

**TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS DE LA
INVESTIGACION AGRICOLA EN
AMERICA LATINA**

Víctor Palma

COLECCION DE
NOSACALIZADA BIBLIOTECA
MEXICANA

01550012
9279

RESUMEN

Como antecedentes, el estudio presenta y analiza los distintos modelos de desarrollo agropecuario. La teoría de la innovación inducida se presenta por su poder de explicación de las inversiones nacionales en generación de tecnología agropecuaria; tanto la innovación tecnológica como la innovación institucional inducida se discuten en el trabajo, indicando algunos ejemplos para su comprobación. Una sección especial del trabajo ha sido ocupada por los conceptos básicos sobre las relaciones funcionales, los factores de impacto más inmediato y los factores más permanentes que afectan positiva y negativamente la producción y la productividad agrícola. Estas consideraciones iniciales son necesarias para un mejor entendimiento de los procesos de asignación de recursos para (y dentro de) las instituciones de generación y transferencia de tecnología.

El trabajo dedica una sección especial a los modelos institucionales de generación y transferencia de tecnología y en particular a los institutos nacionales de investigación en América Latina. A seguir, presenta algunos de los principales desarrollos institucionales ocurridos en las últimas décadas, como los de la industria de insumos, de organizaciones de productores y de los Centros Internacionales. Algunos estudios de caso han merecido una atención especial; entre ellos, se discuten los casos del arroz en Colombia, del maíz en Argentina, de la producción de tomates en California, la producción de azúcar en el Valle del Cauca, de la leche en la Sierra Ecuatoriana, la ganadería vacuna en el Uruguay y la producción de papa en el Valle del Mantaro en el Perú.

En lo que se refiere a las perspectivas, inicialmente se presenta los objetivos y estrategias del Programa II-Generación y Transferencia de Tecnología, dentro del marco del Plan de Mediano Plazo, 1987-1991, del IICA. A seguir se incluye una sección sobre los desafíos y oportunidades de la innovación tecnológica y desarrollo agropecuario en América Latina y el Caribe, que fue presentada a consideración de la IX Conferencia Interamericana de los Ministros de Agricultura. Por su importancia actual y potencial, la biotecnología y el futuro de la investigación y desarrollo agrícola en América Latina y el Caribe, ocupa una sección especial. Finalmente, por sus implicaciones para el desarrollo tecnológico de la agricultura regional, se presenta las recomendaciones emanadas en la IX CIMA en el área de generación y transferencia de tecnología agrícola.

1/ Trabajo presentado en el Seminario sobre Administración Técnico-Financiera de la Investigación, organizado y patrocinado conjuntamente por el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias-FONAIAP y por el PROCIANINDO, realizado en Maracay, Venezuela, del 30 de noviembre al 4 de diciembre de 1987.

2/ Director del PROCIANINDO.

COLECCION IICA

CONTENIDO

	Página
I. ANTECEDENTES	1
Modelos de Desarrollo Agropecuario	1
La Teoría de la Innovación Inducida	2
Innovación Tecnológica Inducida	3
Innovación Institucional Inducida	5
II. CONCEPTOS BASICOS SOBRE PRODUCTIVIDAD Y PRODUCCION	5
Relaciones Funcionales	5
La Productividad de la Tierra	8
Factores más Permanentes	8
Factores de Impacto más Inmediato	13
III. MODELOS INSTITUCIONALES DE GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA	22
IV. LOS INSTITUTOS NACIONALES DE INVESTIGACION AGROPECUARIA EN AMERICA LATINA	24
V. PRINCIPALES DESARROLLOS INSTITUCIONALES OCURRIDOS EN LAS ULTIMAS DECADAS.	26
La industria productora de insumos tecnológicos	26
Las organizaciones de productores en la generación y transferencia de tecnología.	27
Los Centros Internacionales	29
VI. EL CAMBIO TECNICO OBSERVADO EN LOS ESTUDIOS DE CASO	30
Procesos tecnológicos con un fuerte impacto sobre la producción y los rendimientos.	30
Cambios tecnológicos con un fuerte impacto sobre la organización de la producción.	34
Estancamiento relativo del cambio técnico.	37

VII.	EL PROGRAMA II DEL IICA - GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN EL MARCO DEL PLAN DE MEDIANO PLAZO, 1987 - 1991.	42
	Propósito del Programa	42
	Problemas a resolver	42
	Áreas de concentración y acciones a desarrollar	45
VIII.	INNOVACION TECNOLOGICA Y DESARROLLO AGROPECUARIO EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE: DESAFIOS Y OPORTUNIDADES.	48
	La renovada necesidad de innovación tecnológica en la agricultura de América Latina y El Caribe.	48
	La cambiante base científica e institucional del proceso tecnológico.	49
	El papel del sector público: austeridad y debilitamiento.	49
	La biotecnología: una nueva frontera tecnológica	49
	El sector privado y las actividades a nivel internacional, nuevas dimensiones del proceso tecnológico	50
	Consideraciones para el mejor desempeño de los sistemas tecnológicos de América Latina .	51
IX.	LA BIOTECNOLOGIA Y EL FUTURO DE LA INVESTIGACION Y DESARROLLO AGRICOLA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE.	53
X.	RECOMENDACIONES DE LA IX CIMA EN EL AREA DE LA GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA AGRICOLA	55
	BIBLIOGRAFIA	61

I. ANTECEDENTES

Modelos de Desarrollo Agropecuario

Se ha afirmado que para las próximas décadas es imprescindible que se desarrollen e implementen estrategias para el desarrollo agropecuario que sean más efectivas que las utilizadas en el pasado (Ruttan, 1982). Una manera útil de analizar este asunto es revisar las formas que ha tenido el desarrollo agropecuario en el pasado y las que tiene en el presente, mientras se va construyendo el conocimiento necesario para el futuro. Históricamente el problema del desarrollo agropecuario no es necesariamente el de transformar un sector agropecuario estático en un sector dinámico y moderno, sino acelerar la tasa de crecimiento de la productividad y de la producción agropecuaria que sea consistente con el crecimiento y desarrollo de otros sectores en una economía en modernización. En general, en la literatura tradicional del desarrollo agropecuario se pueden encontrar cinco grandes modelos:

- a. El modelo de la expansión de la frontera. La forma más usada de aumentar la producción agropecuaria a través de la historia ha sido la expansión del área cultivada por el descubrimiento y la apertura de nuevas fronteras agrícolas. Esto ha sucedido tanto en el continente europeo como en Asia, África, Oceanía, América del Norte y América Latina. Sin embargo, el proceso de expansión de la frontera agrícola ya se encuentra en franco declinio y el siglo XX puede ser considerado como una transición de un periodo en el cual la mayor parte de los aumentos en la producción agropecuaria del mundo fueron resultado de la expansión de las áreas cultivadas, a un periodo donde la mayor parte del aumento de la producción vegetal y animal se deberá a los incrementos en la frecuencia e intensidad de los cultivos. En el futuro, el crecimiento de la producción agropecuaria se originará de los cambios que se produzcan en el uso de la tierra de una determinada área, haciendo que se la cultive más frecuentemente y más intensamente, de manera que se incremente la producción por unidad de área y por unidad de tiempo.
- b. El modelo conservacionista. Este modelo dio énfasis a la evolución de una secuencia de sistemas agrícolas cada vez más complejos y caracterizados también por un uso intensivo de la tierra y el trabajo, a la producción y al uso de fertilizantes orgánicos y a la formación de capital basada en el uso intensivo del factor trabajo, con el objetivo de hacer más efectivo el uso de los recursos tierra y agua. Dentro de este marco conceptual, el modelo conservacionista fue capaz de mantener tasas de crecimiento en la producción agropecuaria, en muchas partes del mundo, de alrededor de 1% al año, durante largos periodos de tiempo. Sin embargo, esta tasa de crecimiento ya no es suficiente para satisfacer el crecimiento de la demanda por productos agrícolas, que en los países en desarrollo se sitúa entre 3 y 5 % al año.

1/ Trabajo presentado en el Seminario sobre Administración Técnico-Financiera de la Investigación, organizado y patrocinado conjuntamente por el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias-FONAIAP y por el PROCIANINO, realizado en Maracay, Venezuela, del 30 de noviembre al 4 de diciembre de 1987.

2/ Director del PROCIANINO.

- c. **El modelo de impacto urbano-industrial.** La racionalidad de este modelo fue desarrollada con el objetivo de conseguir mercados de factores y productos que sean más efectivos en aquellas áreas de rápido desarrollo urbano industrial. El desarrollo industrial estimulaba el desarrollo agropecuario, gracias a la expansión de la demanda por los productos agrícolas, por la oferta de insumos industriales necesarios para aumentar la productividad de la agricultura, y por el desplazamiento hacia las áreas urbanas del exceso del factor trabajo existente en áreas rurales. Los estudios empíricos realizados para este modelo teórico han confirmado repetidamente la importancia de la existencia de un fuerte mercado de trabajo no rural como un estímulo para aumentar la productividad de trabajo en la agricultura.
- d. **El modelo difuso.** Este modelo de desarrollo agropecuario se fundamenta en las observaciones empíricas de la existencia de enormes diferencias en la productividad de la tierra y del trabajo entre agricultores y entre regiones. Según esta teoría, el camino hacia el desarrollo agropecuario es a través de una diseminación efectiva del conocimiento tecnológico y la disminución de las diferencias en productividad entre agricultores y entre regiones. Durante la década del '50 muchos países en desarrollo siguieron el modelo difuso como una estrategia para su desarrollo agropecuario. Pero justamente las limitaciones del modelo para el diseño de políticas de desarrollo agropecuario se hicieron más evidentes a medida que los programas de asistencia técnica (basados en el modelo difuso) no fueron capaces de generar la rápida modernización de la agricultura tradicional ni tampoco el rápido crecimiento de la producción agropecuaria.
- e. **El modelo de insumos de elevados retornos.** En este modelo la clave para la transformación del sector agrícola tradicional en una fuente productiva de crecimiento económico reside en la disponibilidad de insumos de elevado retorno por parte de los agricultores de los países en desarrollo. Los nuevos insumos fueron clasificados en tres categorías: a) la capacidad de las instituciones de investigación agropecuaria, tanto públicas como privadas, en producir nuevos conocimientos tecnológicos; b) la capacidad del sector industrial para desarrollar, producir y comercializar nuevos insumos; c) la capacidad de los agricultores para adquirir nuevos conocimientos y usar eficientemente los nuevos insumos. Gran parte del entusiasmo con que este modelo ha sido aceptado y casi convertido en una doctrina económica se debe a la existencia de numerosos estudios que estimaron altas tasas de retorno a las inversiones públicas en investigación agropecuaria.

La teoría de la Innovación Inducida

Esta teoría representa un intento de verificar el impacto que tiene la disponibilidad relativa de recursos sobre la intensidad y la dirección del cambio tecnológico. Según Ruttan (1971): "la importancia fundamental del cambio tecnológico 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 la medida que la investigación y la educación (que constituyen las fuentes más importantes para aumentar la productividad agropecuaria, y que son bienes públicos no comercializables en el mercado), no estén incluidas en el modelo de insumos de altos retornos, este modelo continuará incompleto como teoría de desarrollo agropecuario.

Asimismo, los mecanismos por los cuales los recursos son asignados a la educación y a la investigación, no son totalmente incorporados en el modelo de insumos de altos retornos. Igualmente, este modelo tampoco explica cómo la disponibilidad inicial de recursos es capaz de inducir el desarrollo de tecnologías eficientes; ni tampoco especifica los procesos por los cuales las relaciones de precios de insumos y productos inducen la inversión en investigación agropecuaria en una dirección que sea compatible y consistente con la disponibilidad inicial de recursos de un país en desarrollo.

Debido a las limitaciones de este modelo, se realizaron esfuerzos para desarrollar un modelo de desarrollo agropecuario en el cual el cambio tecnológico es considerado como endógeno en el proceso de desarrollo, en vez de ser considerado como un factor exógeno que opera independientemente de otros procesos de desarrollo. Hayami y Ruttan (1971) efectuaron un estudio sobre las diferencias históricas observadas en el sector agropecuario de distintos países, y encontraron grandes diferencias en las tasas de crecimiento de la productividad a lo largo del tiempo y en distintos niveles de productividad en un año determinado. Concluyeron que las grandes diferencias observadas entre las relaciones tierra/trabajo en los distintos países no pueden ser explicadas por la simple sustitución de factores. Concluyeron también que parecería más lógico que las grandes diferencias en la proporción de factores utilizados a lo largo del tiempo y entre distintos países, estarían representando un proceso de sustitución dinámica de factores en respuesta a sus distintos precios relativos.

Este enfoque sobre la teoría de la innovación inducida se fortalece por la evidencia histórica de que diferentes países han seguido caminos alternativos para su cambio tecnológico en el proceso de su desarrollo agropecuario, y por la evidencia de las grandes diferencias de productividad existentes entre países.

Así pues, los niveles de productividad alcanzados por los agricultores en los países más desarrollados se distribuyen a lo largo de un "frontera de productividad". Esta frontera refleja los niveles del progreso tecnológico y uso de factores alcanzados por los países más desarrollados, teniendo en consideración su disponibilidad inicial de recursos. Ruttan (1982) sugiere que, para los agricultores de los países en desarrollo alcancen los niveles de productividad de los agricultores de los países desarrollados, es necesario hacer inversiones en investigación agropecuaria que puedan desarrollar tecnologías apropiadas al medio ambiente natural e institucional de los países en desarrollo. Similarmente, deben también haber inversiones en la infraestructura física e institucional para explotar todo el nuevo potencial de producción que ofrece el avance o desarrollo tecnológico.

Innovación Tecnológica Inducida

La teoría de la innovación tecnológica inducida puede ser claramente ilustrada cuando se comparan las experiencias históricas de los Estados Unidos y el Japón. En los Estados Unidos el factor más importante del progreso de la agricultura fue la mecanización; primero, gracias a la tracción o fuerza animal, y más adelante, con la fuerza del tractor, fue el factor que más contribuyó a la expansión de la producción agropecuaria y de la productividad, a través del incremento del área cultivada por trabajador.

En el caso del Japón, la fuente principal del progreso fueron las tecnologías biológicas, tales como el mejoramiento genético destinado a aumentar los niveles de productividad y de respuesta a niveles cada vez más elevados de fertilizantes, lo que permitió un rápido crecimiento de la producción agropecuaria a pesar de las fuertes limitaciones existentes con la oferta de tierra. Estas características diferenciadas en el crecimiento de la productividad y el uso de factores entre los dos países, pueden ser mejor comprendidas cuando se las considera como un proceso de ajuste dinámico a los cambios en los precios relativos de los factores.

Así, por ejemplo, en los Estados Unidos el aumento real del precio de los salarios a largo plazo, relativamente más elevado que el aumento real de los precios de la tierra y de la maquinaria, contribuyó decisivamente a la sustitución del trabajo por tierra y maquinaria. Necesariamente esta sustitución también fue acompañada por los progresos en la aplicación de la tecnología mecánica a la producción agropecuaria. Necesariamente también, la aplicación de la tecnología mecánica dependía de la capacidad en ser generada, de una manera tal que estimulaba un uso más intensivo del equipamiento y un uso más extensivo de la tierra en relación al trabajo.

Por otro lado, en el Japón, como la oferta de tierra era inelástica, su precio aumentaba más rápidamente que los salarios. Por lo tanto, no era conveniente sustituir trabajo por tracción mecánica. Al contrario, gracias a las nuevas oportunidades que se presentaron por el declinio constante en los precios de los fertilizantes (en relación a los precios de la tierra), se produjeron grandes avances en el desarrollo de la tecnología biológica. Un ejemplo típico lo constituyó el mejoramiento varietal, el cual se dirigió hacia el mejoramiento de nuevas variedades de arroz con mayor capacidad de respuesta al uso de fertilizantes.

Estas respuestas a las diferencias en la disponibilidad inicial de recursos entre países y a los cambios ocurridos en dicha disponibilidad a lo largo del tiempo, producidos por las instituciones de investigación agropecuaria, por las industrias productoras y distribuidoras de insumos, y por los agricultores, han sido muy semejantes entre los dos países a pesar de las diferencias existentes en tradiciones y cultura. A partir de 1960, sin embargo, los salarios han aumentado más rápidamente en el Japón mientras que el precio de la tierra ha aumentado más rápidamente en los Estados Unidos. Esto ha producido una tendencia convergente en los modelos del cambio tecnológico de los dos países. Ambos países parecen estar convergiendo hacia el modelo europeo de cambio tecnológico, en el cual los incrementos de la productividad del trabajo y de la productividad de la tierra ocurren a tasas aproximadamente iguales.

A partir del año 1970, el precio de la energía ha aumentado relativamente más que el precio de otros factores de producción. Esto ha afectado tanto al precio de los combustibles como al precio de los fertilizantes, los cuales han inducido un aumento substancial en los recursos dedicados a la investigación del potencial biológico de especies vegetales y de fuentes orgánicas para la nutrición de las plantas. Todo esto hace anticipar nuevos cambios para el futuro.

En muchos países en desarrollo, sin embargo, el crecimiento de los precios de los fertilizantes ha sido relativamente menor que el crecimiento del precio de la tierra y todo parece indicar que así continuará por algún tiempo. En estos países, la expansión de su capacidad interna para producir fertilizantes y el mejoramiento de los sistemas de transportes y comercialización deben resultar en una reducción del costo de movilizar el fertilizante desde la fábrica hasta la unidad de producción.

Consecuentemente, los incrementos en el uso de fertilizantes por hectárea, seguirán siendo una fuente importante en el crecimiento de la productividad de la agricultura de muchos países en desarrollo durante las próximas décadas.

En resumen, la hipótesis de la innovación inducida fue formulada en el sentido de que, en el proceso de desarrollo de su agricultura, los países escogen aquellas tecnologías que economizan los factores más escasos. Son exactamente los países con mayor escasez relativa de tierra los que desarrollaron tecnologías destinadas al aumento de la producción por unidad de área. Los países con mayor disponibilidad relativa de tierra y escasez relativa de mano de obra siguieron patrones de crecimiento que utilizasen intensamente al factor capital o mecanización y que ahorrasen el factor trabajo. Pero la hipótesis todavía va un poco más lejos al apuntar que las tecnologías son generadas obedeciendo la escasez relativa de factores.

En el caso de que estas innovaciones sean producidas por firmas relacionadas al mercado, el sistema de precios indicaría donde se encuentran los retornos más elevados. En el caso de nuevas técnicas producidas por instituciones oficiales de investigación agropecuaria, el mercado no sería (a través del fuerte motivo de la maximización de utilidades), el indicador más adecuado de las innovaciones más económicas. Una interacción entre los investigadores y los agricultores, por medio de lo que se ha convencido en llamar "mecanismo dialéctico", sería un buen indicador sobre las mejores oportunidades del proceso de generación de tecnología o innovación tecnológica.

