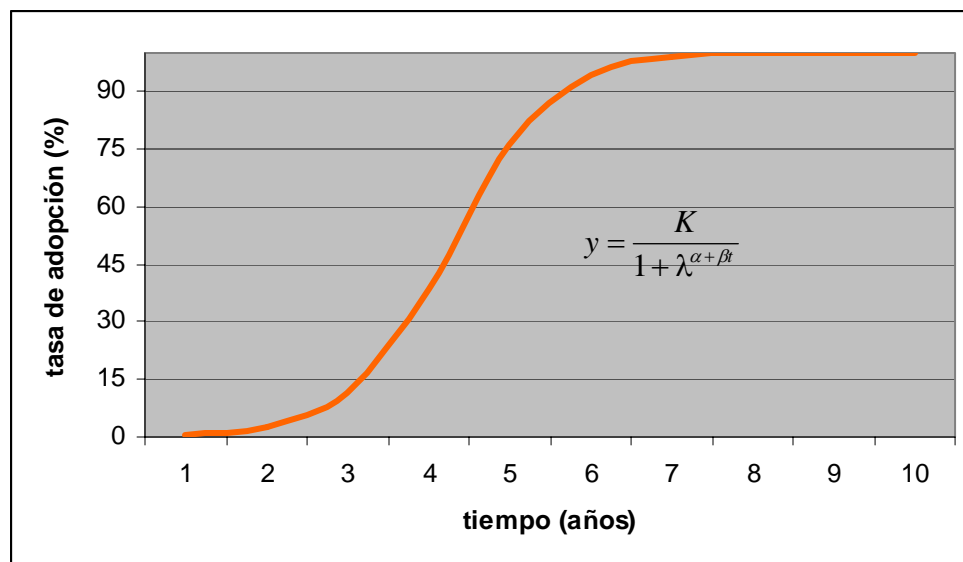


las pasturas. La evidencia empírica muestra que la difusión obedece a un patrón logístico del tipo que aparece en la Figura 2.

Esta curva de adopción fue identificada inicialmente por Griliches (1957) en sus estudios de adopción de maíz híbrido en Estados Unidos, posteriormente otros investigadores han encontrado el mismo patrón de difusión en otras partes del mundo (en el caso de Colombia Ramírez & Seré, 1990; Cadavid, 1994).

Cuando se utilizan métodos participativos para identificar las demandas y para diseñar y evaluar las tecnologías mejoradas, se espera que el proceso de adopción resulte más rápido y masivo. Se pueden distinguir tres fases bien definidas en el proceso de adopción. Una inicial conocida como *aceptabilidad* o *adopción temprana*, en la cual los agricultores en sus fincas prueban y evalúan las tecnologías mejoradas. Los métodos participativos ayudan a disminuir la duración de ésta fase, ya que los productores participan directamente en la identificación, diseño y prueba de los productos tecnológicos. La segunda etapa es conocida como *adopción consolidada*, en ella se masifica el uso de la tecnología y la tasa de adopción crece a tasas crecientes. Finalmente aparece una tercera etapa donde la adopción comienza a decrecer debido al agotamiento del universo de potenciales usuarios de la tecnología. Usando términos coloquiales: en ésta fase, ya casi todo el mundo ha adoptado la tecnología mejorada.

Figura 2 **Patrón teórico de difusión de las tecnologías mejoradas**



La expresión matemática de la curva de adopción, obedece a un patrón sigmoide (en forma de s) de tipo exponencial $y = \frac{K}{1 + \lambda^{\alpha + \beta t}}$, en donde y es la tasa de adopción, expresada como porcentaje. Por ejemplo el porcentaje de agricultores adoptadores de la tecnología en el primer año de adopción o el porcentaje del área total. en el cual se están utilizando las nuevas técnicas, K corresponde al máximo nivel de adopción posible, 10, 20, 30, 100%. α y β son constantes y λ corresponde al número base de los logaritmos naturales.

Un aspecto importante en la fase de adopción y difusión tecnológica es su seguimiento y monitoreo, el cual tiene dos propósitos fundamentales: 1) Conocer como evoluciona la adopción a través del tiempo, en términos de tasas de adopción, número de agricultores usando las nuevas técnicas, áreas impactadas con la nueva tecnología, ventajas y desventajas del mejoramiento tecnológico. Este tipo de información es útil para retroalimentar el sistema de investigación e introducir, cuando sea necesario, los ajustes correspondientes a la tecnología bajo estudio. 2) Recopilar información de base para efectuar los estudios de impacto *ex - post*. Existen diversas técnicas y herramientas para efectuar el seguimiento. Muestreos aleatorios, muestreos dirigidos, grupos de enfoque, sondeos rápidos.

Una vez concluida la adopción es necesario efectuar la evaluación del impacto real del cambio técnico. Es decir se entra en la fase de evaluación *ex - post*, empleando como información básica, la obtenida en los estudios previos de adopción. Las herramientas metodológicas usadas son las mismas que se utilizan en los estudios de evaluación del impacto *ex - ante*. La diferencia radica en la clase de información empleada. Los estudios *ex - ante*, elaborados para apoyar el proceso de priorización, se basan en supuestos sobre cambios en productividad, magnitud de las áreas potenciales a impactar con las nuevas técnicas, intensidad y duración de la adopción. Es decir se trata de estimaciones, basadas en supuestos razonables, del impacto potencial a lograr con una determinada tecnología. La evaluación *ex - post*, se basa en la información real resultante de los estudios de adopción y muestra la eficacia de las inversiones realizadas en investigación.

Todo este proceso que parte de los estudios de iniciales de diagnóstico participativo y culmina con las evaluaciones *ex - post*, permite determinar la eficiencia y la eficacia de la inversión en I&D y ayuda a justificar el uso de los recursos sociales, en éstas actividades.

3. Múltiples criterios para la fijación de prioridades

Los procesos de evaluación son consustanciales al tema de fijación de prioridades, ya que esto último implica la definición de criterios para escoger entre distintas opciones. Esto sugiere de alguna manera algún tipo de evaluación sujeta a criterios de decisión preestablecidos y claramente definidos.

Dentro de una concepción de mayor eficiencia en el uso de los recursos escasos, el paso inicial es conocer la situación, problemas y oportunidades de una determinada comunidad o región. Esto se logra a través de los diagnósticos participativos, que permiten conocer los potenciales productivos, las oportunidades, los problemas y las demandas tecnológicas.

Estas últimas son múltiples y los recursos disponibles para satisfacerlas escasos, y por lo tanto se requiere aplicar un método de evaluación para definir cuáles son más convenientes para la comunidad y su orden de importancia, esto es lo que en el lenguaje técnico clásico se conoce como fijación de prioridades.

La fijación de prioridades dentro de los procesos de desarrollo tecnológico, está en función de las metas generales propuestas a la sociedad: Reducción de la pobreza, incremento de la producción y de la productividad, generación de empleo e ingresos, conservación de la base de recursos naturales, seguridad alimentaria. etc.

Todo proceso de priorización se basa en el hecho de que las alternativas - en este caso las demandas a satisfacer - son múltiples y los recursos disponibles muy limitados. En consecuencia, es necesario escoger aquellas alternativas que presenten los mayores beneficios potenciales para la comunidad, región o país.

Los beneficios potenciales son de naturaleza muy variada: económicos, sociales y ambientales y por lo tanto, para fijar las prioridades de investigación, es indispensable utilizar un enfoque holístico que basado en múltiples criterios de decisión, tenga en cuenta todas estas dimensiones.

