PROYECTO COOPERATIVO DE INVESTIGACION SOBRE TECNOLOGIA AGROPECUARIA EN AMERICA LATINA (PROTAAL)

Documento PROTAAL N° 30

NOTAS SOBRE LA EVALUACION DE LA NATURALEZA DEL CAMBIO TECNOLOGICO

Raúl Fiorentino

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS - OEA

Comité Institucional sobre la Generación-Transferencia y Adopción de Tecnología. CIGTAT

San José, Costa Rica, Agosto de 1979

El Proyecto Cooperativo de Investigación sobre Tecnología Agropecuaria (PROTAAL) representa un esfuerzo que tiene como fin desarrollar un conjunto de investigaciones referidas a la naturaleza del proceso tecnológico-agropecuario en la región. Este esfuerzo es llevado a cabo por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA), quién actúa como agencia ejecutora, con la cooperación de la Fundación Ford, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), y el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo del Canadá (CIID).

El Proyecto plantea el análisis de dicho proceso desde una perspectiva integradora, que toma al proceso tecnológico como un fenómeno endógeno al funcionamiento de la sociedad en que el mismo se desarrolla. Este análisis intenta proveer información útil para el mejor entendimiento del problema tecnológico, y consecuentemente a la definición de políticas, modelos organizacionales y acciones que contribuyan al progreso tecnológico y al desarrollo del sector agropecuario.

Las actividades del Proyecto se iniciaron el 1° de enero de 1977 y desde el punto de vista organizativo las mismas se materializan principalmente a través de la participación de un número de equipos de investigación pertenecientes a instituciones oficiales y privadas de diversos países del continente.

A fin de hacer conocer los resultados de estas investigaciones y favorecer el intercambio de información en un sentido más amplio, el Proyecto se propone editar una serie de trabajos y monografías de los siguientes tres tipos:

1.- Trabajos metodológicos y resultados de investigaciones empíricas que resultan de las actividades centrales del Proyecto.

2.- Trabajos que surgen de actividades vinculadas al Proyecto.

3.- Trabajos preparados por los integrantes del proyecto y eventualmente por otros autores, que estén relacionados a las actividades del Proyecto y que sean útiles al desarrollo del mismo.

Los trabajos serán publicados, en general, en versiones preliminares y bajo la responsabilidad del autor. Los comentarios críticos son solicitados.

Martín E. Piñeiro

Eduardo J. Trigo

Raúl Fiorentino

PROYECTO COOPERATIVO DE INVESTIGACION SOBRE TECNOLOGIA AGROPECUARIA EN AMERICA LATINA
(PROTAAL)

Lista de Publicaciones

Documento No. 1	Piñeiro, M., Trigo, E. y Fiorentino, R. "El Proceso de Generación, Difusión-Adopción de Tecnología Agropecuaria en América Latina". IICA-Oficina en Colombia, Enero de 1977.
Documento No. 2	Piñeiro, M. y Trigo, E. "La Transferencia de Tecnología y la Educación Superior". Seminario sobre la Educación Agrícola para el Desarrollo Rural Económico. IICA-Oficina en Colombia, Abril 25-27 de 1977.
Documento No. 3	Piñeiro, M. y Trigo, E. "Un Marco General para el Análisis del Progreso Tecnológico: Las Situaciones de Cambio Tecnológico". IICA-Oficina en Colombia, Abril de 1977. Publicación Miscelánea No. 149. Publicado también como: Primer Seminario de Modernizaçao de Empresa Rural, Ministerio de Agricultura, SUPLAN y Fundaçao Getulio Vargas EIAP, Río de Janeiro, Mayo de 1977.
Documento No. 4	Piñeiro, M. y Trigo, E. "La Planificación de la Investigación a partir de Programas por Producto: Algunos Comentarios Críticos". IICA-Oficina en Colombia, Agosto de 1977. Publicación Miscelánea No. 150 Publicación también como: a) Informe Técnico No. 39 Programa de Estudios Agroeconómicos. División de Estudios Socioeconómicos. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá, Julio de 1977. b) Seminario sobre Producción Animal en Areas de Agricultura Tradicional. Facultad Agronómica, Universidad de Nariño. IICA-Oficina en Colombia, Pasto, Mayo de 1977.

Documento No. 5	Trigo, E. y Piñeiro, M. "Análisis de los Modelos Institucionales de Generación de Tecnología Agropecuaria: Algunas Ideas Metodológicas". IICA-Oficina en Colombia, Agosto de 1977. Publicación Miscelánea No. 151.
Documento No. 6	Piñeiro, M., Trigo, E. y Fiorentino, R. "La Generación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria. Notas sobre la Funcionalidad de los Centros Nacionales de Investigación". IICA-Oficina en Colombia, Agosto de 1977.
Documento No. 7	Fiorentino, R., Piñeiro, M. y Trigo, E. "Notas sobre la Metodología para el Estudio de la Naturaleza y Efectos de las Innovaciones Tecnológicas en el Sector Agropecuario". IICA-Oficina en Colombia. Agosto de 1977. Publicación Miscelánea No. 164.
Documento No. 8	Alonso A. y Cohan H. "Tipificación de Conglomerados y su Análisis de Estabilidad. IICA-Oficina en Colombia, Setiembre de 1977. Publicación Miscelánea No. 166.
Documento No. 9	Reunión Preparatoria de la Conferencia Internacional sobre Potencial para la Cooperación entre Sistemas Nacionales de Investigación Agrícola. Bellagio, Italia, Octubre 17-21 de 1977. "Sistemas Nacionales de Investigación Agrícola en América Latina". IICA-Oficina en Colombia, Setiembre, 1977. Serie Informe de Conferencias, Cursos y Reuniones No. 138.
Documento No. 10	Relato del Primer Seminario del Proyecto. Anexo: Notas para la Elaboración de Proyectos Correspondientes a los Estudios de Caso. IICA-Oficina en Colombia, Setiembre de 1977.

Documento No. 11

Piñeiro, M., Trigo, E. y Fiorentino, R. "Ideas for Improving the Content and Process of Technology Development and Diffusion in Latin America". IICA-Oficina en Colombia.

Fiorentino, R., Piñeiro, M. y Trigo, E. "Limitations of Appropriate Technology as a Strategy for Development of the Small Farm Sector". IICA-Oficina en Colombia, Febrero de 1978.

Trabajos preparados para la 144 Reunión Anual de la American Association for the Advancement of Science. Washington, D.C. Febrero 12 al 17 de 1978. Publicación Miscelánea No. 181.

Documento No. 12

Trigo, E., Piñeiro, M. y Fiorentino, R. "Notas para el Análisis de los Instrumentos y Contenido de la Política Tecnológica para el Sector Agropecuario. IICA-Oficina en Colombia, Febrero de 1978.

Documento No. 13

Seminario sobre Asignación de Prioridades y Recursos a la Investigación Agropecuaria en Colombia. Departamento Nacional de Planeación PROTAAL. IICA-Oficina en Colombia. Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones No. 153.

Documento No. 14

CHILE. "Generación, Difusión y Adopción de Tecnología Agropecuaria". El Caso de la Leche en Chile. Propuesta de Investigación. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO). Santiago. Octubre, 1977. Publicación Miscelánea No. 182. (Circulación restringida).