Innovación Institucional Inducida

Al analizar la teoría del cambio tecnológico inducido en la agricultura, también se hace necesario analizar el comportamiento personal de cada investigador y el comportamiento de las instituciones de investigación. Binswanger y Ruttan (1979) mencionan el caso que muchos países han sido capaces de alcanzar altas tasas de progreso tecnológico en la agricultura, a través de la "socialización" de la investigación agropecuaria, la cual ha sido empleada deliberadamente como un instrumento de modernización de la agricultura.

El modelo de la innovación inducida para el cambio tecnológico en la agricultura significa pues que tanto los investigadores como los administradores de la investigación son conscientes de las diferencias en la disponibilidad de recursos naturales y de los cambios en el ambiente económico en que desarrollan sus actividades. La preocupación de los investigadores y de los administradores de investigación acerca de dichas diferencias, representa pues la conexión crítica con el mecanismo de inducción. El modelo no implica que los investigadores y administradores de instituciones públicas de investigación agropecuaria tengan necesariamente que responder directamente a los cambios en los precios del mercado o a la demanda de los agricultores por resultados de investigación, en la selección de sus objetivos de investigación.

En realidad, sólo es necesario que exista un mecanismo eficiente de incentivos que premie a los investigadores y administradores (a través de beneficios materiales o de prestigio o reconocimiento de la sociedad), por sus contribuciones a la solución de sus problemas que son más importantes desde el punto de vista económico y social. Así, la respuesta de la comunidad científica a los precios de los insumos derivados del aumento de los precios del petróleo a principios de la década de 1970, representa un claro ejemplo del proceso de la innovación inducida.

Como ya se ha mencionado, aumentos en el precio de los fertilizantes nitrogenados han inducido un cambio de los recursos científicos hacia actividades de investigación y desarrollo más intensivas en el área de la biología y de las fuentes orgánicas para la nutrición de las plantas. Pero tampoco se debe considerar que el cambio tecnológico en la agricultura tenga la característica de ser totalmente inducido. La oferta de la nueva tecnología, evidentemente, tiene dos dimensiones: a) una dimensión exógena fundamentada en el desarrollo autónomo de las ciencias básicas y b) una dimensión endógena que puede ser influenciada por la demanda por tecnología.

II. CONCEPTOS BASICOS SOBRE PRODUCTIVIDAD Y PRODUCCION

Relaciones Funcionales

Antes de proceder al análisis de las variables que afectan la productividad de los factores tierra y trabajo, es necesario seguir ordenando las ideas y reconocer que todas las variables ya presentadas tienen relaciones funcionales muy fuertes entre ellas. El desarrollo agropecuario, por ejemplo, es función del crecimiento sostenido de la producción agropecuaria, del comportamiento de los precios relativos, del crecimiento de la demanda y de las políticas de entorno económico (Figura 1), entre otras variables, naturalmente.

El crecimiento sostenido de la producción agropecuaria es función directa, como ya hemos visto anteriormente, del crecimiento de la productividad de la tierra y del trabajo, del crecimiento del área por trabajador y de la fuerza laboral, y de la expansión de la frontera agrícola, entre otras variables (Figura 2). Naturalmente que existen otros factores que también afectan el crecimiento de la producción, tales como la estructura productiva y la estructura de distribución de la producción, entre otros.

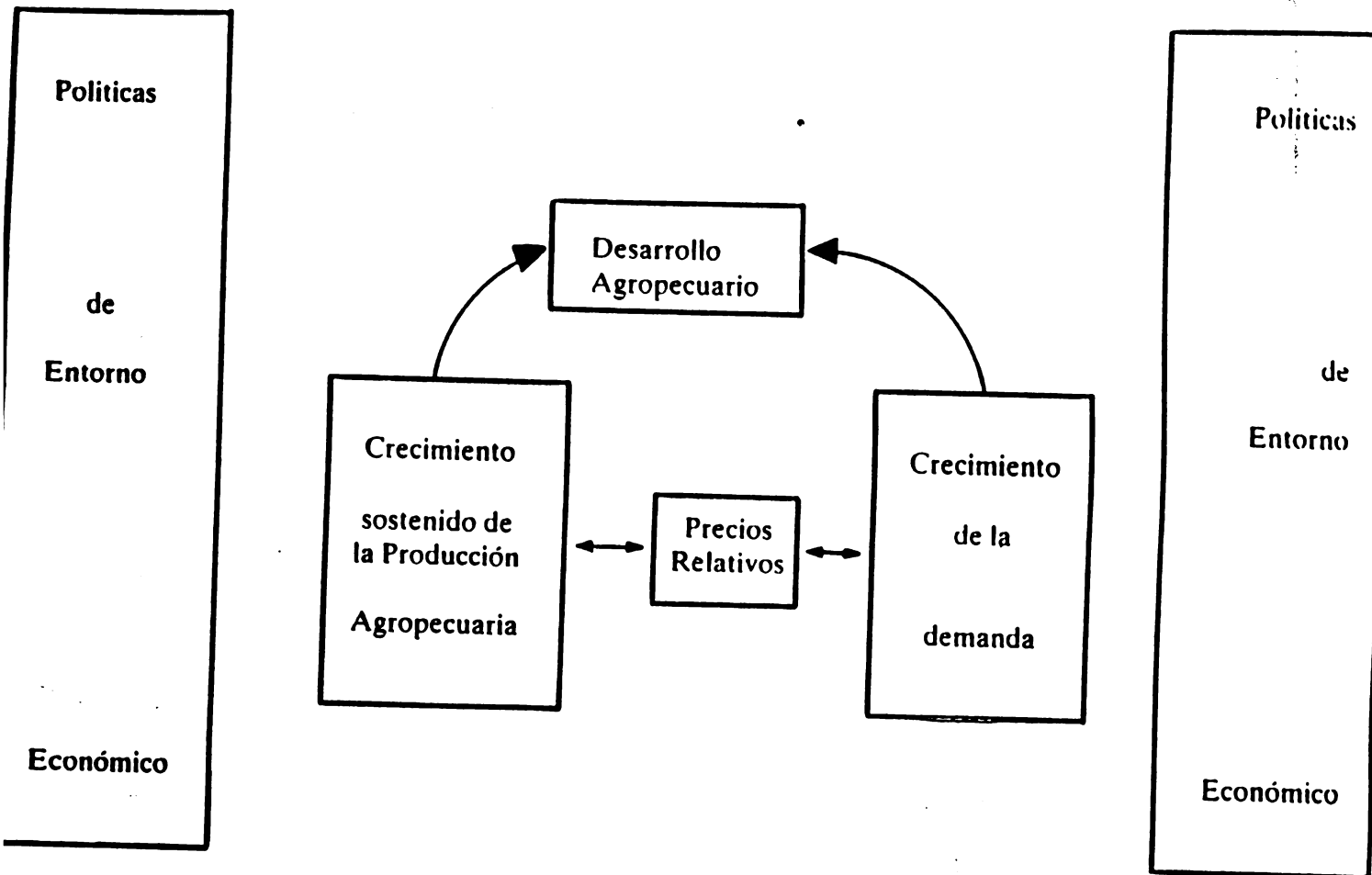


Figura 1 - Esquematización del desarrollo agropecuario

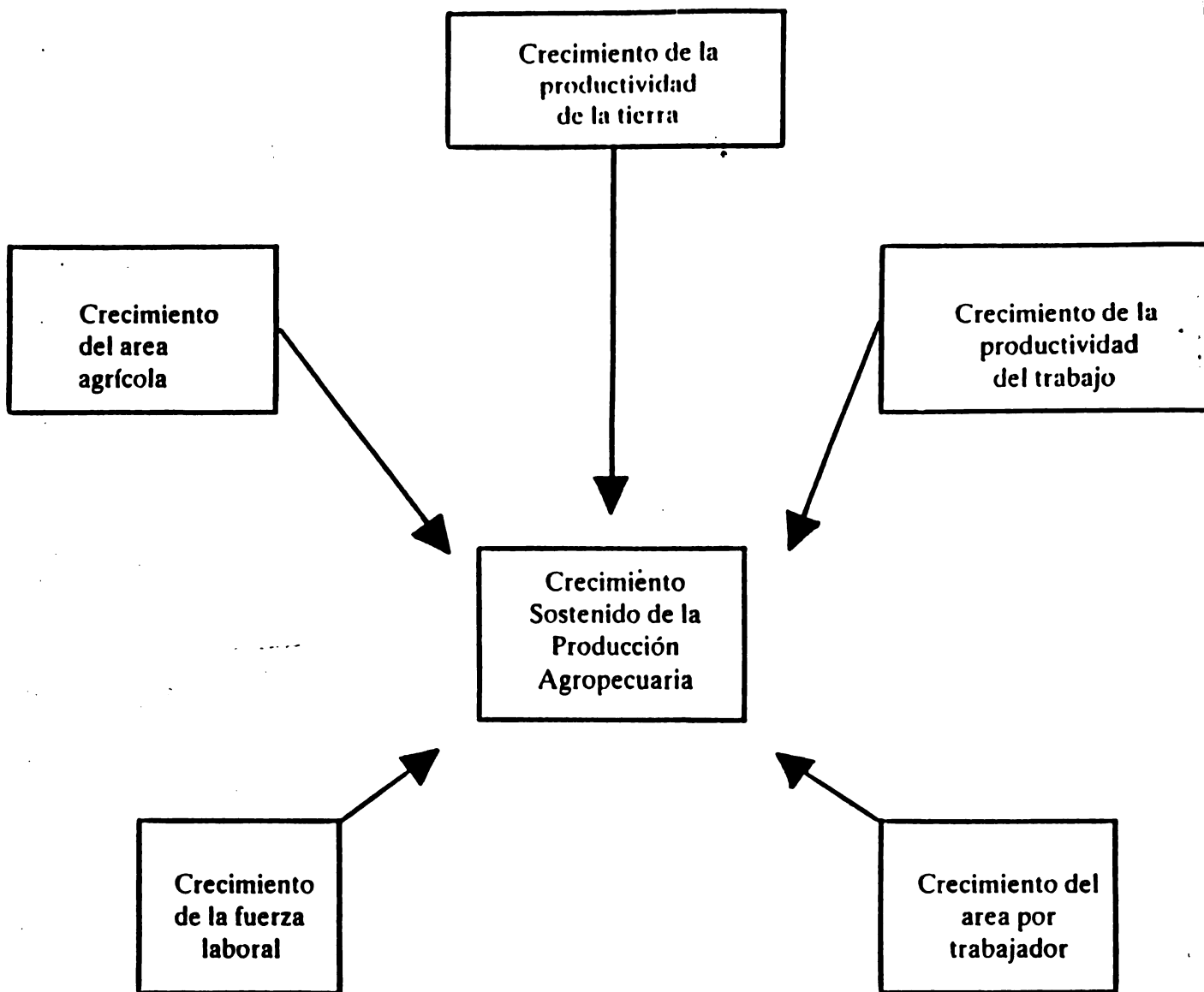


Figura 2 Factores que afectan directamente el crecimiento de la producción agropecuaria

La productividad de la tierra es directamente afectada por dos tipos de variables: las que hacen crecer (efecto más permanente) a largo plazo, y las que la hacen fluctuar (efecto más inmediato) a corto plazo. Precios relativos, clima, tecnología, etc. son ejemplos de variables que influyen en la productividad de la tierra. Más adelante se volverá a tratar este asunto con mayor detalle.

La productividad del trabajo es función directa de la tecnología, la educación y la capacitación para la gestión empresarial, la cual, a su vez, es función de la estructura productiva, de la información y del conocimiento de los mercados de insumos y productos.

Por lo expuesto, es evidente el alto grado de dependencia y de relaciones funcionales entre las diversas variables. Las expresiones matemáticas presentadas anteriormente tienen la ventaja de permitir el análisis cuantitativo de las diferentes funciones, al limitar dicho análisis a un número reducido de variables. Es evidente, sin embargo, que hay muchos otros factores que afectan e interactúan en el proceso del desarrollo agropecuario y del crecimiento de la producción y de la productividad agropecuaria. Los conceptos de relaciones, funciones, función de función, etc. están plena y permanentemente involucrados en el análisis del desarrollo agropecuario.

La Productividad de la Tierra

Como se mencionó anteriormente, los factores que afectan la productividad de la tierra se pueden clasificar en dos grandes grupos: 1) Los que tienen una influencia más permanente y que hacen crecer la productividad a largo plazo; y 2) los que tienen una tendencia más inmediata y que hacen fluctuar la productividad a corto plazo.

Por otro lado, cuando se habla de crecimiento de los rendimientos está implícita, evidentemente, la dimensión temporal, de manera que las comparaciones se hacen entre varios años, encadenados, en secuencia. En el Capítulo IV se discutieron las dificultades en la medición de los rendimientos. A continuación se discutirán los dos grandes grupos de factores que afectan la productividad.

Entre los factores que ejercen una influencia más permanente sobre la productividad de la tierra, o sea los que realmente afectan la tendencia histórica de su crecimiento (independientemente de las fluctuaciones anuales) se discutirán: 1) la tecnología; 2) la composición de la producción; 3) las áreas en descanso; 4) la política económica; 5) la educación y salud y 6) los factores que la afectan negativamente.

Entre los factores que tiene un impacto más inmediato y que hacen fluctuar la productividad de la tierra a corto plazo, se discutirán: 1) el clima y otros factores aleatorios; 2) los precios relativos; y 3) la capacidad empresarial.

A. Factores más permanentes

1. **El impacto de la tecnología.** En esta sección se presentan tres grupos de procesos tecnológicos que contribuyen en forma directa al crecimiento sostenido de la productividad agropecuaria: los procesos biológicos, químicos y físicos (Pomareda, 1985). Es necesario hacer aquí la salvedad que existe una relación muy estrecha entre los procesos biológicos, químicos y físicos. En la gran mayoría de los casos, la interacción entre dichos procesos es vital para la existencia de la agricultura. Es lo que en lenguaje agronómico se conoce como la relación agua-suelo-planta. Aunque esta interacción es fundamental, se considera necesario hacer una identificación y separación de los procesos, con la finalidad de presentar mejor las ideas.

Los procesos biológicos. Tal vez éstos han sido el área de mayor actividad cuando se ha buscado el cambio tecnológico. En este rubro se reúnen todos los procesos orientados a producir variedades y razas de mayor potencial genético. En el caso de los cultivos el mayor potencial genético no significa únicamente mayor rendimiento por hectárea; también significa que las especies cultivadas presentan mayor resistencia o por lo menos mayor tolerancia a las inclemencias climáticas (heladas, granizadas, etc.), a la disponibilidad de agua en el suelo (sequías), al ataque de plagas y enfermedades.

Además, para mejorar la administración de la producción y comercialización y reducir el riesgo, se busca también reducir el ciclo vegetativo y mejorar las condiciones del producto para su cosecha, embalaje, transporte, almacenamiento, etc.

En otros casos, se busca mejorar un factor intrínseco, como la calidad del producto, o su mayor contenido proteico, etc. Obviamente, mejorar el potencial genético es un proceso de largo plazo que paulatinamente va produciendo la investigación agropecuaria y que se va transfiriendo en forma gradual, principalmente a través de la semilla mejorada.

En el caso de los animales, mejorar el potencial genético no sólo significa obtener especies, razas o cruces que sean más eficientes en su proceso de conversión de nutrientes (energía) en producto, carne, leche, huevos, lana, etc. También significa obtener animales que tengan mayor resistencia a las inclemencias climáticas y a plagas y enfermedades; igualmente animales, productos y sub-productos que se adecuen mejor a la demanda de los consumidores. También es importante reconocer que con el desarrollo de la genética y de las técnicas del mejoramiento, fue posible obtener variedades y razas con alta capacidad de respuesta a insumos modernos, especialmente a fertilizantes en la época en que éstos eran insumos relativamente baratos.

Hay que reconocer el verdadero valor de disponer de especies vegetales y animales cuyas variedades y razas tengan una capacidad productiva intrínsecamente superior a las actuales. También es importante entender que los aumentos que se podrían obtener en la productividad no deberían estar necesariamente condicionados a una mayor utilización de fertilizantes y defensivos en el caso de los cultivos, ni a un exceso de control sanitario en el caso de los animales. Esto es importante pues hasta hace pocos años el desarrollo tecnológico de la agricultura ha tenido el sesgo (perfectamente explicable, pues hasta ese momento los insumos modernos eran relativamente baratos) hacia una elevada dependencia de insumos de la industria agroquímica.

Lo fundamental hoy en los procesos biológicos es que su investigación ya está consciente de su enorme grado de interacción con otros procesos, principalmente con los procesos químicos. Aunque todavía es importante obtener variedades y razas de alto potencial genético, y conocer el máximo de su productividad física; cada día que pasa la investigación está también preocupada con la búsqueda y la selección de cultivos y razas que "respondan mejor" a los insumos modernos y que sin alcanzar necesariamente su máxima productividad física, alcancen su mayor productividad económica al menor nivel de uso de insumos modernos que sea posible.

Los procesos químicos, el crecimiento y la productividad de los cultivos dependen de la disponibilidad de nutrientes en el suelo y en el agua. En el siglo XX uno de los avances tecnológicos más grandes de la agricultura ha sido precisamente el poder identificar las condiciones más apropiadas de macro y micro-elementos que deben prevalecer en el ambiente del cultivo (agua y/o suelo), y la capacidad de dicho cultivo de responder a cantidades adicionales de dichos nutrientes. En este sentido, los fertilizantes y correctivos

representan el mejor ejemplo. Durante la época (y fueron varias décadas) en que fertilizantes y correctivos eran relativamente baratos, su uso se popularizó; la investigación no se preocupó en economizarlos (y tal vez no tendría porque hacerlo), y se buscaban especies y variedades de elevada capacidad de respuesta.

Así, con el desarrollo de la industria de fertilizantes y la consecuente caída en sus precios, los mejoradores fueron inducidos a producir cultivares de alta potencialidad. Así empezó, o ese fue el advenimiento de la "Revolución Verde", en la cual el trigo, maíz y arroz fueron los casos más notables. Más recientemente, sin embargo, a partir de la crisis del petróleo, los fertilizantes y otros insumos como los herbicidas y defensivos, en muy poco tiempo se hicieron relativamente más caros. La respuesta de los biólogos y de los mejoradores no se hizo esperar. Se intensificaron las investigaciones hacia la búsqueda de tecnologías del tipo "ahorra-insumo", como la fijación biológica del nitrógeno, el control integrado de plagas, enfermedades y hierbas malas, etc.

