

Impacto Económico de la Adopción de Pastos Mejorados en América Latina Tropical

Libardo Rivas R
Centro Internacional de Agricultura Tropical
CIAT

**Presentado en el :
Simposio Internacional sobre Rentabilidad en las
Empresas Ganaderas**

Organizado por la Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical

Veracruz, México
Noviembre 23, 2002

Resumen

Este trabajo analiza los procesos de adopción y evaluación del impacto económico, de los forrajes mejorados en América Latina Tropical.

Se resalta el interés creciente por esta clase de estudios de un amplio grupo de personas: investigadores, administradores de la investigación, planificadores, donantes, inversionistas en el sector rural y usuarios potenciales de la tecnología. Esto se fundamenta en las dificultades crecientes en los países del área para financiar los programas de investigación y por la urgencia que tiene la sociedad, para que la investigación agropecuaria sea eficiente y eficaz.

Se efectúa un breve análisis, a manera de marco conceptual, del impacto económico de las innovaciones en el contexto de la finca (micro) y a nivel agregado, cuenca, región, país (macro).

El proceso de adopción de las nuevas técnicas se analiza en detalle, enfatizando en las diferentes fases de este proceso. Se detalla el tipo de información requerida y las metodologías usadas para la evaluación del impacto económico, bien sea *ex-ante* (antes del desarrollo de la tecnología) o *ex-post* (después de la adopción).

Se incluyen, a manera de ilustración, tres estudios empíricos de evaluación del impacto económico del cambio técnico, basado en forrajes mejorados, en América Latina Tropical. El primero se refiere a una evaluación *ex-ante* del impacto agregado de nuevas alternativas forrajeras en proceso de desarrollo, en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). El segundo es un estudio *ex-post* del impacto de la adopción de la gramínea *Andropogon gayanus*, liberada en los Cerrados del Brasil por la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) en 1981. El último es una evaluación *ex-ante* de nuevos materiales forrajeros, listos o casi listos, para su utilización en los sistemas ganaderos de los Llanos Orientales de Colombia.

La conclusión general es las inversiones efectuadas para adelantar programas de investigación en forrajes tropicales, presentan alta rentabilidad social, lo cual justifica plenamente la asignación de fondos públicos para adelantar tales actividades. Se enfatiza en que los procesos de adopción e impacto en forrajes, deben enfocarse desde una perspectiva de largo plazo, sin que ello obste para identificar y evaluar impactos de corto y mediano plazo.

Palabras Clave: América Latina Tropical, forrajes, cambio técnico, adopción, impacto.

Impacto Económico de la Adopción de Pastos Mejorados en América Latina Tropical¹

Libardo Rivas²

1. Introducción

Dentro de la agricultura de la región tropical, la ganadería vacuna se destaca por múltiples razones: 1) La magnitud de los recursos productivos que emplea: tierra, ganado y en menor medida mano de obra. 2) La importancia de los productos ganaderos en la dieta regional, al ser considerados como productos básicos y bienes salario. 3) La elevada incidencia del comercio de los productos ganaderos sobre la balanza comercial en muchos países del área. 4) Los estrechos vínculos de la ganadería con otros sectores productivos y con el desarrollo económico general. 5) La ganadería representa un medio de vida para muchas personas, en especial para productores pequeños y medianos con limitados recursos técnicos y financieros.

Como tantas veces se ha señalado, la base de la ganadería tropical en América Latina es el pastoreo extensivo que da lugar a la utilización de extensas áreas de pastizales, frecuentemente degradados y de baja productividad, especialmente durante los prolongados períodos secos. Esta circunstancia implica, en muchas oportunidades, bajos coeficientes técnicos y pobre desempeño económico de las explotaciones ganaderas.

El patrón de crecimiento extensivo observado en el pasado en la ganadería tropical, implicó la utilización, en una proporción cada vez mayor de áreas nuevas, frágiles ecológicamente, y de menor capacidad productiva, las que al utilizarse sin las tecnologías adecuadas propiciaron severos daños al ecosistema, tales como deforestación, erosión, compactación, pérdida de nutrientes etc. En algunos lugares esta práctica obligaba a abandonar áreas recién abiertas y a ocupar otras nuevas, en proceso permanente de uso y abandono de áreas forrajeras.

Por lo anterior, los mayores esfuerzos de investigación en la ganadería tropical se han orientado principalmente al desarrollo de nuevo germoplasma forrajero de alta productividad y adaptado a condiciones de pobre fertilidad, elevada acidez y prolongados períodos secos, imperantes

¹Trabajo presentado al Simposio Internacional sobre Rentabilidad Forrajera en las Empresas Ganaderas, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIGT), Veracruz, México, Noviembre 23, 2002

² Economista, Proyecto de Evaluación de Impacto del CIAT

en extensas áreas de la región. En este campo el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en estrecha colaboración con diferentes instituciones nacionales de investigación, ha venido desarrollando desde hace varios años nuevas alternativas forrajeras, gramíneas y leguminosas mejoradas, que han sido liberadas como cultivares comerciales en varios países de la región.

Para que la sociedad se beneficie de los adelantos técnicos no es suficiente con generar nuevas alternativas de producción, se requiere que éstas sean conocidas y adoptadas por los productores, para lograr el impacto económico deseado, en términos de incrementos de producción, productividad, ingreso, empleo y conservación de los recursos naturales y del medio ambiente.

En la región el debate sobre el desarrollo tecnológico y su impacto socioeconómico ha sido controversial. Hay sectores que opinan que en la actualidad hay trabajos suficientes en el área investigación y que lo prioritario y urgente es transferir los resultados técnicos ya logrados a las fincas de los agricultores. Se argumenta que muchos de los resultados de la investigación pasada no han tenido un nivel satisfactorio de adopción y que en consecuencia los fondos invertidos en esas investigaciones han tenido pobre retorno social. Otros grupos señalan que si bien se han registrado avances importantes en investigación, aún es crítico continuar el fortalecimiento de éstas actividades, en particular para los sectores y grupos sociales más marginales.

Al parecer lo más conveniente es trabajar en los dos sentidos. Por un lado fortalecer los sistemas de investigación en temas estratégicos para el desarrollo económico regional y por otro, realizar un gran esfuerzo para transferir a los productores las nuevas tecnologías ya disponibles.

La crisis económica generalizada a través de todo el continente ha derivado en un creciente debilitamiento de la financiación de los sistemas nacionales de investigación (SNI) y en la necesidad de una mejor justificación de los fondos públicos destinados a investigación y desarrollo (I&D).

En este nuevo contexto, para obtener fondos para adelantar actividades de I&D, es necesario cuantificar su impacto socioeconómico y demostrar a quienes las financian y a los usuarios potenciales la bondad económica de tales iniciativas.

En este documento se analiza el tema de la adopción e impacto económico de nuevas alternativas forrajeras para la producción vacuna en la región tropical de América Latina. Se incluyen los siguientes temas: 1) Breve introducción al tema. 2) Importancia de la evaluación del

impacto del cambio técnico. 3) Marco conceptual de la adopción y el impacto, 4) Estudios empíricos del impacto económico de nuevos forrajes y 5) Principales conclusiones.

2. Importancia de la evaluación del impacto del cambio técnico

Antes de entrar en mayor detalle sobre los enfoques metodológicos y las experiencias empíricas en el campo de la evaluación del impacto económico de las adopción de pasturas mejoradas, es importante reflexionar sobre la relevancia de este tipo de estudios y sobre a quien interesan y porqué son útiles.

Anteriormente se anotaron dos elementos que son determinantes de la importancia de la evaluación del impacto: 1) Las dificultades crecientes para financiar los programas de investigación en los países latinoamericanos y 2) La urgencia que tiene el sector agropecuario, de que los resultados de la investigación se apliquen de la forma más rápida posible en el campo, es decir que la investigación sea eficiente y eficaz, para que la sociedad reciba los beneficios sociales de sus inversiones en innovación tecnológica.

Los estudios de impacto económico aportan información sobre las ganancias en producción y productividad, las variaciones de los precios y los costos de producción, los beneficios económicos que capturan productores y consumidores y la distribución de los mismos, según grupos sociales, estratos de finca, zonas geográficas y sistemas de producción.

Adicionalmente estos trabajos generan indicadores sobre la bondad y eficiencia económica de la inversión en investigación, tales como de tasa interna de retorno (TIR), relación beneficio - costo (B/C) y Valor presente de los beneficios netos (VPN). Estos son indicadores globales del impacto y muestran que tan atractivo y rentable es para la sociedad, destinar fondos públicos para el adelanto tecnológico en la agricultura.

Entre los demandantes de esta información se destacan dos grupos: 1) Investigadores, planificadores y administradores de los recursos de investigación y 2) Donantes públicos y privados, inversionistas en el sector agrícola y usuarios potenciales de la tecnología.