Los estudios de priorización aportan elementos de juicio para que los tomadores de decisiones elijan entre diferentes opciones. Frecuentemente los criterios de decisión pueden ir en contravía, por ejemplo una alternativa determinada en una región específica, puede tener un alto impacto económico, pero sus beneficios se concentran en productores de

muy elevados ingresos. Si en esa región predominan los productores pobres de pequeña escala y si el objetivo es implementar una estrategia de alivio de la pobreza en la región de referencia. el simple criterio del beneficio global y rentabilidad económica, no es suficiente para tomar una decisión correcta.

Igual puede ocurrir con un proyecto muy atractivo desde la perspectiva económica y social, pero que puede tener un impacto negativo sobre el medio ambiente

En resumen, para establecer los criterios de decisión para definir prioridades, es necesario considerar las metas sociales que se plantean en los proyectos de I&D. La Figura 3 muestra los objetivos más generales de los proyectos mencionados, que se pueden resumir en:

1) Aumentar producción, productividad y competitividad. 2) Reducir la pobreza. 3) Mejorar la equidad social y 4) Conservar y mejorar la base de recursos naturales. En función de estos objetivos se deben establecer los criterios de decisión, para elegir entre diversas posibilidades de investigación.

4. Principales criterios de decisión para la fijación de prioridades

Como se ha señalado los criterios de decisión para la fijación de prioridades en el campo de la investigación y el desarrollo, están íntimamente asociados con las metas sociales que se espera lograr. Podemos establecer tres categorías de criterios de decisión: Económicos, sociales y ambientales y puede plantearse un cuarto criterio referente a consideraciones institucionales.

4.1 Criterios Económicos. El crecimiento económico mediante un uso más eficiente de los recursos es una de las principales justificaciones del desarrollo tecnológico. En el contexto de la investigación agrícola esto normalmente se interpreta como un incremento de producción por unidad de recurso productivo, bien sea éste tierra, mano de obra o capital. En el análisis económico tradicional los beneficios de la investigación, normalmente se restringen a los efectos directos sobre la oferta y la demanda de un bien específico. Vale decir, con tecnología mejorada se busca en definitiva incrementar la producción, el consumo y si es posible generar excedentes exportables.

Los impactos económicos directos del cambio técnico tienen que ver con sus efectos sobre el crecimiento de la producción, la productividad, los precios, la competitividad y el uso de factores productivos como tierra, trabajo y capital, en el sector de actividad económica donde se produjo la innovación tecnológica.

En el trabajo de evaluación desarrollado en el CIAT, los efectos directos del cambio técnico son los que se han estudiados en mayor profundidad y detalle. A través de modelos económicos de equilibrio parcial como MODEXC y DREAM, se han efectuado diversos estudios que han aportado criterios económicos para la fijación de prioridades dentro de la institución (Janssen et al 1990; CIAT, 1993)

Sin embargo, existen efectos económicos indirectos, que tienen relación con el crecimiento económico general de una región o país. Es decir la modernización de una determinada actividad económica, mediante el cambio técnico, puede desencadenar procesos de crecimiento en otras áreas de la economía. Por ejemplo, al incrementar la producción de maíz, se necesitarán mas combinadas y tractores, mayor cantidad de molinos etc. Esto tiene efectos sobre el empleo, la producción y los ingresos en otras actividades vinculadas con el sector productivo donde ocurrió la innovación. La mayor disponibilidad de ingresos en el sector arrocero, implicaría mayores gastos y demandas hacia otros sectores, jalonando el crecimiento general La magnitud de tales efectos indirectos varía según el producto evaluado y en la literatura económica son conocidos como efectos de encadenamiento (linkage effects).

En el trabajo de evaluación de impacto del CIAT, estos efectos, directos e indirectos han sido tomados en cuenta. Para cuantificar los primeros se han utilizado modelos económicos de equilibrio parcial como ya se anotó, que permiten valorar los beneficios que recibirían los productores y consumidores. Los beneficios indirectos del cambio técnico han sido menos estudiados, y en los pocos trabajos existentes se han utilizado modelos sectoriales de mayor complejidad (Janssen et al, 1990).

Reiterando, en los trabajos adelantados en el CIAT el principal énfasis se colocado en la cuantificación de los beneficios directos, utilizando dos modelos MODEXC y DREAM (Rivas et al 1999; Wood y Baixt, 1998).

4.2 Criterios Sociales. En la actualidad la situación social en América Latina es muy preocupante, dado que existen grandes grupos poblacionales totalmente excluidos del progreso, en deplorables condiciones de pobreza y de miseria. Gran parte de este conglomerado se concentra en el sector rural y en las áreas marginales de las ciudades mas grandes. (Londoño & Szekély 1997, Altimir, 1982)

Aparte de la situación de pobreza, la inequidad en la distribución del ingreso es un tema candente en la región. De todo el mundo en desarrollo, América Latina exhibe los mayores índices de concentración del ingreso. (Londoño & Szekély 1997).

Dada ésta situación, en la evaluación de los programas de cambio técnico y de desarrollo, se enfatiza cada vez más en su impacto social: Vale decir que tipo de productores y que regiones del país se benefician con estos proyectos, que proporción de los beneficios reciben los pequeños productores y los consumidores de menores ingresos, que tan ajustadas son las soluciones técnicas propuestas, a las condiciones económicas de los agricultores pobres, etc.

Equidad. Por lo tanto, la equidad de la modernización tecnológica, es otro criterio importante para la definición de prioridades en la investigación agropecuaria. Ella está relacionada con la distribución de los beneficios tecnológicos entre los diferentes grupos sociales. Este criterio como ya se anotó, cobra cada vez mayor importancia en la medida en que la situación social de la región se agrava, ya que se reconoce que un proceso de modernización de la agricultura, con énfasis en lo social, puede ser un instrumento poderoso dentro de una estrategia global para reducir los altos índices de pobreza y desigualdad, y de ésta forma ayudar a mejorar la gobernabilidad en muchos países del área.

Algunos estudios efectuados en CIAT han permitido calcular los beneficios tecnológicos y su distribución entre grupos sociales: productores grandes y pequeños, consumidores de altos y de bajos ingresos. (CIAT, 1993; Janssen et al.1990).

En el largo plazo, una vez concluida la fase de difusión tecnológica, el análisis *ex - post* debería evaluar los cambios en los ingresos de los grupos sociales más vulnerables y su impacto sobre la nutrición y nivel de vida en general. Este es un campo de investigación poco explorado, ya la mayor parte de los estudios evalúa el impacto global, más no su distribución e impacto entre los grupos de menores recursos.

El cambio en las proporciones de uso de los factores productivos es otro elemento importante al evaluar la equidad del cambio técnico. En América Latina en general, el esquema de desarrollo se ha caracterizado por ser intensivo en el uso de capital con desplazamientos de mano de obra y reducción del empleo, con implicaciones negativas sobre el bienestar de los grupos de población más pobres. Los grandes productores se han beneficiado en alto grado con las políticas públicas de mecanización y subsidios agrícolas y en consecuencia ese patrón de crecimiento, en muchas oportunidades, ha tenido un sesgo muy marcado en contra de los trabajadores sin tierra y de los agricultores de pequeña escala.

Es frecuente que para evaluar alternativas tecnológicas en términos de equidad, se utilizan indicadores que muestren la capacidad de los proyectos para generar empleo e ingresos, lo cual es particularmente

relevante cuando se trata de proyectos orientados específicamente a aliviar pobreza.

4.3 Criterios ambientales. La sostenibilidad recibe cada vez mayor importancia como uno de los principales objetivos de la investigación agrícola. Se reconoce que las nuevas tecnologías no solo deben ser eficientes desde la perspectiva técnica, sino que se requiere preservar la base de recursos naturales. La destrucción de éstos, es uno de los caminos que conduce a agravar los problemas de pobreza de muchas comunidades rurales.