Documento No. 15

PERU. Flores, O. y Samaniego, C. "Tecnología de Productos Alimenticios en el Perú: El Caso de la Papa". Propuesta de Investigación, Centro de Investigaciones Socio-económicas (CISE). Universidad de la Molina. Noviembre, 1977. (Circulación restringida).

Documento No. 16 — URUGUAY. "El Proceso de Generación, Difusión y Adopción de Tecnología en la Ganadería Vacuna". Propuesta de Investigación. Centro de Investigaciones Económicas (CINVE). Montevideo. Noviembre, 1977. (Circulación restringida).

Documento No. 17 — CENTRO AMERICA. "El Sector no Transnacional Bananero en Panamá, Costa Rica y Honduras . "Propuesta de Estudio sobre el Area de Centroamérica y Panamá". Programa Centroamericano de Ciencias Sociales. Consejo Superior Universitario Centroamericano (C.S.U.C.A.), San José, Costa Rica. Diciembre, 1977. (Circulación restringida).

Documento No. 18 — ARGENTINA. Sabajo, J. y Schwarzer, J. "La Situación de Cambio Tecnológico en la Producción Maicera de la Región Pampeana". Propuesta de Investigación. Centro de Investigación sobre el Estado y Administración (CISEA), Buenos Aires, Enero, 1978. (Circulación restringida).

Documento No. 19 — COLOMBIA. "Propuesta Resumen de Investigación para el Estudio de un Caso sobre Generación, Transferencia y Adopción de Tecnología en el Sector Agropecuario Colombiano". Oficina de Investigaciones Socio-económicas y Legales (OFISEL), con la colaboración del Departamento de Ciencias Políticas y del CEDE de la Universidad de los Andes. Bogotá, Enero, 1978. (Circulación restringida).

Documento No. 20 — _____. Equipo de Coordinación. "Estudio del Proceso de Generación, Difusión y Adopción de Tecnología en la Producción Azucarera en el Valle del Cauca". Propuesta de Investigación. Colombia, IICA-Oficina en Colombia. Enero, 1978. (Circulación restringida).

Documento No. 21 — ECUADOR. "El Proceso de Transformación de la Producción Lechera Serrana y el Aparato de Generación-Transferencia de Tecnología en Ecuador". Propuesta de Investigación. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO). Quito, Marzo, 1978. (Circulación restringida).

Documento No. 22 — Trigo, E. y Piñeiro, M. "Análisis de los Modelos Institucionales de Generación de Tecnología Agropecuaria: Una Propuesta Metodológica". (Adendum al Documento PROTAAL No. 5). IICA-Oficina en Colombia, Junio de 1978.

Documento No. 23 — Trigo, E., Fiorentino, R. y Piñeiro, M. Notas Comparativas sobre Evolución de la Producción y Productividad de Productos Agropecuarios en Colombia y en Países Seleccionados de América Latina y el Mundo". Marzo. 1978. Publicado también en Desarrollo Rural en las Américas. Vol.X - No.3 - Setiembre - Diciembre, 1978.

Documento No. 24 — VENEZUELA. Pacheco, J. G., Rodríguez, J.E., y Villareal, N. "Proceso del Cambio Tecnológico en el Agro Venezolano (Análisis de tres cultivos característicos)". Propuesta de Investigación. Universidad Central de Venezuela. 1977.

Documento No. 25 — ECUADOR. "Cambio Tecnológico y Modernización Agraria en el Sector Arrocero Ecuatoriano". Propuesta de Investigación, Centro de Planificación y Estudios Sociales (CEPLAES). Quito, Noviembre de 1977. (Circulación restringida).

Documento No. 26 — Trigo, E., Ardila, J. y Piñeiro, M. "Sistemas Nacionales de Investigación Agropecuaria en América Latina: Análisis Comparativo de los Recursos Humanos en Países Seleccionados (Antecedentes y Propuesta Metodológica)". IICA-Oficina en Colombia. Agosto de 1978.

Documento No. 27

Muñoz, J., Fiorentino, R. y Piñeiro, M. "Inventario Tecnológico del Cultivo de la Papa en Colombia y Aspectos Económicos de las Nuevas Técnicas Propuestas". Documento de Trabajo No. 13. Código 00-6. 013-78. División de Estudios Socioeconómicos. ICA. Tibaitatá, Agosto, 1978.

Documento No. 28

Trigo, E., Piñeiro, M. y Ardila, J. "Modelos de Generación Tecnológica en América Latina: Notas para una Evaluación Crítica". (Trabajo Preparado en la Mesa Redonda sobre Generación y Uso de la Tecnología Agrícola). CATIE. Octubre 25, 1978. IICA-Oficina en Colombia. (Circulación restringida).
Publicado también como: Desarrollo Rural en las Américas: "Modelos de Generación Tecnológica en América Latina: Notas para una Evaluación Crítica". Vol.XI - No.2 - Mayo - Agosto, 1979.

Documento No. 29

Verduga, C. y Cosse, G. (Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)). Sede - Quito. "Algunas Consideraciones sobre las Políticas Estatales para el Agro Ecuatoriano. IICA-Oficina en Colombia. Octubre, 1978.

Documento No. 30

Fiorentino, R. "Notas sobre la Evaluación de la Naturaleza del Cambio Tecnológico". IICA - San José, Costa Rica. Agosto, 1979.

Documento No. 31

Piñeiro, M., Trigo, E. y Fiorentino, R. "Technical Change in Latin American Agriculture". Food Policy. August, 1979. England.

Documento No. 32

Vigorito, R. "Generación y Difusión de Tecnología en la Ganadería Vacuna". CINVE. I. Serie - Notas teórico-metodológicas - N°7. Uruguay. Junio, 1979.

Documento No. 33 — Astori, D.
"La Disponibilidad de Tecnología para la Ganadería Vacuna Uruguaya". CINVE. III. Serie - Estudios N°4. Uruguay. 1979.

Documento No. 34 — Barbato, C. y Pérez C.
"La Ganadería Vacuna Uruguaya. Caracterización General". CINVE. III. Serie - Estudios N°5. Uruguay. Junio, 1979

Documento No. 35 — Flores, O., Grillo, E. y Samaniego, C.
"Caso de la Papa en el Perú". IICA. San José, Costa Rica. Julio, 1979.

NOTAS SOBRE LA EVALUACION DE LA NATURALEZA DEL CAMBIO TECNOLOGICO

NOTA INICIAL

Estas notas para discusión interna de PROTAAL procuran ofrecer una guía metodológica para la evaluación de los sesgos del cambio tecnológico. La conceptualización del problema aparece en forma simple y en general poco novedosa. El propósito central de la misma es resaltar la idea de que existen métodos alternativos para la evaluación de los "sesgos" del cambio tecnológico cuya dificultad es proporcional al grado de complejidad de la situación enfrentada. Por consiguiente, es necesario caracterizar en primer lugar dicha situación para luego seleccionar el método analítico apropiado.