Para el primer grupo esta información es pertinente dado que aporta elementos de juicio para establecer prioridades, implementar programas y asignar los fondos para investigación. Aporta argumentos económicos

para justificar ante las entidades financiadoras, las solicitudes de recursos económicos para adelantar los proyectos de investigación.

El segundo grupo, conformado principalmente por donantes y usuarios de la tecnología, se interesa en los estudios de impacto ya ellos que suministran información sobre la eficiencia económica de invertir en investigación agrícola y de adoptar los nuevos productos técnicos.

La evaluación del impacto del cambio técnico usualmente contempla dos grandes áreas de acción: 1) Evaluación *ex-ante* del impacto y 2) Evaluación *ex-post*. La primera es un instrumento para fijar prioridades y asignar los fondos de investigación, cuando se diseñan los planes de trabajo, ya que los recursos financieros son siempre insuficientes en virtud de las múltiples necesidades y posibilidades alternativas de invertir los recursos escasos. En consecuencia, para elaborar una planificación eficiente de la investigación, es necesario contar con criterios y elementos de juicio, que permitan priorizar diferentes opciones.

La evaluación *ex-ante* mide el impacto potencial (futuro) de diferentes alternativas de investigación. La evaluación *ex-post*, valora el impacto de los productos tecnológicos desarrollados y liberados.

Por ejemplo, para adelantar un programa de investigación en ganadería se puede tener distintas alternativas de trabajo: pastos, suelos, salud animal, genética, agronomía etc. El programa cuenta con recursos limitados por lo cual no puede trabajar en todas ellas y debe concentrarse solo en unas cuantas. La pregunta relevante aquí es: En cuales de esas alternativas debe trabajar y cuanto debe invertir en cada una de ellas. La evaluación *ex-ante* aporta elementos de juicio para resolver esta clase de interrogantes, ya que genera información útil para priorizar las actividades y asignar los recursos de investigación.

El enfoque *ex-ante* está basado en la simulación de escenarios futuros de la adopción y el impacto de las distintas alternativas propuestas, utilizando información sobre cambios en la productividad, los costos de producción, la magnitud de las áreas impactadas con la tecnología, la probabilidad de éxito en la investigación, la velocidad de la difusión y la duración del proceso de investigación. Esta información se obtiene de informantes y expertos calificados tales como los propios investigadores y personas vinculadas al sector en el cual se introducirán los cambios técnicos.

Para evaluar el impacto *ex-ante* se plantean dos escenarios. Con y sin investigación. En el primero de ellos se simulan las condiciones de

producción y adopción que se darían en caso de que la tecnología evaluada se genere y sea adoptada por los productores. El segundo escenario muestra las tendencias que seguiría la producción, la productividad y la demanda, en ausencia de innovaciones tecnológicas. De la comparación de los escenarios resulta el impacto potencial de la tecnología bajo evaluación.

La evaluación *ex-post* se realiza una vez que la adopción de los productos tecnológicos haya concluido o se encuentre en fases muy avanzadas. La información requerida es la misma que la empleada en la evaluación *ex-ante*, la diferencia radica en que la primera está basada en opiniones de expertos calificados y la segunda proviene de estudios de campo que miden la adopción real.

Resumiendo, la evaluación *ex ante* es un ejercicio de simulación que muestra el impacto potencial de las alternativas tecnológicas y es útil para priorizar, asignar recursos y diseñar planes de investigación. La evaluación *ex-post* mide el efecto real del cambio técnico, examina en mayor detalle como los resultados de la investigación afectan el bienestar de la población y como esos beneficios se distribuyen entre grupos sociales, regiones geográficas, sistemas de producción etc. Estos trabajos requieren mayor nivel de detalle y precisión en los datos y en consecuencia resultan más costosos.

Los estudios de adopción *ex-post* no aportan información crítica que retroalimente al sistema de investigación, para mejorar la eficiencia en el proceso de diseño de la tecnología, y por su alto costo, estos trabajos son poco frecuentes. (Pachico D., 2000)

3. El Marco Conceptual

La investigación agropecuaria tiene plena justificación como inversión social, en la medida en que sea un instrumento eficaz para alcanzar las metas sociales macro tales como, reducir la pobreza, mejorar el nivel nutricional, incrementar la equidad y conservar y mejorar la base de recursos naturales y en términos generales impulsar el desarrollo económico. La evaluación del impacto es un ejercicio que pretende medir en que grado los proyectos de investigación contribuyen al logro de tales metas.

Por lo anterior, los ejercicios de evaluación de los proyectos de investigación emplean múltiples criterios relacionados con 1) la eficiencia y el crecimiento económico, 2) la equidad y la pobreza y 3) la

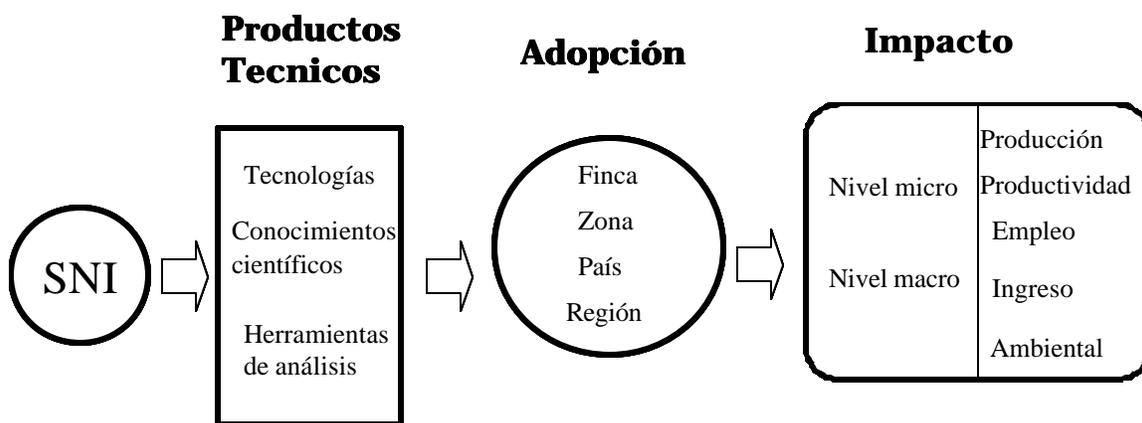
sostenibilidad. En este escrito solo nos referiremos a criterios de evaluación relacionados con las dos primeras categorías.

Las actividades de investigación y desarrollo se conciben como un proceso continuo en el tiempo, el cual se inicia en las instituciones de investigación, las que tienen como objetivo generar nuevas alternativas de producción, conocimientos científicos, metodologías y herramientas para la toma de decisiones y la planificación de los recursos de la sociedad.

Se espera que las actividades de I&D contribuyan al progreso social y económico permitiendo un uso más racional de los recursos productivos e incrementos en la producción, la productividad, los ingresos y otras variables claves que determinan el bienestar de las comunidades.

El esquema de la Figura 1 ilustra el proceso en el cual los Sistemas Nacionales de Investigación (SNI) generan una serie de productos técnicos tales como nuevas variedades y tecnologías de producción, nuevos conocimientos y bases científicas de apoyo a la investigación y herramientas para la toma de decisiones y la planificación del desarrollo.

Figura1 **Investigación, adopción e impacto**



Antes de aparecer el impacto económico del cambio técnico, debe ocurrir un proceso de adopción de las nuevas opciones de producción por parte de los agricultores. Por adopción se entiende, en el contexto de las innovaciones tecnológicas, el proceso por el cual el productor agropecuario sustituye una actividad por otra, previamente desconocida. Ello implica aprendizaje y cambio de su función de producción. (Seré, et. al., 1990).

Los estudios de adopción miden el uso de una determinada tecnología entre un grupo dado de agricultores. Ellos se realizan unos años después de que la tecnología está disponible. Es importante el estudio y análisis de los procesos de adopción, puesto que este ejercicio aporta la información básica que permite estimar el impacto tecnológico real. La magnitud de las áreas cultivadas con nuevos materiales, la productividad de las variedades tradicionales y de las mejoradas, los costos de producción antes y después de la adopción, son variables críticas para estimar el impacto y son obtenidas a partir de los estudios de adopción.

Una vez que los productos tecnológicos están listos y se liberan para los productores y usuarios, se inicia un proceso gradual de utilización de ellos, conocido como adopción, que a su vez está compuesto por varias etapas. Una inicial llamada adopción temprana o aceptabilidad, en la cual los usuarios de la tecnología la prueban en pequeña escala para experimentar, conocer su manejo y grado de adaptación a las condiciones particulares de sus fincas. En esta fase inicial intervienen unos pocos productores, generalmente aquellos que tienen una mentalidad más receptiva al cambio y menor aversión al riesgo. La fase de aceptabilidad no constituye una adopción definitiva del producto o técnica bajo ensayo, en ella el agricultor recoge información y elementos de juicio, para tomar decisiones sobre la adopción final de la alternativa tecnológica propuesta.