La sostenibilidad no solo implica la conservación del medio ambiente a través del tiempo sino la integración sostenible de sistemas de naturaleza, económica, social y biológica (Janssen et al., 1990).

La evaluación ambiental de las alternativas de investigación es un área relativamente nueva de la investigación agrícola. El CIAT tiene muy poca experiencia en este tipo de evaluaciones. En algunos pocos casos se han empleado criterios de decisión relacionados con: Erosión de los suelos, pérdida de fertilidad, emisiones de metano, uso de pesticidas y contribución a la deforestación. Uno de los problemas más críticos para efectuar esta clase de evaluaciones es la falta de información. En un trabajo efectuado por el CIAT, se apeló a un panel de expertos, para que cualitativamente definiera el impacto de cada alternativa evaluada, sobre los aspectos ambientales señalados (Janssen et al, 1990).

Se debe reiterar que los técnicos que evalúan los proyectos aportan elementos de juicio de tipo económico social y ambiental, pero que en definitiva quienes toman las decisiones y fijan las prioridades, dan un peso específico y subjetivo a cada factor de decisión en el momento de establecer las prioridades.

5 Modelos económicos para evaluación del impacto

Los modelos para evaluar el impacto económico *ex – ante* y *ex – post* se basan en la teoría clásica de excedentes económicos. El CIAT ha desarrollado el Modelo de Excedentes Económicos (MODEXC) que se ha empleado para aportar criterios económicos en procesos de priorización tanto en CIAT, como en otras instituciones (IDEA, Ecuador; CENICAÑA, Colombia, Corpoica, Colombia, etc).

El modelo está diseñado especialmente para evaluar tecnologías basadas en germoplasma mejorado, estima los beneficios económicos que

recibirían productores y consumidores y calcula la rentabilidad social de las inversiones en I&D.

5.1 El Modelo teórico

MODEXC trabaja con un sistema simultáneo de ecuaciones, oferta y demanda, del tipo Cobb Douglas de elasticidad constante, que se presenta a continuación:

(1) *Función de Oferta*

$$S_i = (1 + \theta)^{(1+i)} CK_1 \left(K_2 P - \frac{m}{K_3} \right)^d$$

(2) *Función de Demanda*

$$D_i = (1 + \omega) \beta P^\eta$$

(3) *Condición de Equilibrio* $S_i = D_i$

en donde: S_i representa la cantidad ofrecida en el mercado

D_i la cantidad demandada, P es el precio de mercado.

θ y ω representan los factores de desplazamiento autónomo de la oferta y la demanda respectivamente. Son independientes del cambio técnico evaluado.

$K_{1,2,3}$ es el factor de desplazamiento de la función de oferta, debido al uso de la tecnología mejorada.

m es el precio mínimo al cual los productores, empiezan a ofrecer en el mercado.

β es el intercepto de la función de demanda

η corresponde a la elasticidad precio de la demanda

d es una constante, calculada en función de la elasticidad precio de oferta²

El modelo parte de que la tecnología mejorada afecta a un determinado mercado, debido a que su empleo aumenta la productividad e incrementa la oferta. La Figura 3 ilustra la situación. En un plano cartesiano en donde en el eje vertical aparecen los precios y en el horizontal las

² Para mayor información sobre MODEXC, consúltese Rivas et al., 1999

cantidades de producto, se representan en forma lineal para efectos de simplificación, las funciones iniciales de oferta (S_0) y de demanda (D_0) del mercado. La primera es una función directa del precio y la segunda inversa. El mercado muestra una situación de equilibrio inicial, donde se transa la cantidad q_0 al precio p_0 .

La tecnología mejorada incrementa la productividad y la oferta desplazándola hacia abajo, a la posición S_1 . El mercado alcanza un nuevo equilibrio, tranzando la cantidad q_1 al precio p_1 . El efecto de la tecnología es reducir los costos unitarios de producción, incrementando la oferta, lo cual dado una demanda determinada, resulta en un alza de las cantidades transadas (de q_0 a q_1) y en una baja del precio (de p_0 a p_1).

Estos movimientos implican excedentes económicos (beneficios) tanto para los consumidores como para los productores. En la nueva situación, los primeros ganan porque pueden adquirir mayores cantidades de producto a menores precios. La Figura 4 muestra los beneficios que capturan los consumidores debido a la nueva tecnología. El área sombreada $p_0p_1O_0O_1$ corresponde al valor de tales ganancias.

Los productores también obtienen beneficios por el empleo de las nuevas técnicas. Los costos unitarios se reducen, bien porque con los mismos costos totales se logran mayores niveles de producción por hectárea o porque la misma producción por hectárea, se puede conseguir con menores costos totales. El efecto, en cualquiera de las dos situaciones, es un menor costo por unidad de producto.

La fuente de beneficios de los productores en una situación de cambio técnico, son los avances en productividad al generarse, como ya se dijo, mayores niveles de producto a menores costos unitarios. En la Figura 5 el área sombreada, msO_1 , representa los beneficios obtenidos por los productores, derivados de los avances en productividad.

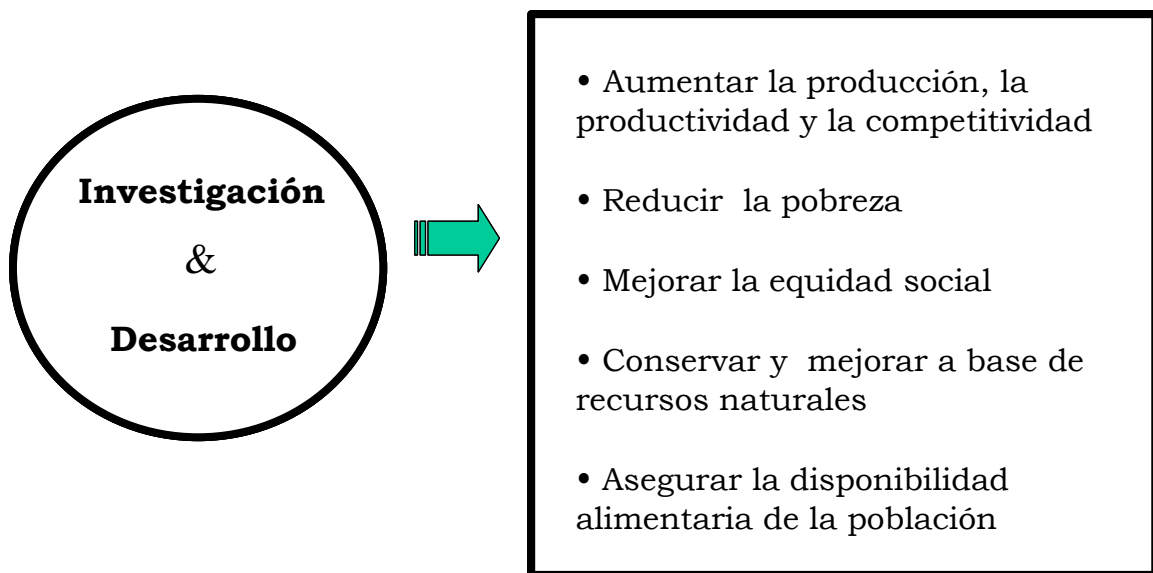
Pero si bien los productores consiguen beneficios por los aumentos de la productividad, también experimentan pérdidas por la reducción de los precios en el mercado. El área sombreada $p_0p_1sO_0$ representa las pérdidas sufridas por los productores por la caída de los precios.