Este trabajo hace uso, casi exclusivamente, del marco neoclásico para el análisis del uso de factores. Se privilegia este tipo de enfoque debido a que, a nuestro juicio, las vertientes histórico-estructural del análisis del cambio tecnológico no aluden explícitamente a la influencia de los precios de factores e insumos sobre la evolución de la naturaleza del mismo; influencia que, se piensa, debe ser estudiada con algún rigor. Debe destacarse, sin embargo, que el marco neoclásico presentado es útil exclusivamente para la evaluación o medición de la naturaleza del cambio tecnológico. Por el contrario se considera que los determinantes de la naturaleza del proceso deben necesariamente ser estudiados a partir de un enfoque más amplio que incluya los aspectos dinámicos de los conflictos entre clases y grupos como componentes esenciales, tal como se ha discutido en documentos anteriores de este proyecto.

Las sugerencias y críticas de Mario Kaminsky han sido muy útiles para el autor, quien hace exclusivamente suya la responsabilid por los errores y las omisiones existentes.

INDICE DE TEMAS

I. ASPECTOS TEORICOS

A. Introducción

La naturaleza o dirección del cambio tecnológico se refiere a las características cualitativas del mismo, es decir, a la forma en que el cambio tecnológico afecta las características cualitativas del proceso productivo. Una de las características centrales, tal vez la más importante, se refiere a la proporción en que los distintos factores productivos son utilizados para obtener un nivel de producción dado. En este sentido el cambio tecnológico será sesgado (no neutral) cuando implique una variación en la proporción en que los distintos factores son utilizados.

El cambio tecnológico (no neutral) será intensivo en un determinado factor cuando, en relación a la situación previa, el mismo implique un mayor uso de dicho factor respecto a los demás. Por el contrario el cambio tecnológico será ahorrativo de un factor determinado cuando los requerimientos del mismo se reduzcan en relación a los otros factores de la producción. Tal como puede verse, estas definiciones son simétricas.[1/]

Análogamente, el cambio tecnológico es neutro cuando, para conseguir un determinado nivel de producción, ahorra cantidades de todos los factores en igual proporción.

1/ En la sección C se presenta una definición más precisa y rigurosa, que incluye la bien conocida problemática de la evaluación del cambio tecnológico ante precios variables de los factores productivos, dejada de lado en esta definición preliminar.

Cuando el cambio tecnológico es intensivo (o ahorrativo) en uno o más factores, las razones entre las cantidades de factores usados varían con las nuevas técnicas productivas. Por el contrario dicha razón es permanecer constantes cuando el cambio tecnológico es "neutral". Estas afirmaciones se ilustran en el gráfico 1, dónde los puntos A, B y C representan idénticos niveles de producto generado con diferentes combinaciones de factores productivos X_1 y X_2 1/.

Los puntos A, B y C corresponden entonces a diferentes técnicas productivas. El cambio tecnológico que origina el pasaje de la técnica productiva representada por A a la técnica productiva representada por B es neutral, pués la razón entre el uso de factores es idéntica para ambas técnicas (en el gráfico 1, $\overline{IA}/\overline{AJ} = \overline{I'B/BJ'}$). Por el contrario, hay cambios tecnológicos no-neutrales cuando se pasa de A a C, pués $\overline{IA}/\overline{AJ} \neq \overline{KC}/\overline{CL}$. En este caso el cambio tecnológico es "ahorrativo" de X_1 intensivo en el factor X_2

B.- <u>La Cuestión de los Precios Relativos de los Factores</u>

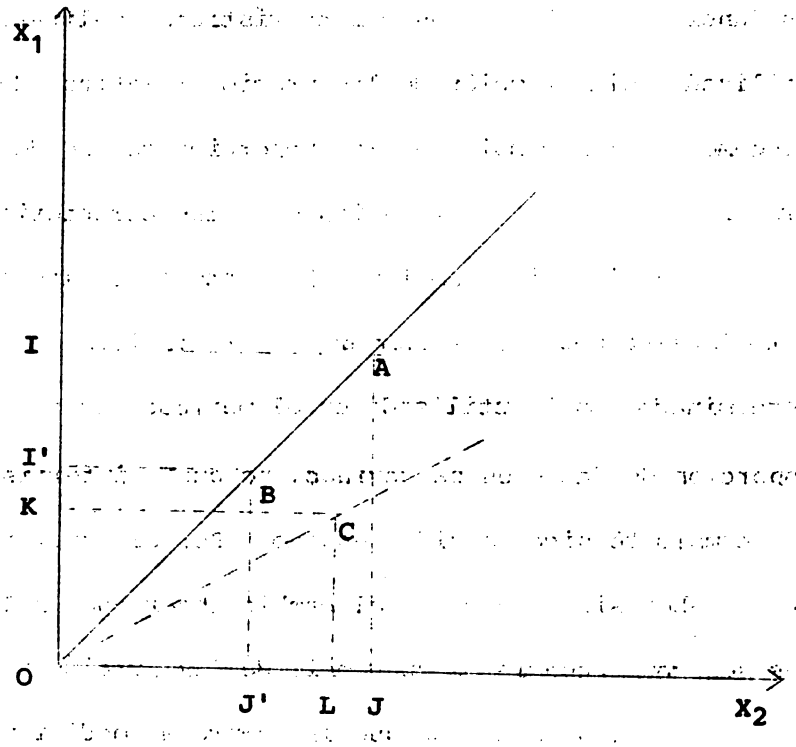
Las definiciones presentadas en la sección anterior son conceptualmente apropiadas en la medida en que se elimina la consideración de los

---

1/ Aludiremos, en este texto, a la naturaleza del cambio tecnológico en condiciones de producción de un producto <u>único</u>. Claramente (y especialmente en la actividad agropecuaria) la producción de productos <u>múltiples</u> merece, por su frecuencia, gran atención. Sin embargo preferimos no abordar todavía en este texto ésta segunda problemática metodológicamente más compleja.

GRAFICO 1

NATURALEZA DEL CAMBIO TECNOLOGICO



efectos de los precios relativos de los factores en la intensidad de uso de los mismos. Sin embargo, desde el punto de vista de la observación empírica, es necesario recordar que frecuentemente la proporción de factores utilizada en un proceso determinado, en un momento determinado en el tiempo, es función no solo de las características cualitativas de la tecnología utilizada, sino también de los precios relativos de dichos factores. Análogamente, los cambios en la proporción de uso de factores pueden deberse no solo a las modificaciones en las características cualitativas de la tecnología, sino también a los cambios en los precios relativos. Esto implica que, si se compara la proporción de factores en un período determinado con la utilizada en el periodo anterior y se observa que la proporcion de factores ha variado, no puede inferirse que necesariamente el cambio técnico ha sido sesgado. Por el contrario el cambio técnico puede haber sido neutral y el cambio observado en la proporción de factores ser consecuencia de un cambio de los precios relativos de los factores, el cual ha motivado que las empresas modifiquen la proporción en que los factores son utilizados.

