

**INSTITUTO INTERAMERICANO DE
COOPERACION PARA LA AGRICULTURA
PROGRAMA 2 - GENERACION Y TRANSFERENCIA
DE TECNOLOGIA**

**QUIENES SE BENEFICIAN CON EL CAMBIO
TECNICO EN EL SECTOR AGROPECUARIO?**

033

Bogotá, Colombia Junio de 1989

**¿QUIENES SE BENEFICIAN
CON EL CAMBIO TECNICO
EN EL SECTOR AGROPECUARIO?**

**JORGE ARDILA V.
ESP. EN GENERACION Y
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA**

**Programa II: Generación y Transferencia de
Tecnología**

This One



QLCN-1KK-ZTR3

Digitized by

Google



**¿QUIENES SE BENEFICIAN
CON EL CAMBIO TECNICO
EN EL SECTOR AGROPECUARIO?**

BOGOTA, D.E. COLOMBIA

© Jorge Ardila V.

© Primera edición, IICA, 1989

La responsabilidad por la opiniones emitidas en esta publicación, corresponde a sus autores.

Editores: Jorge Ardila V.
Edith Torres T.
Diseño carátula: Jorge Ardila V.
Edith Torres T.
Levantada texto: Myriam Pasos
Producción: Unidad de Publicaciones
IICA-Colombia
Tiraje: 200 ejemplares

IICA
PM-033
1989

Ardila V., Jorge.

Quiénes se benefician con el cambio técnico en el sector agropecuario? /por Jorge Ardila V.
--Bogotá, Colombia : IICA, 1989.

46 p. (IICA : Serie Publicaciones Misceláneas de Colombia no. 033).

ISSN-0534-5391

1. Transferencia de Tecnología. 2. Sector Agrícola - América Latina. 3. Cambio Técnico.
I. Título. II. Serie.

S. Publicaciones Misceláneas No. A3/CO-89-033

La Serie de Publicaciones Misceláneas tiene por objeto proporcionar información sobre temas no clasificables en otras series establecidas.

+ + CA
PM-10-033
1989

CONTENIDO

	<u>Pág.</u>
Introducción	7
A. Consideraciones Previas	9
1. Sobre la definición del cambio técnico	9
2. Sobre la naturaleza del excedente económico que genera la nueva tecnología.....	14
B. Actores Sociales participantes en el Cambio Técnico: Una Interacción Dinámica que compromete al Investigador.....	22
1. Distribución de beneficios entre productores y consumidores	24
2. Distribución del excedente económico entre factores de producción (dueños de tierra, capital y mano de obra).....	30
3. Distribución de beneficios entre otros actores sociales: Productores y comercializadores de insumos y maquinaria y procesadores de productos agrícolas	36
4. Distribución del excedente económico del cambio técnico entre productores de una región y entre regiones	37
C. Comentario Final	42
Referencias Bibliográficas	47

FIGURAS Y CUADROS

	Pags.
Figura 1 - Concepción general del cambio técnico	12
Figura 2 - El excedente económico generado por la investigación agraria	17
Figura 3 - Tipos de desplazamiento de la oferta, debidos a cambios técnicos. Incidencia sobre la magnitud del excedente económico	19
Figura 4 - Tipos de excedente económico producidos frente a diferente elasticidad de demanda	25
Figura 5 - Ilustración de distribución de porciones de excedente económico del cambio técnico entre productores y consumidores	26
Cuadro 1 - Valores de los excedentes del productor y el consumidor frente a valores de elasticidades de demanda y desplazamientos de la oferta por cambio tecnológico.....	27
Figura 6 - Proporción de beneficios del cambio técnico que van a productores y consumidores, para el impacto de nueva tecnología en el caso del arroz de Colombia	29

Figura 7	-	Modificaciones en la retribución a factores de producción como consecuencia de un cambio técnico	31
Figura 8	-	Ilustración de distribución de excedentes del cambio técnico entre regiones	40

¿QUIENES SE BENEFICIAN CON EL CAMBIO TECNICO EN EL SECTOR AGROPECUARIO?

INTRODUCCION

Este trabajo propicia el establecimiento de un espacio de reflexión sobre el tema de la apropiación de los beneficios del cambio técnico en el sector agropecuario. Generalmente se cree que el mayor y casi único beneficiario de una innovación tecnológica es el productor agropecuario; sin embargo esta creencia está muy alejada de la realidad. Existe un buen número de actores sociales que toman una parte del excedente económico producido; asimismo se presentan situaciones en las cuales el productor, además de no beneficiarse, se perjudica. Más aún, el cambio técnico puede perjudicar por omisión, y con mucha frecuencia, el actor mayoritario, el consumidor, no es ni siquiera mencionado.

Tal tipo de preocupaciones me ha llevado a presentar algunas reflexiones con el propósito de crear un debate constructivo sobre el tema, de tal manera que los administradores de la investigación agropecuaria, los planificadores y quienes toman las decisiones políticas sobre esta actividad primordial para la sociedad, cuenten con algunos elementos mas, para pensar acerca de estos problemas.

A. Consideraciones Previas

1. Sobre la definición del cambio técnico

En los últimos 30 años se advierte un continuo crecimiento en la literatura referente a conceptualización, naturaleza y efectos del cambio técnico. Resultaría imposible citar a todos los autores que han trabajado en torno a la definición del cambio técnico. A mi juicio, las definiciones se podrían agrupar en tres grandes categorías así:

a. Aquellas en las cuales el cambio técnico se identifica como un proceso social, orientado en esencia al mantenimiento de la propiedad de los factores de producción y a su incremento, mediante el control sobre los nuevos flujos de beneficios económicos que genera el mejoramiento en la eficiencia productiva. En esta categoría, la participación de los usuarios del cambio técnico en la expresión de demandas de ciertos tipos de innovación resulta crucial; a mayor grado de organización de los productores, se da una más precisa identificación de la demanda de tecnología.

b. Aquellas en las cuales el cambio técnico se concibe como un instrumento para la reasignación de recursos, se busca, a partir de una determinada dotación de los mismos, generar innovaciones que utilicen de preferencia los recursos más abundantes.

Esta concepción es más frecuente en las instancias de planificación y decisión de los gobiernos. Con frecuencia se asocia con la puesta del cambio técnico al servicio, no solo del crecimiento económico, sino de una distribución más equitativa de sus beneficios.

c. La línea de pensamiento según la cual el cambio técnico se concibe como una forma de mejorar el comportamiento y rendimiento de los animales y las plantas, en condiciones agroecológicas dadas, con el fin de que se puedan producir más y de una forma más eficiente.

Podría decirse que estas tres categorías en las que se pueden ubicar las diferentes definiciones de cambio técnico se originan en quiénes producen, quiénes toman decisiones sobre el uso de recursos de los países y quiénes hacen la investigación.

Se presentan, asimismo definiciones que combinan conceptos de las diferentes categorías presentadas.