El balance neto para los agricultores está representada por la suma aritmética de las ganancias en productividad (positivas) y la pérdidas por baja de precios (negativas). Si las primeras son mayores que las segundas, los productores logran un beneficio económico con la modernización. La elasticidad precio de la demanda, que es un indicador económico que mide el grado de respuesta de la cantidad demandada

ante variaciones del precio, es uno de los factores clave, para determinar si el balance neto de los productores es positivo o negativo.³

Si el producto que se evalúa tiene un coeficiente de elasticidad menor que 1, en el lenguaje técnico se dice que el producto es inelástico, la probabilidad de que el balance neto de los productores sea negativo, es mayor. Esto es muy frecuente en el caso de muchos alimentos en los cuales su nivel de consumo está muy próximo al de saturación, por lo cual los precios deben descender mucho, para que las cantidades adicionales de producto, resultantes de la innovación técnica, sean adquiridas por los consumidores.

Figura 3 **Metas Sociales de los Procesos de Investigación y Desarrollo**



³ La elasticidad precio de la demanda es un coeficiente que resulta de la relación del cambio porcentual en la cantidad demandada y el cambio porcentual en el precio

$$(\eta_p = \frac{\% \delta Q}{\% \delta P})$$

En éstas circunstancias, el valor de las pérdidas por baja de precios, supera al valor de las ganancias por mayor productividad. Cuando se presentan situaciones de ésta naturaleza, las exportaciones ayudan a detener la caída de los precios domésticos y a mejorar la situación de los productores.

Para la sociedad en su conjunto, productores y consumidores, las ganancias por el cambio técnico resultan de la suma de las ganancias obtenidas por los dos grupos. La Figura 6 muestra el beneficio social neto de la adopción tecnológica.

El área sombreada de la mencionada figura, representa el beneficio social neto, mO_0O_1 y es igual a $p_0p_1O_1O_0$ (Figura 4), más msO_1 (Figura 5) y menos $p_0p_1sO_0$ (Figura 5).