En este punto es necesario hacer un paréntesis para discutir brevemente la dimensión temporal de las nuevas tecnologías. Una aplicación indiscriminada de fertilizantes y defensivos químicos, por ejemplo, produce un aumento inicial en la productividad, pero los desequilibrios ecológicos que pueden producir también pueden reducir los rendimientos a mediano o largo plazo. Por otra parte, algunas tecnologías como: cultivares resistentes a determinadas condiciones del medio ambiente (heladas, sequías, etc), el control integrado de plagas, enfermedades y hierbas malas, la fijación biológica del nitrógeno, etc., pueden realmente reducir los rendimientos a corto plazo. A mediano y largo plazo, sin embargo, serán responsables por los aumentos en los rendimientos, cuando dichas tecnologías se comparen con otras que producen la degradación del medio ambiente.

Los procesos físicos, el mejoramiento de la calidad de la tierra y del agua a nivel de la unidad de producción, y de la racionalización del uso de estos dos recursos fundamentales, son factores importantes para el incremento de la productividad. El mejoramiento de estos recursos puede contribuir al aumento de la productividad cuando, por ejemplo, permite que las operaciones de plantío, trasplante, cultivo, manejo y cosecha sean hechas más rápida y eficientemente en la época más recomendable.

Asimismo, la tecnología mecánica permite mejor aplicación o distribución de correctivos, fertilizantes, defensivos, etc. Igualmente, el mejoramiento de suelos y aguas por medio de tecnologías mecánicas permite la nivelación de tierras, el control de la erosión, el control del riego, del drenaje y la salinidad, la disminución de la contaminación y mejora en la calidad de las aguas. Otros procesos físicos como la tecnificación de la infraestructura de riego, la instalación de drenes superficiales y subterráneos, el establecimiento de cortinas de árboles, el tratamiento de aguas contaminadas, la subsolación y manejo de suelos, la rotación de cultivos, etc., tienden también a aumentar la productividad de la tierra y del trabajo.

En lenguaje técnico, la tecnología mecánica tiene un grado elevado de complementariedad con las tecnologías biológicas y químicas. Definitivamente no se trata de eventos independientes sino altamente correlacionados entre sí. En realidad, la experiencia histórica ha mostrado que la tecnología para la modernización de cada cultivo y las industrias de insumos modernos son los mayores responsables por el crecimiento sostenido de la productividad de la tierra.

2. La composición de la producción. Uno de los factores que contribuye al crecimiento de la productividad de la tierra, y que probablemente es el que ha recibido menos atención por parte de los estudiosos de la materia y de los responsables por la conducción de la política agrícola, es el de la estructura o composición de la producción. Es considerado un factor permanente y de largo plazo, pues sus cambios normalmente no se producen con la dinamicidad

con que otros factores afectan la productividad de la tierra. El reemplazo de algunas actividades agropecuarias de baja productividad por otras de elevada productividad, constituyen la característica principal del cambio en la composición de la producción.

Algunos ejemplos de estos cambios son: substituir la ganadería extensiva por ganadería intensiva; substituir la ganadería por cultivos; utilizar más intensivamente las áreas en descanso (que constituyen una forma de producción) en actividades directamente productivas; reemplazar cultivos de precios unitarios más bajos por cultivos de precios unitarios más altos, siempre que aumente el valor bruto de la producción por hectárea.

Es evidente que para que se realicen cambios en la estructura o en la composición de la producción se requiere que el productor esté administrativa y gerencialmente preparado y que disponga de la información de los recursos y de la tecnología necesaria. Otros factores que también son determinantes en los cambios en la composición de la producción, son las variaciones en los precios de los factores de producción, de los insumos y de los productos, los cuales son un reflejo de las alteraciones de la demanda del mercado interno y externo, y de variaciones en la oferta.

3. Las áreas en descanso. Las áreas en descanso son consideradas por los productores como una forma de producción. Al dejar "descansar" la tierra lo que el productor está haciendo es dejar que la naturaleza se encargue de reponerle la fertilidad y que se restaure el equilibrio biológico que existía anteriormente. Al poner nuevamente en producción un área destinada anteriormente al descanso, el productor reduce sus costos de producción por área y por unidad de producto, puesto que requerirá cantidades menores de fertilizantes y defensivos.

Sin embargo, existe también una correlación negativa bastante fuerte entre las áreas en descanso y la demanda por un determinado producto. Cuando esta demanda aumenta y el precio del producto se hace realmente atractivo, el productor reacciona reduciendo sus áreas en descanso, usa más insumos modernos y aumenta rápidamente la productividad de la tierra a fin de ser uno de los primeros en satisfacer dicha demanda. Pero cuando el mercado se deprime y los precios bajan, la retracción de la demanda desincentiva al productor, quien entonces aprovecha para reducir su oferta aumentando su área en descanso. Como en el caso anterior, el productor reacciona a estas señales del mercado cuando está preparado administrativa y gerencialmente para el cambio y cuando dispone de la información y de los recursos necesarios. Más adelante se volverá a tratar este aspecto.

Hasta aquí se han presentado tres elementos que hacen crecer la productividad de la tierra: el efecto de la tecnología, la estructura o composición de la producción y las áreas en descanso. Cuando se analiza el caso de un cultivo en particular, separándolo del conjunto o del agregado de todos los productos, sólo se presenta el efecto de la tecnología, mientras que los otros dos efectos no aparecen. Pero cuando se da un análisis agregado del crecimiento de la productividad de la agricultura, los tres efectos están presentes. En algunos países el efecto composición de la producción puede ser el más importante para explicar el crecimiento de la productividad agregada de la agricultura a largo plazo. En otros, el efecto tecnología puede ser el más importante. En el agregado sería muy importante poder separar el efecto composición de la producción del efecto tecnológico.

En la práctica, sin embargo, dicha separación es bastante complicada y difícil, pues como se ha visto, uno de los determinantes de los cambios de la estructura productiva es justamente la tecnología, la cual hace que determinados cultivos puedan ser más competitivos que otros. En vista de las complicaciones y dificultades citadas, cuando se necesita medir el efecto tecnológico lo común ha sido hacerlo analizando los cultivos individualmente. Así, por ejemplo, se puede estudiar el maíz, el arroz o el frijol, separadamente. Esta metodología,

aunque práctica, es deficiente pues no puede tomar en cuenta que los cambios en la composición de la producción pueden haber sido consecuencia de las inversiones en la generación de conocimiento en algunos cultivos solamente.

4. La política económica. La agricultura, como parte de cualquier sistema económico, depende para su modernización de definiciones de política económica nacional, claras y precisas y de largo plazo. Su modernización requiere de la disponibilidad y uso adecuado de insumos modernos, de la estabilidad de precios de insumos y productos, de la disponibilidad de crédito y tecnología, de capacidad gerencial, de la política de comercio exterior y de la habilidad de otros sectores (agroindustrial, industrial, servicios, etc.) de absorber el exceso de mano de obra que libera la agricultura.

La modernización de la agricultura, su cambio tecnológico, o el aumento sostenido de la productividad de la tierra, como factores indispensables para el crecimiento sostenido de la producción agropecuaria, requieren pues de definiciones de política económica de largo plazo, y del compromiso político nacional que, una vez aceptadas dichas definiciones por consenso de todos los sectores representativos de la población, las mismas serán mantenidas a lo largo del tiempo independientemente del partido político que gobierne el país.

Este compromiso político es fundamental. Si el consenso y la decisión política es que la prioridad nacional debe ser dirigida hacia el aumento vertical de la producción, la política económica de asignación de recursos y de manejo de las variables económicas debe reflejar y respetar dicho consenso en el largo plazo. El mundo está lleno de ejemplos de programas de modernización de la agricultura que han fracasado precisamente por falta de apoyo de la política económica a largo plazo. En países en desarrollo muchos programas de modernización y cambio tecnológico en la agricultura no han tenido el éxito esperado por falta, por ejemplo, del apoyo económico que requiere la industria nacional de insumos modernos.

Del mismo modo, muchas veces la política económica que no es bien conducida conlleva a un proceso de inestabilidad de precios de insumos y productos; la política de comercio exterior, al incentivar excesivamente las exportaciones, por ejemplo, además de discriminar contra la modernización de la agricultura en realidad lo que hace es subsidiar al consumidor en el exterior. Otras veces, una política equivocada de importaciones de productos puede significar en realidad un subsidio al productor en otros países. Otros ejemplos de políticas económicas discriminatorias contra el sector agrario y que realmente atentan contra la modernización de la agricultura están representados por la congelación de precios por largos periodos y por falta de apoyo a la educación en el sector rural y a la extensión e investigación agropecuaria.

5. La educación y la salud. Finalmente, pero no por eso menos importante, las inversiones en educación y salud son fundamentales para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Además, en el Capítulo XIV se verificará la importancia de las inversiones para la formación del capital humano en la agricultura. Las inversiones sostenidas en programas de educación y salud aumentan la eficiencia y productividad de la mano de obra. Al hacerlo reducen los índices de enfermedades y preparan al productor y al trabajador rural para entender o interpretar mejor los mensajes y la información que proviene de los mercados de insumos y productos, y de las instituciones de generación y transferencia de tecnología. Además de contribuir a una mejor gestión empresarial y a través de ella al aumento de la productividad de la tierra, las inversiones en educación y salud también contribuyen al perfeccionamiento del mercado de trabajo, y mejoran el valor alternativo o el costo de oportunidad de la mano de obra. Este hecho prepara mejor a las personas en su búsqueda de alternativas de empleo fuera del sector, al mismo tiempo que induce a los productores hacia la adopción de las nuevas tecnologías.

6. Factores que la afectan negativamente. Hasta aquí se ha mencionado un conjunto de factores que, si están presentes, lo normal es que contribuyan al aumento de la productividad de la tierra. Su ausencia, sin embargo, no interviene negativamente, es decir no reduce la productividad.

Hay un grupo de factores, sin embargo, que si tienden a reducir la productividad de la tierra a lo largo del tiempo. Entre ellas se puede citar la pérdida de la fertilidad del suelo, la degradación del medio ambiente y la reducción de la productividad de las plantas y animales.

El ejercicio y la práctica constante de la agricultura en el mismo suelo tiende a reducir su fertilidad, tanto por los elementos químicos que las plantas retiran del suelo, como por la erosión. A lo largo del tiempo, los enemigos naturales de las plantas y animales (muchas veces por el uso equivocado de los agroquímicos) adquieren más resistencia y agresividad, los costos de producción aumentan rápidamente y la productividad disminuye. En estas condiciones, mantener la productividad de la tierra no es una tarea fácil.

La investigación agropecuaria tiene que ser firmemente apoyada para que pueda inicialmente neutralizar la acción de los factores que afectan negativamente la productividad, de manera que ésta se mantenga por lo menos constante, y que a lo largo del tiempo pueda aumentar. En este sentido, es preocupación de la investigación el lanzamiento de nuevas variedades a intervalos regulares que vayan reemplazando a aquellas que ya han sido afectadas por los factores negativos. Así como el combate biológico a las plagas y enfermedades nunca terminará, los productos químicos tienen que ser perfeccionados constantemente para que aumenten en eficiencia (o recuperan la que ya han perdido), y para que simultáneamente reduzcan sus efectos ecológicos negativos. Finalmente, sólo el apoyo constante a la investigación básica y aplicada podrá producir los descubrimientos necesarios que sean capaces de minimizar los efectos negativos del medio ambiente sobre la productividad.

B. Factores de impacto más inmediato

Hasta aquí se ha revisado aquellos factores que hacen crecer (o decrecer) la productividad de la tierra y que dentro de una óptica de más largo plazo son los que determinan la tendencia histórica de los rendimientos. A corto plazo, sin embargo, hay un conjunto de factores que hacen fluctuar la productividad de año a año. Entre ellos se analizará el clima y otros factores aleatorios, y los precios relativos.

1. El clima y otros factores aleatorios. El efecto que las variaciones climáticas anormales producen sobre la productividad de la tierra es evidente. Estas variaciones climáticas tienen un impacto inmediato en la productividad. Son el caso de las sequías, inundaciones, heladas, granizadas, excesos de lluvia, etc. Pero además existen otros factores aleatorios, como la presencia de una nueva plaga o una nueva enfermedad, que burlando los controles fito o zosanitarios atacan intempestivamente y con intensidad tal que en muy poco tiempo pueden diezmar un cultivo o un rebaño, y sobre cuyos controles hay parcial o equivocado conocimiento. En algunos casos se ha llegado a extremos que el control equivocado ha producido más daño económico y ecológico que la propia plaga o enfermedad.

En relación a las plagas y enfermedades, Bengolea (1984) discute los mecanismos por los cuales un organismo vegetal o animal se constituye en una fitopesta. Distingue dos casos: primero, el de los organismos que constituyen en fitopestes al ser introducidos a un nuevo ambiente, unido a otros factores ambientales, físicos y biológicos que constituyen un freno en el lugar de origen; y segundo, el de organismos residentes que experimentan un aumento en sus poblaciones por diversas causas lo que se conoce como gradación. Al primer caso lo define como fitopestes introducidas y al segundo caso como gradaciones

El organismo que se introduce puede llegar al nuevo ambiente en forma accidental, pero a veces llega introducido intencionalmente por el hombre, persiguiendo una finalidad científica o práctica. Cita por ejemplo el caso de la presencia de la "grama china" (Johnson grass, Sorgo de Aleppo: *Sorghum halepense*) una de las principales malas hierbas del Perú, cuya presencia se debe a que se introdujo como forraje (razón práctica). La presencia de la abeja africana en Brasil se originó de una investigación científica.

El ingreso accidental puede ocurrir con o sin el concurso del hombre; constituye un riesgo inherente a las corrientes comerciales y transporte de productos. El ingreso accidental puede ocurrir incluso bajo condiciones especiales de cuarentena; es natural que si estas faltan, la probabilidad es mayor. El desarrollo de las fitopestes introducidas en un nuevo ambiente y la gravedad que alcance dependerá del grado de coincidencia entre sus requerimientos ecológicos y las condiciones prevalecientes en el ambiente nuevo (compatibilidad ecológica), así como de la presencia de los enemigos naturales locales que puedan oponerle resistencia biótica. Lo común es que si las condiciones ambientales les son favorables, y siendo introducidos sin sus enemigos naturales propios de su centro de origen, el organismo se comporta como una peste de suma gravedad. En tal caso el control biológico es enteramente posible, particularmente si se trata de malas hierbas o plagas.

Gradaciones de organismos existentes. El concepto de gradación se aplica mayormente a las plagas, pero también es aplicable a las malas hierbas y a los microorganismos patógenos cuyos niveles de abundancia pueden ser afectados por condiciones ambientales (lluvia, humedad ambiental, temperatura e insolación). Así, se ha demostrado la existencia de correlaciones entre la intensidad de las infecciones y la temperatura de los meses de invierno. Por otra parte, el problema de las malezas tiende a ser más grave en cultivos bajo lluvia o en regiones de climas y lluvias tropicales o semi-tropicales. El autor discute las siguientes causas de gradaciones:

- a. Variaciones estacionales de temperatura, lluvia y humedad atmosférica. Estas variaciones determinan diversos grados de favorabilidad o desfavorabilidad del clima en el curso del año. Las diferencias en número de una estación a otra pueden ser notables (gradación estacionaria). Hay plagas que permanecen inactivas o a un nivel bajo de actividad en el invierno y que se incrementan violentamente en primavera o verano. Ordinariamente el cambio de condiciones de clima va acompañado de cambios notorios en la planta hospedante estimulados por el mismo cambio ambiental (fases fenológicas) favorables al desarrollo de la plaga, brotamiento, floración, desarrollo de follaje nuevo
- b. Variaciones excepcionales de clima en años determinados. En este caso el mecanismo descansa en una extrema favorabilidad del ambiente en determinados años. El mecanismo opera también en el sentido opuesto previniendo la ocurrencia de gradaciones normales de tipo estacional, si el año es excepcionalmente desfavorable.
- c. Alteración del medio ambiente por las actividades del hombre. Ciertas plagas son provocadas por actividades del hombre que influyen sobre el ambiente, cambiando el nivel de ciertos requisitos vitales de un organismo o reduciendo la resistencia biótica representada por los enemigos naturales.

Entre tales actividades se señala la introducción de un nuevo cultivo a una área o modificaciones en el sistema de producción, por complementación de cultivos diferentes. Si en uno u otro caso, se cambia el nivel de requisito para un organismo mejorando sus posibilidades de supervivencia, entonces se genera una plaga cuyas proporciones pueden ser sumamente grandes. Otras veces el cultivo introducido trae consigo sus propias plagas libres de enemigos naturales. En otros casos, dado que los criterios de plaga y de año económico son criterios humanos, un organismo se convierte en plaga sólo porque tales criterios cambian. Así pasa cuando las normas de calidad del mercado son cambiadas para

exigir productos irmaculados de buena presentación, libre de daños y limpios. Esto que se ha convencionado en llamar requisito del tipo cosmético, constituye un estímulo al control químico intensivo y un obstáculo al control racional de plagas en una serie de cultivos.

Finalmente, la reducción de la resistencia biótica del medio puede ocurrir de varias maneras. Los casos anteriores podrían bien incluirse en este renglón ya que la falta temporal de alimentos puede reconocerse como un aspecto de tal resistencia. De otro modo el hombre altera la resistencia biótica, alterando los mecanismos de resistencia (antibiosis, repelencia, resistencia mecánica) de las plantas cultivadas, al ejercer una selección vertical por altos rendimientos olvidándose de otros factores.

- d. **Resurgencia de las plagas controladas.** Si bien el pesticida destruye a la peste, también destruye a sus enemigos naturales (parásitos y predadores), de ordinario en una escala mayor, por el doble efecto de muerte directa y privación de alimentos (hospederos o presas). La plaga, liberada de sus frenos naturales se recupera de la mortalidad sufrida y puede elevar sus poblaciones en muy breve plazo a un nivel igual o mayor que el anterior. Este plazo depende del potencial reproductivo, el cual, en la mayoría de las plagas, es muy grande. Este proceso impone como forzoso el uso repetido de los pesticidas; de no hacerlo el cultivo puede ser destruido.
 - e. **Resistencia de las pestes a los pesticidas.** El uso repetido de los pesticidas ejerce una presión de selección artificial, sobre las poblaciones de la peste, eliminando los individuos más susceptibles y dejando para reproducirse a los más resistentes. Si existe, como es común, una dosis genética para la supervivencia de éstos, el proceso conduce a la formación de poblaciones resistentes al pesticida. Este fenómeno ha ocurrido no sólo con plagas sino también con malas hierbas, enfermedades y hongos.
 - f. **Plagas secundarias o plagas provocadas.** Como otra consecuencia del uso de pesticidas, ciertos insectos que no constituyen plagas y que se encuentran bajo control por sus enemigos naturales, en una posición de equilibrio numérico relativamente bajo, se desarrollan como plagas de primera importancia debido a que los pesticidas usados contra otras plagas destruyen a sus enemigos naturales. Liberadas así de sus frenos bióticos, se desarrollan a nivel formidables.
2. **Los precios relativos.** El primer punto que emerge para el análisis de los precios relativos es el de reconocer el problema que existe cuando hay objetivos conflictivos entre ellos mismos. El conflicto puede ser presentado de la siguiente manera: Como mantener la rentabilidad de la agricultura (siendo la rentabilidad una función de cantidades y de precios), tratando de mantener al mismo tiempo precios relativamente bajos para los consumidores. La respuesta que más comúnmente se presenta a este conflicto es la de colocar subsidios al consumo.