Se debe destacar que en el caso de adopción de pasturas, la fase temprana es más crítica que en los cultivos semestrales o anuales. La decisión de adoptar una determinada variedad de pasto implica comprometer recursos de capital por períodos mas o menos largos, 3, 4, 5 y más años. En los cultivos cambiar una variedad por otra, generalmente implica un gasto en semilla, el cual se recupera 6 o 12 meses después.

Las decisiones sobre adopción de nuevas variedades de cultivos semestrales o anuales son menos complejas que en pasturas, debido a que en un corto período de tiempo es posible evaluar su desempeño y esto permite decidir rápidamente si se adopta o desecha la innovación.

El prolongado período productivo característico de la ganadería, las oscilaciones cíclicas y estacionales de los precios y de la producción, los elevados costos y el lento establecimiento de las pasturas y en oportunidades la alta probabilidad de plagas y enfermedades, ameritan una rigurosa evaluación de los ganaderos, previa a la decisión final de adopción.

En la medida en que el sistema de investigación sea capaz de suministrar a los agricultores adecuada información sobre la nueva

técnica, se espera que sea menor la duración de la fase de aceptabilidad. Por ejemplo si se libera una nueva variedad y al mismo tiempo se suministra información sobre su productividad, adaptación, requerimientos de insumos, costos y riesgos, los agricultores no tienen necesidad de recabar esta información y en consecuencia se acorta la fase de aceptabilidad.

El enfoque de la investigación participativa apunta en la dirección de reducir la fase de aceptabilidad y acelerar los procesos de adopción. La participación activa de los productores en el diseño y evaluación de la nueva tecnología permite una fructífera interacción entre investigadores y agricultores, que deriva en nuevas tecnologías mejor adaptadas a las demandas, recursos y limitaciones de éstos últimos.

Varios estudios empíricos sobre la dinámica de los procesos de adopción, han medido la tasa de adopción como el porcentaje de productores que adoptan la nueva práctica o como la proporción del área afectada con la nueva tecnología y han demostrado que obedece a un patrón logístico o sigmoide, tal como se ilustra en la Figura 2. (Griliches, 1958, Ramírez & Seré, 1990, Cadavid 1995)

La expresión matemática de la función de adopción corresponde a:

$ta = \frac{1}{1 + e^{a+bt}}$; donde ta = tasa anual de adopción, a y b son parámetros y t representa la variable tiempo.

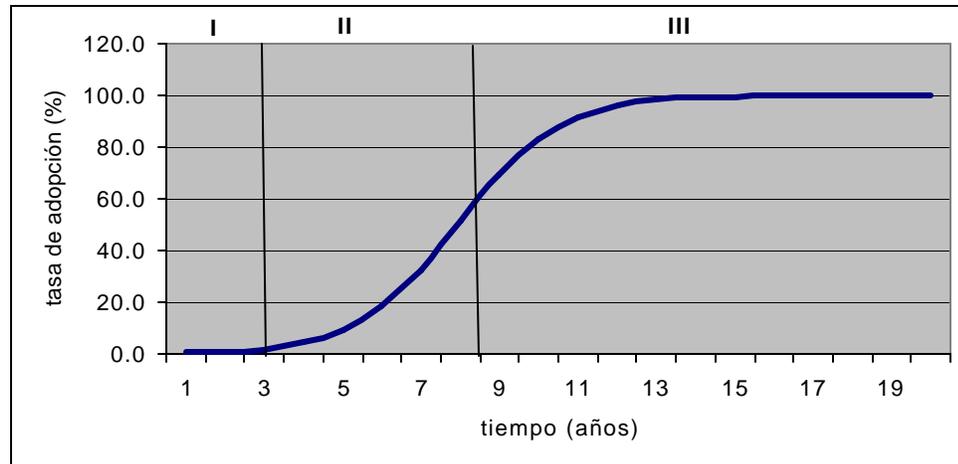
La fase I corresponde a la adopción temprana y en ella, dado el reducido número de productores que participan, la tasa de adopción resulta muy baja.

En la ganadería tropical un factor que propicia el lento ritmo de la adopción de pasturas en su fase temprana es la muy baja disponibilidad y los altos precios de las semillas de los nuevos materiales. Esto se constató, en la década de los 80 en Colombia, en el caso de la gramínea *Andropogon gayanus* (conocida como pasto llanero en México) y más recientemente en el de la leguminosa *Arachis pintoii* (maní forrajero perenne).

Con el transcurso del tiempo la dinámica de la adopción se incrementa, los resultados logrados por los productores en la fase temprana se difunden y nuevos productores entran al proceso. En la medida en que crece la demanda por semilla del nuevo germoplasma, otros productores

de este insumo entran al mercado, incrementan la oferta y el precio cae por debajo de los niveles especulativos observados en la fase inicial de la adopción. Se inicia un período de consolidación y la tasa de difusión se incrementa a un ritmo creciente. Esta segunda etapa es denominada adopción consolidada (AC).

Figura 2 **Etapas secuenciales en los procesos de adopción tecnológica**



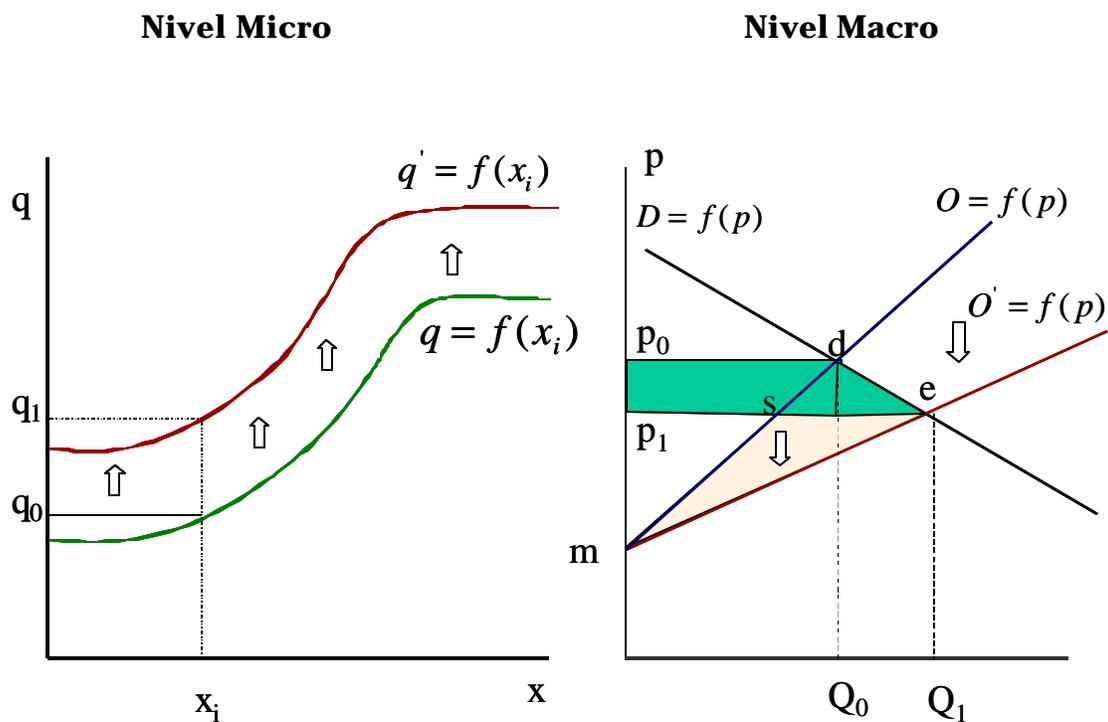
Finalmente el proceso de difusión pierde dinámica a medida que se agota progresivamente el universo de usuarios potenciales de la nueva técnica. La tasa de adopción sigue creciendo pero aun ritmo cada vez más lento hasta que finalmente se estabiliza y el nivel de adopción se torna constante. Esta etapa se denomina adopción terminal. Los modelos económicos de evaluación del impacto del cambio técnico consideran una cuarta fase, llamada desadopción u obsolescencia, que se produce cuando la tecnología comienza a ser sustituida por otra mejor y la tasa de adopción declina paulatinamente.

Usualmente antes de elaborar la evaluación del impacto se realizan los estudios de adopción, que permiten obtener la información crítica para efectuar este tipo de trabajo. Los estudios de adopción se elaboran a nivel de finca (micro), para estimar la adopción a nivel más agregado región o país (macro).

En el contexto de la finca el cambio técnico fundamentalmente se expresa en términos de aumentos de la productividad física (en el caso de la ganadería producción por cabeza en el hato o producción por hectárea de pasto), que resulta en reducciones de los costos unitarios de producción, aumentos de los ingresos y de la rentabilidad de las inversiones efectuadas.