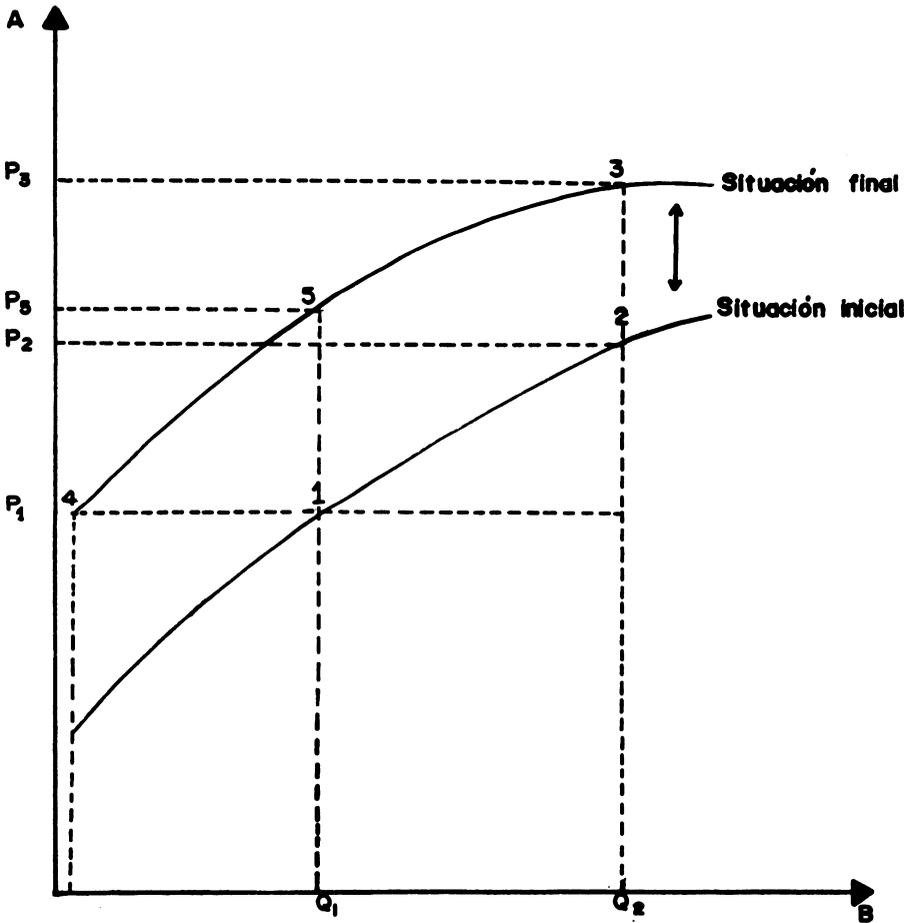
Personalmente, y a efectos del presente trabajo, prefiero una definición que combine las tres fuentes o categorías anteriores, como la siguiente: "El cambio técnico se entiende como un proceso que genera un excedente económico objeto de apropiación entre diferentes actores sociales, incluyendo no sólo al productor sino a otros (como los consumidores), y que implica la introducción de modificaciones en el proceso productivo, como resultado de cambios en la calidad y

forma de aplicación de tecnologías ya conocidas, o como resultado de aplicación de nuevas tecnologías, referidas éstas a procesos, productos, equipos y materias primas" (2).

Esta definición conduce a una consideración que en muy raras ocasiones se hace, y que en mi caso personal ha ocasionado largas discusiones con investigadores físicobiológicos, con quienes finalmente hemos llegado a un acuerdo (incluido en la explicación que sigue).

En la Figura 1, el paso de la situación de producción sin cambio técnico (inicial) a otra que involucre cambio técnico (final), puede tener varios sentidos y efectos, del siguiente modo:

<u>Sentido</u>	<u>Efecto</u>
Paso 1 a 2	Mayor producción con más insumos
Paso 1 a 3	Mayor producción con más insumos y nueva tecnología.
Paso 1 a 4	Igual producción con menos insumos y nuevas tecnologías.
Paso 1 a 5	Mayor producción con los mismos insumos y nueva tecnología.



A= Producción por unidad de insumo fijo
 B= insumos variables por unidad de insumos fijos

Figura 1. Concepción general del cambio técnico.

En la situación descrita, en el primer caso no existe cambio técnico en un sentido estricto, ya que el mayor volumen de producción es obtenido simplemente modificando las cantidades de uso de insumos (ya conocidos).

Este primer caso puede ser asociado a toda la experimentación que se hace para modificar niveles de uso de insumos ya conocidos, mediante desplazamientos a lo largo de una función de producción (niveles de uso de fertilizantes, por ejemplo).

Los pasos 1 a 4 y 1 a 3 combinan la presencia de nueva tecnología con modificaciones en el uso de insumos ya conocidos, y ello, para su cuantificación se requiere una metodología más elaborada, y finalmente, el paso 1 a 5 es un caso típico de variaciones en producción ocasionadas solamente por nueva tecnología, sin modificar los niveles de uso de insumos.

A continuación se dan algunos ejemplos que pueden ayudar a comprender esta clasificación:

TIPO DE
CAMBIO

EJEMPLO DE INVESTIGACION

- 1 a 2 Niveles de uso de agroquímicos, tales como fertilizantes, fungicidas, herbicidas.
- 1 a 3 Uso de nuevas variedades que responden mejor a la aplicación de fertilizantes químicos.
- 1 a 4 Labranza mínima en cereales, cambio de control mecánico de malezas a control químico (suponiendo que, con ambos sistemas se controlan eficientemente las malezas).
- 1 a 5 Introducción de sistemas de selección de semillas a nivel del agricultor; (p.ej. selección masal, cambios en la época de aplicación de agroquímicos, etc.).

2. Sobre la naturaleza del excedente económico que genera la nueva tecnología.

En la naturaleza y la definición del excedente económico generado por la tecnología y su forma de cuantificación,

existen innumerables trabajos, entre los cuales es necesario mencionar el primero de ellos, con aplicación al caso de maíz, de Griliches (7) y, posteriormente, los desarrollos presentados por otros autores. Entre estos, es importante mencionar a Peterson (8), quien formalizó uno de los primeros trabajos sobre excedente en el área de ciencias animales, trabajando con aves de corral, y Ayer (5), quien desarrolló una metodología que introdujo cambios y mejoras al procedimiento originalmente diseñado por Griliches. Posteriormente se generó una explosión en este tipo de trabajos, analizando siempre a nivel de producto lo ocurrido con el cambio técnico y su efecto en la generación y distribución del excedente económico; una buena síntesis puede encontrarse en Arndt et al (4). A esta línea de trabajos sobre definición y cuantificación del excedente económico por rubros de producción, debe agregarse el desarrollo metodológico introducido por Solow (11), quien a partir de series de tiempo de producto por unidad de trabajo, capital por unidad de trabajo y participación del capital, desarrolló un modelo también pionero en este tema, para analizar el mismo problema desde una concepción agregada del sector agropecuario; naturalmente, las dificultades en este tipo de aproximación son mayores por su nivel de agregación, y también son puestas al descubierto omisiones delicadas en la generación de estadísticas útiles en los países para el análisis de este fenómeno. Hoy se están incorporando nuevos desarrollos; desde una perspectiva muy personal, pienso que el mayor efecto de estos primeros trabajos y desarrollos metodológico-aplicados ha sido

la demostración sobre el potencial de beneficios económicos y la elevada rentabilidad de las inversiones en investigación, y el innegable beneficio de agregar científicos sociales a la investigación agraria. A manera de síntesis, se presenta a continuación una somera explicación sobre la naturaleza y cuantificación del cambio técnico, de manera que podamos analizar su distribución entre diferentes actores sociales y analizar los factores que afectan esa distribución.

El excedente económico se genera primariamente por el desplazamiento de la oferta del producto en cuestión, producido por un cambio técnico. Ese desplazamiento tiene efectos positivos sobre los productores a través de una disminución de costos unitarios de producción y sobre los consumidores a través de una mayor disponibilidad en el mercado, sin aumentar los precios finales.

En la Figura 2 (a) se aprecia esta situación, en la cual O corresponde a la situación de producción antes del cambio técnico y O' corresponde a la nueva función de oferta, una vez ocurrido el cambio técnico. El área sombreada corresponde al excedente económico para la sociedad, como producto del cambio técnico.