De hecho los subsidios al consumo han sido una política utilizada por todos los países en desarrollo y por países desarrollados durante mucho tiempo. En el corto plazo los subsidios al consumo son la política que puede ser usada para corregir una distorsión dada o para promover el consumo de un producto dado. En el largo plazo, sin embargo, los subsidios al consumo realmente introducen una enorme distorsión en los hábitos de los consumidores y promueve el crecimiento de la producción y/o de la importación de algunos productos que de otra manera no serían producidos si el principio de las ventajas comparativas es tomado en consideración.

Además, los subsidios al consumo de un determinado producto, normalmente actúa como desestímulo a la producción de sus productos sustitutos; pero tal vez más importante todavía es que los subsidios al consumo claramente introducen una enorme distorsión en los precios relativos además de que muchas veces los subsidios al consumo han sido un factor de

discriminación contra el sector agropecuario. Por lo tanto, y como ya se ha demostrado en la Figura 5.1, los precios relativos pueden ser considerados como la variable clave que además de servir de elemento de ligazón entre la producción agropecuaria y su demanda tiene una enorme influencia en su respectivo crecimiento. Los precios relativos pueden ser afectados tanto por las propias fuerzas del mercado como por la política económica de manejo y administración de precios, como por ambos en conjunto.

Por lo tanto, una política económica dirigida y bien orientada al manejo y a la administración de los precios relativos es fundamental cuando se persigue el objetivo nacional de aumentar la producción agropecuaria y promover el desarrollo del sector. En esta sección haremos referencia solamente a 4 tipos de precios relativos: Precios relativos de insumos, precios relativos de productos, precios relativos de insumos y productos, y precios relativos de factores de producción.

- a. Los precios relativos de los insumos. Estos precios juegan un papel preponderante en la inducción de la adopción de la nueva tecnología y consecuentemente en el aumento de la productividad de la tierra y del trabajo. Cuando por ejemplo, el precio de una variedad mejorada es de alto rendimiento es bastante más elevado que el precio de una variedad nativa o no mejorada, los productores probablemente no usarán la variedad mejorada, aunque puede existir un buen servicio de extensión o pueda haber una disponibilidad de crédito agrícola. Una política económica inteligente en este caso será la de disminuir el costo de producción de la variedad mejorada de alto rendimiento y consecuentemente su precio, pero no a través de subsidios de largo plazo, sino a través de inversiones en investigación agropecuaria y desarrollo de la industria de semillas para bajar sus costos y para inducir y promover la producción nacional de la referida variedad mejorada de alto rendimiento.

Otro aspecto al que hay que dar énfasis en este punto es mencionar la enorme importancia que desempeña una industria nacional productora de insumos modernos en la determinación de precios de estos insumos. Cuando dicha industria nacional es eficiente, los precios relativos de los insumos modernos en relación a insumos y tecnologías actualmente utilizadas por los productores se hace mucho más competitivos, se induce la adopción del uso de los insumos modernos y se promueve un aumento en los rendimientos de la tierra y del trabajo.

- b. Los precios relativos de los productos agrícolas. Cuando las importaciones de productos agrícolas se realizan durante cortos periodos de tiempo, no quiere decir que ellas sean necesariamente malas para la sociedad como un todo. Lo que sí realmente es dañino para el sector productivo (cuando el país o la región dispone realmente de buenas condiciones agroecológicas para impulsar su producción doméstica) es cuando las importaciones de productos agropecuarios se perpetúan en el tiempo.

Lo que sucede en este caso es que los precios de los productos agrícolas importados son relativamente más baratos que los productos agrícolas producidos internamente y esto naturalmente desestimula la producción nacional. Una manera de reducir los precios relativos de los productos nacionales en relación a los importados es inducir una mayor eficiencia (reduciendo los costos medios de producción, transporte, almacenamiento y comercialización) en la producción nacional. En el sector productivo la ciencia y tecnología juegan un papel importante en la reducción de los costos medios de producción por unidad de área; pero más importante que eso, la ciencia y la tecnología son las únicas actividades que tienen la capacidad potencial de reducir significativamente los costos medios de producción por unidad de producto.

- c. Los precios relativos de insumos y productos. Esta ha sido una variable que realmente ha hecho mucho daño al sector agropecuario en muchos países en desarrollo durante los últimos 15 años. La relación precio de insumo/precio de producto ha sufrido constantes aumentos durante dicho periodo, lo que significa que muchas más unidades de producto se necesitan hoy

para comprar una unidad de insumo que las que se necesitaban en el pasado. Los precios de los fertilizantes y correctivos, de los agroquímicos, de los servicios de maquinaria, etc. han aumentado su valor varias veces desde la primera crisis del petróleo.

Muchas instituciones de investigación agropecuaria han estado dedicadas durante el mismo período a obtener especies vegetales y animales (variedades y razas) que son mucho más eficientes en la conversión biológica de insumos en productos. La mayor parte de las veces dichas instituciones han tenido éxito desde el punto de vista físico y biológico. Sin embargo los conocimientos y la tecnología que se han generado no han llegado a ser de pleno uso por los agricultores, justamente porque el problema era económico por naturaleza, debido a que el precio de los insumos modernos continuaba aumentando vertiginosamente. A pesar de esto, muchas de las instituciones en investigación agropecuaria han sido culpadas de no haber sido capaces de resolver el problema, cuando el problema residía mucho más en el área de los precios relativos de insumos y productos.

En este caso cualquier política económica inteligente de largo plazo tendría que, en primer lugar, reconocer clara y honestamente la naturaleza económica del problema (precios relativos) y, en segundo lugar, apoyar plenamente el desarrollo de la ciencia y tecnología agropecuarias, como una manera de modificar la relación de precios de insumos y productos y hacerla mucho más atractiva a los productores y mucho más favorable al cambio tecnológico en la agricultura.

- d. Precios relativos de factores de producción. Aquí se discutirá los precios relativos de los factores de producción tierra y trabajo. Como se ha visto, la productividad de la tierra es una variable que fluctúa bastante de un año a otro, pero también es posible distinguir una tendencia a lo largo del tiempo.

En 1971 Hayami y Ruttan formularon la hipótesis de la innovación inducida, la cual trata de aplicar la tendencia de largo plazo en las variaciones de la productividad de la tierra y del trabajo, en términos de la variación de sus precios relativos. El concepto básico en la hipótesis de la innovación inducida para explicar la tendencia mencionada, es el de la escasez relativa de un factor de producción. Así, por ejemplo, la tierra es escasa en relación al trabajo cuando su precio crece más rápidamente que el precio del trabajo.

En la historia de la agricultura hay dos ejemplos clásicos: Estados Unidos y Japón. En los Estados Unidos la productividad de la tierra permaneció constantemente hasta 1930, más o menos, cuando recién empezó a crecer. En el Japón la productividad del trabajo no sufrió ninguna alteración en su crecimiento sino hasta después de la Segunda Guerra Mundial, mientras que la productividad de la tierra en ese país empezó a subir desde fines del siglo pasado. Como la investigación en ciencias agropecuarias está fundamentalmente sustentada por el gobierno, sus resultados, sus logros, son un bien público (los agricultores los reciben gratuitamente), entonces el mercado no funciona como indicador de las prioridades de la investigación. Los autores mencionados crean la figura de un mecanismo dialéctico que es el proceso por el cual los agricultores interactúan con los investigadores a fin de comunicarles sus problemas. Pero el punto más fundamental que Hayami y Ruttan desarrollaron es el que los cambios en los precios relativos de la tierra y del trabajo son los que explica, en forma general, el tipo de problema que el agricultor llevará al investigador.

En el Japón el precio de la tierra creció mucho más rápidamente que los salarios; por eso los agricultores deseaban aumentar el tamaño de sus tierras aunque físicamente esto fuese imposible. Los investigadores, a través de múltiples contactos con la gente del campo, comprendieron el problema y después de muchas tentativas frustradas, por haber tentado por influencia del exterior introducir innovaciones mecánicas, se dedicaron a crear innovaciones de naturaleza química-biológica.

Entre estas innovaciones, los investigadores obtuvieron nuevos cultivares, técnicas de irrigación, de aplicación de fertilizantes y defensivos, etc. Estas innovaciones tecnológicas tienen una capacidad de aumentar la productividad de la tierra. Al duplicarse esta productividad, una hectárea pasa a producir lo que podrían producir dos hectáreas anteriormente. Por eso, se ha podido verificar que la productividad de la tierra ha venido creciendo continuamente en el Japón desde fines del siglo pasado. La productividad del trabajo empezó a crecer en el mismo país solamente después de la Segunda Guerra Mundial, cuando en virtud de la rápida industrialización, el precio del trabajo empezó a subir en relación al precio de la tierra.

En los Estados Unidos la situación fue diametralmente opuesta. El precio del trabajo aumentó mucho más que el precio de la tierra dado que precisamente el trabajo era el factor más escaso en ese país. Los investigadores, particularmente los de la iniciativa particular, tuvieron la motivación suficiente para dedicarse a crear innovaciones mecánicas, muchos de ellos en pequeñas industrias. Aún en el siglo pasado fue impresionante el número de patentes de invenciones tecnológicas destinadas a economizar el factor trabajo en la agricultura. Se verificó entonces un crecimiento continuo de la productividad del factor trabajo, mientras que la productividad de la tierra solamente empezó a crecer a partir de la década del '30, después de coparse la frontera agrícola en la década anterior.

Solamente después de que se agotó la expansión de la frontera agrícola el precio de la tierra empezó a elevarse en relación al precio del trabajo. Y solamente a partir de ese momento el mecanismo dialéctico dió señales a favor de las innovaciones de carácter químico-biológico que son exactamente las que economizan el factor tierra. A partir de la década del '30 los descubrimientos derivados de las investigaciones químico-biológicas aumentaron rápidamente.

En este punto es importante resaltar que el concepto de escasez no se refiere a la escasez física de un recurso, pero sí a su escasez económica, o sea a la escasez relativa de los factores en producción. Un país, por ejemplo, puede tener abundancia física de su factor tierra y, sin embargo, esa tierra es escasa en relación al factor trabajo, dado que los recursos naturales, como se ha visto anteriormente, no significa la existencia de tierra agrícola. Transformar recursos naturales en tierra agrícola se ha convertido hoy en día, en una operación que requiere inversiones muy elevadas, pues además incluye la construcción de carreteras, hospitales, escuelas y otras obras de infraestructura muy caras.

La hipótesis de la innovación inducida formulada y comprobada por Hayami y Ruttan tuvo el mérito de aclarar de una vez por todas la cuestión de las comparaciones de niveles absolutos de productividades entre países. La hipótesis indicó que esa comparación sólo tiene sentido entre países semejantes en relación a la escasez relativa de los factores de producción. Lo que se observa es que aquellos países que tienen abundancia física de factor tierra presentan también una productividad baja de ese factor, puesto que lo que se espera es que su precio crezca menos que el precio del trabajo: tal es el caso de Argentina, Australia, Brasil y Estados Unidos. Por otro lado, los países que tienen la escasez de tierra presentan alta productividad de ese factor: Japón y Francia. El mismo raciocinio es válido para la mano de obra.

Finalmente, es importante mencionar que Hayami y Ruttan estaban preocupados en explicar la tendencia histórica de la evolución de la productividad de la tierra y del trabajo y no las oscilaciones que ocurren de un año a otro. Por lo tanto, su explicación es válida para los movimientos que ocurren en un plazo más largo, pero no necesariamente es válida para los movimientos que ocurren de un año a otro.

3. **La Capacidad Empresarial** La habilidad para manejar los recursos naturales, físicos, humanos y financieros, disponibles a nivel de la unidad de producción, no solamente requiere de conocimientos técnicos que permitan "hacer bien las cosas", sino también de la capacidad para determinar lo que se debe producir, cuando se debe producir y que cantidades se deben producir. Estos tres criterios dependen de la capacidad empresarial de cada productor y permitirán optimizar el uso de los recursos disponibles en la unidad de producción y así alcanzar sus objetivos. Pero la capacidad empresarial también significa la capacidad de analizar la información disponible acerca de las diferentes opciones y en base a éstas manejar los recursos de la unidad de producción.

La capacidad empresarial es una variable clave y uno de los factores más importantes para aumentar la productividad de la tierra y del trabajo a nivel de la unidad de producción. A través de la capacidad empresarial se puede conseguir mayores índices de eficiencia en la comprensión y entendimiento de los factores más permanentes y de los factores de impacto más inmediatos que afectan la productividad de la tierra y del trabajo. Tener una buena capacidad empresarial significa entender plenamente los procesos biológicos, químicos y físicos que determinan el impacto de las nuevas tecnologías; significa también entender y utilizar perfectamente los criterios para una buena composición (estructura) o combinación de las actividades productivas a nivel de la unidad de producción, determinando cuales áreas deben quedar en descanso en función de la política económica vigente. Así mismo, entender cuales son los factores que afectan negativamente la productividad de la tierra y tener la capacidad de análisis suficiente para interpretar los mensajes provenientes del mercado económico en relación a los precios relativos entre insumos, entre productos, entre insumos y productos, y entre factores de producción.

Hasta aquí sólo se han hecho algunas consideraciones sobre los aspectos de rentabilidad. Es importante regresar al concepto de la rentabilidad porque los procesos de generación y transferencia de tecnología y la adopción de ésta por parte del productor son condiciones necesarias y suficientes para el aumento de la productividad física de la agricultura; pero no son suficientes para el aumento de la rentabilidad del productor. Por consiguiente, se procederá a analizar tres aspectos básicos que determinan la rentabilidad a nivel de unidad de producción además de la productividad.

El primero es el precio del producto a los productores, el cual puede estar garantizado por el gobierno o puede ser el que un mercado libre o el impuesto por algún monopolio, pero que en todo caso como una contribución para detener el espiral inflacionario, es deseable que no siga subiendo en una forma acelerada.

El mensaje que se trata de pasar aquí es que se debe de hacer un esfuerzo por evitar ofrecer precios cada vez más altos a los productores porque dado el poder adquisitivo de los consumidores se necesitarán gastos fiscales cada vez mayores para mantener los niveles de subsidios socialmente deseables pero económicamente no viables. Y por otro lado se debe evitar que en los mercados libres los precios de los productos sigan subiendo porque ello contribuirá a disminuir la demanda por dicho producto.

El segundo aspecto es el del costo de producción, determinado por las cantidades requeridas de insumos y el precio de los mismos. Como ya se ha mencionado varias veces, gran parte del aumento de la productividad dentro de las tecnologías disponibles se orienta hacia un mayor uso de insumos modernos en la forma de agroquímicos, semillas mejoradas e intensificación de las labores culturales, de una manera tal que el incremento de la productividad requiere también mayores cantidades de crédito, las que algunas veces no pueden satisfacer plenamente dadas las limitaciones financieras. La mayoría de las veces el aumento de la productividad está asociado con una reducción de los costos promedio por kilo de producto producido; pero lamentablemente cuando esto no sucede los programas de aumento de la productividad están destinados a no tener el éxito que se espera de ellos.

El tercer aspecto que debe analizarse por ser también uno de los determinantes de la rentabilidad a nivel de la unidad de producción, es que el incremento de la productividad a través de la mejora de los procesos físicos para un uso más racional de los recursos de suelo y agua requiere inversiones en la propia unidad de producción. Dado que el beneficio de estas inversiones es duradero, y dada la magnitud de los recursos requeridos, sólo puede realizarse con financiamiento de largo plazo.

Es pues necesario que el sistema financiero de la agricultura disponga del tipo de financiamiento de largo plazo en la oportunidad y en la cantidad suficientes y a tasas de interés que realmente hagan atractiva la inversión a largo plazo. Este tipo de inversión es necesaria para permitir la capitalización de la agricultura y su respectiva tecnificación, como una de las formas que determinan la rentabilidad a nivel de la unidad de producción. Este financiamiento de largo plazo, sin embargo, es recuperable por la entidad financiera que otorga el crédito y por consiguiente permite una rotación del dinero. Lo que no ocurre con las inversiones públicas en grandes obras de infraestructura en las que sólo existe gasto pero no una recuperación efectiva del dinero, sino una recuperación indirecta a través de los beneficios sociales y la eventual retribución de los contribuyentes al fisco.

Las tres consideraciones antes expuestas implican dos aspectos relacionados con la capacitación empresarial del productor. El primero es que el productor necesitan tener la información de naturaleza económica para tomar sus decisiones en pro de un incremento de los rendimientos y de sus ingresos; y el segundo que debe saber usar dicha información económica para tomar las decisiones más acertadas. Dentro de cualquier economía inflacionaria estos dos aspectos se hacen ahora más que nunca una necesidad básica para el productor.

El concepto del fortalecimiento de la capacidad empresarial, se refiere precisamente a crear la capacidad de tomar decisiones y ejecutar acciones con racionalidad económica, así como conducir prácticas adecuadas de manejo de los cultivos y del ganado (composición de la producción). En el fortalecimiento de la capacidad empresarial de los productores, la participación directa del Estado debe orientarse a :

- a. Ofrecer a los agricultores información sobre costos, rentabilidad y riesgo de tecnologías de producción de cultivos y especies animales, bajo condiciones inflacionarias, para que los agricultores tomen las decisiones más apropiadas.
- b. Ofrecer a los agricultores información sobre precios de insumos y productos en los mercados más cercanos a ellos, para que puedan tomar sus decisiones de comercialización.
- c. Apoyar a los agricultores para aprender a conducir procesos contables a nivel de sus respectivas unidades de producción.
- d. Estimular y apoyar a los pequeños productores para que se organicen y aprovechen la economía de escala de dicha organización, para la obtención del financiamiento, la adquisición de insumos y el procesamiento y/o comercialización de productos.
- e. Promover y gestionar programas de capacitación en el manejo de empresas agropecuarias de producción y de aquellas que ofrecen servicios a los productores.
- f. Estimular el enfoque de sistemas en el manejo de las unidades de producción como base de una estrategia de manejo de riesgos y estimular la demanda por el seguro como mecanismo financiero para protección contra riesgos específicos y ante la posibilidad de pérdidas cuantiosas, lo que no se puede afrontar con los mecanismos tradicionales.

4. **La Productividad del Trabajo.** En esta última sección, se discutirán aquellos factores que tienen una influencia más directa en el crecimiento de la productividad del trabajo. Es preciso mencionar, sin embargo, que muchos de los factores discutidos en la sección anterior que afectan a la productividad de la tierra, también se aplican a la productividad del trabajo.