En el diagrama de la izquierda de la Figura 3, se ilustra el impacto del cambio técnico en el ámbito micro. El eje vertical muestra los niveles de producción (q) de la finca y el horizontal los de los insumos x_i . La función de producción antes de la adopción de la nueva tecnología corresponde a $q = f(x_i)$. Se trata de una relación técnica de producción que indica que al utilizarse de una forma determinada el conjunto de insumos x_i se obtiene en la finca el nivel de producción q . La nueva tecnología desplaza la función de producción inicial hasta $q' = f'(x_i)$, que representa una relación técnica diferente para el empleo de los insumos x_i . El efecto de la innovación es desplazar hacia arriba la función inicial de producción, incrementando la cantidad producida, para todos los niveles de x_i .

Figura 3 **Impacto del cambio técnico a diferentes escalas**



Una de las formas de analizar el impacto del cambio técnico es a través de las variaciones de la productividad media (PM). Inicialmente, antes de la adopción, esta se expresa como $PM = \frac{q_0}{x_i}$

Una vez finalizada la adopción se calcula como: $PM' = \frac{q_1}{x_i}$; siendo $PM' > PM$.

La ganancia en productividad ($PM' - PM$) es el punto de partida para estimar el impacto a nivel micro. Si CT es el costo total de los insumos y permanece constante, entonces el costo promedio por unidad producida (CU) se contabiliza como: $CU = \frac{CT}{q_0}$, antes de la adopción y como $CU' = \frac{CT}{q_1}$ después de la adopción, siendo $CU' < CU$.

Un cambio técnico analizado de esta forma permite identificar cambios en variables tales como producción, rendimientos, costos, empleo de insumos e ingresos. Por lo tanto, para efectuar la estimación de su impacto económico en la finca, es necesario conocer el nivel de esas variables antes y después del cambio técnico evaluado.

Los estudios empíricos de adopción utilizan técnicas de muestreos al azar para obtener la información mencionada anteriormente. Generalmente esos trabajos monitorean a través del tiempo un conjunto determinado fincas discriminando por región geográfica, tipo de productor (pequeño, mediano o grande), acceso y distancia a los mercados de productos e insumos etc., con el propósito de identificar factores que impulsan o limitan la adopción de las tecnologías bajo evaluación.

Estos estudios generan la información básica para evaluar económicamente la adopción tanto en el contexto micro como en el macro.

La identificación de los factores que afectan positiva o negativamente la adopción es muy importante dentro de los estudios de adopción, ya que suministran información para el diseño de la tecnología, y si esto se hace en una fase temprana de la adopción, se da la posibilidad a los investigadores de introducir oportunamente ajustes en las tecnologías propuestas, para que su adopción sea más rápida.

Los efectos del cambio técnico en la finca, se transmiten a nivel agregado a través de los mercados. La consecuencia directa del aumento de la productividad y la reducción de los costos promedios es un incremento de la oferta global. En la parte derecha de la Figura 3, se esquematiza el impacto del cambio técnico a nivel agregado (en el país, la región, la cuenca etc).

El diagrama muestra el mercado de un producto final (puede ser carne, leche, arroz, etc), en donde el eje horizontal representa las cantidades transadas (Q) y el vertical los precios (p). Este se caracteriza por una demanda, definida como función inversa del precio [$D = f(p)$], y una oferta planteada como función directa del mismo [$O = f(p)$]. Antes de producirse la adopción el mercado está en equilibrio tranzándose la cantidad Q_0 al precio P_0 .

El cambio técnico desplaza la función de oferta desde O hasta O^1 y dada una demanda estable, se produce un nuevo equilibrio, tranzándose una cantidad mayor (Q_1) a un precio menor (p_1).

Este análisis permite visualizar los beneficios que recibe la sociedad como resultado de efectuar inversiones para generar las nuevas tecnologías. Los consumidores del producto se benefician al adquirir una mayor cantidad a un precio menor. En el diagrama ese beneficio corresponde al área pp_1ed , que es conocida en la literatura económica como excedente o beneficio al consumidor (Figura 3).

Los productores también obtienen ganancias económicas al adoptar las innovaciones. Los incrementos de su productividad, les permiten producir mayores volúmenes de producción a costos unitarios menores. Esto constituye un beneficio para ellos, el cual en el diagrama corresponde al área mse . (Figura 3).

Pero las reducciones del precio de mercado si bien favorecen a los consumidores, perjudican a los productores ya que reciben menos dinero por cada unidad de producto ofrecido en el mercado. En consecuencia, la mayor oferta como resultado de la innovación tiene dos efectos de sentido opuesto en la economía de los productores. Uno positivo representado por los avances de la productividad y el otro negativo debido a la caída del precio. Este último efecto corresponde al área pp_1ds en la Figura 3.

La ganancia total para la sociedad resultante de la adopción tecnológica, corresponde a la suma aritmética de los beneficios que reciben productores y consumidores. Tales beneficios sociales se resumen en el Cuadro 1.

¹ Según la teoría económica la función de oferta representa el costo marginal de producción, de tal suerte que el desplazamiento de la función de oferta desde O hasta O^1 implica una reducción del costo marginal para todos los niveles de producción

Para la estimación empírica de los beneficios que se consignan en el Cuadro 1, los analistas emplean frecuentemente modelos económicos computarizados, que permiten determinar la distribución de los beneficios del cambio técnico entre diversos actores sociales y estimar la rentabilidad social del mismo.

Cuadro 1 Beneficios sociales derivados de la adopción tecnológica

Clase de beneficio	Consumidores	Productores	Beneficio total
Ganancias por reducción del precio de mercado	$p_0 p_1 e_d$	0	$p_0 p_1 e_d$
Pérdidas por reducción del precio de mercado	0	$- p_0 d s p_1$	$- p_0 d s p_1$
Ganancias por aumento de la productividad	0	mse	mse
Beneficio total	$p_0 p_1 e_d$	$mse - p_0 d s p_1$	mde

Resumiendo para estimar los beneficios y la rentabilidad del cambio técnico el punto de partida es el monitoreo de los procesos de adopción, para conocer la duración e intensidad de la misma, los cambios en la productividad, los costos y los precios y la magnitud de las áreas afectadas con la nueva tecnología. Generalmente este monitoreo se realiza a través de encuestas aleatorias, sondeos rápidos y la implementación de grupos de enfoque (“focus group”) con interlocutores calificados como investigadores, extensionistas, productores, semilleros, para obtener de ellos la información relevante que caracterice la adopción y permita cuantificar el impacto económico.

Debido a los altos costos de los muestreos aleatorios y a las dificultades crecientes de financiación de los institutos nacionales de investigación en la región, cada vez es más frecuente el empleo de técnicas de menor costo como los sondeos rápidos y los grupos de enfoque. En el caso de la ganadería, en donde las fincas seleccionadas al azar pueden estar a grandes distancias unas de otras, los muestreos aleatorios pueden resultar muy costosos en términos de tiempo y de dinero.

El caso del CIAT puede servir para ilustrar la situación. En las décadas del 70 y 80, el Centro desarrolló numerosos estudios a nivel de campo para estudiar y entender los sistemas ganaderos extensivos de los trópicos bajos de América Latina y monitorear la adopción de nuevas

tecnologías. Se efectuaron muestreos exhaustivos en Colombia, Perú, Brasil y Venezuela. Un estudio piloto denominado Proyecto ETES adelantó un trabajo de campo que incluyó visitas periódicas durante el año a fincas en Brasil, Colombia y Venezuela. Un técnico del residía por períodos cortos en las fincas para hacer mediciones de ganancias de peso de los vacunos, de producción de leche y para efectuar prácticas como palpaciones y vacunaciones. Por el alto costo que esto implica el CIAT hoy en día no estaría en capacidad de repetir esta experiencia.

Cuando se trata de cultivos, obtener la información para evaluar el impacto de la adopción tecnológica, resulta más fácil que en ganadería. Algunos gremios y organizaciones estatales generan información, anual y semestral, sobre áreas sembradas, volumen de semilla certificada vendida, rendimientos obtenidos, precios de mercado etc. En ganadería la información disponible es pobre y muy poco confiable. Aún información tan básica como el volumen de animales sacrificados, por diversas razones, resulta con serias inconsistencias.

En el campo de los modelos de evaluación del impacto económico, recientemente se registran significativos avances. El CIAT desarrolló un modelo económico de evaluación del impacto del cambio técnico denominado MODEXC (Modelo de Excedentes Económicos), que permite evaluar el impacto individual de diferentes tecnologías que simultáneamente afectan un mercado. Está disponible para diferentes usuarios en la pagina Web del Proyecto de Impacto del CIAT (<http://www.ciat.cgiar.org/impact/modexc.htm>). Este modelo en la actualidad es utilizado en varios países de la región. (Véase también Rivas et al, 1999)

Un esfuerzo conjunto del IFPRI, BID, CIAT e IICA aportó el modelo DREAM (Dynamic Research Evaluation for Management), que es una herramienta que permite valorar el impacto de las innovaciones tecnológicas, cuando éstas afectan simultáneamente a varios mercados interconectados. (Véase Wood & Baitx, 1998)

4. Estudios empíricos del impacto económico de nuevos forrajes

En esta sección se incluyen varios casos prácticos de evaluación del impacto económico por el uso de pasturas mejoradas. Ellos son: 1) Evaluación ex ante del impacto a nivel de América Latina Tropical del uso de variedades forrajeras mejoradas, producidas por el CIAT y las agencias nacionales colaboradoras. 2) Evaluación *ex-post* del uso de *Andropogon gayanus* (cv. planaltina) en los Cerrados de Brasil y 3)

Impacto económico del uso de nuevos forrajes en Los Llanos Orientales de Colombia.