Las premisas fundamentales de este análisis se basan en que la curva de demanda refleja la utilidad marginal del producto, y la curva de oferta refleja el costo de oportunidad marginal de los recursos utilizados

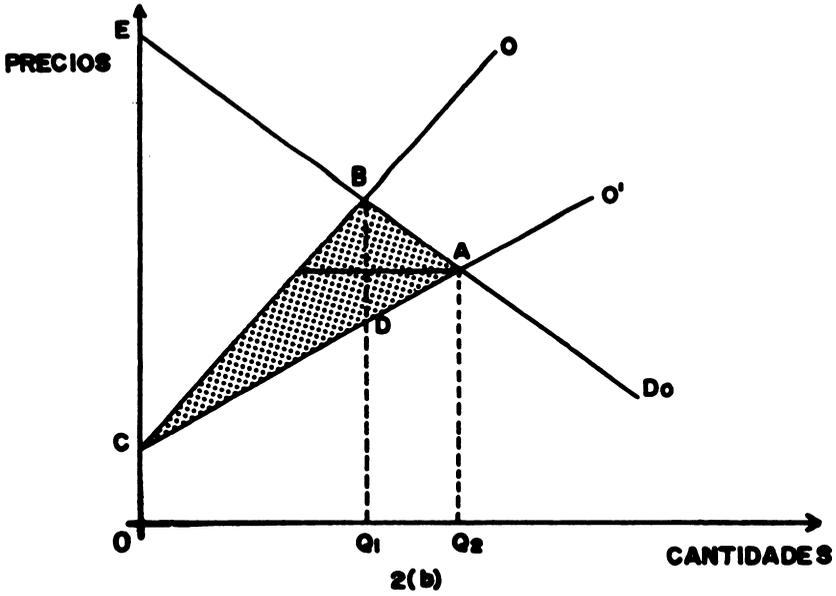
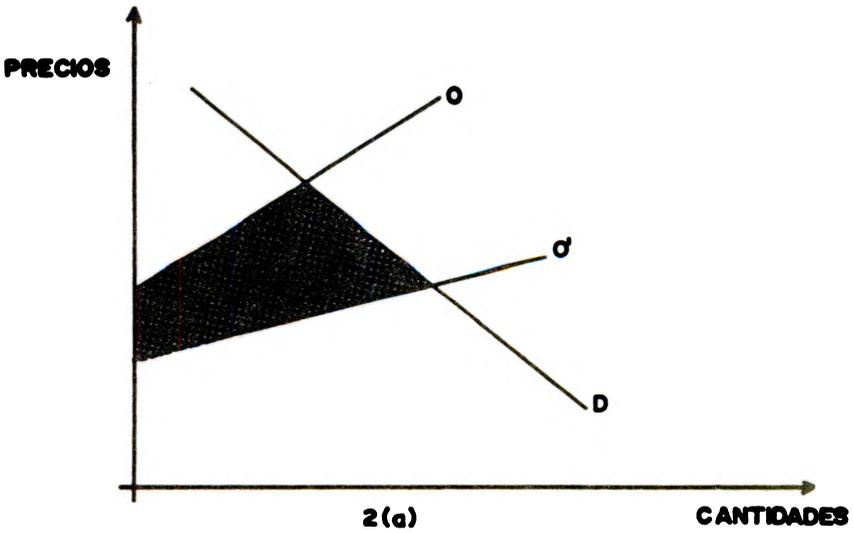


Figura 2. El excedente económico generado por la Investigación Agraria.

en la producción. De acuerdo con ello, en la Figura 2 (b) el área OQ2AE corresponde a la utilidad total de usar OQ2 mientras que Oq2AC corresponde el costo total de usar OQ2.

A su vez, el cambio en la oferta resulta en dos tipos de beneficios sociales diferentes, el primero, porque la producción de OQ1 (sin insumos mejorados), requiere más recursos, OQ1BC, que producir esa misma cantidad utilizando una innovación tecnológica, OQ1DC. La diferencia, el área CBD, corresponde a un beneficio social. Cuando la oferta cambia a la izquierda, la utilidad total disminuye en Q1Q2 AB. Sin embargo, se emplearían menos recursos para producir Q1 y esa disminución es representada por Q1Q2AD. De lo anterior, se puede concluir que el beneficio neto de producir Q2 en lugar de Q1 es dado por $Q1Q2AB - Q1Q2AD = DAB$. Entonces, el beneficio total será igual a $CBD + DAB = CAB$, el cual puede estimarse para cada año.

Una observación importante sobre la generación y la magnitud de este excedente económico se relaciona con el hecho de que existen diferentes tipos de investigación, que afectan en forma diferente el desplazamiento de la oferta del producto en cuestión, esto tiene consecuencias sobre la magnitud del excedente y la distribución de éste entre productores y consumidores. De acuerdo con Forero (6) y como se ilustra en la Figura .3, pueden presentarse cuatro tipos generales de desplazamiento de la oferta así:

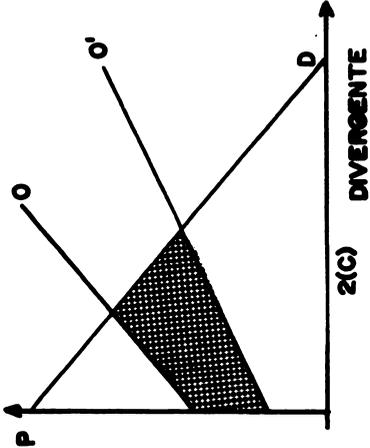
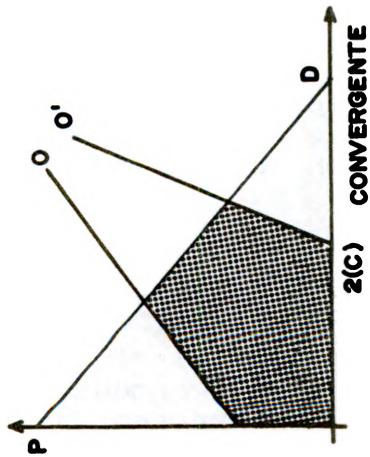
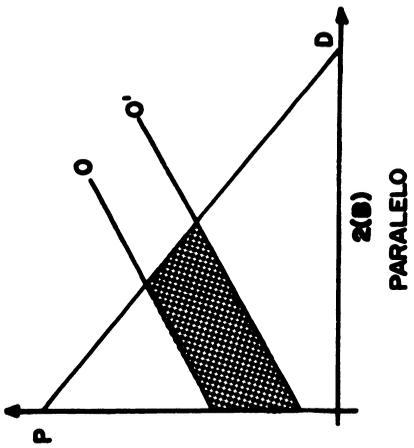
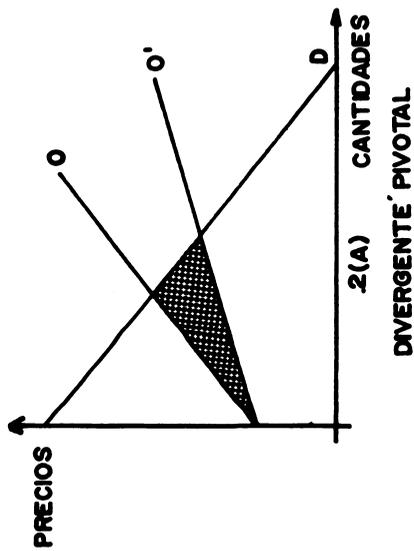


Figura 3. Tipos de desplazamiento de la oferta debidos a cambios técnicos. Incidencia sobre la magnitud del excedente económico.

TIPO	FORMA DE LA OFERTA
1. Divergente pivotal	Más elástica (más horizontal).
2. Paralelo	Paralela a la anterior*
3. Convergente	Más inelástica (más vertical).
4. Divergente	Más elástica (y cambio de origen).

Aún si se consideran condiciones de demanda constantes, se pueden apreciar en la Figura 3 las diferencias en la magnitud del excedente económico. De acuerdo con Trigo, et al (12), las tecnologías que aumenten en forma apreciable los rendimientos por hectárea, como en los casos de recomendaciones sobre fertilizantes en zonas con elevada respuesta** y nuevas variedades de porte enano, como en los casos de arroz y trigo, en los cuales el índice de cosecha ha

* Podría asimilarse al caso de maíz híbrido presentado por Griliches (7), en el cual los rendimientos cambiaron en la misma proporción para todos los tipos de productores.

** Pueden presentarse casos en los cuales, debido a las características de los suelos y su nivel de fertilidad natural, las recomendaciones de fertilizantes no tengan un efecto apreciable en los rendimientos por hectárea.

aumentado notablemente en comparación con las variedades tradicionales, tornan más elástica la oferta, mientras que resultados de investigación en mejoramiento de maquinaria agrícola, en técnicas de labranza mínima, en control de malezas por medios químicos, o en nuevas técnicas de control biológico e integrado de plagas, que básicamente implican una disminución de costos variables de producción y la sustitución de unos insumos y factores de producción por otros, tienden a volver más inelástica la oferta o, dicho de otra manera, más convergente. Este último tipo de tecnologías tiene un efecto mayor sobre los ingresos de los productores que las primeras, en las cuales, a largo plazo, se presenta una transferencia de excedente económico de productores a consumidores via precios, lo que puede producir una situación de escaso atractivo para inversiones en tecnología.