En la sección de los conceptos iniciales se verificó que la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo depende de la tasa de crecimiento del área que cada trabajador es capaz de producir y de la tasa de crecimiento de la productividad de la tierra. En otras palabras, la productividad del trabajo, medida en unidades de producto por trabajador, crece con el área que cada trabajador puede producir y con el rendimiento de la tierra.

Un incremento de la productividad de la mano de obra en realidad significa un aumento en el índice de producción por cada trabajador y es una indicación de que se necesita un número menor de unidades de trabajo para producir una unidad de producto. Como se trata de un índice parcial, valen para él las mismas observaciones hechas en relación al índice de productividad por área.

También se vió que un examen comparativo entre países que tuvieron éxito en la modernización de su agricultura, el cual indica que se siguieron dos caminos diferentes. En aquellos países en los cuales el precio de la tierra creció relativamente más que los salarios, el índice de productividad por área fue el que más se elevó; en los países en los que los salarios subieron relativamente más que el precio de la tierra, se verificó lo contrario. Aumentos en la productividad de la mano de obra permiten su liberación hacia otros sectores como el industrial y el de servicios, sin que haya un decrecimiento en la población (en ciertas condiciones se puede observar hasta un aumento en la producción). Este hecho es muy importante en las primeras etapas del proceso de industrialización, cuando la mayor parte de la población reside en el medio rural. En este caso el mercado de trabajo desempeña un papel importante, canalizando los flujos migratorios hacia las regiones de mayor escasez de mano de obra.

Se analizará ahora las dos variables que afectan el crecimiento de la productividad del trabajo: la tasa de crecimiento de la productividad de la tierra y la tasa de crecimiento del área que cada trabajador es capaz de producir. En la sección anterior, se discutió extensamente las fuentes de crecimiento de la productividad de la tierra; debiéndose tener presente ahora que la productividad de la tierra también es una variable cuyo crecimiento afecta el crecimiento de la productividad de la mano de obra.

Se analiza ahora la otra variable: el área que cada trabajador es capaz de producir. En primer lugar es necesario tener presente que el crecimiento del área por trabajador se puede deber tanto a la introducción de tecnologías mecánicas que aumentan la capacidad del trabajador para cultivar áreas más grandes, como a la posibilidad de la migración rural urbana, la cual reduce el número de trabajadores en el campo debiendo, los que se quedan, hacer el trabajo de los que se han salido.

Se discutirá solamente el primer caso, la introducción de tecnologías mecánicas, puesto que la segunda posibilidad está discutida en el capítulo de la migración rural-urbana. La tasa de crecimiento del área por trabajador es función de las innovaciones mecánicas. La productividad del trabajador crece en la medida en que la agricultura se va mecanizando. En este caso cada trabajador es capaz de cultivar un área más grande, mientras tenga más capital mecánico a su disposición. Implícitamente se admite que la mecanización no tiene una influencia preponderante en la productividad de la tierra y que las innovaciones químico-biológicas no tienen tampoco una gran influencia en el área que cada trabajador es capaz de cultivar. Obviamente esas expresiones se tratan de una simplificación que sólo sirven como una primera aproximación. Es conocido, que el uso de herbicidas, por ejemplo, que es una

innovación de carácter químico-biológico, tienen el objetivo de economizar mano de obra. Es conocido igualmente que muchas de las innovaciones mecánicas fueron exactamente producidas para permitir una mejor utilización de las innovaciones químico-biológicas.

Obviamente, el crecimiento de la productividad del trabajo se refiere no solamente al aumento de la productividad física de cada trabajador sino también al incremento de su capacidad intelectual (capacidad empresarial que fue discutida en la sección anterior). Consecuentemente, es necesario volver a enfatizar la importancia de los programas de educación y salud, ya que ambos aumentan la eficiencia y la productividad de la mano de obra. Al hacerlo reducen los índices de enfermedades y preparan mejor al productor y al trabajador rural para entender o interpretar mejor los mensajes y la información que provienen de los mercados de insumos y productos y de las instituciones de generación y transferencia de tecnología.

Además de contribuir a una mejor gestión empresarial, y a través de ella al aumento de la productividad de la tierra, las inversiones en educación y salud también contribuyen al perfeccionamiento del mercado de trabajo, y mejoran el valor alternativo o el costo de oportunidad de la mano de obra. Al mismo tiempo que este hecho prepara mejor a las personas en su búsqueda de alternativas de empleo fuera del sector agropecuario, induce a los productores hacia la adopción de nuevas tecnologías y a la modernización de sus empresas.

Finalmente, cabe indicar que la tasa de crecimiento de la producción agropecuaria también se puede expresar como la suma de las tasas de crecimiento del área explotada por trabajador, la productividad de la tierra y la tasa de crecimiento del trabajo o de la fuerza laboral. Esta última, evidentemente, es función del crecimiento demográfico de la población y del crecimiento de la población activa en la agricultura, y por lo tanto es función igualmente de los programas de educación y salud y de las características de la economía y de la política económica de cada país.

III. MODELOS INSTITUCIONALES DE GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA ^{1/}

Quando se señaló el papel desempeñado por el Estado en la resolución de los conflictos generados por el proceso innovativo se planteó que el modelo institucional es uno de los instrumentos importantes que el Estado tiene a su disposición. Este modelo puede ser definido como un conjunto de los elementos institucionales que determinan la oferta de tecnología. De estos elementos, los de mayor relevancia son: el marco legal e institucional que regula las actividades públicas y privadas vinculadas al proceso innovativo (patentes, regalías y otros); y el sistema institucional creado para la generación y transferencia de tecnología. A su vez, este último constituye una variable compleja integrada tanto por los organismos del sector público como por las organizaciones privadas, nacionales e internacionales. Si bien, todos estos aspectos deben ser considerados en la definición de la variable, aquí se desarrolla únicamente los relacionados con el sector público.

Tres variables determinan el modelo institucional de generación y transferencia de tecnología: la importancia social de los intereses agropecuarios; la importancia económica y el papel de la producción agropecuaria; y la capacidad operativa del Estado. De estas, la que reviste mayor importancia -por su naturaleza global- es la relación dinámica existente entre los grupos sociales vinculados con el sector agropecuario y la autonomía relativa del Estado. Desde el punto de vista del proceso tecnológico, la capacidad del Estado para imponer políticas estructurales dirigidas a modernizar el sector parece estar fuertemente vinculada a la aparición y desarrollo de una burguesía industrial (lo cual implica también un sector consumidor urbano).

^{1/} Esta sección fue tomada de Piffeyro, M. y Trigo, E. Procesos Sociales e Innovación Tecnológica en la Agricultura de América Latina. Páginas 52 a 55.

MODELOS ORGANIZATIVOS DE GENERACION TECNOLÓGICA Y SU VINCULACION CON ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DEL ESTADO

Sistema no estructurado	Estado relativamente débil. Considerable control del mismo por parte de los intereses predominantes del sector.	Ausencia de un marco institucional articulado que permita un proceso permanente de generación y transferencia. Este se da en forma privada, en proyectos aislados y en una situación específica.	Centroamérica
Sistema Integrado multiorganizacional	Estado débil-fuerte. El sector agropecuario ejerce un control importante, pero existe un sector urbano-industrial en crecimiento.	Existe un marco institucional definido dentro del cual se comparte el proceso de generación y transferencia entre el Estado y los grupos de interés del sector, dando origen a organizaciones privadas altamente específicas y generalmente, por productos. El estado asume la representación de los sectores muy débiles en la generación de su propia organización, y concentra su actividad hacia aspectos neutros desde el punto de vista de la apropiación del excedente.	Colombia
Sistema integrado centralizado	Estado fuerte-débil. El sector agropecuario ejerce un control minoritario del Estado frente a un sector industrial urbano dominante.	Existe un marco institucional con un organismo madre que integra todas las funciones del proceso, de manera altamente monopólica y dentro del cual se da alguna participación al sector bajo un control fuerte del Estado.	Argentina Chile
Sistema integrado descentralizado	Estado fuerte. El sector agropecuario tiene escaso o ningún control.	Organización multinstitucional con organismos específicos por actividad organizativos de coordinación controlados por el Estado.	Brasil México

Un Estado controlado por los intereses agropecuarios tiene una mayor dificultad para generar un marco institucional que permita el desarrollo de actividades de generación y transferencia de tecnología, como parte de una estrategia global de modernización agraria. Una consecuencia de ello es el desarrollo de un modelo institucional no estructurado, en el cual las actividades se organizan en función de los intereses particulares y de la importancia relativa de ciertos grupos del sector agropecuario. A medida que el proceso de industrialización progresa y los conflictos intersectoriales se resuelven (haciendo posible un modelo de desarrollo favorable al sector industrial), es probable que prevalezca una tendencia hacia la estructuración del sistema industrial como impulso a la producción mediante la modernización tecnológica. Las características organizativas de este sistema o su grado de estructuración dependen, en última instancia, de la influencia relativa de los distintos sectores sociales sobre las decisiones del Estado.

IV. LOS INSTITUTOS NACIONALES DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA EN AMÉRICA LATINA †/

Origen y desarrollo inicial de los Institutos Nacionales

El desarrollo institucional de las actividades de generación y transferencia de tecnología agropecuaria en América Latina, particularmente en los países de América del Sur, se caracteriza por la existencia de dos etapas bien definidas que se diferencian principalmente por la magnitud cuantitativa del esfuerzo de investigación y el grado y forma de participación del sector público. La primera de estas etapas se extiende desde los inicios de las actividades de investigación, durante la segunda mitad del siglo pasado, hasta mediados de la década del 50 y se caracteriza por el bajo nivel de las actividades de investigación desarrolladas, las cuales se ejecutaron dentro de mecanismos institucionales *ad hoc* y generalmente muy inestables.

Hacia fines de esta etapa, especialmente durante las décadas de los años 30 y 40, comenzaron a organizarse las primeras estaciones experimentales orientadas a la generación y adopción de nuevos conocimientos tecnológicos para los principales productos. Sin embargo, la situación continuó inestable en tanto la dependencia de las estaciones experimentales y por tanto los orígenes del financiamiento para la investigación cambiaban con frecuencia aunque dentro de una tendencia en la cual las universidades y escuelas de agricultura perdieron importancia progresivamente, con relación a las instituciones directamente dependientes del poder administrador. Ese proceso culminó con la casi total centralización de las actividades de investigación dentro de los Ministerios de Agricultura, generalmente como parte de sus Direcciones Generales.

Este esquema institucional adoleció de un conjunto de limitaciones, generalmente vinculadas a las características esenciales burocráticas de los Ministerios. Entre las más importantes comúnmente mencionadas están la falta de apoyo presupuestario estable, una escasa articulación con los problemas y prioridades de los productores, dispersión de esfuerzos, falta de una adecuada interconexión de la investigación por una parte y la asistencia técnica y extensión por la otra, y la falta de coordinación entre la organización responsable por la generación de tecnología y aquellas responsables de instrumentar los otros componentes de la política agropecuaria necesaria para el efectivo desarrollo del proceso productivo (precios, crédito, servicios, otros).

†/ Esta sección fue tomada de Trigo, E.; Piffeyro, M. y Ardila, J. Organización de la Investigación Agropecuaria en América Latina. Páginas 429 a 433.

A mediados de la década del '50, un conjunto de elementos modificó la situación de manera sustancial, dando inicio a la segunda etapa del proceso, la que se caracterizó principalmente por la descentralización de las actividades de investigación y en algunos casos por las de transferencia. Estas actividades se traspasaron a los institutos descentralizados de administración autónoma, organizados en términos generales sobre la base de la experiencia emanada del Experimental Station System de los Estados Unidos

El nuevo modelo institucional surgió de la percepción conceptual de que la incorporación de tecnología constituye el elemento central del desarrollo agropecuario, y del convencimiento de que a nivel internacional hay una amplia gama de tecnologías disponibles y potencialmente utilizables por el sector productor de América Latina. Consecuentemente, el problema era transferencia de dichos conocimientos de los países desarrollados a los subdesarrollados. Para que esto fuera posible era necesario desarrollar infraestructuras de investigación adaptables y ágiles que vincularan a los países receptores con los centros de generación, función que las Direcciones de Investigación de los Ministerios de Agricultura no podían desarrollar de manera eficiente debido a los problemas ya mencionados. Esta concepción se encuentra resumida en las ideas de T.W. Schultz en su libro *Modernizing Traditional Agriculture* y sirvió de base para el desarrollo de la política de ayuda externa de los Estados Unidos, conocida como Punto IV e implementada a partir de 1951.

Tal concepción se vio apoyada por un importante flujo de ayuda externa financiera y técnica que permitió el desarrollo inicial de los nuevos institutos, tanto en lo que se refiere a la infraestructura física como a la capacitación del personal de investigación.

Es así que con algunas variantes organizativas, pero siempre dentro del mismo modelo general, se crearon el INTA de Argentina en 1957, el INIAP de Ecuador en 1959, el INIA de México en 1961, el ICA de Colombia en 1962 y el INIA de Chile en 1964. La corriente hacia la descentralización no se limitó a las instituciones tecnológicas, sino que abarcó también otras áreas de servicio tales como el mercadeo, crédito y otros; y se complementó con las oficinas de planeamiento sectorial responsables de la coordinación global de la política para el sector.

Ya en la década de 1970, se crearon EMBRAPA en Brasil, el FONAIAP en Venezuela, el IBTA en Bolivia, el ICTA en Guatemala, el INTA en Nicaragua y el INIA en Perú. Los casos de Venezuela y Perú presentan, durante esta época, algunas diferencias de importancia respecto al modelo. En el primer caso, la variable de diferencia la constituye el alto grado de participación del sector privado a través de fundaciones tales como FUSAGRI. En el segundo resalta la activa participación de la Universidad (Universidad Agraria de la Molina) en el proceso innovativo.

Desde el punto de vista organizativo, los Institutos de Investigación, que constituyen los elementos básicos del sistema a partir de 1960, se caracterizaban por su autonomía descentralizada y por una amplia cobertura de productos, regiones y tipo de productores a los que se dirigían. Funcionalmente, integraban la investigación, en especial a nivel aplicado, con las actividades de transferencia, incluyendo en algunos casos la enseñanza a nivel de postgrado (INTA e ICA). Ligeras variantes presentan en la integración de funciones del INIAP de Ecuador y el INIA de México: en el INIAP, la transferencia de tecnología no está formalmente incorporada a las funciones de la institución y en el caso del INIA la investigación pecuaria no es responsabilidad de la institución

En la mayoría de los casos los Institutos se organizaban administrativamente sobre la base de una estructura que incluía Centros Nacionales de Investigación por Área temática o producto, responsables por el desarrollo de las investigaciones básicas y las estaciones experimentales y agencias de extensión, orientadas a la investigación de tipo aplicado y adaptable, y a la transferencia de los nuevos conocimientos tecnológicos. Esta estructura

respondía al objetivo de integrar -institucionalmente- las distintas etapas del proceso de generación y transferencia de tecnología y de vincular el proceso de manera directa a la problemática de producción de las distintas regiones y tipo de productores.

Desde el punto de vista operativo a esta estructura descentralizada se la superpuso una estructura de programas por disciplinas y productos, alrededor de la cual se desarrolló la programación de actividades, la selección de prioridades para la acción y la asignación de recursos, y la coordinación de programas nacionales.

Dentro de este contexto institucional se inició, en los primeros años de la década del 60, una etapa de fuerte expansión de las actividades de investigación y transferencia de tecnología para el sector agropecuario. Es importante recalcar que la etapa comenzó como continuación de los desarrollos que ya se insinuaban dentro de los programas de los Ministerios y que contaban con un importante apoyo de entidades internacionales como parte de la Filosofía que daba origen a la política de los Estados Unidos resumida en el Punto IV de la ley de ayuda exterior. A partir de este momento y sobre la base de un continuado y creciente apoyo financiero de las fuentes internacionales y mayores presupuestos de origen nacional, se desarrolló la etapa de "ocupación territorial" a través de la creación de nuevas estaciones experimentales y de las redes de agencias de extensión. Asimismo se iniciaron amplios programas de capacitación del personal de investigación, llegando incluso al desarrollo de infraestructuras nacionales de capacitación a nivel de postgrado (ICA, INTA y La Molina).

Hacia comienzos de la década de los años 70, este sostenido crecimiento y su consolidación comenzaron a enfrentar problemas en un número importante de países, particularmente en aquellos donde se crearon los organismos nacionales de Investigación a principios de la década anterior (Argentina, Colombia, Chile y Perú). México fue excepción a este proceso y los casos de Brasil y Venezuela no pueden ser evaluados todavía ya que no crearon hasta comienzos de la década de 1970. EMBRAPA pasó, en 1973, a sustituir al Departamento de Pesquisas y Experimentación Agropecuaria y FONAIAP se transformó en un Servicio Autónomo del Estado en 1975.

V. PRINCIPALES DESARROLLOS INSTITUCIONALES OCURRIDOS EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS ‡/

Se mencionó que uno de los factores cruciales en la génesis de la actual problemática institucional de los Institutos Nacionales de Investigación es la aparición de nuevas organizaciones que compiten con los mismos en la generación y transferencia de conocimientos.

En esta sección se describen los principales desarrollos institucionales ocurridos en los últimos años y se analizan brevemente las implicaciones que tuvieron en el funcionamiento de los Institutos Nacionales.

a. La industria productora de insumos tecnológicos

La actividad estatal en el campo de la generación de tecnología agropecuaria se justifica sobre la base de ciertas características del sector agropecuario que determinan que no haya mayores incentivos para el sector privado. Estas características son: 1) el reducido tamaño de las empresas agrarias, lo cual hace difícil que asuman tareas de investigación; 2) el alto riesgo de la investigación biológica; y 3) las reducidas posibilidades de apropiación privada de los beneficios de esa actividad. Estas características de la investigación

‡/ Esta sección fue tomada de Trigo, E.; Piffeyro, M. y Ardila, J. Organización de la Investigación Agropecuaria en América Latina. Páginas 450 a 456.

agropecuaria influyeron sin duda en la concepción del modelo de Institutos Nacionales descentralizados a fines de los años 50 y de las dos décadas siguientes. Sin embargo, el incremento en la demanda por insumos tecnológicos que acompañó la expansión agropecuaria de los años 60 y 70, los desarrollos en las ciencias y conocimientos básicos que se produjeron como consecuencia del impulso que recibió la investigación durante ese mismo período y, paralelamente, el desarrollo de mecanismos legales de protección de la propiedad intelectual de ciertas innovaciones fueron modificando tanto la capacidad como el interés (rentabilidad) del sector privado en asumir responsabilidad por ciertos tipos de investigación y transferencia de tecnología como parte de sus esquemas de mercadeo.