4.1 Impacto potencial del uso de nuevos forrajes en América Latina Tropical: *Evaluación ex -ante*

4.1.1 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 de las alternativas de investigación del Programa de forrajes tropicales en América Latina.

El Cuadro 2 resume el contexto general de la evaluación elaborada.

Cuadro 2. 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.

1/ Actualmente Proyecto de forrajes.

Fuente: Rivas y Pachico (1997)

El contexto general incluye: a) Una región objetivo que es América Latina Tropical, dentro de la cual se espera que se difundan las nuevas tecnologías. b) Dos mercados de productos finales: carne y leche, los cuales son afectados, por el lado de la oferta, por el cambio técnico. c) Tres grandes agroecosistemas: sabanas, laderas y márgenes de bosque, dentro de los cuales se desarrollan actividades de producción ganadera. d) Dos sistemas de producción, ceiba y doble propósito, los más frecuentes en el área objetivo y e) Tres alternativas tecnológicas a ser evaluadas.

4.1.2 Fuentes de Información

Para valorar el impacto del cambio técnico se precisa información de dos clases: 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) De naturaleza económica, que caracterice los mercados de productos cuya oferta será desplazada, como resultado de la adopción de las tecnologías mejoradas.

La información técnica se resume en el Cuadro 3 y la económica aparece en el Cuadro 4. 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, en lo relacionado con: a) la magnitud de las áreas a impactar, 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 3 aparece 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 estima van a utilizar la nueva tecnología. El parámetro 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.¹

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.

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

Los parámetros económicos caracterizan la demanda y la oferta de los mercados afectados por el cambio técnico, en este caso carne y leche a nivel mayorista. La información requerida es: a) la situación inicial de equilibrio del mercado antes de la adopción, en términos de precio y cantidad (Q_0 y P_0 en la Figura 3). b) las elasticidades precio de oferta y demanda en los mercados de productos ganaderos c) el precio mínimo de oferta (m en la Figura 3). d) La tasa anual de crecimiento esperada de oferta y demanda, en ausencia de cambio técnico y f) los precios internacionales de carne y de leche relevantes para la región de referencia.

Los datos económicos provienen de la revisión de diversos documentos sobre las tendencias económicas del sector pecuario y de estudios econométricos sobre los mercados bajo análisis en la región de referencia.

4.1.3 Resultados

Los beneficios del cambio técnico estimados empleando el modelo MODEXC se presentan en el Cuadro 5. 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.

La rentabilidad de invertir en investigación en forrajes resulta muy 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%.

El ejercicio de simulación muestra que los mayores beneficios potenciales se presentan cuando se adoptan 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.

No obstante, es preciso anotar que en la región no existe tradición en el uso de pasturas mezcladas de gramíneas y leguminosas, contrario a lo que ocurre en Australia, y que por esta razón estos procesos de adopción son muy lentos, especialmente en sus fases iniciales. El manejo de las

Cuadro 3

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 <i>Arachis pinto</i>										
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 4. **Parámetros económicos usados para estimar el impacto 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

Cuadro 5 **Valor presente de los beneficios potenciales del uso de nuevas opciones forrajeras en América Latina Tropical**

US\$ millones

a) Economía cerrada

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

Grupos sociales	Productos		
	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)

asociaciones presenta un mayor grado de complejidad que las pasturas tradicionales, lo cual también constituye un freno para su adopción. Las Brachiarias mejoradas, de mayor productividad y resistentes al salivazo, tienen un enorme beneficio potencial, dada la elevada incidencia de esta plaga a lo largo de todo el subcontinente. Se estima que su valor presente se aproxima a casi US\$ 1400 millones (Cuadro 6).

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).

Cuadro 6 Valor presente de los beneficios potenciales del cambio técnico, según clase de pastura
US\$ millones

Sistema de pastura	Valor presente	
	Total	% del total
Pasturas mixtas basadas en <i>A. pintoii</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)

Cuadro 7 Valor presente de los beneficios potenciales del cambio técnico, según agroecosistema
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 y Pachico (1997)

Los beneficios del cambio técnico atribuibles a la producción de carne y a la de leche son de magnitud muy similar, entre US\$ 1200 y 1300 millones. En los agroecosistemas de márgenes de bosque y de sabanas, la principal fuente de beneficios es la producción de carne, en tanto que

en las laderas las actividades lecheras aportan el grueso de los beneficios potenciales (Cuadro7).

Este estudio documentó el gran potencial de impacto de la inversión en el desarrollo de forrajes mejorados en América Latina Tropical, para la región en conjunto y en sus distintos agroecosistemas y sistemas de producción.

La tasa de retorno de estas inversiones es alta, lo que las hace muy atractivas desde el punto de vista financiero y justifica plenamente la inversión de la sociedad en la investigación sobre forrajes tropicales.

4.2 Impacto Económico del uso de *Andropogon gayanus* en los Cerrados de Brasil

4.2.1 Antecedentes

El *Andropogon gayanus* es una gramínea forrajera liberada en Brasil a principios de los años 80. Su desarrollo fue producto del trabajo conjunto de CIAT, EMBRAPA y otras agencias nacionales de los países de la región.

Se trata de un material que exhibe un alto grado de adaptación a condiciones de baja a moderada fertilidad del suelo, acentuado déficit hídrico y elevada saturación de aluminio. Estas condiciones edáficas son frecuentes en los Cerrados del Brasil, una extensa zona de ese país, que abarca más de 200 millones de hectáreas, e incluye 12 unidades federativas (Sáez & de Andrade, 1990).

Los sistemas de producción típicos de los Cerrados son extensivos y afrontan el problema más común en la ganadería de los trópicos, que es una pobre base forrajera que limita en alto grado la expansión de la producción pecuaria.

La *Brachiaria decumbens* es una de la especies forrajeras de mayor uso en los Cerrados, no obstante su buen nivel de adaptación y productividad, ésta gramínea es atacada frecuentemente por “el salivazo, mión o cigarrinha” de los pastos, que reduce considerablemente su productividad y en casos extremos inutiliza completamente los potreros. Otro problema de la *Brachiaria* es la foto sensibilización en los bovinos jóvenes.

En el momento de iniciarse este estudio el área total en pasturas de los Cerrados se estimaba en 31 millones de hectáreas. Aproximadamente la mitad de ésta área forrajera estaba constituida por diferentes clases de Brachiarias (*decumbens*, *humidicola*, *ruzizensis*) y pasturas naturalizadas como *Hyparrhenia rufa*, *Melinis minutiflora* y *Brachiaria mutica* (Sáez & de Andrade, 1990).

Como una solución a los problemas críticos para la alimentación de los vacunos en los Cerrados, a inicios de la década del 80, se puso a disposición de los ganaderos, por parte del Centro de Pesquisa dos Cerrados (CPAC), la gramínea *Andropogon gayanus* cv Planaltina, como una alternativa para sustituir a las Brachiarias degradadas.

Se inició un proceso de adopción exitoso en el cual la formación de nuevas pasturas de *A. Gayanus* avanzó rápidamente y por ésta razón, hacia finales de esa década EMBRAPA y el CIAT, iniciaron conjuntamente un trabajo de campo para hacer un seguimiento de la adopción y evaluar el impacto económico del nuevo cultivar.

4.2.2 Fuentes de Información

Se utilizaron diversas fuentes de información para medir la adopción de *A. gayanus* en el amplio espacio geográfico en el cual la nueva opción se estaba empleando. Los datos se obtuvieron de tres fuentes principales: a) Empresas comerciales privadas de semillas forrajeras. 2) Oficinas de extensión rural (EMATER) y 3) Entrevistas a ganaderos ubicados en el área geoeconómica de Brasilia.

Se efectuaron encuestas a los productores de semilla, para determinar el monto de las ventas de *A. gayanus* y a los ganaderos para conocer la evolución de las áreas sembradas y de los parámetros de productividad. Una muestra tomada al azar, equivalente al 10%, de las oficinas de EMATER fue encuestada para conocer la problemática y ventajas del nuevo material en el área de referencia.

4.2.3 Resultados

La información recolectada permitió construir series anuales de ventas de semilla, de siembras anuales y de acumulación neta de pasturas de *A. gayanus*. El Cuadro 8 resume la información mencionada.