Figura 4 **Efecto del cambio técnico sobre el mercado**

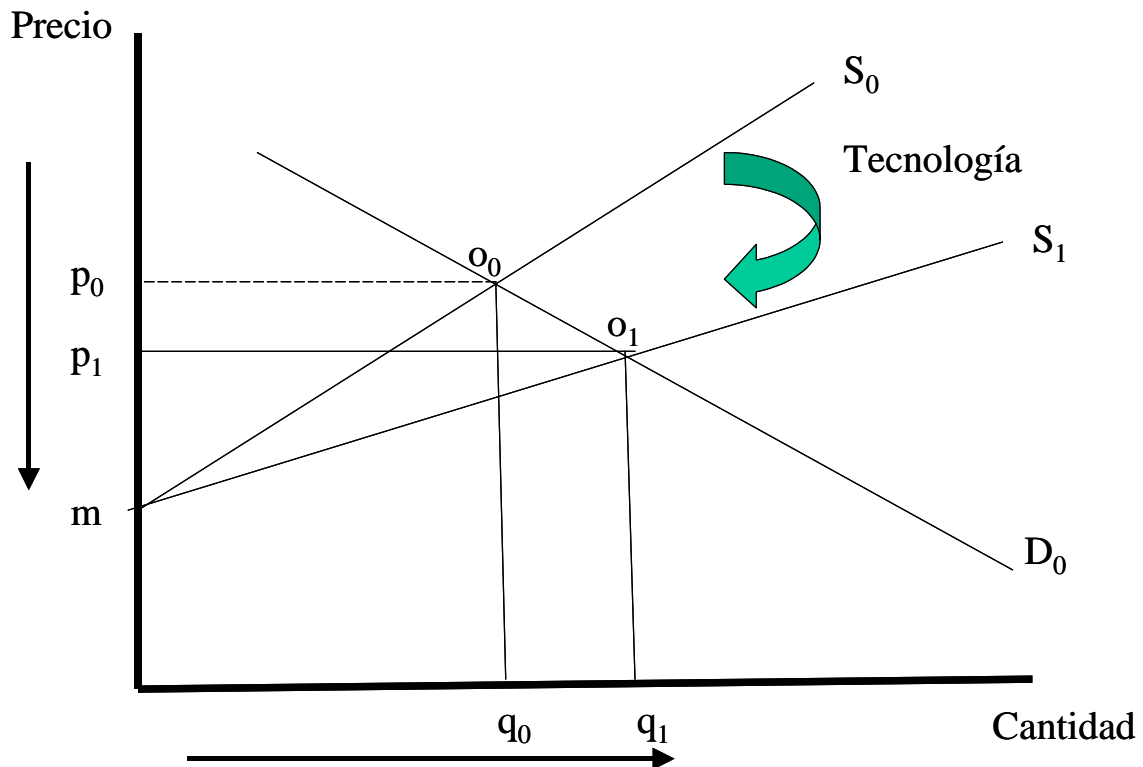


Figura 5 **Beneficios tecnológicos recibidos por los consumidores**

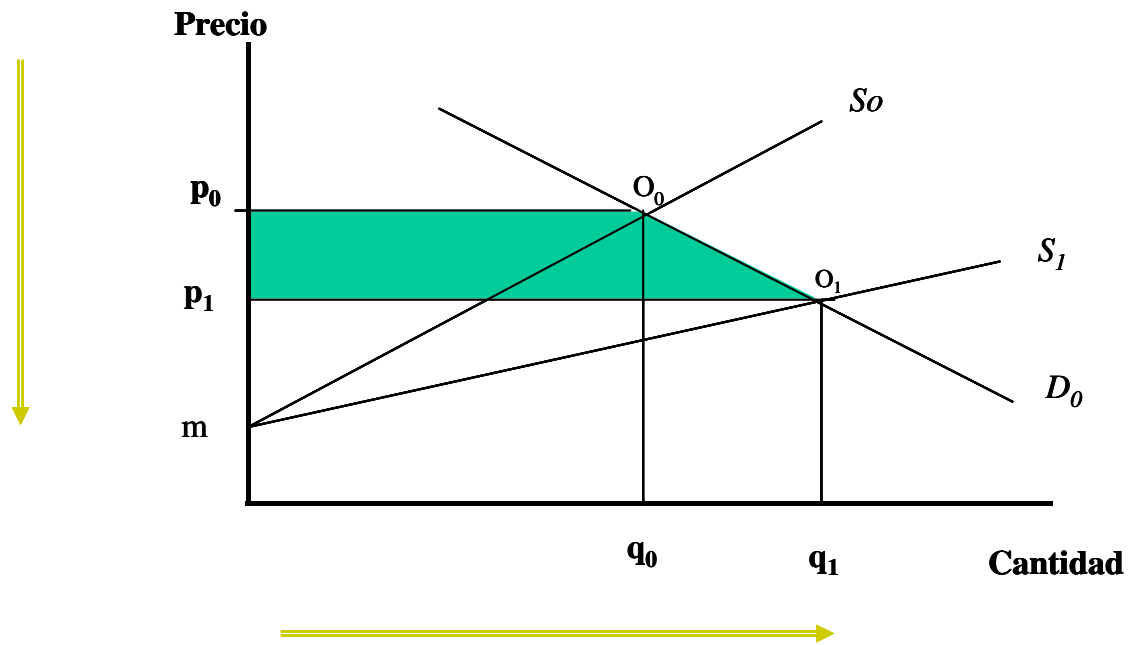


Figura 5 **Beneficios tecnológicos recibidos por los productores**

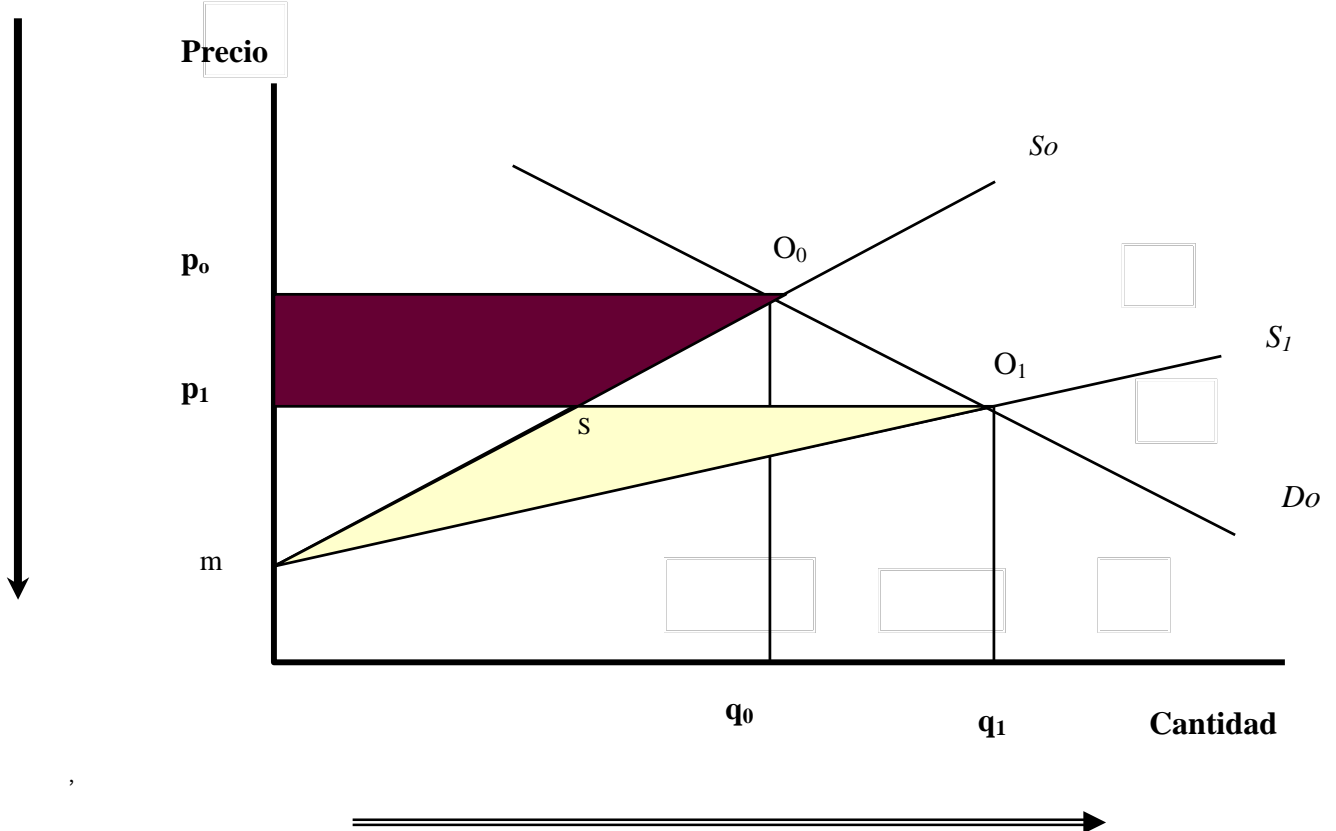
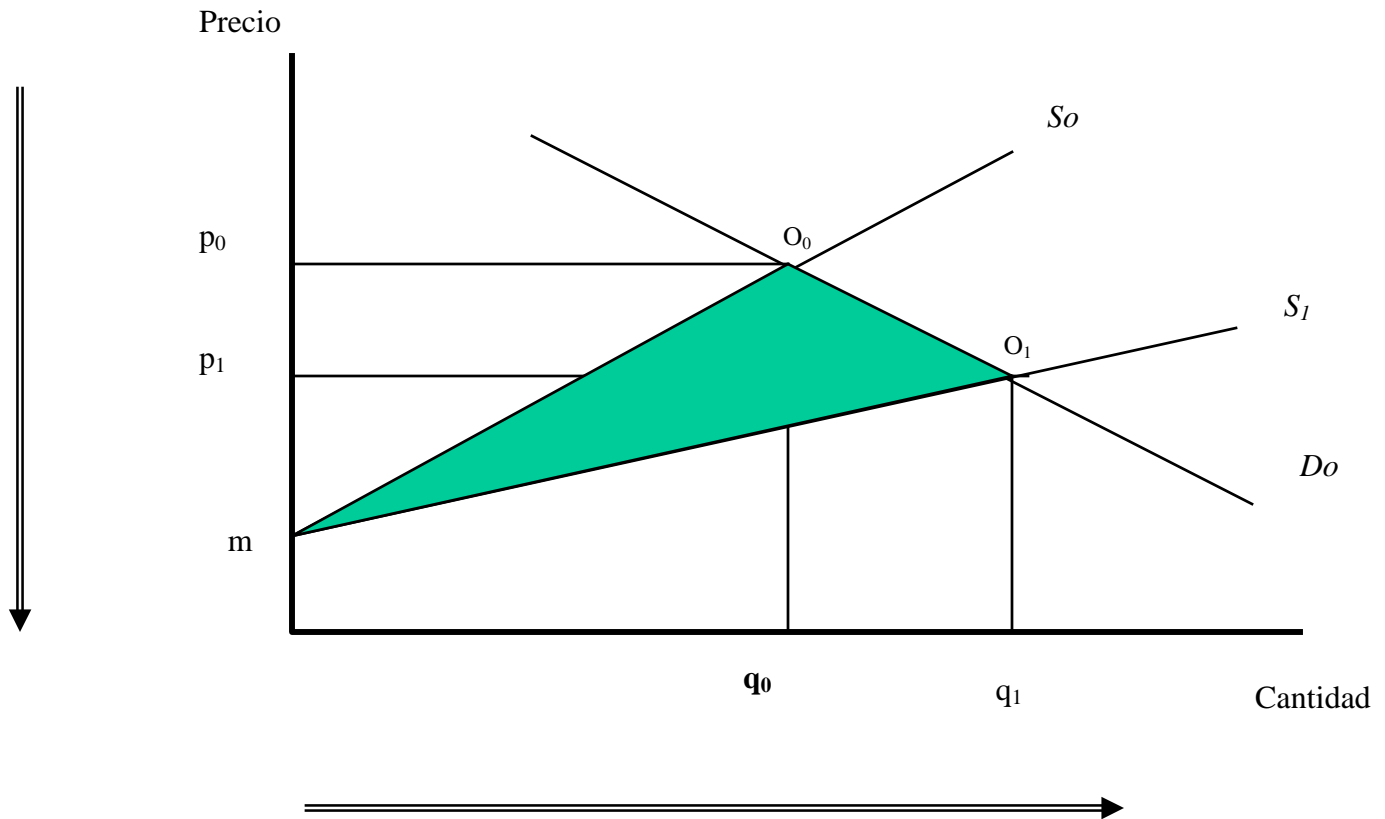


Figura 6 **Beneficios sociales netos derivados del cambio técnico**



El flujo anual de éstos beneficios tecnológicos, a consumidores, productores y totales, a medida que la adopción avanza en el tiempo, son estimados por MODEXC.