En un comienzo, el estado de los conocimientos sobre ciertos aspectos básicos como mapas de suelos, metodologías de trabajo, bancos de genoplasma, era extremadamente limitado. A medida que los programas de investigación se desarrollaron estos fueron los primeros aspectos a los que se prestó atención alterando así las condiciones de rentabilidad de la investigación por el sector privado. Esto no fue resultado de las acciones de los Institutos Nacionales exclusivamente y es necesario incluir el impacto de los desarrollos a nivel internacional y de las empresas multinacionales. Sin embargo, las contribuciones de los Institutos Nacionales incluso en la formación del personal necesario para la industria privada, constituyen uno de los elementos de mayor importancia. Evenson identifica esta etapa inicial como la creación de "potencial tecnológico" (groundwork) seguida por una etapa de desarrollo donde el potencial es utilizado (aquí entra la actividad privada) hasta un punto en que es necesario un nuevo esfuerzo en la creación de potencial tecnológico. En un sentido dinámico la capacidad de generar potencial tecnológico se convierte en el elemento crítico del sistema.

El desarrollo de la industria de semillas durante la década del 60 constituye un claro ejemplo de la forma en que las contribuciones de la inversión pública, tanto en nuevos conocimientos e información como en formación de personal, alteran las condiciones de rentabilidad posibilitando que el sector privado adquiera una creciente función en la generación y transferencia de tecnología. Esto es particularmente cierto en algunas etapas del proceso tales como la creación de nuevas variedades, la experimentación de comprobación y el packaging, donde es posible una provisión más precisa de resultados y por lo tanto los riesgos asociados a la inversión son menores. Tal tipo de participación se da como parte de las actividades de los departamentos de servicios técnicos de las empresas productoras de insumos y las agroindustrias o bien por medio del apoyo a centros de investigación y experimentación privados organizados independientemente de las empresas.

Los casos de la industria de agroquímicos en general, la avícola en Venezuela y las tabacaleras en Venezuela y Argentina, son ejemplos de la modalidad de participación directa. Por el contrario FUSAGRI (Fundación Servicio al Agricultor) de Venezuela es un ejemplo exitoso del tipo de Centro financiado por la industria privada pero independiente de ella en su organización. Para una discusión ampliada del papel de la empresa privada y multinacional en la creación y difusión de tecnología agrícola, ver Marciano.

b. Las organizaciones de productores en la generación y transferencia de tecnología

Los mismos factores mencionados para la industria de insumos tecnológicos, es decir, el desarrollo del sector agropecuario y las posibilidades que se generan con base en las contribuciones de nuevos conocimientos metodológicos y la formación de personal que efectúan los Institutos de Investigación en sus primeras etapas de desarrollo, dan lugar a que hacia fines de la década del 60 y más intensamente a partir de 1970 se sucedan dos tipos de desarrollos institucionales por medio de los cuales las organizaciones de productores comienzan a participar en las actividades de generación y transferencia de tecnología.

Nuevamente en este caso, el "potencial tecnológico" generado como consecuencia de las actividades de los centros actúa como catalizador de las posibilidades de que ciertos sectores de productores asuman de manera directa la generación y transferencia de tecnología.

El primer tipo de desarrollo fue la aparición de organizaciones de productores dirigidas a la transferencia de tecnología, las cuales siguieron el esquema originado en los Consorcios de Experimentación de Tecnología Agropecuaria (C.E.T.A.) de Francia. Esta modalidad aparece como sustitutiva de los sistemas de extensión de los Institutos de Investigación y se orienta a la constitución de grupos de productores que se asocian para la contratación privada de la asistencia técnica. Los primeros grupos se crearon en Argentina hacia fines de la década del 50, con la denominación de Consorcios Regionales de Experimentación Agropecuaria (C.R.E.A.), cobrando impulso durante la década siguiente y particularmente en los años del 70. Hoy se extienden a otros países principalmente Chile y Uruguay.

La segunda modalidad, de mayor complejidad y amplitud en cuanto a las acciones desarrolladas, ya que incluye actividades de investigación y transferencia, fue la de la agrupación de productores de cultivos específicos. Este tipo de organización institucional no es nueva, ya que existen antecedentes concretos como el caso de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia que cuenta con una organización para la generación y transferencia de tecnología desde la década del 30, cual es la Estación de Investigaciones Cafeteras de Chinchiná, que inició operaciones en el año 1932 y se mantiene hasta el presente como el único centro que efectúa investigaciones sobre café en Colombia.

Sin embargo, durante los últimos años de la década del 60 y particularmente durante la del 70 este tipo de iniciativas se incrementó, provocando un progresivo "desmembramiento por producto" del sistema de investigaciones. Los casos de arroz y caña de azúcar en Colombia ofrecen algunos puntos de interés como ilustrativos de este fenómeno.

Si bien las actividades de investigación y transferencia sobre arroz se iniciaron en el ICA, fueron asumidas progresivamente por los servicios técnicos de la Federación Nacional de Arroceros, especialmente en cuanto a la asistencia técnica. Es importante destacar que la presencia del CIAT como centro proveedor de nuevas variedades y otros recursos tecnológicos juega, aparentemente, un papel importante en la forma en que se desarrolla y consolida este proceso.

El caso de la caña de azúcar presenta algunas diferencias con el del arroz, pero desde el punto de vista de los Institutos Nacionales la situación es similar. La más importante de estas diferencias es la creación de un Centro de Investigaciones (CENICANA) con vinculaciones al sistema público, tales como la participación de representantes estatales en su Directorio, pero absolutamente independiente en su financiamiento y proceso decisorio tanto de éste como el gremio del cual se origina (ASOCANA).

Como punto final es necesario resaltar algunas características particulares de estas situaciones en cuanto al carácter jurídico de las entidades creadas y a su vinculación con el Estado, especialmente en lo que se refiere al financiamiento que permite anticipar su expansión a otros productos y países.

En primer lugar, estos desarrollos se producen en situaciones de alto grado de homogeneidad en cuanto a estructuras productivas y concentración territorial por parte de las unidades productivas consecuentemente de coincidencia en cuanto a los intereses tecnológicos; tan característica se encuentra también como elemento esencial en el caso de los grupos CREA.

En segundo lugar, y quizás como el hecho de mayor importancia, estas actividades se dan en situaciones donde existen posibilidades de reorientar los fondos públicos previamente asignados a una entidad pública de investigaciones como en el caso del arroz, o bien de crear nuevas fuentes públicas de financiamiento como en el caso de la caña de azúcar.

Ello indica por una parte que estos desarrollos, si bien son importantes, no podrán nunca sustituir la actividad pública en tanto son posibles solamente en situaciones específicas caracterizadas por ciertas formas de estructura productiva y organización corporativa. Además el hecho de que se financien con fondos públicos generalmente derivados de una asignación específica, plantea la necesidad de desarrollar mecanismos de orientación y control para su uso.

c. Los Centros Internacionales

El tercer elemento contextual que deseamos resaltar se refiere a la aparición y rápido crecimiento, durante los últimos 20 años, del modelo de Centros Internacionales de Investigación Agrícola.

Este nuevo componente institucional reconoce sus antecedentes directos en los éxitos alcanzados, en términos de resultados de investigación e incremento en la productividad, por los programas en ciencias agrícolas de la Fundación Rockefeller en Asia y América Latina durante las décadas de los años 40 y 50. Por otra parte, el modelo también se basa en las experiencias de los Centros de Investigación de la época colonial, los que alcanzaron importantes éxitos particularmente en productos tropicales como la caña de azúcar, la piña y otros.

El rápido crecimiento del sistema, que pasó de un presupuesto total de \$ 11 millones en 1965 a más de \$ 100 millones actualmente, se relaciona con dos factores principales que están estrechamente vinculados a la evolución de los Institutos Nacionales de Investigación. Un desarrollo más extenso de estos aspectos pueden encontrarse en Ruttan.

El primer factor es la percepción de que como consecuencia de la importancia de la tecnología para el proceso de desarrollo es posible lograr una alta tasa de retorno a las inversiones en investigación. Esta percepción recibe apoyo empírico en la rápida difusión de las variedades mexicanas de trigo y de las variedades de arroz producidas por el IIRI en las Filipinas. El segundo factor se vincula al creciente interés de los organismos multilaterales por encontrar alternativas al modelo de contratos interinstitucionales con contraparte, por medio de los cuales se había canalizado la asistencia internacional para la investigación y el desarrollo rural. Estos habían mostrado su eficacia como mecanismos efectivos para el desarrollo de las capacidades institucionales, es decir, la estrategia de Institution Building, pero no para el efectivo desarrollo de tecnologías más productivas.

El modelo de Centro Internacional aparece, entonces, como un mecanismo de mayor eficiencia para el desarrollo de ciertos tipos de investigación, eficiencia que se basaba en su mayor estabilidad y amplia cobertura geográfica.

Este nuevo esquema encontró expresión concreta en América Latina con la creación del Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en 1966, como continuación del programa de la Fundación Rockefeller en México; con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia en 1967, con mandato para el trópico húmedo americano; y con el Centro Internacional de la Papa (CIP) en Perú en 1971.

El desarrollo de los Centros Internacionales y particularmente de aquellos que operan en la región representó una importante contribución a las actividades de generación de tecnología. Ejemplos de estas contribuciones son la difusión de las variedades mexicanas de trigo, el importante incremento en la producción y productividad arroceras en Colombia y otros países de Centroamérica a través de las variedades CICA, los mejoramientos en frijol y yuca obtenidos por CIAT y sus trabajos en forrajeras para los llanos subtropicales. Sin embargo, también es necesario plantear que el desarrollo de los Centros trajo aparejadas algunas consecuencias no necesariamente beneficiosas para los Institutos Nacionales.

La propia creación de estos organismos significó un cambio de énfasis en el apoyo que las instituciones bilaterales y multilaterales prestaron a los Institutos Nacionales hasta mediados de la década de los 60.

Es difícil determinar si la aparición de los Centros implicó una disminución de dicho apoyo a los organismos nacionales. Sin embargo, diversas fuentes afirman que el crecimiento de los Centros se vio acompañado de una disminución de los recursos destinados al apoyo en los organismos nacionales. Rutan presenta esta situación como indisputable. Sin embargo, llama la atención sobre la urgente necesidad de apoyar a dichos organismos por su carácter de eslabón clave en la cadena internacional de generación y transferencia de tecnología.

Por otra parte, la aparición de los Centros ofreció, desde el punto de vista de los usuarios institucionales de tecnología tales como las asociaciones de productores, la industria de insumos y otros, una fuente alternativa de oferta de conocimientos, lo que puede haber contribuido al proceso de aislamiento y pérdida de apoyo político a los organismos nacionales de investigación. Este fenómeno puede haber jugado un papel de cierta importancia en el desarrollo de la experiencia de Fedearroz en Colombia, la cual difícilmente se hubiese concretado de no haber existido la posibilidad de vinculación con el CIAT. Ciertos desarrollos en el Área de la producción de semillas a nivel privado se vinculan también a las posibilidades abiertas como consecuencia de los trabajos básicos desarrollados por los Centros.

Este impacto se agudizó por hecho de que al menos en un principio y quizás como resultado de la necesidad de mostrar resultados ante su comunidad de donantes, los Centros establecieron en algunos casos relaciones de competencia antes que de colaboración con los Institutos Nacionales.

Otro aspecto que cabe mencionar es la propia constitución de los Centros Internacionales como "grupos de interés" respecto a las actividades de los Institutos Nacionales, y consecuentemente sus esfuerzos por orientar las actividades de éstos en ciertas direcciones consistentes con sus propios programas aunque no necesariamente prioritarias de acuerdo a los objetivos de los organismos nacionales. Este fenómeno de penetración es consecuencia de la importante función que los Institutos Nacionales desempeñan con respecto a la productividad de las inversiones en el sistema internacional al servir de vínculo natural entre los Centros y el sistema productivo.

VI. EL CAMBIO TÉCNICO OBSERVADO EN LOS ESTUDIOS DE CASO ^{1/}

1. Procesos tecnológicos con un fuerte impacto sobre la producción y los rendimientos

Los estudios de caso sobre la producción de arroz en Colombia y de maíz en Argentina

^{1/} Esta sección fue tomada de Piffero, M. y Trigo, F. Procesos Sociales e Innovación Tecnológica en la Agricultura de América Latina. Páginas 437 a 518.

ejemplifican activos procesos de cambio técnico, iniciados a mediados de la década de 1960, que tuvieron considerable impacto sobre la producción y los rendimientos por hectárea.

- a. **El caso de arroz en Colombia :** Si bien desde principios de la década de 1940 se adoptó los procesos mecanizados en las labores de cultivo y cosecha, la utilización de fertilizantes nitrogenados, el control químico de insectos y la introducción de variedades mejoradas, entre las cuales la Blubonnet tuvo una considerable trascendencia, este conjunto de innovaciones no produjo efectos importantes sobre los rendimientos. Estos permanecieron virtualmente estancados en menos de los 2000 kg por hectárea, no obstante lo cual la producción aumentó como consecuencia del aumento en el área sembrada.

A mediados de la década de 1960, con la introducción de variedades mejoradas ("High Yielding Varieties" - HYV), las cuales a su vez introdujeron un paquete tecnológico necesario para la completa expresión de sus posibilidades genéticas, se produjo la verdadera revolución tecnológica, similar a la experimentada en otras partes del mundo durante las décadas de 1950 y 1960.

En Colombia -al igual que en otros países del mundo- el elemento central del proceso fue el material genético desarrollado por el International Rice Research Institute (IRRI) y adaptado a las condiciones locales por el programa de arroz. Este programa fue organizado, conjuntamente, por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y la Federación de Productores de Arroz (FEDEARROZ).

La preeminencia de las innovaciones generadas internacionalmente caracterizó este proceso durante todo el período estudiado. Si bien los distintos organismos que en forma secuencial tuvieron responsabilidades en cuanto a la investigación del arroz -Programa Nacional del Arroz (PNA), Dirección de Investigaciones Agropecuarias (DIA) y finalmente, ICA-CIAT-FEDEARROZ- desarrollaron tareas de considerable importancia en temas tales como prueba de adaptación de nuevas variedades, prueba y determinación de dosis adecuadas de fertilizantes y otros compuestos químicos, el elemento central de la innovación fue generado en los países desarrollados o con participación de un centro internacional (IRRI y CIAT).

Desde este punto de vista surge con claridad que el proceso de cambio técnico en la producción de arroz en Colombia forma parte de un proceso de dimensión internacional, en el cual la generación de una innovación tecnológica de espectaculares consecuencias es transferida acelerada y eficientemente, a un conjunto de países en los cuales las condiciones internas -tanto ecológicas como de política económica y organización de la producción- son propicias y permiten el proceso de difusión.

En Colombia, el impacto de este proceso tecnológico, especialmente después de 1967, fue espectacular. Entre 1967 y 1978, el área sembrada aumentó en un 50%, mientras que los rendimientos por hectárea lo hicieron en casi un 100%, pasando de alrededor de 2.200 kg por hectárea de arroz Paddy, a cerca de 4.200 kg. Es importante notar que estos rendimientos se equiparan, favorablemente, con los logrados en la mayoría de los países del Asia y de los países desarrollados (IRRI). Por otra parte, la localización geográfica de la producción de arroz y el tipo de empresa productora se han modificado también en forma dramática. Este efecto ha sido consecuencia de dos hechos interrelacionados. El primero, fue la baja productividad de la HYV en condiciones de secano. El segundo se refiere al hecho de que en Colombia, la producción de secano que representaba alrededor del 50% de la producción total, antes de 1967, estuvo dominada por pequeños productores. El resultado final fue la virtual eliminación de la producción de secano y consecuentemente de los pequeños productores, quienes en la segunda mitad de la década de 1970 aportaron apenas el 10% de la producción total de este grano.

En contraste con estas modificaciones dramáticas sobre los rendimientos y la ubicación geográfica de la producción, el impacto sobre la estructura de producción en las empresas capitalistas fue relativamente menor. Asimismo, el proceso de sustitución de la mano de obra por capital, si bien se intensificó y generalizó, no revistió proporciones comparables a los otros efectos. Con respecto a la utilización del capital -aunque no se cuenta con estimaciones cuantitativas- es evidente que la creciente difusión de la cosecha mecanizada y la utilización de maquinaria agrícola más sofisticada incrementó el uso del mismo.

En relación con los insumos tecnológicos, el uso de fungicidas por hectárea aumentó durante el período 1965-1976 a una tasa anual del 39%; el de herbicidas a una tasa del 10%, mientras que el de insecticidas aumentó hasta 1968 para luego disminuir a una tasa de casi el 3 % anual. Simétricamente al mayor uso de capital, la utilización de mano de obra disminuyó durante el período 1965-1978, de 15.2 millones de días/hombre a 13.2 millones a pesar de los incrementos en el área sembrada y la producción, experimentados durante este período. Esta disminución en la mano de obra conllevó una reducción del 50% del trabajo utilizado por hectárea cosechada y del 70% con respecto a cada tonelada de arroz producida. Es importante señalar que las tecnologías intensivas en el uso de capital se dan en un contexto económico general en el cual el precio de los bienes de capital aumenta en relación con el salario.

El impacto del proceso tecnológico en la producción de arroz en Colombia, desde el punto de vista de la apropiación del excedente económico por parte de distintos sectores sociales, ha sido ampliamente documentado por Scobie y Posada, y Balrázar et al. Los notables incrementos en la producción logrados a partir de mediados de la década de 1960, significaron, en presencia de un mercado cerrado, una caída del precio de alrededor del 40% en términos reales. Este proceso de *tread mill* controlado por el Estado y caracterizado por incrementos en la producción y caída controlada de los precios, significó una distribución parcial del excedente económico generado hacia el sector urbano industrial.

En el interior del sector productor, en adición a la redistribución a favor del sector capitalista y en contra de los pequeños productores de serano, se generó ventajas para los productores que adoptaron tempranamente la tecnología -elementos clásicos de todos los procesos de *tread mill* (Cochrane). Por otra parte, para entender el comportamiento de los productores, es importante tener presente que los ingresos reales percibidos por el sector arrocero de riego no cayeron como consecuencia del cambio técnico, por lo menos durante la primera mitad del proceso. Esto surge de la comparación entre los precios del arroz, que caen en un 28% entre 1965/1969 y 1970/1974, y los costos de producción por unidad de producto que caen en un 30% en el mismo período (Scobie y Posada).

- b. **El caso del maíz en Argentina.** El caso de la producción de maíz en la región pampeana argentina tiene una serie de similitudes con la historia del arroz. La producción de maíz en la región pampeana se inició a principios del siglo y su desarrollo ha evidenciado tres períodos claramente diferenciados. El primero de ellos se extendió hasta principios de la década de 1940, y se caracterizó por importantes incrementos en la producción, principalmente por una expansión en el área sembrada. Durante esta época, los rendimientos por hectárea fueron ligeramente inferiores a los obtenidos en Estados Unidos, y similares a los obtenidos en Australia y los países de Europa.

El segundo período -desde principios de la década de 1940 hasta los inicios de la del sesenta- estuvo signado por un descenso del Área sembrada de maíz y un estancamiento en los rendimientos por hectárea. Este fenómeno se reprodujo en el resto de los cultivos con los cuales el maíz compite por los recursos productivos.