Las proposiciones anteriores se comprenden con mayor facilidad si se acude al concepto de función de producción. La misma es una función matemática que relaciona cantidades de factores o insumos con cantidades de productos. Para dos factores (X_1 y X_2) y un producto, la función de producción puede enunciarse como:

$$Y = f\ (X_1\ ,\ X_2)$$

En el gráfico 2, se supone que dicha función es contínua y se presentan en ambos paneles, curvas que indican combinaciones técnicamente óptimas de factores X_1 y X_2 que permiten la producción de una misma y dada cantidad de producto.[1/]

En el panel (a) tanto $\overline{AB}$ como $\overline{A'B'}$ permiten la producción de Y unidades de producto. Claramente, cada uno de los puntos AB representa una posible técnica productiva, y análogamente para $\overline{A'B'}$. Las curvas $\overline{AB}$ y $\overline{A'B'}$, que constituyen entonces representaciones de conjuntos de técnicas productivas, reflejan dos estadios diferenciados de conocimientos tecnológico. La curva A'B' está relacionada con técnicas productivas más eficientes, pues en general se requiere menor cantidad de ambos factores.

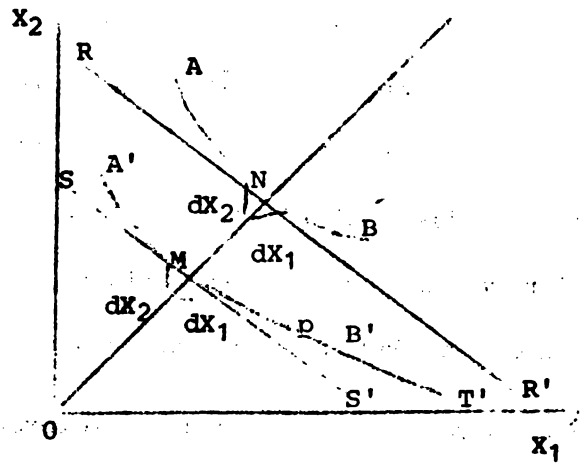
En el panel (b) las curvas $\overline{CD}$ y $\overline{C'D'}$ pueden interpretarse en forma análoga, de modo tal que $\overline{CD}$ y $\overline{C'D'}$ describen técnicas que permiten también la producción de Y unidades de producto. Supóngase que $\overline{AB}$ y $\overline{A'B'}$ en el panel (a) representan dos conjuntos de técnicas ("antiguas" y "nuevas")

1/ El supuesto de la existencia de una función contínua es apropiado cuando los productores disponen, para su elección de un número considerablemente grande de técnicas productivas. Cuando, por el contrario, existe solo una técnica disponible, la función de producción denominada "función de coeficientes fijos", es discontínua, tiene forma de "<" y su única porción relevante es un punto. Las curvas indicadas en el gráfico se denominan "isocuantas unitarias" cuando el nivel de producto es arbitrariamente elegido igual a la unidad. Claramente tanto las funciones de coeficientes variables (funciones continuas) como las de coeficientes fijos tienen isocuantas unitarias.

GRAFICO 2

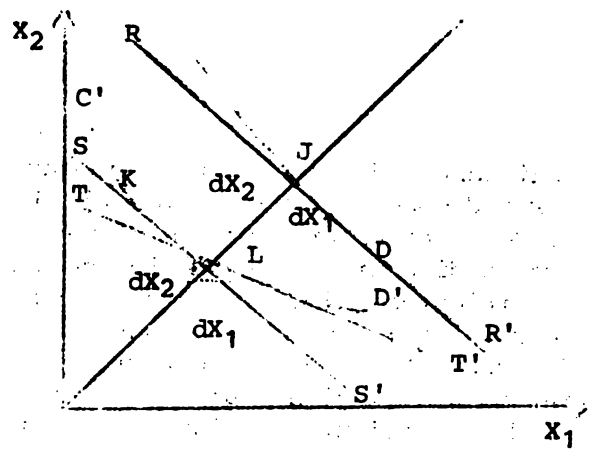
CAMBIO TECNOLOGICO Y TASA DE SUBSTITUCION DE FACTORES

a.- Cambio Tecnológico Neutral.



$$\frac{dX_2}{dX_1} = \frac{dX_1^*}{dX_1^*}$$

b.- Cambio Tecnológico no Neutral.



$$\frac{dX_2}{dX_1} = \frac{dX_2^*}{dX_1^*}$$

disponibles en dos períodos sucesivos en que la relación de precios entre factores (dada por la pendiente de RR' o SS') permanece constante. Las técnicas productivas "nuevas" ($\overline{A'B'}$) serán preferidas a las antiguas ($\overline{AB}$) debido al menor uso de factores. Ante la relación de precios vigente, se pasará de la técnica (uso de factores) descrita por el punto N a la descrita por M. Puesto que M y N están en el mismo radio vector, las razones de uso asociadas con ambas técnicas son idénticas. La similitud en la forma de las curvas $\overline{AB}$ y $\overline{A'B'}$ y constancia de la razón de precios de factores sugiere que el cambio tecnológico es "neutral".

Supóngase ahora que la relación de precios se modifica y está representada, para el período de aplicación de las nuevas técnicas, por TT'. La técnica elegida será la representada por P, con proporción de uso de factores diferentes de la asociada con N. Es claro que la modificación en la razón de uso se debe a los cambios en la razón de precios, y no a la naturaleza cualitativa diferenciada de las nuevas técnicas.

En el panel (b), la constancia de precios (pendiente de RR' y SS" iguales) origina diferentes proporciones de uso de factores (relacionadas con los puntos J y K respectivamente). Por el contrario, cuando la razón de precios cambia (de RR' a TT') las razones de uso de factores (relacionadas esta vez con J y L) permanecen aproximadamente iguales. Claramente, tal constancia no se debe en este último caso a la neutralidad del cambio tecnológico. Por el contrario, resulta intuitivamente claro que, dadas las diferentes formas de CD y C'D' los sesgos que se originarían por diferencias en las funciones son aparentemente compensados por las

modificaciones en las relaciones de precios. Debe advertirse entonces que la naturaleza del cambio tecnológico está esencialmente relacionada con características estríctamente técnicas de las funciones de producción o, más específicamente, con la forma de las funciones. Por consiguiente, una definición más precisa de la naturaleza del cambio tecnológico debe basarse, cuando enfrentemos procesos productivos caracterizables como funciones de producción aproximadamente contínuas en la magnitud de parámetros relevantes de dicha función.

C.- Hacia una Definición estricta de la Naturaleza del Cambio Tecnológico

1. La tasa marginal de sustitución entre factores (TMS) como indicador de la naturaleza del cambio tecnológico.

En la introducción de estas notas se definió el cambio tecnológico neutral como aquel que no implica una variación en la proporción en que los factores de la producción son utilizados en la nueva técnica respecto de la antigua. Esta definición se apoya en la definición más rigurosa propuesta por Hicks quien define al cambio tecnológico neutral como aquel que mantiene constante la relación entre las productividades marginales de los factores cuando la razón de uso de factores no varía al pasar de una técnica productiva "antigua"a otra "nueva". Simétricamente la técnica será no neutral (sesgada) si dicha relación varía.

Esta definición puede tambien enunciarse en términos de una característica técnica relevante de la función de producción; la tasa marginal de sustitución entre factores (r), que se define a partir de la expresión:

$$r = \left[\frac{dX_2}{dX_1} \right] dY = 0$$

La tasa marginal de sustitución r indica la magnitud de la variación de la razón de uso de factores para desplazamientos a lo largo de una isocuanta de la función de producción, es decir, manteniéndose constante el nivel "Y" de producto.