Debe mencionarse también que este excedente básico debe ser considerado como un primer producto económico de la tecnología, ya que, según las condiciones económicas del producto, este puede ser completado con situaciones en las cuales el excedente económico del consumidor antes del cambio, se afecta por razones de carácter monopsonico, o por casos en los cuales se presenta una subordinación variable del productor a intereses externos a su finca que lo obligan

a vender más barato, o a compartir utilidades* Además, los resultados de la investigación pueden hacer posible también un desplazamiento en la demanda por nuevos usos del producto original, o por cambios en su calidad intrínseca (valor nutritivo, calidades de molinería y de culinaria etc.)**.

B. Actores Sociales Participantes en el Cambio Técnico: Una Interacción Dinámica que Compromete al Investigador

Existen varios actores sociales que pueden participar en grado variable en la apropiación de los beneficios derivados de un cambio tecnológico en el sector agropecuario, como se ilustra a continuación:

-
- * Los casos de subordinación pueden presentar se no sólo a nivel de comercialización del producto, sino que también pueden llegar hasta el suministro de insumos y participación directa en la determinación del modo de producción y cosecha; esto implica una participación para el socio, que es creciente, a mayor subordinación del productor.
 - ** Pueden presentarse situaciones en las cuales el producto tiene mejores características para el procesamiento industrial que para el consumo directo, o bien presenta condiciones de cocción más rápida, o sabor y textura diferentes, que incrementen la franja de consumidores en forma algunas veces, apreciable.

- Productores agropecuarios.
- Consumidores (urbanos y rurales, nacionales y/o extranjeros).
- Productores de insumos y maquinaria específicos para la nueva tecnología (pueden ser también nacionales o extranjeros).
- Comercializadores de insumos y maquinaria para la nueva tecnología (nacionales o extranjeros).
- Procesadores de productos agrícolas (molineros, fabricantes, etc.).
- Dueños de capital utilizado en el proceso (agroindustrias, sistemas crediticios, etc.).
- Dueños de la tierra (no siempre son los mismos productores).
- Mano de obra asalariada no poseedora de tierra.

Como se puede apreciar, la lista es amplia. El problema de interacción dinámica surge porque el grado de participación del productor en los beneficios del cambio técnico es variable, de acuerdo con ciertas consideraciones que serán explicadas más adelante. Siempre el productor entrega una parte de los beneficios del cambio a otros actores sociales; en algunas oportunidades es posible conocer de antemano la forma de la distribución, lo cual representa un instrumento valioso en la planificación de las actividades de investigación.

Sin embargo, en muchas oportunidades no son advertidas las cadenas de beneficiarios del cambio técnico, y resulta posible, por razones exógenas o endógenas al proceso de investigación, que los beneficiarios primarios no sean cubiertos. Veamos:

1. Distribución de beneficios entre productores y consumidores

Para este caso de distribución de beneficios entre productores y consumidores es importante recordar (ver Figura. No.4) que existe excedente del consumidor cuando la oferta cambia de O a O' , está por debajo de la curva de demanda y encima de la línea de precios (área ABE). Esta porción que recibe el consumidor varía inversamente a la elasticidad de la demanda, hasta el punto de que, cuando ésta es perfectamente elástica, el beneficio al consumidor es cero (ver Cuadro No.1 y Figura. No.5). También es directamente proporcional al desplazamiento de la oferta de tipo divergente, o sea que a mayor desplazamiento de la oferta debido a un cambio técnico, incrementador de rendimientos, el consumidor gana más (si la demanda no es perfectamente elástica). El beneficio o excedente para el productor está dado por el área CAE, por encima de la curva de oferta y bajo la línea de precios. De nuevo, el excedente varía en forma considerable según el tipo de desplazamiento de la oferta; es mayor para el productor si el desplazamiento es convergente, y si la demanda es elástica. En términos generales, para condiciones dadas de demanda, si se quiere beneficiar más a los consumidores, deberían seleccionarse productos con demanda

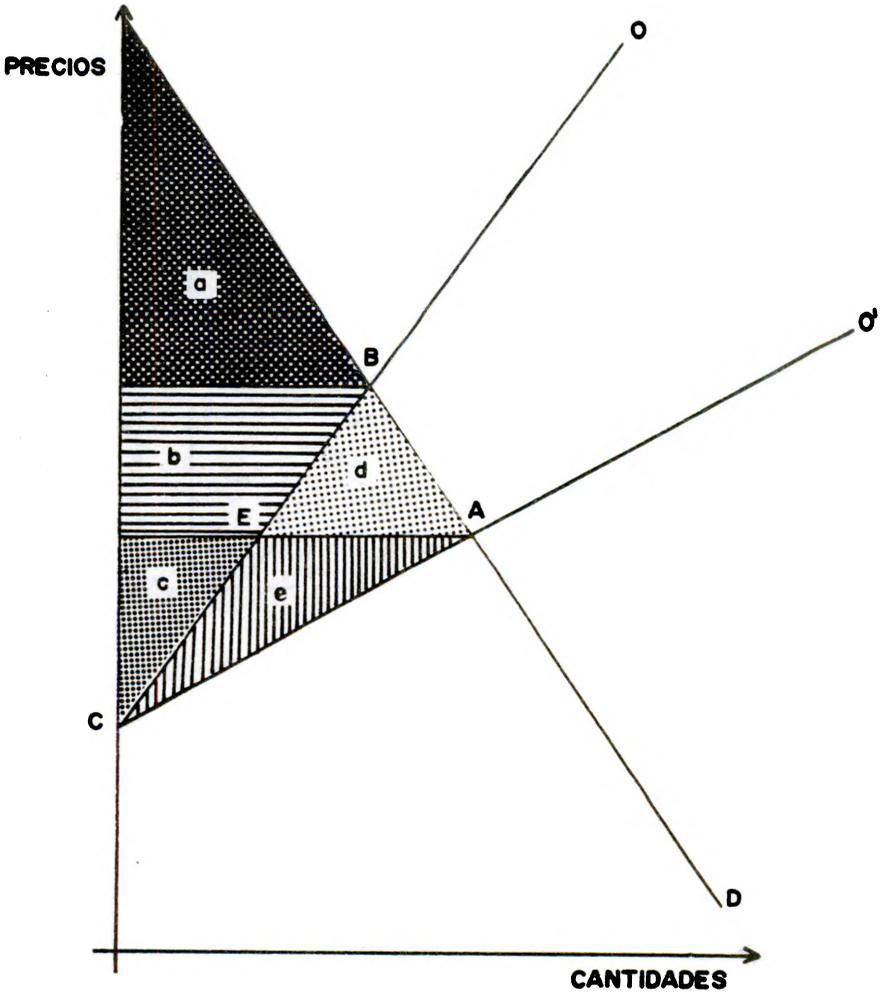
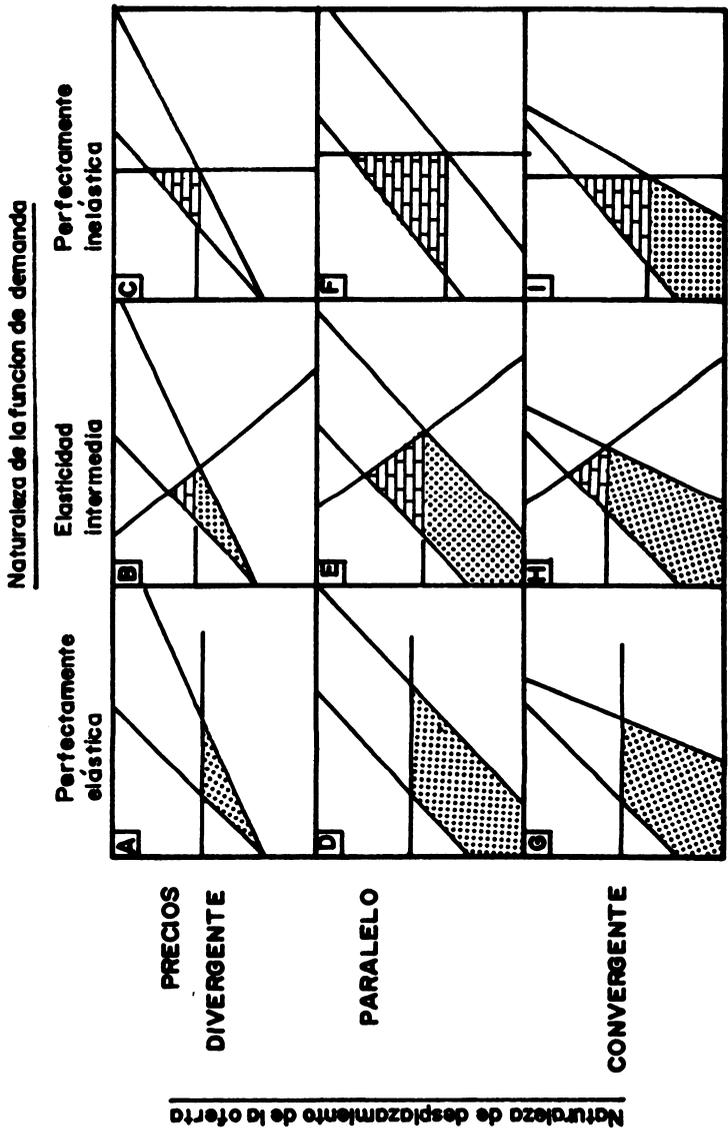