Las inversiones en investigación y desarrollo tecnológico también constituyen un flujo anual y si se alimenta el modelo con ésta información, se pueden estimar indicadores de la rentabilidad social de las inversiones en investigación, tales como tasas internas de retorno (TIR), valor presente neto (VPN) y relación beneficio – costo (B/C).

Estos coeficientes son indicadores de la eficiencia económica de invertir en investigación, reflejan la bondad económica de las diversas opciones de inversión y son criterios estrictamente económicos, que aportan elementos de juicio de apoyo a los procesos de priorización.

En algunos estudios de evaluación *ex - ante* efectuados en el CIAT, se ha empleado la información disponible sobre distribución del consumo entre quintiles de ingreso y la distribución de las fincas según su ingreso, para efectuar estimaciones de la distribución de los beneficios tecnológicos entre diversos grupos sociales y determinar la porción de beneficios que reciben los grupos sociales más vulnerables: los consumidores más pobres y los productores más pequeños (CIAT, 1993, Janssen et al., 1990).

6. **Estudio de caso:** evaluación *ex - ante* del impacto económico del Proyecto de Forrajes Tropicales del CIAT

6.1 Antecedentes

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) presenta una amplia trayectoria, que se remonta a principios de los 70, en el desarrollo de nuevas opciones forrajeras para la ganadería de la región tropical de América Latina. Este trabajo se ha realizado en estrecha colaboración con las agencias nacionales de investigación de los países del área, y ha resultado en la liberación de un numeroso grupo de gramíneas y de leguminosas forrajeras, de alta productividad y adaptación a las condiciones de suelo y clima imperantes en el área de referencia.

Hacia 1997 dentro del proceso de planificación estratégica del Centro se efectuó un ejercicio de evaluación *ex - ante*, del impacto económico de las alternativas de investigación del Programa de Forrajes Tropicales del CIAT en América Latina. El Cuadro 1 sintetiza el contexto general de la evaluación efectuada. Tal trabajo se enfocó hacia América Latina Tropical y hacia los agroecosistemas más relevantes para el CIAT: sabanas, laderas y márgenes de bosque. Los sistemas ganaderos vacunos evaluados fueron la ceba o engorde de animales y el doble propósito, que es un sistema mixto de producción conjunta de carne y de leche. Se evaluaron tres tipos de tecnología: 1) Desarrollo de pasturas de *Brachiaria* mejoradas, de alta productividad y con resistencia al mión o salivazo de los pastos, un plaga que afecta una altísima proporción de los pastizales de la zona tropical de América Latina. 2) Desarrollo de pasturas de gramíneas - leguminosas mezcladas, basadas en la leguminosa *Arachis pintoii*. 3) Desarrollo en el trópico subhúmedo de sistemas ganaderos de doble propósito, usando como base alimenticia leguminosas arbóreas.

6.2 Información para correr el modelo

Para efectuar la evaluación se utilizó MODEXC, que requiere para correrlo dos tipos de información: 1) Una de tipo técnico, relacionada con la tecnología bajo evaluación que incluye: a) Magnitud de las áreas afectadas. b) Niveles de productividad antes y después del cambio técnico y c) Dinámica y duración del proceso de adopción y 2) Información económica, que caracterice los mercados de productos cuya oferta será desplazada, como consecuencia de la adopción de las tecnologías mejoradas.

Como se anotó anteriormente, los estudios *ex - ante* se basan en supuestos de naturaleza técnica y económica. Los primeros se obtuvieron mediante consultas y consensos con investigadores, técnicos, expertos e interlocutores calificados en el tema, quienes ayudaron a definir la magnitud de los cambios en productividad para cada una de las tecnologías evaluadas, la dimensión de las áreas a impactar según agroecosistema y duración de los procesos de adopción

Para obtener la información económica también se apeló a expertos en el tema y adicionalmente se recopiló información de diferentes estudios sobre el mercado de carne y leche en el trópico latinoamericano. Estos últimos principalmente son de carácter econométrico, en donde se estiman las elasticidades precio de demanda y oferta en los mercados ganaderos.

La información técnica se resume en el Cuadro 2 y la económica aparece en el Cuadro 3. Las cifras técnicas corresponden a los parámetros de productividad de las tecnologías mejoradas y de las tradicionales, según agroecosistema y sistema de producción. También incluye información sobre la adopción y difusión de las tecnologías evaluadas, en lo relacionado con: a) la magnitud de las áreas a impactar con el germoplasma mejorado, b) el momento de liberación de la tecnología, c) la duración de la difusión y f) la probabilidad de éxito en el proceso de investigación.

En el Cuadro 2 incluye la estimación del factor de desplazamiento de la función de oferta, conocido en la literatura económica como K . Este valor se calcula en función de las productividades (actual y esperada) y de las áreas que se considera van a utilizar la nueva tecnología.

Cuadro 1 **Contexto general de la evaluación del impacto del Programa de Forrajes Tropicales del CIAT 1/**

Contexto general	
Región	- América Latina Tropical
Mercados	- Carne - Leche
Agroecosistemas	- Sabanas - Laderas - Márgenes de bosque
Sistemas de producción	- Carne (ceba) - Doble propósito (carne y leche)
Alternativas tecnológicas	- Pasturas de brachiarias mejoradas resistentes a salivazo o mión. - Pasturas mixtas basadas en <i>A. Pintoi</i> - Sistemas de doble propósito basados en leguminosas arbóreas en el trópico subhúmedo.

Fuente: Rivas & Pachico (2003)

K resume todos los otros parámetros técnicos, que fueron estimados a partir de consultas y consensos entre investigadores y expertos vinculados a la ganadería de la región, como ya se señaló. ¹

6.3 Resultados

Los beneficios del cambio técnico estimados empleando el modelo MODEXC se presentan en el Cuadro 4. Para un período de difusión que puede variar entre 25 y 30 años, según el agroecosistema y el sistema de producción, se estima que un beneficio total equivalente US\$ 2577 millones. Si se asume una economía cerrada (ausencia de comercio), la mayor parte de los beneficios tecnológicos se concentran en los consumidores, como consecuencia de una rápida caída de los precios domésticos. Si se logran colocar en los mercados externos algunos excedentes exportables, se frena la baja de los precios y los beneficios sociales del cambio técnico se distribuyen de forma más equitativa entre productores y consumidores.

¹ La oferta inicial, antes del cambio técnico, se define como $O = f(p)$. La oferta después de la adopción se define como $O' = f'(p) = Kf(p)$. Siendo K el factor que desplaza a la oferta inicial.

$K = \frac{Q_0 + \partial Q}{Q_0}$ y $\partial Q = A(P_m - P_t)$, siendo A el área afectada con la nueva tecnología, P_m la productividad de la tecnología mejorada y P_t la productividad de la tecnología tradicional.

La rentabilidad de invertir en el desarrollo de mejores forrajes resulta conveniente para la sociedad. La tasa interna de retorno (TIR) se estimó en 75% , muy superior al costo de oportunidad del capital que está en el rango 10-20%.

Al priorizar las alternativas evaluadas según el criterio de valor presente de los beneficios esperados, se encuentra que la alternativa más atractiva es el desarrollo de pasturas mixtas basadas en la leguminosa *A. Pintoi*, debido a la alta productividad de esta forrajera y la magnitud de las áreas que sería posible impactar en todos los agroecosistemas de la región tropical de América Latina. Se estima en US\$ 1388 millones el valor presente de los beneficios totales para la región, atribuibles al desarrollo y uso de ésta tecnología, cuyo principal componente es la leguminosa *A. pintoi*, que tiene el atributo de ser una planta perenne (Cuadro 4).