Nótese que, en las condiciones indicadas, r es igual al recíproco, cambiando de signo, de las productividades marginales correspondientes, pues;

$$dY = dX_1 \frac{dY}{dX_1} + dX_2 \frac{dY}{dX_2} = 0$$

Luego $$dX_1 \frac{dY}{dY_1} = -dX_2 \frac{dY}{dX_2}$$

En consecuencia $$\frac{\frac{dY}{-dX_1}}{\frac{dY}{dX_2}} = \frac{dX_2}{dX_1}$$

La expresión anterior nos permite, entonces, definir la naturaleza del cambio tecnológico, de la siguiente manera: El cambio técnico es neutral en el sentido de HICKS (1968) cuando, para una razón de uso constante entre los factores considerados, la tasa marginal de sustitución entre ambos es aproximadamente igual en las técnicas "primitivas" y "nueva". El cambio tecnológico es intensivo en un factor, en cambio, cuando a una razón de uso constante de factores la tasa marginal de

sustitución entre dicho factor y los restantes disminuye. En términos del gráfico 2, el cambio tecnológico es neutral (panel a) donde

$$\frac{dX_2}{dX_1} = \frac{dX_2^*}{dX_1^*}$$

En términos de la misma figura (panel b) por el contrario, el cambio tecnológico es "intensivo" en el factor X_2, pués,

$$\frac{dX_2}{dX_1} < \frac{dX_2^*}{dX_1^*}$$

Nótese que la dirección de la última desigualdad se debe a que las magnitudes $\frac{dX_2}{dX_1}$ y $\frac{dX_2^*}{dX_1^*}$ van precedidas por signos negativos.

Surge de esta definición, entonces, que un modo de evaluar la naturaleza del cambio tecnológico es estimar los parámetros de la función de producción y obtener las tasas marginales de sustitución entre factores para las tecnologías "primitiva" y "nueva". La existencia o inexistencia de constancia en dichas tasas determinará la naturaleza del cambio tecnológico. Se requiere, entonces, la estimación de parámetros relevantes de la función de producción para evaluar las características cualitativas de la tecnología. 1/

1/ El término "parámetro" es usado, en esta proposición, para destacar la idea de que la tasa marginal de sustitución es una función matemática de los parámetros estructurales de la función de producción (véase el apartado F). No obstante, el lector debe advertir que los diversos valores que la tasa marginal de sustitución puede tomar dependen, de los niveles de uso de los insumos.

La circunstancia de que precios de factores y características de la propia tecnología influyen conjunta y simultáneamente en las decisiones sobre uso de factores no genera obstáculos insalvables para la evaluación de las características específicas de esta última. De las secciones anteriores surge que las dificultades pueden reducirse por dos causas: (a) la existencia de alternativas tecnológicas restringidas, tema contemplado en el apartado D de esta sección y; (b) la constancia temporal de los precios relativos de los factores, tema discutido en el apartado E. Por otra parte, cuando prevalecen situaciones más complejas, caracterizadas por múltiples alternativas productivas y precios relativos variables, es posible a partir de métodos empíricos relativamente complejos evaluar parámetros de la función de producción que contribuyen a esclarecer la naturaleza cualitativa de la tecnología (apartado F).

D.- Cambio Tecnológico con Función de Producción de Coeficientes Fijos

Cuando la función de producción $Y = f(X_1, X_2)$, es de coeficientes fijos, la razón $X_1 \div X_2$ es una constante para cualquier nivel de producción.

En otros términos, no hay posibilidades de sustitución de X_1 por X_2. Las posibilidades de producción para una función de coeficientes fijos pueden representarse en el gráfico 1, por ejemplo, por todos los puntos

del vector $\overline{OA}$ [1/]. Cada punto de éste último representa un determinado nivel de producto que resulta de la combinación de los insumos en proporciones fijas. Supóngase ahora la ocurrencia de cambio tecnológico a partir de la generación de otra función de producción, también de coeficientes fijos, representada por el vector $\overline{OC}$ en el gráfico 1. La cantidad de producto previamente representada por A es idéntica a la relacionada con C. Claramente, el cambio tecnológico es en tal situación no-neutral o sesgado pues, en primer lugar, se modifica la razón de uso de factores, y en segundo lugar, la técnica denotada por el vector OC (la más eficiente, pues "ahorra" ambos factores) deberá usarse cualquiera sea la relación entre los precios de dichos factores.

Alternativamente el cambio tecnológico puede materializarse en la generación de otra función de coeficientes fijos con idéntica razón de uso de factores. En este caso las funciones "primitiva" y "nueva" son aparentemente coincidentes, pero modificaciones en la eficiencia técnica hacen que un mismo nivel de producto (representado por A en la tecnología primitiva y por B en la nueva) sea generado a partir de diferentes cantidades de factores en cada técnica.

En esta segunda situación el cambio tecnológico es neutral, pues la

---

1/ Nótese que en este párrafo estamos interpretando el gráfico 1 de diferente manera a la interpretación provista en el apartado A. Aludimos al mismo gráfico por razones de espacio.

función relacionada con C (nuevamente la más eficiente porque "ahorra" ambos factores) deberá usarse cualquiera sea la relación de precios de los mismos.

Es conveniente entonces resaltar que, cuando las alternativas tecnológicas están dadas por funciones de producción de coeficientes fijos, las razones de uso de factores de dichas funciones determinan unívocamente la naturaleza del cambio tecnológico, independientemente de cuales hayan sido las modificaciones en los precios de los factores.

E.- Cambio Tecnológico con Función de Producción de Coeficientes Variables Y Precios Relativos de los Factores Constantes.

Como se indicó antes, la función de coeficientes variables es aquella en que una misma cantidad de producto puede producirse con cantidades alternativas de factores. Por conveniencia, se le puede representar por funciones matemáticas de tipo contínuo, como las asociadas con el gráfico 2, que presentan "isocuantas unitarias" o curvas que indican las distintas combinaciones de factores necesarias para la producción de una unidad de producto.

En dicho gráfico, la constancia de precios relativos y de factores representada por la igualdad de la pendiente de las rectas $\overline{RR}$ y $\overline{SS}$ en ambos paneles. En el panel (A) donde el cambio tecnológico es neutral, pues las tasas marginales de sustitución son iguales para razones de uso de factores iguales en ambas tecnologías (representadas por $\overline{AB}$ y $\overline{A'B'}$), la invariabilidad de los precios relativos a la constancia en las razones de uso de factores (en M y N). Contrariamente, en el panel (b), dónde el cambio tecnológico es no-neutral

(TMS Tasas de sustitución desiguales), la constancia de precios conduce a modificaciones en el uso de factores (en J y K).

Si las condiciones regulares de tangencia prevalecen, es éste un resultado de carácter general, que nos dice que cuando se compara a dos tecnologías en condiciones de constancia de precios relativos y de factores, el cambio es neutral siempre que no varíe la razón de uso de factores y no-neutral cuando esta varía[1/]. Este último resultado, aparentemente trivial, tiene importancia empírica, pues evita, para situaciones caracterizadas por constancia de precios relativos, la necesidad de estimar estadísticamente parámetros de la función de producción para evaluar el cambio tecnológico.