Los principales atributos señalados por los ganaderos, que favorecen la adopción de este material en el Cerrado, son: 1) resistencia a sequía. 2) adaptación a suelos ácidos y de baja fertilidad. 3) resistencia a "mión o cigarrinha". 4) rebrote rápido con las primeras lluvias. 5) elevado consumo por todo tipo de animales. 6) alta tolerancia a pisoteo, fuego y frío, 7) mayor producción de materia seca, 8) con un buen manejo se obtiene alta palatabilidad y digestibilidad. 9) soporta bien fuertes cargas. 10) Presenta buena capacidad para producir leche con alto contenido graso. 11) no provoca foto sensibilización en animales jóvenes, 12) se asocia bien con las leguminosas y 13) permite obtener mayores pesos al destete.

Los factores limitantes a la adopción se resumen en: 1) es más complejo el manejo de la pastura a través del año. 2) eventualmente se presentan dificultades en el establecimiento y 3) tendencia a generar zonas descubiertas (calvas), lo que favorece la invasión de malezas y las pérdidas de suelo.

Cuadro 8 Venta de semilla y formación de pasturas de A. Gayanus en los Cerrados de Brasil

Año	Total nacional de semillas vendidas (Tm.)	Siembras anuales	Arrea bruta acumulada (000has)	Arrea neta acumulada (has)
1982-83		26900	26990	26990
1983-84		64900	91800	91800
1984-85		76200	168000	168000
1985-86	172.4	11495	179495	179495
1986-87	1381.5	92097	271592	271592
1987-88	18701	124577	396269	396269
1988-89	3636.0	242400	638669	638669
1989-90	3636.0	242400	881069	881069
1990-91	3636.0	242400	1123469	1096569
1991-92	3636.0	242400	1365869	1300968
1992-93	3636.0	242400	1608269	1532069

Fuente: Sáez & de Andrade (1990)

La información de ventas anuales de semilla, suministrada por los semilleristas para el período 1985-1989, permitió estimar las superficies plantadas anualmente, empleando la densidad promedio de siembra en la región, 15 kg/ha. Las siembras para 1989-93 se estimaron adoptando el supuesto conservador de ventas constantes de semilla durante ese subperíodo. Considerando una vida útil de la pastura de A. Gayanus de 8 años, se estimó el área neta disponible para la ganadería en los Cerrados durante el período de análisis. (Cuadro 8).

La estimación muestra que hacia 1993 en los Cerrados de Brasil se habían plantado aproximadamente 1.5 millones de hectáreas del cultivar Planaltina, en un período de difusión de 11 años.

La aparición de la nueva gramínea, implicó avances en la producción y la productividad de la pecuaria de los Cerrados. Se estimó que ésta opción forrajera comparada con una gramínea degradada, produce en promedio adicionalmente 40 kg/ha/año de carne en canal (76-80 kg en pie) o 380 lts de leche fresca. (Sáez & de Andrade, 1990).

Los estimativos de las superficies acumuladas de la nueva gramínea y los cambios en productividad, permitieron calcular los volúmenes adicionales de carne o de leche que era factible obtener mediante su utilización (Cuadro 9).

Para lograr esos volúmenes adicionales de producción fue necesario efectuar una serie de inversiones tanto en el desarrollo de la nueva gramínea como en su establecimiento en las fincas de los productores. Las primeras públicas las segundas privadas. En el Cuadro 10 se incluyen las inversiones en la investigación y desarrollo del cultivar Planaltina desde 1973, las inversiones en la formación de las nuevas pasturas, el valor de la producción de carne atribuible al nuevo forraje y una estimación de los beneficios netos.

Cuadro 9 Incrementos en producción de carne y leche por la adopción de *A. gayanus* en los Cerrados de Brasil

Período	Superficie estimada	Producción adicional	
		Carne (000 tm.) ^{1/}	Leche (000 lt.)
1982-83	26990	1076	10222
1983-84	91800	3672	34884
1984-85	168000	6720	63840
1985-86	179495	7180	68208
1986-87	271592	10864	103205
1987-88	396269	15851	150582
1988-89	638669	25547	242694
1989-90	881069	35243	334806
1990-91	1096569	43863	416696
1991-92	1300968	52039	494368
1992-93	1532069	61283	582186

^{1/} peso en canal

Fuente: Sáez & de Andrade (1990)

Los autores resaltan el hecho que los costos del establecimiento en las fincas de las nuevas pasturas, superan ampliamente a los incurridos en el desarrollo del material. El valor presente de las inversiones en

investigación se estimó en US\$ 4.9 millones frente a US\$ 19.8 millones de inversión en las fincas para plantar el cultivar Planaltina.

El valor presente neto recibido por los agricultores adoptadores se calcula que está cercano a los US\$ 10 millones, en tanto que la tasa interna de retorno de las inversiones efectuadas se acerca al 30%, casi el doble del costo alternativo del capital en la época en que se efectuó el estudio.

El trabajo concluye que si bien el nivel de adopción de *A. gayanus* hacia 1992-93 era significativo en términos de áreas plantadas y volumen de producción adicional, aún no era suficiente como para inducir en el mercado brasileño significativas reducciones de precios o para incrementar sustancialmente los excedentes exportables.

Cuadro 10. Inversiones en investigación y desarrollo y en la formación de pasturas de *A. Gayanus* en los Cerrados de Brasil (US\$ millones)

Periodo	Inversión en Investigación y desarrollo (I&D (1))	Inversión en formación de nuevas pasturas (FNP) (2) *	I&D + FNP (3)	Ingreso	
				Bruto (4)	Neto (5)
1973/74	0.30	0.0	0.30	0.0	-0.30
1974/75	0.30	0.0	0.30	0.0	-0.30
1975/76	0.30	0.0	0.30	0.0	-0.30
1976/77	0.30	0.0	0.30	0.0	-0.30
1977/78	0.60	0.0	0.60	0.0	-0.60
1978/79	0.60	0.0	0.60	0.0	-0.60
1979/80	0.60	0.0	0.60	0.0	-0.60
1980/81	0.60	0.0	0.60	0.0	-0.60
1981/82	0.60	0.0	0.60	0.0	-0.60
1982/83	0.60	3.2	3.8	1.2	-0.60
1983/84	0.30	7.8	8.1	4.7	-2.6
1984/85	0.30	9.1	9.4	6.9	-2.5
1985/86	0.30	1.4	1.7	9.9	8.2
1986/87	0.30	11.1	11.4	15.1	3.7
1987/88	0.30	15.0	15.3	17.4	2.1
1988/89	0.30	29.1	29.4	25.5	-3.9
1989/90	0.15	29.1	29.3	35.2	5.9
1990/91	0.15	29.1	29.3	43.9	14.6
1991/92	0.15	29.1	29.3	52.0	22.7
1992/93	0.15	29.1	29.3	61.3	128.0**
VPN (i =15%)	4.9	19.8	22.3	25.4	9.7
TIR (%)	-	-	-	-	29.4

* Se estima que el costo de establecimiento de *A. gayanus* es de US\$ 120/ha.

** Incluye el valor residual de la pastura Fuente: Sáez & de Andrade (1990).

El estudio asumió que el proceso de adopción de este material tendería a finalizar hacia 1993. Estimativos de las áreas sembradas en el año 2000, basados en las ventas anuales de semillas forrajeras en los Cerrados, indican que actualmente el área plantada con ésta gramínea podría estar entre 10 y 12 millones de hectáreas. (R de Andrade, EMBRAPA - CPAC, comunicación personal).

Lo anterior indica que el estudio descrito se efectuó en una fase aún incipiente de la adopción y que el impacto medido, tomó en consideración solo una pequeña fracción del proceso de cambio técnico.

Este trabajo nos muestra claramente que los análisis de los procesos de adopción e impacto en pasturas, deben abocarse desde una perspectiva de largo plazo, dadas sus complejidades y lenta dinámica.

Tanto EMBRAPA como el CIAT han tenido gran interés en actualizar las cifras del impacto y entender y analizar mejor el éxito de *A. gayanus* en los Cerrados del Brasil. Se han preparado conjuntamente varias propuestas de investigación sobre el tema, que se han presentado a diferentes donantes potenciales, sin éxito hasta el momento. Se considera que este es un caso exitoso, que vale la pena documentarlo y estudiarlo en mayor detalle.

4.3 Impacto del uso de pasturas mejoradas en los Llanos Orientales de Colombia

4.3.1. Antecedentes

Desde 1994 el CIAT conjuntamente con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (MADR) han venido adelantado un Programa de Investigación, para apoyar la modernización de la agricultura en la Amazonia y Orinoquia del país. Se trata de un extenso área que ocupa casi dos terceras partes del territorio nacional, con muy baja densidad de población y una enorme dotación de recursos de tierras, hídricos mineros y de biodiversidad.