Se anota que en la región no existe tradición de empleo de pasturas mixtas, contrario a lo que ocurre por ejemplo en Australia, en donde esas pasturas son frecuentes. Por ésta causa en América Latina, los procesos de adopción de pasturas asociadas, son muy lentos, especialmente en sus fases iniciales. El manejo de las asociaciones presenta mayor complejidad que el de las pasturas tradicionales, lo cual también constituye un freno para su adopción. Siguen en importancia, desde el punto de vista de los beneficios esperados, las *Brachiarias* mejoradas de alta productividad y resistentes al salivazo.

Debido a la alta incidencia en todo el subcontinente de la mencionada plaga, el beneficio potencial de una gramínea con resistencia es muy grande. Se estima que el valor presente de sus beneficios económicos, es un poco mayor de US\$ 1000 millones (Cuadro 4).

El impacto del uso de leguminosas arbóreas como suplemento alimenticio en sistemas de doble propósito es más marginal, dado que se circunscribe principalmente a pequeñas áreas del trópico sub – húmedo como la Costa Caribe colombiana y algunas zonas de Centroamérica. Los estudios a nivel de finca han demostrado la eficacia de ésta práctica para reducir los costos de producción e incrementar la competitividad de los sistemas de doble propósito (Véase Holmann y Lascano, 2001).

En una situación de economía cerrada, en donde no existen exportaciones y toda la producción adicional resultante del cambio técnico, se tenga que comercializar internamente, los beneficios del cambio técnico se concentran en los consumidores, debido a las bajas elasticidades precio de las demandas de carne y leche.

Cuadro 2

Parámetros Técnicos usados para evaluar el impacto económico

Tecnología/ Sistema de producción	Agroecosistema	Carga animal (ua/ha)	Productividad		Año de liberación	Período de difusión (años)	Área potencial a impactar (millones ha.)	Probabilidad de éxito (%)	Valor de K	
			Carne 1/	Leche 2/ (kg./ha)					Carne	Leche
1. Brachiarias mejoradas										
Ceba	Sabanas	1.5	200		2000	27	9.0	95	1.054	
Doble propósito	"	1.4	132	1300	2000	25	3.2	80	1.012	1.039
Ceba	M. de bosque	1.5	225		2000	27	7.2	70	1.062	
Doble propósito	"	1.5	105	1300	2000	25	2.5	80	1.005	1.028
Doble propósito	Laderas	1.5	150	1200	2000	25	1.8	80	1.008	1.020
2. Pasturas basadas en Arachis pintoi										
Ceba	Sabanas	3.0	400		2001	30	4.9	60	1.071	
Doble propósito	"	2.2	280	2400	2001	25	1.5	60	1.022	1.058
Ceba	M. de bosque	3.0	480		2001	25	4.9	80	1.119	
Doble propósito	"	2.5	320	2600	2001	25	1.5	80	1.029	1.074
Doble propósito	Laderas	2.0	210	2000	2001	25	2.0	50	1.016	1.068
3. Sistemas de doble propósito basados en suplementación con leguminosas arbustivas en el trópico subhúmedo										
Doble propósito	Sabanas	1.2	98	1125	2000	25	1.8	60	1.002	1.011
Doble propósito	Laderas	1.0	94	740	2000	25	2.0	80	1.003	1.009
4. Tecnología tradicional (Brachiaria degradada)										
Ceba	Sabanas	1.0	110							
Doble propósito	"	1.0	78	900	-	-	-	-	-	-
Ceba	M. de bosque	1.5	127							
Doble propósito	"	1.0	70	847						
Doble propósito	Laderas	0.9	94	740	-	-	-	-	-	-

Cuadro 3 **Parámetros económico usados para estimar el impacto ex-ante de nuevos forrajes en América Latina Tropical**

Parámetro	Producto	
	Carne	Leche
Precio inicial de equilibrio (us\$/tm.)	1490	300
Cantidad inicial de equilibrio ('000 tm.)	5692	30180
Precio mínimo de oferta (us\$/tm)	500	100
Elasticidad precio de demanda	-0.7	-0.8
Elasticidad precio de oferta	0.5	0.7
Tasa anual de crecimiento autónomo de la oferta (%)	1.8	1.9
Tasa anual de crecimiento autónomo de la demanda (%)	2.2	2.2
Precios internacionales en el período base (us\$/tm)	1490	300

Fuente: Rivas & Pachico (1997)

Cuadro 4 **Valor presente de los beneficios potenciales de la adopción de tecnologías forrajeras mejoradas según tipo de pastura en América Latina Tropical**
(US\$ millones)

Sistema de pastura	Valor presente	
	Total	% del total
Pasturas mixtas basadas en <i>A. pinto</i>	1388	53.9
Pasturas de brachiarias mejoradas	1068	41.4
Sistemas de DP basados en suplementación con leguminosas arbóreas, en el trópico sub - húmedo	121	4.7
Total	2577	100.0

Fuente: Rivas & Pachico (1997)

En el presente caso el 87% de las ganancias se concentraría en los consumidores de éstos dos alimentos (Cuadro 5). Al abrirse la economía al mercado externo, parte del incremento de la producción doméstica, derivado de la modernización del sector ganadero, puede exportarse y como resultado los beneficios tecnológicos se distribuyen más equitativamente entre productores y consumidores, ya que las exportaciones frenan la caída de los precios internos. En esta nueva situación los consumidores reciben el 53% de los beneficios y los productores el 47% restante.

La distribución de los beneficios tecnológicos según agroecosistema muestra que los mayores beneficios se lograrían los márgenes de bosque, en donde el problema de degradación de las pasturas y pérdida del

Cuadro 5 Valor presente de los beneficios sociales de la adopción de pasturas mejoradas en América Latina Tropical

a) Economía cerrada (US\$ millones)

Grupos sociales	Valor presente		
	Carne	Leche	Total
Consumidores	1159	1073	2232
Productores	189	156	345
Total	1348	1229	2577
Valor presente de la inversión en investigación	12.6		
Tasa interna de retorno (TIR) %	75.7		

b) Economía abierta (US\$ millones)

Grupos sociales	Valor presente		
	Carne	Leche	Total
Consumidores	840	537	1377
Productores	515	716	1231
Total	1355	1253	2608
Tasa interna de retorno (TIR) %	75.8		

i =10% Fuente Rivas & Pachico (1997)

Cuadro 6 Valor presente de los beneficios potenciales de la adopción de tecnologías forrajeras mejoradas, por agroecosistema, en América Latina Tropical
(US\$ millones)

Agroecosistema	Valor presente		
	Carne	Leche	Total
Márgenes de bosque	710	460	1170
Sabanas	551	435	986
Laderas	83	333	420
Total	1348	1229	2577

Fuente: Rivas & Pachico (1997)

bosque nativo para abrir nuevas áreas de producción, representa un tema de importancia crítica a escala regional.

La contribución de las áreas de ladera a los beneficios totales es marginal. La ganadería en éste agroecosistema es efectuada por pequeños y medianos productores, que emplean el doble propósito para la producción de carne y de leche, frecuentemente en sistemas de producción que incluyen diversos cultivos. En estos sistemas la producción lechera es prioritaria, ya que aporta un flujo permanente de ingresos a la economía de las familias campesinas.

El estudio incluyó estimaciones sobre la distribución de los beneficios potenciales del cambio técnico entre diferentes grupos de consumidores y productores. Utilizando la distribución del consumo de carne y leche, por quintiles de población. (utilizando como proxy la de Colombia) y la distribución de las fincas por tamaño (utilizando como proxy la de los Cerrados de Brasil), se estimó la proporción de beneficios tecnológicos que recibirían los grupos de población más vulnerables: Los consumidores más pobres (los dos primeros quintiles o sea el 40% de la población) y los productores pequeños. Los resultados de esas estimaciones aparecen el Cuadro 7.