El tercer período se inició, tímidamente, a principios de la década de 1960 y, en forma definitiva, a partir de 1964. Este período mostró incrementos en el Área sembrada y en los rendimientos de la mayoría de los cultivos agrícolas de la región pampeana, muy especialmente del maíz.

Sin embargo, es importante resaltar que durante los tres períodos, y sobre todo en los dos últimos, se han dado profundos cambios técnicos en la estructura productiva. El segundo período se caracterizó por un violento proceso de mecanización agrícola y la consiguiente sustitución de mano de obra. Este proceso estuvo presente en todo el país pero fue particularmente importante en la región pampeana. Es así que entre 1947 y 1969, mientras el número de tractores utilizados en la región pampeana pasó de 25.950 a 147.690, la mano de obra ocupada disminuyó un 30 % (Martínez, Fienno y Chevallier). Este proceso de mecanización fue la respuesta a la acelerada migración de la mano de obra promovida por el proceso de industrialización, y a la explícita política del Estado en este aspecto. Al mismo tiempo, este proceso trajo aparejadas importantes modificaciones en las relaciones de producción tales como la pérdida de importancia del sector de arrendatarios y aparceros, quienes eran responsables de gran parte de la producción agrícola, especialmente del maíz, y la incorporación de estas actividades agrícolas a la estructura productiva de las estancias (unidades productivas típicamente representativas del capitalismo agrario).

En Argentina el trabajo sobre semillas híbridas se inició infructuosamente en 1923 para ser retomado -esta vez con éxito- en 1949 (Martínez). A pesar de este inicio temprano, la utilización de semillas híbridas no cobró importancia sino hasta mediados de la década de 1960. Indicio de esto fue la campaña de 1959/1960 durante la cual se produjeron solamente 9.386 toneladas de semillas híbridas, cantidad que se incrementó rápidamente después de este año, llegando a un máximo de 105.695 kilogramos en el período 1970/1971 para luego decaer.

A pesar de los esfuerzos iniciales desarrollados por organismos públicos (Ministerio de Agricultura y Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires), y continuados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina (INTA), la actividad privada se inició en 1946 creciendo vertiginosamente hasta convertirse en la fuerza dominante de la actividad.

El proceso de incorporación de la semilla híbrida, fue acompañado de un paquete tecnológico tal como ocurrió en el caso del arroz. Sin embargo, en Argentina este paquete reviste menor importancia en cuanto al número de componentes, y éstos mantienen una menor interdependencia que en el caso del arroz. La incorporación de las semillas híbridas fue acompañada por prácticas culturales más cuidadosas un mayor uso de químicos para el control de plagas y malezas y, fundamentalmente, la cosecha a granel. No implicó, como en el caso del arroz en Colombia, la difusión del riego y el uso de fertilizantes químicos. La introducción de este paquete tecnológico tuvo un profundo impacto en el nivel nacional sobre los rendimientos y, en menor grado, sobre la producción. Los primeros aumentaron entre 1950/1954 y 1975/1977 a una tasa anual del 4.72% pasando de alrededor de 1.5 toneladas por hectárea a 3 toneladas por hectárea. Asimismo, se incrementó la utilización de insumos tecnológicos y se acentuó el proceso de mecanización sobre todo en la cosecha. Sin embargo, el impacto sobre el uso de

capital fue limitado, ya que el proceso de mecanización estaba bastante avanzado a fines de la década de 1960. Similarmente, la mano de obra empleada en la región pampeana continuó disminuyendo, pero a un ritmo mucho menor que el del período anterior.

Es importante señalar que el incremento de los rendimientos en el corazón maicero (área estudiada) fue mayor que a nivel nacional, llegando en 1979/1980 a casi 5 toneladas por hectárea. No obstante este rápido incremento, los rendimientos logrados han sido menores a los obtenidos en Estados Unidos. La diferencia se explica por un uso menor de fertilizantes y químicos en general, y por ciertas prácticas agronómicas vinculadas a la rotación ganadera, difundidas como un mecanismo de protección contra el riesgo.

Desde el punto de vista de la distribución del excedente económico generado, el caso de la producción de maíz en Argentina se asemeja a la situación descrita para el caso del arroz en Colombia, aunque los mecanismos económicos utilizados en cada caso son distintos. El precio del maíz en Argentina está determinado conjuntamente por el mercado internacional y la política del Estado en cuanto a la tasa de cambio y las retenciones o impuestos a las exportaciones. Estos instrumentos de captación de excedentes agrícolas generalmente han sido utilizados respetando una política implícita para mantener un cierto nivel de rentabilidad.

En función de esto, el incremento en la producción a través de mayores rendimientos por hectárea benefició tanto al sector urbano industrial, vía los excedentes captados y redistribuidos por el Estado y la mayor disponibilidad de divisas como al sector productor por los mayores ingresos reales percibidos. Esto último está sugerido por el incremento observado en el precio de la tierra de la zona maicera durante el período analizado (Ras y Levis; Martínez, Píñero y Chevallier; Flischman).

Este incremento en la rentabilidad de la producción agrícola fue relativamente homogéneo en todo el sector. Sin embargo, ciertas diferencias han existido como consecuencia de la adaptabilidad del paquete tecnológico a las explotaciones de mayor tamaño, que tienen una mayor flexibilidad para combinar agricultura y ganadería. De esta forma pueden estabilizar sus ingresos a pesar de las grandes variaciones en los precios y los rendimientos que caracterizan a la agricultura argentina.

2. Cambios tecnológicos con un fuerte impacto sobre la organización de la producción

En contraste con lo ocurrido en la producción de arroz en Colombia y de maíz en Argentina, los estudios de caso sobre la producción de azúcar en Colombia y de leche en la Sierra ecuatoriana ilustran situaciones donde los intensos procesos de innovación tecnológica han traído aparejadas modificaciones sustantivas en las relaciones de producción y/o utilización de mano de obra y capital, pero con incrementos relativamente menores en los rendimientos

por hectárea. A su vez, el caso de la producción de tomates en California ilustra una situación intermedia, en la cual el proceso de innovación tecnológica ha provocado un dramático incremento de la productividad de la tierra y una substancial modificación de los procesos productivos, así como una rápida sustitución de la mano de obra por capital. Dada su condición de caso intermedio, la producción de tomate se presenta en primer término.

- a. La producción de tomates en California. El proceso de cambio técnico en la producción de tomates del Estado de California se inició en 1960 y cobró fuerza a mediados de esa década. El elemento central en la transformación del proceso productivo fue la cosechadora mecánica desarrollada en la Universidad de California, producida y comercializada bajo licencia por la empresa Blackwelder Manufacturing Co. Sin embargo, la adopción de esta técnica tuvo profundos efectos de encadenamiento (linkages) hacia atrás y hacia

adelante (Hirschman), forzando numerosas modificaciones en el conjunto del proceso productivo. En primer lugar, la cosecha mecánica requirió el desarrollo de nuevas variedades de tomates más resistentes al daño producido por la cosechadora. Este trabajo genético fue desarrollado también por la universidad en su primera etapa; luego, durante la década de 1970, lo asumió, al menos parcialmente, la empresa privada.

En segundo lugar, la adopción de la cosechadora, al modificar el tipo de producto entregado a las plantas procesadoras, requirió una serie de cambios en las técnicas de recibo, selección y procesamiento. Es importante mencionar que para lograr la rápida difusión del paquete tecnológico diseñado para la producción, fueron necesarios la aceptación e impulso de las procesadoras, es decir del conjunto de intereses económicos vinculados a la producción del tomate, ya que buena parte de la producción se realiza mediante contratos de producción.

La velocidad de incorporación de las cosechadoras al proceso productivo fue extraordinaria; el porcentaje de la producción cosechada mecánicamente pasó del 3% en 1964, al 100% en 1970. Coherente con este proceso, el número de asalariados en la cosecha disminuyó durante el mismo período (1964-1972) de 50 000 a 13 000 empleados. Esta reducción de mano de obra se consolidó a fines de la década de 1970 con la expulsión de otros 5.000 operarios, como consecuencia de la adopción del seleccionador electrónico.

El impacto que la tecnología tuvo sobre la utilización de capital fue acompañado por un efecto notable sobre la productividad ya que entre 1960 y 1978, los rendimientos y la producción aumentaron en un 250%. Ambos efectos combinados significaron una disminución de 10 veces en la cantidad de mano de obra utilizada por tonelada cosechada de tomate. Este dramático proceso de transformación tecnológica también significó una considerable concentración de la producción, tanto en el nivel agrícola como en las procesadoras.

Entre 1959 y 1974, el número de empresas agrícolas productoras de tomate disminuyó en un 50%, mientras que la cantidad de hectáreas promedio por unidad aumentó de 57 a 173. Asimismo, la utilización de tecnología intensiva en el uso de capital implicó una pérdida de importancia de los grandes contingentes de mano de obra temporal, traídos por distintos mecanismos desde México. A su vez, el sector asalariado permanente tuvo mayores facilidades para establecer relaciones contractuales estables.

Los datos disponibles en el estudio de caso muestran que uno de los principales efectos de la adopción de tecnología fue la permanencia de la producción de tomates en el Estado de California, y la posibilidad de competir favorablemente con otras regiones de los Estados Unidos y con México. Prueba de ello fue que la producción del Estado de California, como porcentaje del total de los Estados Unidos, pasó del 55% en 1960 al 65% en 1970, y a más del 80% en la mitad de esa década. Esta importancia de la tecnología como un elemento central del cual dependían la competencia interregional y la permanencia de la producción de tomates en California, explica la fácil articulación de los sectores sociales vinculados a esa producción en torno a la cuestión tecnológica.

Por otra parte, se estableció una competencia entre las distintas fracciones del capital, incluyendo a los propietarios de la tierra por la apropiación de los importantes excedentes que generó el proceso tecnológico. La evidencia sugiere que los beneficios del cambio técnico se distribuyeron entre los distintos sectores sociales en función de sus respectivas posibilidades de negociación, siendo el sector capitalista en su conjunto, el beneficiario del proceso de modernización. A su vez, la rápida concentración de la producción en unidades de mayor tamaño y la progresiva integración vertical del proceso productivo, como consecuencia de la modernización, significaron el

sacrificio de las unidades de menor tamaño y la pérdida de oportunidades de empleo agrícola para el sector asalariado no calificado. En contraposición, el proceso de mecanización incrementó las oportunidades de empleo agrícola especializado e industrial.

- b. La producción de azúcar en el Valle del Cauca en Colombia. El cambio técnico ocurrido en la producción de azúcar en el Valle del Cauca en Colombia comenzó a manifestarse alrededor de 1960, conjuntamente con la rápida expansión del área sembrada y la producción impulsadas por la apertura del mercado privilegiado de los Estados Unidos, después que se declaró el bloqueo a Cuba. Sin embargo, este proceso de cambio técnico se acentuó recién a fines de la década de 1960, cuando la incorporación de nuevas tierras llegó a sus límites naturales.

El cambio técnico experimentado está representado por un número de técnicas, siendo las más importantes: la incorporación de variedades mejoradas; el rediseño de las prácticas de riego y la preparación del terreno; el uso de fertilizantes y métodos químicos para el control de plagas y malezas en los últimos años; y la adopción de un método más eficiente para la corta de la caña (método australiano). La mayoría de estas técnicas fueron traídas del exterior. Los ingenios adaptaron algunas de ellas a las condiciones locales, con la colaboración -hasta 1973- de la estación experimental del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en Palmira.

El impacto de estas técnicas sobre los rendimientos fue bastante exiguo, ya que los mismos aumentaron entre 1960 y 1977 a una tasa anual de 1.67%, lo que significó un incremento para todo el período del 28%. Sin embargo, la producción aumentó aproximadamente en un 150% como consecuencia de la duplicación del área cosechada. Por otra parte el impacto sobre la utilización de factores, fue claramente intensivo en el uso de capital, aunque no tan notable como en el caso del tomate. Los índices de utilización de capital fijo y de insumos se incrementaron en alrededor del 300% y 500%, respectivamente, mientras que la mano de obra, utilizada directamente en el proceso productivo, aumentó en alrededor del 50% durante el mismo período. Este conjunto de modificaciones significó una disminución del 40% en la cantidad de mano de obra utilizada por hectárea cosechada.

El proceso innovativo descrito no introdujo modificaciones en las relaciones de producción capitalistas que caracterizaron a la actividad desde su origen. Sin embargo, modificó la organización de la producción especialmente en cuanto al grado de concentración e integración vertical, y la progresiva subordinación de los productores agrarios independientes a los intereses de los ingenios. Estas modificaciones explican el considerable impacto del proceso tecnológico sobre la distribución del ingreso entre los distintos sectores sociales vinculados al sector azucarero. El sector consumidor resultó beneficiado, aunque en forma subordinada a las necesidades del sector productor, lo cual está reflejado en la caída del precio del azúcar para el consumidor interno entre 1964 y 1975. El nivel de precios externos hizo posible esta caída sin afectar sustantivamente la rentabilidad de los ingenios, pero volvió a incrementarse cuando el precio internacional cayó y la rentabilidad debió ser protegida a través de los precios internos.

En el interior del sector productor, el excedente generado por la expansión de la producción y la incorporación tecnológica, es apropiado por los productores independientes y los ingenios en desmedro de los sectores terrateniente y asalariado, quienes ven disminuir su participación en el ingreso total. Sin embargo, lo más importantes que este proceso, favorable al capital, fue particularmente notable durante la década de 1970, época en la que el cambio técnico tuvo especial intensidad. Este hecho permite afirmar que el proceso de cambio técnico fue impulsado por el sector de

los ingenios como un mecanismo para contrarrestar la creciente capacidad de negociación de los sectores asalariado y terrateniente, generada por la rápida expansión de la industria durante la década de 1960.

- c. **La hacienda lechera en la Sierra ecuatoriana.** De forma similar a lo ocurrido con la producción de azúcar en Colombia, la producción de leche en la Sierra ecuatoriana, si bien se generalizó y difundió tempranamente en el siglo, su expansión solo se consolidó en la década de 1960. Este proceso se inició a fines de la década de 1950 como resultado de la iniciativa del sector terrateniente quien se adelantó a la amenaza de una Reforma Agraria, intentando eliminar el huasipungo. Sin embargo, el proceso adquirió una dinámica definitiva en la década de 1960, cuando el proceso de urbanización y las políticas impulsadas por el Estado incrementaron la demanda urbana de alimentos en general y de productos lácteos en particular. Desde muy temprano, este proceso de expansión experimentó un cierto grado de incorporación tecnológica representado por: el mejoramiento genético del ganado; el registro de la producción de cada vaca a los efectos de una mejor selección; y la introducción de pasturas artificiales. Estas tres técnicas conformaron un paquete natural que tuvo una cierta difusión antes de 1950. Alrededor del 25% de las unidades encuestadas informaron haber incorporado durante la década de 1940 las dos técnicas mencionadas en primer término.

Durante la década de 1950, se intensificó la incorporación de pasturas y se adoptó la mecanización, la crianza artificial de terneros y la inseminación artificial. Este proceso se acentuó claramente durante la década de 1960, época en la cual también comenzó a difundirse el ordeño mecánico. Durante la década de 1970, la adopción de este conjunto de técnicas se acentuó; la mayoría de ellas fueron adaptadas por el 90% de las unidades encuestadas. Las excepciones fueron el ordeño mecánico (50%) y la inseminación artificial (61%). Las praderas artificiales ocupan alrededor del 50% de la superficie ganadera y el 25% del total. El impacto de este proceso de incorporación tecnológica sobre la producción no fue considerable. La producción nacional aumentó de 731 millones de litros en 1972 a 871 millones en 1978, de los cuales la Sierra produjo el 91% del total, y las cuencas estudiadas alrededor del 25%.

La incorporación de pasturas artificiales y del ordeño mecánico significó un incremento importante en el uso de capital. A su vez, la sola expansión de la producción lechera con el patrón tecnológico que esta expansión adoptó, sustituyó la mano de obra provista por los huasipungos, quienes fueron reasentados durante esta época en las tierras de laderas, cedidas por las haciendas.

Este proceso de tecnificación de la producción lechera ecuatoriana aparece considerablemente rezagado en relación con lo ocurrido en otras partes del mundo. Todas las técnicas incorporadas habían sido ampliamente utilizadas en Europa, Estados Unidos y Oceanía desde épocas anteriores. Por lo tanto, no es sorprendente que la mayoría de ellas haya sido importadas y difundidas a partir de la actividad privada o como consecuencia de programas internacionales de asistencia técnica. El Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INTAP) parece haber desempeñado un papel de importancia solamente en el desarrollo de trabajos de prueba y adaptación de pasturas y el uso de fertilizantes.

3. Estancamiento relativo del cambio técnico

En contraposición a los cinco casos presentados previamente, la producción de ganadería vacuna en Uruguay, de papa en Perú y la rotación de algodón, maíz y frijoles en el nordeste brasileño ilustran casos de estancamiento tecnológico. Es importante hacer énfasis que este estancamiento es relativo en comparación con otras situaciones en las cuales el proceso

innovativo ha tenido un impacto significativo sobre la estructura productiva y la productividad de la tierra. Más aún, la caracterización de estas situaciones de estancamiento tecnológico se refiere, en particular, a la ausencia de incrementos en los rendimientos por hectárea.

- a. La ganadería vacuna en Uruguay. Esta es un producto de vital importancia en el proceso de acumulación global, y constituye el principal sector productivo del país desde muy temprano en la historia nacional. Es así que para 1908, el país contaba con más de ocho millones de cabezas de ganado vacuno, cifra no superada hasta después de 1970.

Consecuentemente con su importancia económica, la ganadería experimentó hasta 1930 un considerable proceso de incorporación tecnológica representado por mejoras genéticas, apotreramiento y mejor manejo del ganado. Dicho proceso innovativo permitió un incremento de la producción con un número de cabezas relativamente constante (alrededor de ocho millones). Ya en esa época, la expansión del sector encontró un límite natural en la disponibilidad de pasturas, iniciándose un período de estancamiento productivo.

En la década de 1950 el modelo tradicional de producción, configurado varias décadas atrás, estaba caracterizado por unidades productivas de gran tamaño relativo en las que se explotaban conjuntamente ganado vacuno y ovino de buen nivel genético. Se los alimentaba en campo natural cuya capacidad forrajera había disminuido por el pastoreo continuo de muchos años. Recién a fines de esa década se produjeron ciertas transformaciones en el modo de producción ganadero.