F.- Cambio Tecnológico con Función de Producción de Coeficientes Variables y Precios Relativos de los Factores Variables.

Tal situación está también ejemplificada por los paneles (a) y (b) del gráfico 2, para cambio tecnológico neutral y no-neutral respectivamente. La variabilidad de precios relativos de los factores queda representada en este ejemplo por la transformación de las líneas de precios RR' a TT

1/ El término "tecnología" es usado, en este texto, para denotar las ideas de conjunto de técnicas disponibles en un dado período de tiempo. El término "técnica", en cambio, es usado en otras partes de este texto para denotar una determinada combinación de factores.

en ambos paneles. En (a), con cambio neutral y variabilidad de precios, la razón de uso de factores varía sustancialmente (técnicas productivas representadas por N y P respectivamente). En (b) donde el cambio es no neutral, la razón de uso de factores también varía aunque más levemente. En ambos casos, el desconocimiento de la forma de la función impediría conocer las causas de la modificación en el uso de factores. Por consiguiente todo método apropiado para esta situación debe dirigirse a esclarecer la forma de la función de producción a través de la evaluación de uno o más parámetros de la misma.

II. NOTAS METODOLOGICAS PARA LA MEDICION DE LOS SESGOS

Las secciones anteriores destacan el hecho de que existe una alta correlación entre el tipo de situación técnica y económico estudiada y el grado de dificultad de la medición de los "sesgos" o naturaleza del cambio tecnológico. Este grado de dificultad es creciente según se trate de funciones de producción de coeficientes fijos, de tipo contínuo con precios relativos constantes o de tipo contínuo con precios relativos de los factores variables. Por consiguiente es deseable, antes de adoptar un método complejo, reconocer si la información se ajusta a posibilidades de estimación a partir de métodos más simples. En los siguientes párrafos se describe un enfoque secuencial que tiende en primer lugar a caracterizar la situación enfrentada, para luego adecuar el método de estudio a dichas características.

A.- Función de producción de coeficientes fijos

Para la estimación de los sesgos puede descomponerse el proceso productivo analizado, según el uso de factores, en cuatro componentes: tierra, trabajo, capital fijo e insumos físicos (véase la sección III).

Supóngase que se aborde, a partir de esta clasificación, la estimación de los sesgos a partir de una muestra de establecimientos en dos períodos distintos (por ejemplo, 1968 y 1978). Supóngase que, una vez descompuestos el proceso productivo en los componentes mencionados, se

advierte que las respectivas proporciones de factores utilizados son aproximadamente iguales entre los establecimientos en cada uno de los períodos, supóngase además que los establecimientos, en cada período, incorporaron todas las tecnologías disponibles y que existan razones teóricas que permitan suponer que el proceso productivo que se está analizando corresponde a uno con coeficientes fijos. En este caso las combinaciones "disponibles" de factores para 1968 puede representarse por un solo punto (como el A, en la figura 1) y análogamente para 1978 (como B, en la misma figura), y la situación puede interpretarse como una de ausencia de alternativas tecnológicas dentro de cada uno de los años (momentos puntuales en el tiempo) que definen el período analizado.

Dado que se está trabajando con coeficientes fijos, cualquier variación en los precios relativos que pueda haber tenido lugar no habría afectado la proporción de factores. Por lo tanto la simple comparación de las proporciones de factores es una buena estimación de los sesgos de la tecnología incorporada durante el período analizado.

El cambio tecnológico será entonces neutral si la razón de uso de factores permanece constante (como al pasar de A a B en gráfico 1) o no-neutral, si la razón de uso de factores se modifica (como al pasar de A a C en dicha figura).

Es conveniente resaltar que el trabajar con el supuesto de coeficientes fijos es necesariamente y en todos los casos una simplificación que puede llevar a errores de estimación. Los procesos productivos,

particularmente los de carácter agrícola, raramente son del tipo de coeficientes fijos. Por otra parte es posible que la observación de las unidades productivas analizadas indique que todas ellas están utilizando la misma proporción de factores. Y sin embargó, no estar en presencia de un proceso productivo de coeficientes fijos. La similitud en la proporción de factores utilizados por todas las unidades productivas puede estar indicando, simplemente, que todas enfrentan similares condiciones de dotación de recursos, y precios relativos de los factores y por lo tanto todas utilizan, en posición de equilibrio, similares proporciones de factores. 1/

B.- Función de producción de coeficientes variables y precios relativos de los factores constantes.

Supóngase ahora que se verifica, a partir de series de precios de la

---

1/ A los efectos de aclarar este punto conviene recordar que diferencias en cuanto a la proporción de factores entre empresas en un mismo período solamente puede originarse en dos hechos: a) Las empresas tienen distintas dotaciones de recursos y/o enfrentarse mercados de factores distintos (distinto acceso de los recursos) y b) No todas las unidades productivas utilizan los recursos de acuerdo a lo indicado por la racionalidad económica para la maximización de beneficios, c) La función "objetivo" relevante no es la maximización de beneficios en todas las empresas.

mano de obra, capital, tierra, etc, que los precios relativos de los factores permanecen constantes en el período histórico considerado, y en especial en los dos años (por ejemplo, 1968 y 1978) que se toman como base de comparación. Supóngase además que, analizando las combinaciones de factores para cada establecimiento y en cada período, se detecta que; (a) las combinaciones de factores son diferentes entre establecimientos, para cada uno de los períodos y (b) en gran parte de los establecimientos la proporción de factores se ha "movido" entre períodos de comparación consistentemente en una dirección (por ejemplo , las técnicas en 1978 "ahorran" trabajo en la mayoría de los casos).

Si bien la existencia de técnicas alternativas en los establecimientos sugeriría la existencia de una función de producción de tipo "contínuo" (véase la sección anterior), no es necesario estimar esta función, pues la teoría indica que se está en presencia de un cambio tecnológico "no neutral". Con relaciones de precios constantes sólo se habrá ahorrado un factor si las condiciones estrictamente técnicas asi lo sugirieron (véase nuevamente la sección I y el gráfico 2). Similar razonamiento cabe para inferir que hubo cambio tecnológico neutral cuando las combinaciones de factores permanecen constantes con el transcurso del tiempo.

En resumen, en presencia de precios relativos constantes, aún cuando la función de producción sea contínua, la simple comparación de la proporción de factores utilizados provee una adecuada estimación de la naturaleza del cambio técnico.

C.- Función de Producción de Coeficientes Variables y Precios Relativos de los Factores Variables.

Es este el caso más complejo, pues incorpora el problema central en la medición de la naturaleza del cambio tecnológico; es decir la diferenciación de las modificaciones en la "proporción" de uso de factores provocadas por cambios en los precios relativos de los factores de aquellas modificaciones provocadas por la propia naturaleza del cambio tecnológico.