Cuadro 7 Indicadores de la equidad del cambio técnico en la ganadería de América Latina Tropical
(US\$ millones)

Grupos sociales	Carne	Leche	Total
Consumidores pobres (2 primeros quintiles)	290	286	576
Productores pequeños	49	78	127
Beneficio social total	2577		
% capturado por los grupos más pobres	13.2	14.1	27.3

Fuente: Rivas & Pachico, 1997.

El ejercicio efectuado indica que casi un 30% de los beneficios tecnológicos esperados son capturados por los grupos de población más pobres, en éste estudio representados por los consumidores pertenecientes a los dos más bajos quintiles de ingreso (40% de la población) y por los productores clasificados como pequeños, con un ingreso anual inferior a US\$ 5000 por familia y por año.

7. Conclusiones

Este trabajo se elaboró para compartir en el Taller de Metodologías para Identificación y Priorización de demandas tecnológicas en Bolivia, algunas de las experiencias en este campo de la Unidad de Estudios de Impacto del CIAT.

El trabajo incluye una breve introducción para mostrar la importancia creciente en el mundo actual, de las actividades de priorización y evaluación de las agendas de investigación de las instituciones nacionales e internacionales.

Se analiza la secuencia en el tiempo de los procesos de priorización - evaluación, enfatizando en el hecho de que éstas actividades son las dos caras de una misma moneda, dado que priorizar necesariamente implica evaluar.

El punto de partida es el diagnóstico participativo que permite identificar las demandas o necesidades tecnológicas de las comunidades, para culminar con las evaluaciones *ex - post* del impacto real del cambio técnico, antecedido éste de una fase de adopción y difusión de las tecnologías mejoradas. El objetivo de agotar todo este proceso es garantizar a la sociedad la eficiencia y eficacia de las agendas de investigación. La primera se relaciona íntimamente con el óptimo empleo de los recursos disponibles, cuyo punto inicial es la identificación y priorización de las demandas sociales. La segunda se relaciona con los resultados en el mundo real del desarrollo tecnológico, en este punto hay que responder preguntas tales como: cuales son los impactos de las tecnologías, cuales son los beneficios que recibe la sociedad por invertir en investigación y que tan rentable socialmente resulta destinar recursos para el adelanto tecnológico.

La priorización de las demandas es crítica por la escasez creciente de recursos par investigación y por la necesidad de escoger las alternativas con mayor potencial de impacto. Las actividades de priorización deben responder a criterios de decisión preestablecidos y claramente definidos. Tales criterios son múltiples y están en función de las metas de desarrollo que la sociedad espera lograr: Reducir la pobreza, conservar el medio ambiente y la base de recursos naturales, incrementar la producción, productividad y la competitividad, garantizar o mejorar la autosuficiencia alimentaria.

Por esta circunstancia, la priorización requiere el aporte de diversas disciplinas, sociales, biológicas, ambientales y económicas, para tratar de manejar e incorporar en el análisis toda esta compleja diversidad.

Las metas sociales no siempre armonizan perfectamente. Por lo tanto, no necesariamente un proyecto de alto impacto económico, es un instrumento efectivo para reducir la pobreza. Puede suceder que otro que reduzca la pobreza en el corto plazo, tenga implicaciones negativas para el medio ambiente, a más largo plazo.

A pesar de que los técnicos y especialistas aportan los elementos de juicio objetivos para fijar las prioridades, en la instancia final de decisión entran en juego elementos subjetivos de quien le corresponde tomar la decisión, ya que debe dar un peso o ponderación subjetiva a cada criterio que entra en la decisión.

En los estudios de priorización elaborados en el CIAT se ha trabajado principalmente en la evaluación *ex - ante* de alternativas tecnológicas, para aportar elementos de juicio económicos para la fijación de prioridades.

Se han empleado en diferentes evaluaciones, modelos de equilibrio parcial, basados en la teoría de excedentes económicos, que permiten estimar los beneficios tecnológicos que recibirían los diferentes actores sociales, e indicadores de la eficiencia económica de las inversiones de investigación. El modelo MODEXC (Modelo de Excedentes Económicos), desarrollado por el CIAT, es una de las herramientas utilizadas en éstos estudios.

Se presenta un caso empírico del empleo de MODEXC en la evaluación *ex - ante*, de varias tecnologías del Proyecto de Forrajes del CIAT. Se hace una breve revisión de su base teórica, se presentan los supuestos técnicos y económicos para correr el modelo y los resultados logrados.

Si bien es un modelo amigable desde el punto de vista operacional, una de las grandes dificultades es la limitada disponibilidad de información requerida para operarlo. En la región hay una notable carencia de estudios de mercado y de estimaciones de coeficientes como las elasticidades precio de la oferta y la demanda, por lo tanto es esencial el criterio económico del analista que desarrolla el trabajo.

Para la definición de los coeficientes técnicos requeridos es imprescindible el concepto de los investigadores y expertos en el tema referente a las alternativas tecnológicas bajo evaluación.

Referencias

Altimir Oscar (1982). The extent of poverty in Latin America, World Bank. Washington, D. C.

Cadavid Herrera José Vicente (1994) Comportamiento y limitantes de la Adopción de pastos y cultivos en los Llanos Orientales de Colombia, Universidad del Valle – Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Tesis de Maestría, Cali Colombia.

CIAT (1993). *CIAT's Action Plan. Positioning the Center to Deal with a Changing Environment (1994 –1998)*. Supplement E: A preliminary assessment of the expected impacts of Project Outputs. An internal document prepared for the CIAT Board of Trustees, Cali, Colombia, November.

Griliches Zvi, (1957). Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change, in: *Econometrica*, Volume 24(4), November, P 501 –523.

Holmann Federico y Carlos Lascano, editores (2001). *Sistemas de Alimentación con Leguminosas para intensificar fincas lecheras*, Consorcio Tropoleche, CIAT – ILRI. Cali, Colombia.

Janssen W, L. Sanint, L. Rivas and G. Henry (1990). CIAT's Commodity Portfolio Reexamined: Indicators of present and Future Importance in: *Trends in CIAT Commodities 1990*, Working Document No 74, CIAT, November.

Londoño J. L. and M. Szekély (1997). Persistent Poverty and Excess Inequality. Latin America 1970 - 1995. Office of Chief Economist. Working Papers Series, No 357, Interamerican Development Bank, Washington. D. C.

Ramírez Álvaro y Carlos Seré (1990). *Brachiaria decumbens en el Caquetá: Adopción y Uso en ganaderías de doble propósito*, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Fondo Ganadero del Valle del Cauca, Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, INCORA, Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA y Universidad de la Amazonia, Documento de Trabajo No 67, Cali, Colombia, Junio.

Rivas R., Libardo, James García, Carlos Seré, Lovell S. Jarvis, Luís R. Sanint and Douglas Pachico (1999). *Economic Surplus Analysis Model*

(MODEXC). A friendly computer model. Release 4.1, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Impact Assessment Project, Cali, Colombia

Rivas Libardo y **Douglas Pachico** (1997). Evaluación de los beneficios sociales del uso de pasturas mejoradas en las ganaderías de América Latina Tropical: Un análisis ex - ante, CIAT, Unidad de Estudios de Impacto, borrador, Cali, Colombia.

Wood Stanley and **Wilfred Baixt** (1998), Dynamic Research Evaluation for Management, DREAM, Manual para el usuario: Priorización de la Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe, IFPRI, BID, CIAT, IICA, Versión 2.0.10, San José, Costa Rica, Septiembre.