La mayor actividad productiva se desarrolla en la Orinoquia, más conocida como los Llanos Orientales, en donde la pecuaria es una de las bases de la economía regional.

El CIAT ha monitoreado continuamente los sistemas productivos de los Llanos colombianos y ha detectado un gran cuello de botella que es la baja productividad de las pasturas y la carencia de alternativas forrajeras mejoradas.

Debido a esto, el Programa MADR-CIAT incluye un componente de investigación en forrajes, orientado al desarrollo de materiales mejorados, de alta productividad y adaptados a condiciones de baja fertilidad, sequía, acidez y saturación de aluminio, típicas de gran parte del territorio en mención.

Este Programa ha comenzado a incrementar la disponibilidad de nuevas opciones forrajeras para la región y existe un marcado interés del gobierno nacional, financiador parcial del trabajo de investigación, por conocer el impacto potencial de las inversiones efectuadas y su rentabilidad para el país. Por esta razón, el Proyecto de Evaluación de Impacto del CIAT, efectuó una evaluación *ex ante* del impacto económico de los nuevos forrajes.

4.3.2 Fuentes de Información

La información utilizada proviene de numerosos trabajos a nivel experimental y de campo efectuados por el Centro en la región objetivo. Adicionalmente se efectuaron consultas con científicos y expertos que trabajan en el desarrollo, evaluación técnica y promoción de los nuevos materiales. En el Cuadro 11 se presentan los parámetros técnicos y la estimación de la magnitud de áreas susceptibles de impactar con la nueva tecnología. Los coeficientes de productividad se incluyen en el Cuadro 12.

Utilizando modelos logísticos se simuló la adopción anual de los nuevos materiales para el período 2002-2011, la cual se presenta en la Figura 4. A partir de las áreas potenciales a impactar y de los niveles esperados de productividad se estiman los flujos anuales de producción que se muestran en la Figura 5.

Los beneficios derivados del empleo de las nuevas opciones forrajeras tienen un valor presente en 2002 de cerca de US\$ 190 millones., aportados en un 60% por actividades de doble propósito y el 40% por el engorde de vacunos (Cuadro 13).

En los Llanos se distinguen claramente dos grandes agroecosistemas el piedemonte y la altillanura. El primero cuenta con recursos de tierras de mejor calidad, presenta mejor dotación de infraestructura de vías y

geográficamente está muy cercano a la capital del país. Por estas circunstancias, es muy razonable asumir que los procesos de adopción y difusión tecnológica en el Piedemonte sean más dinámicos. En este agroecosistema se concentra la ceba de animales y el doble propósito más intensivo. Estas diferencias se reflejan en los parámetros de productividad del Cuadro 3.

Se espera que en los primeros años de la adopción los beneficios económicos se concentren en el Piedemonte, el cual generaría casi el 85% de los beneficios totales (Cuadro 4).

La relación beneficio/costo de las inversiones del Convenio MADR -CIAT para la investigación en forrajes para los Llanos es de 13 a 1.

Lo anterior significa que por cada dólar de fondos públicos invertido en estas investigaciones, se obtiene un retorno de US\$ 13. Este elevado retorno económico se evidencia una vez más cuando se calcula la tasa interna de retorno de los fondos invertidos que es de 42%, que supera ampliamente el costo de oportunidad del capital situado en el rango de 10 a 20%.

Cuadro 11 **Materiales forrajeros disponibles y en avanzado estado de evaluación para el piedemonte y la Altillanura de Colombia. Convenio MADR - CIAT:1994 - 2001**

Nombre del material	Nicho ecológico	Productividad esperada			Área potencial a impactar según sistema (000has)		Periodo de difusión (años)
		Ceba	Doble propósito		Carne	Doble propósito	
		Carne kg/ha/año	Carne kg/ha/año	Leche kg/ha/año			
Brachiaria brizantha cv Toledo	Piedemonte	400	300	2000	200	250	10
Brachiaria brizantha CIAT :	Altillanura	26124	250		500		15
26556		250		500		15	
26318		250		500		15	
Cratylia argentea	Piedemonte			1200		100	10
Arachis pintoi 18744	Piedemonte	500	350	3000	80	100	10
Desmodium ovalifolium 13651	Altillanura	200			100		15

Fuente: Rivas (2002)

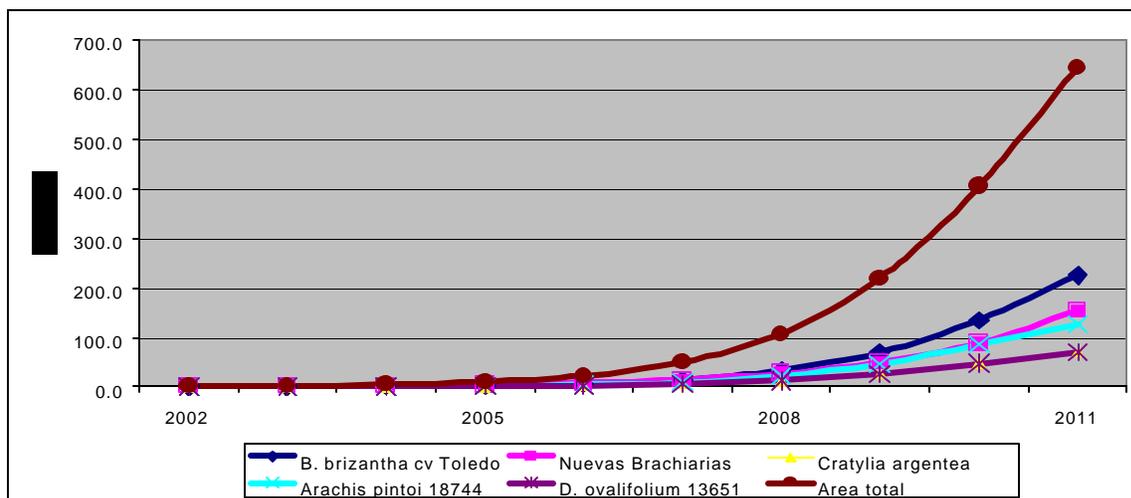
Cuadro 12 Productividad potencial anual de nuevos cultivares y accesiones de forrajes promisorios para los Llanos Orientales de Colombia vs. una pastura de uso tradicional a/

Tipo de pastura (mejorada vs. tradicional)	Productividad según el sistema de explotación		
	Ceba (kg/ha/año)	Doble propósito	
		Carne (kg/ha/año)	Leche (kg/ha/año)
Brachiaria brizantha cv Toledo Tradicional	400 150	300 78	2000 900
B. brizantha CIAT 26124, 26556 y 26318 Tradicional	250 110	- -	- -
Cratylia argentea cv. Veranera Tradicional	- -	- -	1200 800
Arachis pintoii CIAT 18744 Tradicional	600 150	350 78	3000 900
Desmodium ovalifolium cv. Maquenque Tradicional	200 110	- -	- -

a/ Como tradicional se considera una pastura de *B. decumbens* con varios años de uso, bajo las condiciones normales de manejo en la región.

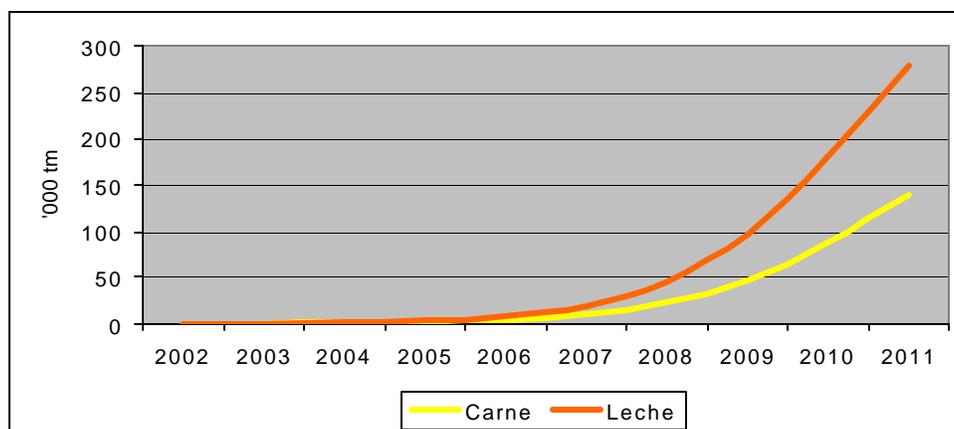
Fuente: Información experimental y a nivel de finca recopilada por CIAT.