Figura 4 Ilustración de distribución de porciones de excedente económico del cambio técnico entre productores y consumidores.



EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR
EXCEDENTE DEL PRODUCTOR

Figura 5 Tipos de excedente económico producidos frente a diferentes desplazamientos de oferta y frente a diferente elasticidad de demanda.

inelástica, y si una mayor proporción del beneficio debe ser para los productores, deberían seleccionarse bienes con demanda elástica. De igual manera, el sistema de investigación, de acuerdo con estas metas, debe considerar la producción de tecnologías que produzcan el desplazamiento esperado en la oferta, para beneficiar a quien se quiere beneficiar.

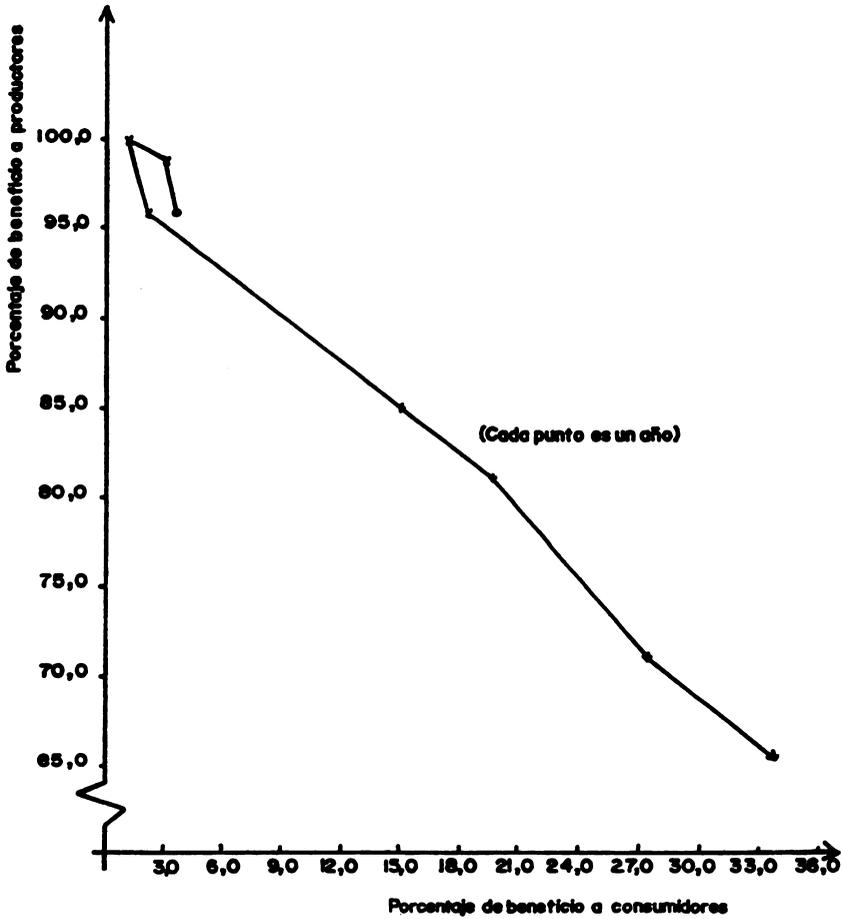
Cuadro No. 1

Valores de los Excedentes del Productor y el Consumidor frente a Valores de Elasticidades de Demanda y Desplazamientos de la Oferta por Cambio Tecnológico

Tipo de desplazamiento de la Oferta	Valores elasticidad de Demanda					
	Perfectamente Elástica		Elastic. Intermedia		Perfectamente Inelástica	
	Prod.	Cons.	Prod.	Cons.	Prod.	Cons.
Divergente	+	0	+	+	-	-
Paralelo	+	0	+	+	0	+
Convergente	+	0	+	+	+	+

Deben hacerse dos consideraciones adicionales con respecto a esta interacción consumidores-productores. La primera de ellas relaciona con el hecho de que, históricamente, los sistemas de investigación tienen un equipamiento de recursos humanos y físicos que está más orientado hacia la producción de tecnologías que privilegian desplazamientos de oferta del tipo divergente; de ese modo, la hacen cada vez más elástica y promueven, con el transcurso del tiempo, el traslado de una porción importante y cada vez mayor del excedente del cambio técnico de los productores a los consumidores a través de los precios. Se han hecho varios trabajos sobre el particular; en la Figura. No.6 se presenta una evidencia empírica para el caso de arroz en Colombia (Ardila, 3), con base en datos de nueve años. Pareciera que, a largo plazo, se llega a una situación en la cual los beneficios para el productor (debido a una disminución de los costos unitarios de producción) tienden a ser sobrepasados por la pérdida de ingresos, debida a bajas en los precios finales de mercado, razón por la cual llega a presentarse una situación en la cual el agricultor pierde interés por la nueva tecnología, por razones de rentabilidad. Por ello, la capacidad de planeamiento del sistema de investigación como un todo debe estar diseñada en tal forma que puedan prevenirse estas situaciones. Esta consideración se puede apreciar al analizar la Figura.4, en la cual se presentan dos tipos de efectos: el primero referido al excedente neto del cambio técnico, representado por el área $(d + e)$ y el segundo, referido a un proceso de redistribución de excedentes entre productores y consumidores, en el cual el aumento en el excedente total del consumidor es igual al área $(b + d)$,

Figura 6. Proporción de beneficios del cambio técnico que van a productores y consumidores, para el impacto de nueva tecnología en el caso del arroz de Colombia.



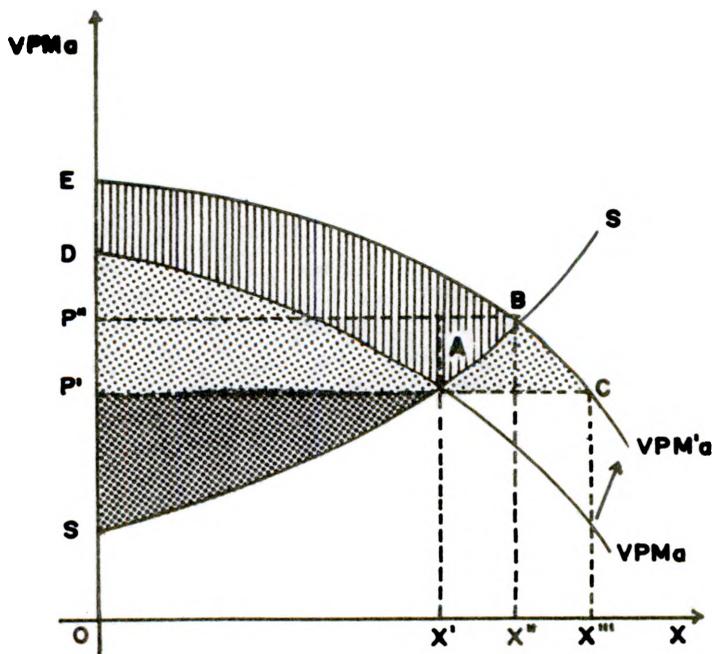
Fuente. Ardila V.J.: Rentabilidad social de las inversiones en investigación de arroz en Colombia. Procesamiento propio de datos originales para nueve años

área (b + d), mientras que el beneficio total del productor está determinado por la diferencia entre las áreas (b + c) y (c + e). Sólo si se efectúa ese cálculo se puede saber si el productor estará en mejores condiciones que antes, como resultado del cambio técnico desarrollado. La segunda consideración tiene que ver con el hecho de que entre los consumidores es necesario tener en cuenta tanto los nacionales como los de otros países. En el caso de que el producto en cuestión se exporte. La porción de excedentes al consumidor representará una transferencia neta de recursos al exterior.