Conceptualmente, pueden diferenciarse para el contexto enunciado, dos posibles formas de estimación de los sesgos. La forma más tradicional y conocida requiere la estimación de la función de producción del bien o bienes considerados a partir de información considerablemente desagregada sobre la disponibilidad y uso de factores en los establecimientos agrícolas estudiados. Conocida la forma de la función de producción, la aplicación de proposiciones teóricas sencillas enunciadas anteriormente permite evaluar los sesgos del cambio tecnológico. Pueden verse al respecto las ideas contenidas en la sección I (apartados B y C)

Recientes estudios de naturaleza metodológica inducen, sin embargo, que los sesgos del cambio tecnológico pueden evaluarse sin necesidad de acudir a estimaciones de la función de producción.[1/]

1/ Véanse en especial, los trabajos de BINSWANGER (1974, 1976) y THIRSH

A partir del supuesto general de comportamiento "racional" de los empresarios, en estos métodos se examinan las modificaciones en el uso de factores por parte de las firmas, así como las modificaciones en la participación de los diferentes factores en el valor del producto. Se parte de la propuesta de que dichas modificaciones sólo pueden deberse a dos causas, la modificación de los precios relativos de los factores y el cambio tecnológico, y se intenta, a partir de desarrollos matemáticos de cierta complejidad, aislar la influencia de este segundo factor. Estos métodos requieren como información fundamental series históricas de precios de productos, insumos, cantidades producidas y recursos e insumos usados.

En este trabajo concentraremos nuestra atención en la primera forma de evaluación de los sesgos (estimación de la función de producción). Este método presenta, según nuestro entender, la ventaja esencial de generar información sobre características técnicas del proceso productivo que los métodos alternativos no generen.

Adicionalmente, no existen grandes ventajas a favor de estos últimos métodos en cuanto a sus requerimientos de información. En efecto, ellos requieren información "desagregada" similar a la solicitada por el método de la función de producción.

El método de evaluación de los sesgos del cambio tecnológico sobre la base de estimaciones de funciones de producción es conceptualmente simple.

A partir de información desagregada sobre uso de factores (por ejemplo, tierra, trabajo, capital fijo, insumos físicos) en sendas muestras, para dos períodos diferenciados de n establecimientos (donde n es suficientemente grande para asegurar suficiente bondad estadística a la estimación) se estiman dos funciones de producción con datos de "sección transversal".[1/] Cada función corresponde a un período (ejemplo, 1968 y 1978). A partir de las funciones se calculan, para las relaciones de uso de factores más frecuentes, las tasas marginales de sustitución, y sobre esa base se evalúa el cambio tecnológico. El mismo será aproximadamente neutral si las tasas marginales de sustitución para la función más reciente son similares a aquellas correspondientes a la función más antigua. Contrariamente, el cambio tecnológico será sesgado si las tasas marginales de sustitución difieren sustancialmente para las razones de uso de factores más frecuentes en ambos períodos.

En los párrafos que siguen introducimos, para aclarar las ideas, un ejemplo de derivación matemática de las tasas marginales de sustitución. Supondremos, para simplificar las ideas, que los procesos

---

1/ No es indispensable que la información empírica aluda a unidades productivas en forma individual. Con adecuados recaudos metodológicos, puede usarse información secundaria de tipo más agregado; por ejemplo, información censal. Agradecemos a Kaminsky resaltar la importancia de este punto.

productivos analizados cuentan con sólo dos factores y que las funciones de producción estimadas son, para ambos períodos, de tipo "cobb-Douglass". Destacamos que esta forma funcional no es la más apropiada para estudiar fenómenos tecnológicos, precisamente por las características metológicas restrictivas de la misma (elasticidad de sustitución de factores constantes y unitaria), y que, por consiguiente, lo enunciado aquí debe entenderse como un ejemplo aclaratorio. Seguramente otras formas funcionales podrán ensayarse en cada caso particular.

Las formas funcionales pueden indicarse, entonces como:

$$Y = AX_1^{\alpha} X_2^{\beta}, \text{ para 1968 y}$$

$$Y = A'X_1^{\alpha'} X_2^{\beta'}, \text{ para 1978.}$$

La obtención de la tasa marginal de sustitución para 1968 requiere el siguiente desarrollo matemático:

$$\frac{dY}{dX_1} = A\alpha X_1^{\alpha-1} X_2^{\beta}$$

$$\frac{dY}{dX_2} = A\beta X_1^{\alpha} X_2^{\beta-1}$$

Usando un resultado de la sección I, tenemos:

$$\left[\frac{dX_2}{dX_1}\right]^{68} = -\frac{\frac{dY}{dX_1}}{\frac{dY}{dX_2}}$$

Sustituyendo, conseguimos:

$$\left[\frac{dX_2}{dX_1}\right]^{68} = - \frac{A^{-1} X_1^{\alpha-1} X_2^{\beta}}{A\beta X_1^{\alpha} X_2^{\beta-1}}$$

$$\left[\frac{dX_2}{dX_1}\right]^{68} = - \frac{\alpha}{\beta} \frac{X_2}{X_1}$$

Análogamente, para la obtención de la tasa marginal de sustitución correspondiente a 1978, llegamos al siguiente resultado:

$$\left[\frac{dX_2}{dX_1}\right]^{78} = - \frac{\alpha'}{\beta'} \frac{X_2}{X_1}$$

Comparando las dos últimas expresiones, se deduce que el cambio tecnológico será esencialmente neutral si:

$$\alpha/\beta = \alpha'/\beta'$$

y en cambio, el mismo será no-neutral si las razones mencionadas difieren. Obsérvese que, para la forma específica de la función de producción estudiado, se trata de una igualdad <u>entre razones</u>, y no entre parámetros individuales. Observese además que, para la forma funcional utilizada, se obtiene un resultado de carácter <u>general</u>, en el sentido de que el mismo no depende de los valores específicos de la región X_1/X_2, sino únicamente de los parámetros de la función de producción. Es ésta una propiedad sumamente importante del resultado obtenido.

En el caso de que el cambio tecnológico sea no-neutral, él será intensivo en X_2 si:

$$\frac{\alpha}{\beta} > \frac{\alpha'}{\beta'}$$

y viceversa (obsérvese que la dirección de la desigualdad se debe a que los valores de las tasas de sustitución son negativos para las funciones de producción "bien comportadas".

III ENUMERACION TENTATIVA DE LA INFORMACION REQUERIDA

Conviene discutir, con respecto al tema de acopio de información, dos aspectos diferenciados. El primero intenta analizar como pueden definirse y clasificarse los factores de la producción para la evaluación de la naturaleza del cambio tecnológico.

El segundo alude a la estimación o cuantificación del uso de los factores una vez que ellos han sido caracterizados con alguna claridad.

1.- Clasificación de factores.

Considerando en primer lugar la definición de los factores, un primer enfoque puede sugerir clasificarlas en tierra, trabajo y capital, tal como se ha hecho tradicionalmente en muchos otros trabajos. Esta clasificación es por si misma útil, pues permite evaluar sesgos en el uso de factores nítidamente relacionados con hipótesis relevantes sobre el funcionamiento de la actividad innovativa. Un buen ejemplo está dado por la posibilidad de evaluación de los efectos de tecnología en empleo de la mano de obra rural.

Otros autores han clasificado los factores agrícolas de producción en tierra, trabajo, capital (fijo) e insumos. Esta clasificación, de corte más analítico, permite evaluar relaciones más específicas, tales como los efectos diferenciados del cambio tecnológico en el uso de bienes de capital de distinto origen. Por ejemplo, insumos provistos por agroindustrias (herbicidas, fertilizantes) versus mejoras construídas con mano de obra

"endógena" al establecimiento (drenajes, cercas, etc).