Figura 4. Evolución simulada de las áreas sembradas con nuevos materiales forrajeros en los Llanos Orientales de Colombia, 2002-2011



Fuente: Rivas (2002)

Figura 5 **Incremento esperado de la producción de carne y de leche por el uso de nuevos forrajes en los Llanos Orientales de Colombia**



Fuente: Rivas 2002

Cuadro 13 **Impacto económico potencial del uso de nuevos forrajes en los Llanos Orientales de Colombia**

Opciones	Nicho ecológico	Valor presente de la producción adicional 1/ (US\$ millones)		
		Sistema de producción		
		Ceba	Doble propósito	Total
Nuevas brachiarias: CIAT 26124, 26556 y 26318	Altillanura	21.6		21.6
<i>B. brizantha</i> cv Toledo	Piede monte	29.1	53.5	82.6
<i>Cratylia argentea</i> cv. Veranera	Piedemonte		7.4	7.4
<i>Arachis pintoii</i> 18744	Piedemonte	19.8	50.9	70.7
<i>D. ovalifolium</i> 13651	Altillanura	6.4		6.4
Total beneficios del proyecto	Orinoquia	76.9	111.8	188.7
Valor presente Anualidad (i=10%)		12.5	18.2	30.7
Tasa interna de retorno (%)	42.0			
Valor de la de la inversión en investigación de 1994 -2001 en el año 2002 (US millones)				
Ministerio de Agricultura	7.0			
CIAT	7.0			
Total	14.0			
Relación beneficio/costo	13: 1			
Tasa interna de retorno (%)	42.0			

5. Principales conclusiones

Los estudios de adopción e impacto son de gran importancia y utilidad para un amplio grupo de personas compuesto por investigadores, planificadores, administradores de la investigación, donantes y usuarios de las nuevas tecnologías. Esta importancia radica en el hecho de que ellos aportan elementos de juicio par la priorización y planificación de la investigación, para la asignación de recursos dentro de proyectos o programas de investigación y para la inversión de fondos públicos y privados en la agricultura.

Las difícil situación económica de la mayoría de los países de la región, que hace cada vez más difícil la financiación de la investigación agropecuaria, ha dado fuerza a la necesidad de justificar con argumentos económicos y sociales, las iniciativas de inversión en investigación agropecuaria. Esto porque los escasos fondos públicos disponibles tienen otros usos alternativos tales como educación, salud, vivienda, infraestructura vial etc.

Existe creciente preocupación en la región por lo que algunos consideran un limitado impacto económico de la investigación efectuada en el pasado. En este contexto, los estudios de adopción e impacto ayudan a documentar los resultados técnicos y económicos de la investigación, aportan criterios para definir prioridades y asignar recursos y de esta manera contribuyen a se más eficiente y eficaz el trabajo de investigación.

Los beneficios derivados de la adopción de nuevas formas de producción se distribuyen entre distintos actores sociales, regiones, agroecosistemas y sistemas de producción, por lo cual es importante establecer en que medida, esas innovaciones no solo aportan riqueza a la sociedad, sino como éstos beneficios se distribuyen y ayudan a mejorar la equidad social.

Los procesos de adopción de nuevas pasturas son largos y complejos. La etapa de adopción resulta sustancialmente mayor que en los cultivos. En la medida en que los procesos de adopción se aceleren, más rápidamente la sociedad recibe los beneficios económicos de las innovaciones. Es importante que en la fase de liberación de los nuevos materiales, por parte de las agencias estatales de investigación y extensión, se provea a los ganaderos de una adecuada información técnica, sobre rendimientos, costos, e inversiones asociadas con las nuevas técnicas, para agilizar la toma de decisiones por parte de los productores.

Un adecuado suministro insumos básicos, en el caso de forrajes la semilla, es crítico para acelerar la adopción. Existen evidencias en Colombia, de que el déficit de este insumo crítico ha frenado la adopción de los nuevos materiales forrajeros.

Los enfoques participativos de investigación, en donde investigadores y productores interactúan estrechamente en el diseño de la tecnología, aparecen como una alternativa de trabajo, para lograr una más rápida adopción de los productos tecnológicos.

Este estudio se concentró en el impacto económico de la adopción de nuevas opciones forrajeras. Parte de los problemas de financiación que enfrentan las iniciativas tendientes a desarrollar la ganadería, se relacionan con la tesis de que ésta ha sido una de las actividades más negativas para el medio ambiente en términos de deforestación, compactación de suelos, erosión etc. Es importante anotar que los nuevos materiales forrajeros, adecuadamente utilizados, soportan altas cargas animales y presentan elevados niveles de producción por animal y por hectárea de pasto. Estos factores contribuyen a la intensificación de la ganadería, como ya lo señalan las tendencias globales, y ayudan a disminuir la presión de uso sobre áreas ganaderas frágiles y sobre ecosistemas no apropiados para la ganadería y aún no intervenidos.

Dado que el impacto económico y el ambiental están estrechamente ligados a largo plazo, es importante adelantar estudios de impacto ambiental en el ámbito de la adopción de forrajes mejorados, un área de trabajo aún muy poco explorada.

La conclusión más general es que las inversiones efectuadas para desarrollar nuevas tecnologías forrajeras han tenido un alto retorno social, lo cual justifica el asignar fondos públicos para la investigación en forrajes tropicales.

Las evidencias de la adopción y el impacto de *A. gayanus* en los Cerrados de Brasil, muestran que estos procesos deben evaluarse con una perspectiva de largo plazo. Que si bien en el corto y mediano plazo se observan importantes beneficios económicos que hacen rentable la inversión en investigación, el grueso de los beneficios aparecen a más largo plazo. El cultivar Planaltina fue liberado por EMBRAPA-CPAC en 1981, hacia 1993 la superficie sembrada se calculaba en 1.5 millones de hectáreas y en 2000, casi 20 años después de la liberación, se estimaba que estaba entre 10 y 12 millones de hectáreas.

Este fenómeno se observó también en la provincia de Queensland, en Australia en donde en un período de 30 años, 1960-1990, el área en

pasturas mejoradas evolucionó lentamente desde 0.8 hasta a 4.4 millones de has en 1990. (Walker & Weston, 1990).

Finalmente se debe señalar que los trabajos de adopción y evaluación del impacto del cambio técnico, son temas de investigación económica, que requieren labores de campo para obtener la información básica y la aplicación de metodologías y modelos matemáticos para valorar el impacto. Por lo anterior, es recomendable en la fases de diseño de los proyectos, si se quiere conocer su impacto, incluir dentro de sus actividades la evaluación del mismo, asignando fondos para su realización.

Referencias

Cadavid José Vicente (1995) Comportamiento y limitantes de la adopción de pastos y de cultivos asociados en los Llanos Orientales de Colombia. Tesis de maestría en Economía Aplicada. Universidad del Valle. Facultad de Ciencias Sociales y Económicas – Centro Internacional de Agricultura tropical (CIAT), Cali, Colombia.

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 Tropicheche, CIAT – ILRI. Cali, Colombia.

Pachico Douglas (2000). Approaches and Challenges in Impact Assessment of Agricultural and Natural Resources Management Research, paper presented at: *The future Impact Assessment in the CGIAR: Needs Constraints and Options*. Workshop Organized by the CGIAR Standing Panel on Impact Assessment, FAO, Rome, 3 –5 May.

Ramírez Álvaro y **Carlos Seré** (1990). *Brachiaria decumbens* en el Caquetá: Adopción y uso en ganaderías de doble propósito. Proyecto colaborativo Nestlé de Colombia – Fondo Ganadero del Valle – INCORA – SENA- Universidad de la Amazonia – ICA – CIAT. Documento de trabajo No 67, 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*, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Proyecto de Evaluación de Impacto, Cali, Colombia.

Rivas R., Libardo; James A, García; Carlos Seré; Lovell S., Jarvis; Luis R. Sanint and **Douglas Pachico** (1999). Economic Surplus Analysis Model (MODEXC). A Friendly Computer Model, Release 4.1: Impact Assessment and Priorization of Investment Projects in Agricultural Research, International Center for Tropical Agriculture (CIAT), Cali, Colombia. January.

Rivas Libardo (2002). Convenio de Cooperación Técnica y Científica MADR – CIAT: Impacto Económico y Resultados, 1994 –2001. CIAT, Cali, Colombia, Mayo.

Sáez Roberto R y Ronaldo P. de Andrade (1990). Impactos técnico-económicos de *Andropogon gayanus* en los Cerrados de Brasil, Proyecto colaborativo, EMBRAPA- CPAC/ CIAT, Brasilia, Brasil, Marzo.

Seré C., R. D. Estrada y J. E. Ferguson (1990). Estudios de adopción e impacto en pasturas tropicales. En: Investigación con pasturas en fincas, CIAT, Documento de Trabajo No 124, Palmira, Colombia, agosto.

Walker B., and E.J. Weston, (1990), Pasture Development in Queensland - A success story, in : *Tropical Grasslands*, Volume 24, 257-268.

Wood Stanley y Wilfred Baitx (1998). Dynamic Research Evaluation for Management (DREAM). Release 2.0.10. Priorización de la Investigación Agropecuaria en América Latina, IFPRI, BID, CIAT, IICA, San José, Costa Rica, Septiembre.