2. Distribución del excedente económico entre factores de producción (dueños de la tierra, capital y mano de obra).

La distribución del excedente entre factores de producción dependerá tanto de la forma en que el cambio técnico afecte la productividad de los factores mismos, como de los precios relativos de dichos factores en el mercado. Para entender esta situación, es necesario explicar brevemente los conceptos de productividad marginal vía cambio técnico, y de precios relativos y proporciones de uso, vía teoría de la innovación inducida.

En el primer caso, y bajo el supuesto teórico de que el valor de la productividad marginal determina la demanda por un factor, al producirse un cambio en la productividad de un factor, como consecuencia de la investigación, aumentará su demanda. Si la oferta de los factores es completamente elástica, se producirá un aumento potencial en el uso de dicho factor (Trigo et al, 12), y su retribución aumentará. En la Figura. No.7,



Excedente o Retribución a Factores		
	a tierra	a trabajo
1. Antes del cambio	DP'A	P'SA
2. Después del cambio		
2.1 Oferta elástica	EP'C	OP'CX''
2.2 Oferta no elástica	EP''B	P''SB

Figura 7. Modificaciones en la retribución a factores de producción como consecuencia de un cambio técnico.

la nueva retribución a este factor variable, supongamos que sea mano de obra, será el área $OP'CX''$, mientras que la retribución al factor fijo (tierra), corresponderá al área $E P'C$. En este caso, la renta imputada al factor fijo se ha incrementado en el área $EDAC$. Sin embargo, si la oferta del factor no es perfectamente elástica, y está dada por una función de la forma SS , entonces el desplazamiento por cambio técnico en la curva de producto marginal implicará un aumento algo menor del factor, de X' a X'' , y un aumento en su precio de P' a P'' . Al mismo tiempo, la renta imputada (retribución) al factor fijo (tierra) será menor, pues habrá cedido, vía precios del factor, el área $P' P'' BC$ como retribución adicional al factor variable.

En síntesis, la distribución del excedente generado entre factores de producción como retribución adicional dependerá de las características internas de la nueva tecnología, que puede afectar más a un factor que a otro, y también de las elasticidades de oferta de los factores en cuestión.

Otro concepto importante se refiere a la teoría de la innovación inducida, tratada por primera vez por John Hicks en su obra "Theory of Wages" (1932); allí argumentaba que los cambios en los precios de los factores provocaban sesgos en la orientación del cambio técnico, conducentes al ahorro de los factores o insumos que estuvieran tornándose más costosos. Ruttan (10) plantea: "La teoría de la innovación inducida ofrece un punto de vista mucho más optimista sobre la

relación existente entre la disponibilidad de recursos y las posibilidades de crecimiento económico, que aquella que sostiene que el progreso técnico es esencialmente autónomo y por lo tanto indiferente a las fuerzas sociales y económicas. Esta teoría plantea que el tiempo fundamental del cambio técnico es que permite la sustitución de recursos por conocimientos, o de los recursos más costosos por otros menos costosos y más abundantes, o bien que elimina las restricciones impuestas al crecimiento por la inelasticidad de los recursos".

En el trabajo citado, Ruttan presenta varias evidencias de países en los cuales los cambios históricos en la proporción de uso de los factores están fuertemente asociados a variaciones en sus precios relativos. Sin embargo, anota que las pruebas presentadas no son totalmente satisfactorias; en primer lugar por la existencia de imperfecciones de mercado que dificultan el cálculo de los verdaderos precios y, en segundo lugar, porque no se sabe a ciencia cierta si las modificaciones en el uso de los factores se debieron a una respuesta de los agricultores frente a variaciones en los precios relativos de los factores dentro de la misma función de producción neoclásica, o si estas modificaciones ocurrieron como consecuencia de resultados de investigación que proveyeron una nueva función de producción, en respuesta a las variaciones en los precios relativos de los factores.

Piñeiro y Trigo (9) hacen algunas consideraciones adicionales que vale la pena comentar. En primer lugar, dicen, no siempre existe correspondencia entre las variaciones de precios relativos de los factores en el

mercado (o precios en la finca) y los sesgos de la tecnología incorporada, porque a corto plazo es posible que la tecnología no brinde alternativas. También es posible la consideración de factores extraeconómicos para ir en contra de esto, por razones de tipo social (organización de la mano de obra, por ejemplo, que trae riesgos que son incorporados como un costo en la producción, y que el análisis tradicional no pone en evidencia). A largo plazo es más factible que la tecnología (sus sesgos) esté orientada por la situación de precios relativos de factores en el mercado.

Las imperfecciones de mercado pueden también hacer espúreas las observaciones de precios de factores. Algunas veces, de igual manera, la demanda por tecnologías provenientes de determinados sectores puede no reflejarlas condiciones de disponibilidad relativa de factores (precios), sino más bien el deseo de mantener hacia el futuro la dimensión sobre los beneficios siguientes del cambio técnico, disminuyendo la participación de otros actores sociales, aunque sea a un precio hoy relativamente más elevado.

Finalmente, toda esta discusión está en parte condicionada por la facilidad con la cual un factor puede ser sustituido por otro, debido a modificaciones en las relaciones de precios de dichos factores, o a cambios en las relaciones de productividad marginal de los mismos. En el primer caso, las condiciones de mercado determinan la sustitución; en el segundo cambio técnico produce un resultado que no necesariamente está asociado a una respuesta frente a situaciones de precios relativos o, lo que es lo mismo,

pueden presentarse muchas situaciones en las cuales los investigadores producen un resultado para solucionar una restricción en la productividad física (por ejemplo, trabajos de resistencia y control de plagas, malezas o enfermedades). Sin embargo, la alteración en la productividad marginal de los factores como producto del resultado de investigación, puede brindar al agricultor opciones de cambios en las proporciones de uso de estos que no corresponden a las condiciones de mercado. Si se presenta un buen sistema de identificación de demanda por investigación, es más probable que las señales de mercado influyan en el sesgo de la investigación como un todo en un sentido apropiado. Podría afirmarse que ésta es aún una etapa importante por analizar en la situación de América Latina y el Caribe, que podemos denominar "vacío de integración multidisciplinaria, para una actividad que afecta a la sociedad".

Una nota final en relación con este tema: en general, la distribución de los beneficios del cambio técnico entre factores de producción está muy determinada por la distribución y propiedad de estos entes del cambio técnico. Esto significa que existen probabilidades elevadas de que los mayores beneficios del cambio técnico en una región sean captados por los dueños de las explotaciones más grandes, o por quienes tienen la posibilidad de hacer mayores inversiones en

insumos mejorados, o por grupos seleccionados de trabajadores. Ardila, Roldán y López (1) encontraron, en general, esta situación para el caso de un área de producción de caña en Colombia (caña panelera, no para fabricación de azúcar). De acuerdo con esa investigación, el cambio técnico es una fuente importante en el mantenimiento o reforzamiento de estructuras de posesión o de acceso a factores productivos. A pesar de que los sesgos de la investigación y las condiciones particulares de elasticidad de oferta de factores pueden modificar en parte esta situación, podría afirmarse que son más los casos en los cuales el cambio técnico ha actuado como un elemento concentrador de ingresos entre factores de producción que como un factor de redistribución de ingresos entre los mismos. En el caso citado en últimos términos, si bien los jornaleros ganaron más por condiciones de inelasticidad de oferta, que dió como resultado una importante alza en los salarios, la mayor parte del excedente fue captado por los propietarios de las fincas más grandes (una minoría), que tenían, una mayor disponibilidad de capital para compra de insumos mejorados.