Análogamente son frecuentemente útiles las clasificaciones de factores que diferencian tanto a la mano de obra como a la tierra en "clases", a efectos de especificar aún más la evaluación de los efectos del proceso innovativo. Sin embargo es útil resaltar que, en última instancia, la clasificación utilizada debe ajustarse a la naturaleza de las hipótesis que se desea verificar. En la medida en que las hipótesis así lo aconsejen, se puede pensar en la conducción de un trabajo empírico que incluya el análisis de más de una clasificación de factores (por ejemplo una de carácter más general y una más específica).

2.- Estimaciones del uso de factores.

Se supone en los párrafos siguientes que los factores considerados son tierra, trabajo, capital e insumos.

A.- Tierra

En general el análisis económico de un proceso productivo compara flujos de factores (cantidades usadas en un cierto tiempo productivo) contra flujos de productos. Interesa entonces, en la producción agrícola, evaluar los servicios de la tierra, pero éstos, a diferencia de los servicios de capital, son en general proporcionales al "stock" de tierra disponible, de modo que el servicio provisto por este factor se evalúa estimando la cantidad del mismo, medido en unidades de superficie (por ejemplo, en hectáreas) y la duración del ciclo productivo del proceso estudiado. Es

útil diferenciar las diversas clases de suelo, según aptitud de uso y cuantificarlas separadamente.

B.- Trabajo

Nuevamente se miden los servicios asociados con el proceso productivo estudiado, en horas o jornales. Deben en general evitarse medidas más imprecisas, tales como las existencias de mano de obra en los establecimientos pues, a menudo, existencias de mano de obra y empleo efectivo no están altamente correlacionados. Ello ocurre, por ejemplo, en el caso de que la mano de obra de un establecimiento efectúe trabajos "externos" al mismo. Es útil diferenciar el trabajo en diferentes clases para esta evaluación.

C.- Capital

Suponiendo que la clasificación adoptada disocia capital e insumos, debe incluírse en este rubro todo lo que se considera capital "fijo", es decir, capital que no se agota en un solo proceso productivo. En el capital se incluyen: (a) los costos asociados con la maquinaria agrícola (b) los costos asociados con los edificios de uso agrícola (c) las mejoras incorporadas al suelo, como corrales, cercas, etc.

Tal como para los restantes factores, interesa también en este caso evaluar los "servicios" provistos por el "stock" del factor. Estos servicios, una vez más, no presentan necesariamente alta correlación con el "stock" de capital y deben en consecuencia evaluarse con precisión. Esto último ocurre en los frecuentes casos en que se utiliza maquinaria arrendada

o se arrienda la propia maquinaria a terceros.

Los costos de los servicios del capital incluyen dos componentes, la depreciación (d) y los gastos de reparación y mantenimiento (g). La depreciación (d) puede calcularse a partir de la conocida expresión:

$$D = \frac{VN - VR}{VU}$$

Donde VN es el valor de adquisición o valor "a nuevo"

VR es el valor residual del bien

VU es la vida útil del bien

Los gastos de mantenimiento (G) pueden calcularse a partir del producto del valor de compra del bien por un coeficiente (g) de mantenimiento, que expresa los gastos mencionados como una proporción del valor a nuevo.

$$G = g\ VN$$

De modo que la evaluación de los costos de capital requiere la estimación del valor a nuevo (valor de adquisición y precios de mercado) del bien, su valor residual, su vida útil y el coeficiente de gastos de mantenimiento 1/

1/ El uso del término "valor" de diversos significados pero las diversas escuelas económicas, puede resultar inapropiado para esta sección. En general tanto valor a nuevo como valor residual pueden ponerse aquí como precios de mercado o de cuenta, según la naturaleza de la evaluación.

D.- Insumos:

En este rubro se suele incluír el uso de fertilizantes, herbicidas, plaguicidas, combustible, etc. Como los insumos se agotan en un solo período su participación en el proceso productivo se evalúa multiplicando cantidades efectivamente consumidas por precios de mercado o de cuenta, según sea la naturaleza de la evaluación.

E.- Producto:

Tal como en el caso de los insumos, se requieren solamente estimaciones de cantidades producidas y precios.

En el cuadro I se proveen a modo de ejemplo, una posible enumeración de factores y variables a estimar a efectos de la evaluación de los sesgos del cambio técnico. Para facilitar la tarea se indican en las diversas columnas las posibles unidades de cálculo a utilizar.

Cuadro No. I Factores y Variables cuya estimación se requiere para la Evaluación de la Naturaleza del Cambio Tecnológico

Factor	Descripción	Intensidad de uso	Precio Estimado	Valor Residual	Vida Util	Coeficiente de Mantenim.
1	2	3	4			
Tierra	Aptitud de Uso 1	(en Ha,)	(en $/Ha.)	-	-	-
	Aptitud de Uso 2	(en Ha.)	(en $/Ha.)	-	-	-

	Aptitud de Uso N	(en Ha.)	(en $/Ha.)	--	-	-
Trabajo	Categoría 1	(en horas o Jor.)	(en $/hora)	-	-	-
	Categoría 2	(en horas o Jor.)	(en $/hora)	-	-	-

	Categoría N	(en horas o Jor.)	(en $/hora)	-	-	-
Maquinar. Agrícola	Tractor	(en horas o Jor.)	(en $/unidad)	(en $/unidad)	(en años)	(número)
	Arado	(en horas o Jor.)	(en $/unidad)	(en $/unidad)	(en años)	(número)
	-------				----------	----------
	-------				----------	----------
	-------				----------	----------
	Cosechadora	(en horas o Jor.)	(en $/unidad)	(en $/unidad)	(en años)	(número)
Edificios para uso agrícola	Galpón grande	(en horas o Jor.)	(en $/unidad)	(en $/unidad)	(en años)	(número)
	----------				---------	--------
	----------				---------	--------
	Galpón pequeño	(en horas o Jor.)	(en $/unidad)	(en $/unidad)	(en años)	(número)
Insumos	Fertilizante A	(en Kg. o litros)	(en $/unidad)	-	-	-
	Fertilizante B	(en Kg. o litros)	(en $/unidad)	-	-	-
	Herbicida A	(en Kg. o litros)	(en $/unidad)	-	-	-
	Herbicida B	(en Kg. o litros)	(en $/unidad)	-	-	-
	Combustible 1	(en Kg. o litros)	(en $/unidad)	-	-	-
	----------			-	-	-
	----------			-	-	-

B I B L I O G R A F I A

BINSWANGER, H. "Measuring the Impac of Economic Factors", In "Resourse Allocation and Productivity", Ed. Arndt, Ruttan, Darlymple, Minnesota University Press, 1976.

_____. "The Measurement of Technical Change Bias with maya Factors of Production", American Economic Review, v. 64, N° 6, 1974.

HICKS, J. "Theory of Wages, Ed. Mc Millan, London, 1968.

THIRSK, W. "Factor substitution en Colombian Agriculture, "American Journed of Agricultural Economics" Vol. 46 N° 1, May 1974.