3. Distribución de beneficios entre otros actores sociales: productores y comercializadores de insumos y maquinaria y procesadores de productos agrícolas

En general, los productores y comercializadores de los insumos y maquinaria, experimentan ganancias adicionales con el cambio técnico, ya que se produce un incremento en su demanda. Debido a que las condiciones del mercado de insumos y maquinaria, la mayoría son oligopólicas, esos

beneficios son de carácter extraordinario, lo cual representa en última instancia que la magnitud y apropiación del excedente económico del cambio técnico es mayor. En muchas oportunidades se produce una elevación en el precio final del insumo o la maquinaria y, en consecuencia, un beneficio total menor para el productor. La elevación de los precios de insumos y maquinaria representa un uso real menor que si estos precios se hubieran mantenido; en consecuencia, los precios finales al mercado serán relativamente mayores que en la situación de precios constantes, por una menor oferta relativa del producto en cuestión, o, lo que es lo mismo, los consumidores también ceden una proporción de su excedente potencial, que va a otros actores sociales.

Algunas veces, los procesadores de productos agrícolas tienen una participación importante en la apropiación de los excedentes del cambio técnico; ello está determinado, principalmente, por un mayor volumen de producción, que es comprado a un menor precio por el procesador, pero que representa un beneficio extra aunque el precio al consumidor baje, porque le permite también un mayor grado de utilización de su capacidad instalada.

4. Distribución del excedente económico del cambio técnico entre productores de una misma región y entre regiones

La distribución de los beneficios del cambio técnico entre los productores de una misma región, está influida fundamentalmente, por la dinámica de la adopción y por la

eficiencia económica relativa entre productores. En el primer caso, es bien sabido que el fenómeno de la adopción tecnológica tiene un comportamiento en el tiempo, determinado por el hecho de que unos adoptan primero que otros; ello motiva que los adoptantes tempranos generalmente obtengan beneficios extraordinarios, cuando aún las condiciones del mercado no han sido ampliamente influidas por el incremento en la producción.

El grado relativo de eficiencia económica está determinado fundamentalmente por la estructura de costos de producción, que será más elevada para unos que para otros, en el supuesto de que en la región, todos enfrentan los mismos precios de insumos. Al adoptarse la innovación, si ésta incrementa los rendimientos, se presentará una baja en los precios que recibirá el productor según el grado de elasticidad en la demanda del producto. De esta forma, es posible que se presente una distribución de beneficios del cambio técnico que beneficie más a los que son más eficientes, que por lo general son también los primeros adoptantes, o innovadores tempranos. Si el tipo de tecnología privilegia disminuciones en costos de producción, es posible que todos ganen, aunque en forma diferencial. Si el desplazamiento en la oferta es divergente, debido a tecnologías que incrementan sustancialmente los rendimientos, es posible que los más ineficientes pierdan mucho, pues en general, tratarán de compensar las pérdidas iniciales con una producción aún mayor, y agravarán el efecto final sobre los precios. Así, estarán mejor equipados para captar los beneficios del cambio técnico

en cualquier opción, los productores de bajo costo que pueden llegar a desplazar a los marginales o de costos elevados.

El tema de la distribución de beneficios entre regiones de producción diferentes tiene algunos matices adicionales.

En primer lugar, es posible que las regiones tengan diferentes tipos de suelos y condiciones agroecológicas distintas, que hagan que el efecto de la misma tecnología sea diferencial y motive más beneficios para una región que para otra. Si los beneficios mayores van a una región más pobre, el efecto del cambio técnico será de fomento de un desarrollo más equilibrado, con redistribución. Si, por el contrario, el cambio técnico beneficia más a la región mejor dotada, incrementará las diferencias, y fomentará el desequilibrio y una inequitativa distribución regional de ingresos, lo cual no se considera deseable desde el punto de vista del desarrollo económico, que implica crecimiento con redistribución.

En segundo lugar, es posible que el cambio técnico sea producido específicamente para una región, con olvido de las demás. En este caso, puede presentarse una situación parecida a la esbozada en la Figura. 8, en la cual, si la región receptora del cambio técnico es la B, claramente la región A (si ambas producen un mismo bien) tendrá que enfrentar menores precios por sus productos, mientras que la región B ganará más si la disminución en los costos de producción es

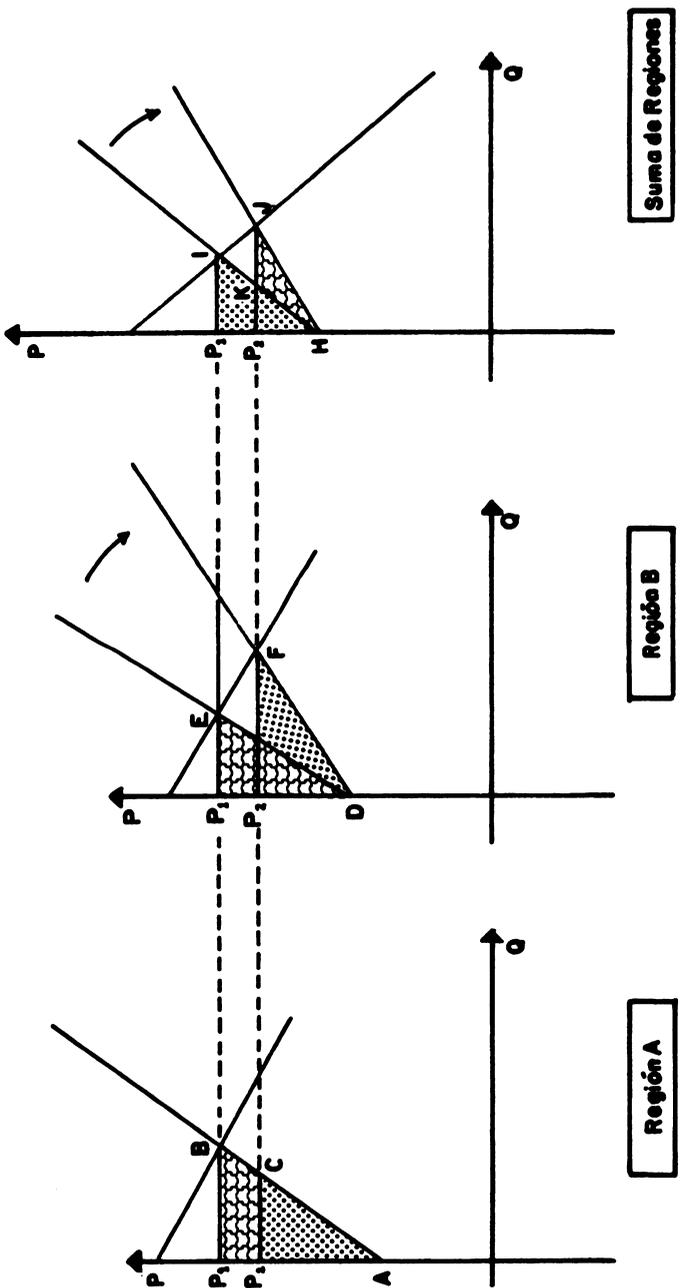


Figura 8. Ilustración de distribución de excedentes del cambio técnico entre regiones

mayor que la baja en los precios de mercado (diferencia entre las áreas P1ED y P2FD. Es decir, que el cambio técnico puede perjudicar por omisión, lo cual implica tener en cuenta los beneficiarios potenciales y su condición relativa, antes de transferir los resultados.

Es posible que la innovación tecnológica afecte por igual a todas las regiones (neutral), y en este caso la posición relativa entre ellas no variará (las estructuras de costos y los rendimientos son afectados proporcionalmente).

Se puede dar una situación en la cual, por ejemplo, una recomendación de fertilizantes sea más rentable en una región, debido al tipo de suelos, ya que puede presentar una mayor respuesta; ello hará que los beneficios incrementales sean mayores en ésta que en otras regiones. Si la recomendación es para suelos más pobres, el efecto será mejorar la posición relativa de la región (efecto equilibrador). Puede presentarse el caso contrario, en el cual las recomendaciones o la tecnología en general, es producida para ambientes mejor equipados desde el punto de vista agroecológico, lo cual parece ocurrir actualmente en muchos países; esto puede crear, desde el punto de vista del productor, situaciones regresivas en cuanto a redistribución de ingresos. Es probable que existan otro tipo de tecnologías (por ejemplo, en control de malezas) en las cuales la región que tiene más malezas será la más beneficiada. Este análisis también puede ser utilizado para argumentar en la polémica entre tecnología que va a pequeños y grandes productores, propiciando un equilibrio o un desequilibrio, según el caso.

Todo lo anterior es relativamente fácil de comprender, en la medida en que se encuentran precios de insumos y factores iguales en todas las regiones. Sin embargo, se presentan complicaciones adicionales cuando los precios de los insumos varían entre regiones; ello motivará que la actitud hacia la tecnología desarrollada sea diferente en cada región, pues el productor tratará de hacer una selección de técnicas que mejoren su situación económica, y quizás esto no resulte posible porque el sesgo propio de la tecnología no lo permita. Desde esa perspectiva, pueden existir contradicciones que a primera vista son difíciles de descubrir entre las condiciones propias de los agricultores y el sesgo de la tecnología diseñada por los investigadores, no desde el punto de vista de su utilidad para controlar una restricción en la productividad, sino desde el punto de vista de demandas adicionales de insumos que tienen precios diferentes en distintas regiones (se presenta aquí todo el problema de la competitividad y la ventaja comparativa).

C. Comentario_Final

A lo largo de este trabajo se ha puesto en evidencia el hecho de que el proceso de cambio técnico es complejo, y amerita un cuidadoso análisis, debido a las implicaciones que puede tener en las condiciones de vida y en el nivel de competitividad y desarrollo de un país.

Además de esto, se ha puesto en evidencia también (al menos ésa ha sido una de las motivaciones para escribirlo), que el cambio técnico no es neutro y que, de acuerdo con las condiciones externas a él y su misma naturaleza y sesgo particular, los efectos observados pueden ser muy diferentes. Esta afirmación compromete a los sistemas de investigación en la puesta en marcha de un sistema de planificación que haga posible realizar, en forma correcta, la múltiple lectura de políticas gubernamentales, intereses y necesidades del agricultor y diseño propio de la tecnología. En otras palabras, el éxito de la tecnología sólo se puede asegurar si se hacen compatibles en los diseños tecnológicos las políticas del Gobierno y los intereses de los productores.

Obviamente, existen factores que no pueden controlar los sistemas de investigación, pero que deben ser tenidos en cuenta, pues afectan tanto el sesgo como la adopción de la tecnología y, por consiguiente, la distribución de sus beneficios:

- La tenencia de la tierra.
- La estructura y condiciones particulares de mercados de insumos, factores y productos.
- Las condiciones del mercado internacional.
- Las políticas económicas para el sector agropecuario (precios, créditos, subsidios, impuestos, etc.).

Estos y otros factores mencionados en las secciones anteriores condicionan de alguna forma el éxito de los resultados de la investigación. Deben ser interiorizados por los sistemas de investigación, lo cual implica necesariamente que la base de recursos humanos incluya un grupo de especialistas en el campo socioeconómico.

Sin embargo, existen otras variables que sí dependen del investigador y de la organización que produce la tecnología y están directamente relacionadas con el éxito institucional, tales como:

- El tipo de tecnología y su naturaleza particular en cuanto a requerimientos de cambios en el uso de insumos y factores.
- El tipo de desplazamiento producido o por producir por la tecnología en la oferta del producto en cuestión.
- El sistema institucional de selección de usuarios y de formas de entrega de los resultados, tanto en el tiempo como en el espacio.
- El sistema institucional de detección de problemas por investigar, su metodología de prioridades y su forma de compatibilizar las metas sociales y económicas de los Gobiernos con los intereses de los productores.

En síntesis, esta "desarticulación implícita" en la compatibilización de efectos del cambio técnico, supone que las instituciones de investigación y transferencia de tecnología deben hacer "explícito" un sistema de programación y planificación de acciones que contenga al menos los siguientes pasos:

- a. Identificación adecuada de los problemas por investigar, a partir de situaciones específicas de producción.
- b. Análisis objetivo de la estructura económica de producción y de las situaciones de mercado.
- c. Evaluación ex_ante de los beneficios y beneficiarios potenciales del cambio técnico.
- d. Evaluación cuidadosa ex-ante de los sesgos específicos de la tecnología por desarrollar en términos de modificaciones en el uso de insumos y factores de producción, dadas las condiciones de oferta de los mismos y sus precios, incluida la detección de imperfecciones de precios de mercado.
- e. Compatibilización de posibles efectos socioeconómicos de la tecnología con políticas gubernamentales y eventual sugerencia de cambios deseables en políticas, para asegurar tanto la adopción como beneficios y beneficiarios.

- f. Validación adecuada de la tecnología desarrollada a nivel de campo, con participación de los productores en su evaluación.
- g. Evaluación ex-post de resultados, con cuantificación de su efecto en las variables originalmente seleccionadas.
- h. Retroalimentación al sistema de investigación e introducción de ajustes para posteriores desarrollos.

Si este proceso se cumple, existen mayores probabilidades de que el diseño y la aplicación de tecnología no funcione en la forma usual, o sea mediante la producción de "paquetes" agregados de nuevos insumos y conocimientos cuya transferencia es "inducida" a los productores, sino más bien a través de la selección de problemas y respuestas de interés fundamental para el productor. Por supuesto, esta conclusión tiene otras implicaciones organizativas para la institución, que se vinculan con el papel de las unidades de investigación, extensión y análisis económico y, es bueno advertirlo, no considera la discusión sobre prioridades y asignación de recursos para acciones referidas a investigación básica y de largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- (1) ARDILA, V. J.; ROLDAN, L.D.; LOPEZ, H.; 1984. Cambio técnico y producción campesina. Estudio para el desarrollo de un área panelera en Colombia: La Hoya del Rio Suarez. s.1.CENICAÑA. (CENICAÑA.serie técnica no. 4).
- (2) ARDILA, V. J. 1982. Una reflexión sobre el cambio técnico y la forma de medición. Cali, Colombia.
- (3) ARDILA, V. J. 1973. Rentabilidad social de las inversiones en investigación de arroz en Colombia. Programa UN-ICA. (Tesis No.5).
- (4) ARNDT, T.; DALRYMPLE, D.; RUTTAN, W. 1976. Resource allocation and productivity in National and International Agricultural Research. University of Minnesota Press. Minneapolis.
- (5) AYER, H. W. 1970. The costs, returns and effects of agricultural research in a developing country: The case of cotton seed research in Sao Paulo, Brazil. Purdue University, Ph.D. Thesis. 310 p.
- (6) FORERO, F. 1986. Evaluación ex-ante de los beneficios de la investigación para la asignación de recursos a la investigación agropecuaria. s.p.i.

- (7) GRILICHES, Z. 1959. Research costs and social returns: Hybrid corn and related innovations. *Journal of Political Economy* (U.S.A.) 66(4): 419-431.
- (8) PETERSON, W. L. 1967. Returns to poultry research in the United States. *Journal of Farm Economics* (U.S.A.) 25(4):656-669.
- (9) PIÑEIRO, M.; TRIGO, E. 1983. Procesos sociales e innovación tecnológica en la agricultura de América Latina. San José, Costa Rica, IICA.
- (10) RUTTAN, W. V. 1983. La teoría de la innovación inducida del cambio técnico en el agro de los países de sarrollados". In: Piñeiro, M; Trigo, E. 1980. Cambio técnico en el agro latinoamericano: Situación y perspectivas en la década de 1980. San José, Costa Rica, IICA.
- (11) SOLOW, R. M. 1957. Technical change and the aggregate production function. *Review of Economic and statistics*.
- (12) TRIGO, E.; PIÑEIRO, M.; FIORENTINO, R. 1978. Notas para el análisis de los instrumentos y contenido de la política tecnológica para el sector agropecuario. s.l., ICA. (ICA: Documento de Trabajo 022.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

Carrera 30, Calle 45, Ciudad Universitaria, Bogotá, Tel. 269 71 00
Dirección Postal: Apartado Aéreo 14592 Cable: ICABOG Telex OEA: 44669 OCEACO Correo Electrónico: 1836 FAX: (0057) 12696039