Los últimos veinte años muestran una serie de cambios operados en la técnica utilizada en la ganadería uruguaya, a la vez que se asiste al intento de introducir un nuevo paquete tecnológico a partir de la experiencia neozelandesa. Este está estructurado con base en una pastura compuesta de gramíneas y leguminosas; la fertilización necesaria para su implantación; y un manejo cuidadoso e intenso del pastoreo y del rodeo. Los cambios efectivamente detectados abarcan avances en genética, en prácticas sanitarias, en un mejoramiento de la infraestructura predial tendiente a la sustitución de fuerza de trabajo, y -lo que interesa destacar particularmente- en el incremento de la superficie de pasturas mejoradas. Este último fenómeno indica la aplicación de uno de los componentes del paquete mencionado que ha sido objeto de difusión por los organismos oficiales especializados.

Desde el año 1961, la Comisión Honoraria del Plan Agropecuario, caso interesante de cooptación del aparato público por el sector productor, puso en vigencia un programa de promoción de mejoramiento de praderas apoyado en un préstamo del Banco Mundial. En la primera etapa comprendida entre 1960 y 1966, la difusión fue experimental y con apoyo estatal a cada unidad productiva atendida. Luego, en la segunda etapa que finalizó en 1974, el proceso de difusión se generalizó progresivamente a todo el territorio. Después de 1974, el proceso de adopción tecnológica se reversionó como consecuencia de la crisis ganadera, originada en la situación del mercado externo. La superficie en pasturas artificiales se extendió, entre 1966 y 1975, a una tasa anual de casi el 20 %, hasta abarcar en 1975 más de un millón y medio de hectáreas o el 11% del área total ganadera, lo cual da una idea de la considerable acumulación de capital que este proceso significó. Esta utilización de pasturas mejoradas fue homogénea en los distintos estratos de tamaño de las unidades de producción, aunque las de menor tamaño utilizaron una mayor proporción de pasturas anuales (y menor proporción de permanentes que lo correspondiente al modelo neozelandés) que las de mayor tamaño.

Este proceso tecnológico tuvo un cierto impacto sobre la producción ganadera. Por un lado, la producción total estimada de carne vacuna (faena más cambio de existencia) se incrementó desde fines de la década de 1950 hasta llegar a un máximo en el año 1973,

para decaer en años posteriores. No obstante, una comparación entre los últimos tres años de la década de 1960, y los últimos tres años del período analizado (1976-1978), indica que la producción pasó de 1'400.000 cabezas a 1'700.000 cabezas, lo cual representa una tasa anual del 6.68%. Asimismo, la incorporación del paquete tecnológico

basado en las pasturas significó el incremento en el uso de fertilizantes y el desarrollo de la infraestructura física.

Si bien, el incremento de la producción vacuna se explica, parcialmente, por una disminución correlativa de la producción ovina, se puede atribuir al paquete tecnológico incorporado no sólo el incremento real de unidades ganaderas sino también la posibilidad técnica de realizar dicha sustitución. La misma se dio al amparo de los altos precios de la carne vacuna percibidos por el sector productor como reflejo de los altos precios del mercado internacional, y del crédito subsidiado otorgado a través del Plan Agropecuario. Después de 1974 el proceso se detuvo dramáticamente, cuando los precios del productor cayeron de manera significativa.

Esta correlación entre precios, crédito y adopción tecnológica, confirma la baja rentabilidad relativa del paquete tecnológico, y su mayor sensibilidad a variaciones climáticas y de precios. Las dos condiciones determinaron que, a partir de 1974, la decisión racional del productor fuera la no adopción del paquete tecnológico, clara evidencia del fracaso del proceso de articulación tecnológica iniciado con el Plan Agropecuario.

Estas características de la evolución de la ganadería uruguaya en las últimas décadas permiten identificar al proceso como de un estancamiento dinámico. Estancamiento por el crecimiento claramente insuficiente de la producción total y por unidad de superficie. Dinámico porque detrás de los resultados finales hay importantes cambios en la forma de producir, traducidos en la adopción de técnicas y en significativos procesos de acumulación y desacumulación sectorial, vinculados fundamentalmente a variaciones en el stock; al mejoramiento de pasturas; y a mejoras en la infraestructura de los establecimientos (Alonso Pérez).

- b. La producción de papa en el Valle del Mantaro en Perú. El largo proceso de incorporación tecnológica en la producción de papa, iniciado después de 1960, tiene dos etapas. En la primera, que se extiende hasta principios de la década de 1970, se dieron innovaciones tecnológicas muy limitadas, caracterizadas por alguna mecanización en el cultivo, una progresiva utilización de insumos y la introducción de variedades mejoradas. Este cambio técnico fue incorporado por los distintos estratos de productores, incluyendo los pequeños (una a cinco hectáreas), responsables de la mayoría de la producción en el valle del Mantaro (68% en 1972). Sin embargo, la producción de origen campesino incorporó un mínimo de semillas mejoradas, menos apreciadas para el consumo directo al cual se destina alrededor del 60% de la producción. Probablemente, como consecuencia de la utilización de variedades nativas o de creación antigua (como la variedad Renacimiento creada en 1949) cuya respuesta al uso de insumos tecnológicos es menor, también hubo una menor utilización de estos que en el caso de los productores capitalistas.

Este proceso de diferenciación se acentuó en la segunda etapa (a partir de 1974), durante la cual el sector de grandes productores adoptó, de manera notable, las nuevas variedades mejoradas e incrementó la utilización de insumos tecnológicos, lo cual permitió un aumento significativo de los rendimientos. De esta forma, los productores capitalistas tuvieron rendimientos seis veces mayores (campaña 1977 - 1978), que los obtenidos por los pequeños productores.

Dada la gran importancia de la producción de caña en el Valle del Mantaro para el total del país, y en ésta la de los pequeños productores, el impacto de lo acontecido en las empresas capitalistas no tuvo gran repercusión nacional. Los rendimientos estuvieron estancados en alrededor de 6200 toneladas durante todo el período, iniciándose un incremento solamente después de 1974, para alcanzar la cifra de 7500 toneladas en 1978.

Por otra parte, la producción total quedó estancada, con algún incremento entre 1960 y 1970 y una leve tendencia declinante en los últimos años.

La debilidad del cambio técnico experimentado y su variabilidad en cuanto a naturaleza e intensidad entre estratos de productores tuvieron efectos difícilmente mesurables en cuanto a la utilización de factores y la distribución de excedentes. Sin embargo, la evidencia disponible sugiere que el proceso tecnológico se ha traducido en un mayor uso de insumos tecnológicos, pero ha tenido poco efecto en la utilización de mano de obra.

- c. El caso de la rotación maíz-algodón-frijol en el noreste de Brasil. El caso de la rotación estudiada en el noreste del Brasil (algodón-maíz-frijol) ilustra con toda claridad, una situación de estancamiento en la producción y la productividad. Esta situación es aun más notable cuando se la compara con el activo proceso de cambio técnico experimentado por la producción pecuaria de la gran empresa, de la cual aquella es subsidiaria.

Durante el período estudiado se registró solamente la introducción de unas cuantas técnicas productivas, entre las que cabe resaltar la difusión del arado de tracción animal, cuyo número se incrementó de 108 en 1950 a 8920 en 1970. La introducción de tractores u otro tipo de maquinaria fue insignificante. Asimismo, la introducción de nuevas variedades de algodón con fibra de mejor calidad y un menor rendimiento por hectárea, y de variedades de maíz con mayor productividad. Estas innovaciones tecnológicas tuvieron lugar a mediados de 1950 y se intensificaron en el período anterior a 1970. La pasividad tecnológica observada corresponde a un proceso general de estancamiento de la producción y de productividad de los dos cultivos mencionados:

Producción y rendimientos de algodón, frijol y maíz en el noreste del Brasil

Cultivo	Producción (t)		Rendimiento (kg)	
	1961	1977	1961	1977
Algodón	44116	34763	792	173
Frijol	24243	51021	681	363
Maíz	46751	152637	738	864

El dramático estancamiento en la producción y los rendimientos de los tres cultivos estudiados contrasta fuertemente con lo acontecido en la producción ganadera. Durante el período 1960 - 1975, el número de cabezas de ganado bovino en la región del noreste pasó de 9580000 en 1960 a 17880000 en 1975. Esta fenomenal expansión se realizó con base en la incorporación de tierras deforestadas y convertidas en pastos naturales, y estuvo acompañada por un proceso de innovación tecnológica de considerable magnitud. El cambio técnico estuvo representado principalmente por la pasteurización del ganado

criollo con la raza Brahma, la construcción de cercas y pozos de agua, y nuevas prácticas de manejo. Este conjunto de técnicas redundó en un incremento de la tasa de natalidad y del peso promedio de la res en canal, que pasó de 144 kilogramos en 1946 a 200 kilogramos en 1970.

El cambio técnico observado en relación con lo acontecido en el mundo

Los procesos tecnológicos resumidos en las páginas previas, ilustran activos procesos de modernización agraria en por lo menos cinco de los casos: arroz, maíz, azúcar, lechería, y tomates. Un hecho notable es la simultaneidad de dichos procesos; incluyendo al incipiente proceso de transformación tecnológica en la ganadería uruguaya, todos se iniciaron durante la década de 1960 (los años significativos en los cinco casos fueron: 1968 para el arroz en Colombia; 1964 para el maíz en Argentina y tomates en California; principios de la década de 1960 para el azúcar en Colombia y lechería en Ecuador). Solamente el proceso de incorporación tecnológica por parte de los grandes productores de papa en el valle del Mantaro en Perú, se inició recién en la década de 1970.

En el caso particular de los procesos tecnológicos estudiados, el incremento en los rendimientos del arroz en Colombia y del maíz en la región pampeana en Argentina - especialmente en el período posterior a mediados de la década de 1960 - se equiparan favorablemente con lo ocurrido en los países centrales y también con el país de máximo crecimiento en los rendimientos. Este hecho permite afirmar que estos casos experimentaron procesos tecnológicos con un alto impacto sobre los rendimientos inclusive en una comparación internacional. En el caso de la producción de azúcar en Colombia el incremento en los rendimientos fue significativo aunque menos notable; mientras que el frijol en el nordeste del Brasil presentó una situación de evidente estancamiento.

Desde el punto de vista de la naturaleza de los procesos tecnológicos estudiados, es importante resaltar el carácter intensivo en el uso de capital de todos ellos, y el hecho de que en todos los casos, el proceso innovativo estuvo acompañado por algún grado de expansión del área sembrada. Estas características se dieron en forma independiente de los precios relativos de los factores ya que, al menos en un número de casos, para los cuales la información está disponible, el precio de mercado de los bienes de capital y el de la tierra se incrementaron más rápidamente que el de la mano de obra (azúcar y arroz en Colombia; maíz en Argentina).

La característica intensiva en el uso de capital y desplazadora de mano de obra de la tecnología adoptada fue particularmente manifiesta en los casos de azúcar, leche y tomate en los cuales, las unidades de producción dominantes eran de un considerable tamaño económico, estaban integradas verticalmente y mostraron una intensa actividad corporativa. Asimismo, en estos casos la tecnología tuvo un importante impacto en la reorganización del proceso productivo, modificando las relaciones de producción existentes al comienzo del período estudiado.

Esta breve descripción de los estudios de caso justifica su clasificación en los tres grupos en que fueron presentados, de acuerdo con la intensidad y naturaleza de cambio técnico.

El primer grupo está integrado por los estudios de caso sobre la producción de arroz en Colombia y maíz en Argentina (después de mediados de la década de 1960), que se caracterizaron por activos procesos de cambio técnico, basados en la introducción de un paquete tecnológico dentro del cual, las nuevas variedades híbridas fueron el elemento central. Estos procesos tecnológicos tuvieron un importante impacto sobre la producción y los rendimientos por hectárea; el uso de capital fue moderadamente intensivo en relación con el trabajo; y tuvieron limitados efectos sobre las relaciones de producción predominantes, y otros aspectos de la estructura productiva tales como el grado de concentración e integración vertical.

Un segundo grupo está integrado por los estudios de caso referidos a la producción de leche en Ecuador y azúcar en Colombia; en los mismos, el proceso tecnológico fue menos intenso y estuvo basado en la introducción de nuevos procesos productivos, en general ahorradores de mano de obra. Aunque el impacto de estos procesos sobre los rendimientos fue limitado, sus efectos sobre la organización del proceso productivo y la utilización de mano de obra fueron importantes.

El caso de la producción de tomates en California representa una situación intermedia en la cual, el proceso innovativo fue extremadamente intenso y tuvo efectos importantes tanto sobre los rendimientos por hectárea y la producción, como sobre la utilización de mano de obra y los procesos de concentración e integración vertical.

Finalmente, un tercer grupo integrado por los casos de la papa en Perú, la ganadería en Uruguay y la rotación en el noreste brasileño representan situaciones de estancamiento tecnológico, por lo menos en un sentido relativo a los otros casos analizados y a lo acontecido en el nivel mundial para dichos productos.

VII. EL PROGRAMA II DEL IICA - GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA, EN EL MARCO DEL PLAN DE MEDIANO PLAZO, 1987 - 1991

Propósito del Programa

El Programa de Generación y Transferencia de Tecnología es la respuesta del IICA a dos aspectos fundamentales: (i) el reconocimiento por parte de los países y de la comunidad técnico-financiera Internacional de la importancia de la tecnología para el desarrollo productivo del sector agropecuario, y (ii) el convencimiento generalizado de que para aprovechar plenamente el potencial de la ciencia y la tecnología es necesario que existan infraestructuras institucionales, capaces de desarrollar las respuestas tecnológicas apropiadas a las condiciones específicas de cada país y un marco de políticas que promueva y posibilite que las mismas sean incorporadas a los procesos productivos.

En ese contexto, el Programa de Generación y Transferencia de Tecnología se orienta a promover y apoyar las acciones de los países miembros tendientes a mejorar el diseño de sus políticas tecnológicas, fortalecer la organización y administración de sus sistemas de generación y transferencia de tecnología y facilitar su transferencia Internacional. De tal modo, se podrá lograr un mejor aprovechamiento de todos los recursos disponibles y una mejor y más efectiva contribución a solucionar los problemas tecnológicos de la producción agropecuaria, dentro de un marco de igualdad en la distribución de los beneficios y conservación de los recursos naturales.

Se dará especial énfasis al apoyo a la generación y transferencia de tecnología que permita reducir importaciones agropecuarias e incrementar exportaciones de vegetales, frutas, legumbres y hortalizas.

Problemas a resolver

Después de la Segunda Guerra Mundial, la ciencia y la tecnología se convirtieron en uno de los principales determinantes de los cambios económicos y sociales. Más que cualquier otro factor (ya se trate de los recursos naturales o de las políticas económicas) son las innovaciones tecnológicas las que determinan la capacidad productiva de los recursos de un país y su competitividad en los mercados Internacionales. Los ejemplos de cómo los procesos de desarrollo

científico y tecnológico han contribuido al desarrollo económico, político y social abundan en todos los sectores. Basta hacer referencia al milagro industrial del Japón de postguerra o a los resonantes éxitos agrícolas de países como la India, que a principios de los años 60 se encontraba permanentemente al borde de la crisis alimentaria, y hoy gracias a los resultados de la innovación tecnológica, mantiene reservas de más de 20 millones de toneladas de granos básicos.

América Latina y el Caribe no han permanecido ajenos a estas tendencias. Durante el último cuarto de siglo la situación en cuanto a la generación, transferencia y adopción de tecnología agropecuaria ha sufrido importantes transformaciones, a la par de importantes inversiones dirigidas al desarrollo de infraestructuras institucionales y la formación de recursos humanos. Estos esfuerzos no han sido ajenos al hecho de que durante este período la agricultura de la Región ha mostrado cierto dinamismo, puesto en evidencia en incrementos de la productividad y producción de importantes cultivos. También es cierto que, junto a esas experiencias exitosas coexisten en la Región, hay situaciones en las cuales la producción agropecuaria no ha podido hacer frente a las demandas de alimentos para el consumo interno y para contar con saldos exportables.

La región enfrenta hoy una crisis económica de grandes proporciones, que traerá consigo profundas transformaciones en la sociedad y en el papel que cada sector juega dentro de ella. Dentro de ese proceso ya existen evidencias de que el sector agropecuario debe jugar activo para satisfacer la creciente demanda de alimentos y contribuir al incremento de las exportaciones. La necesidad de pasar definitivamente a una agricultura altamente tecnificada ya no es un compromiso sectorial, sino de la sociedad toda.

Los adelantos de la ciencia moderna, particularmente en el campo de la biotecnología, y las experiencias de los éxitos alcanzados en otras partes del mundo y en los propios países de América Latina y el Caribe en relación con situaciones particulares, demuestran claramente que esta transformación tecnológica es factible.

En la mayoría de los países existen infraestructuras institucionales que proveen una base adecuada para los esfuerzos que deben ser realizados. Dicha base se fundamenta principalmente en un conjunto de institutos de investigación y, de naturaleza descentralizada y administración autónoma, creados a partir de la década de los 50 para agilizar ese proceso de generación y transferencia de tecnología y facilitar su mejor vinculación con los sectores productivos.

Al mismo tiempo, se ha producido en la Región un conjunto de nuevos desarrollos institucionales en el campo nacional e internacional, público y privado, que contribuyen de manera muy importante a fortalecer el potencial regional para generar la base tecnológica necesaria para lograr un sostenido desarrollo agrícola. Tal es el caso de la creciente participación de organizaciones del sector privado en las actividades de generación y transferencia de tecnología de los mecanismos de cooperación horizontal y transferencia de tecnología entre países, como el Programa PROCISUR, el PCCMCA, y el PRECODEPA, entre otros, y los Centros Internacionales de CGIAR que operan en la región (CIMMYT, CIAT y CIP).

Esta considerable base institucional enfrenta una serie de problemas que limitan seriamente su productividad y capacidad de contribuir efectivamente al desarrollo agrícola y el bienestar rural de los países de la región. Los siguientes son algunos aspectos de importancia en ese sentido:

a. Dificultades para articular la política tecnológica

En muchos casos existen dificultades para articular la política tecnológica con otros aspectos de la política agraria. En consecuencia, los esfuerzos de investigación han

carecido de directrices claras para la fijación de prioridades y sus actividades han aparecido desvinculadas de los objetivos de desarrollo y han evidenciado una tendencia de concentrarse en problemas de poco impacto sobre la situación productiva del sector. En otros casos, cuando han existido resultados de investigación en línea con los problemas tecnológicos, ha faltado otro tipo de medidas concerniente a otras dimensiones de la política agropecuaria, tales como prerrequisitos, créditos, insumos, etc., lo que ha limitado sustantivamente las posibilidades de una rápida transferencia y difusión de las nuevas tecnologías.

b. Desajustes organizacionales

La estructura organizativa de algunos de los sistemas institucionales, si bien sirvió para movilizar los esfuerzos iniciales en el campo de la generación y la transferencia de tecnología, ha ido quedando desactualizada frente a los cambios en la estructura productiva del sector agropecuario y los nuevos desarrollos institucionales, tales como la creciente participación privada y la acción de los centros internacionales. Junto con esos problemas organizativos, se manifiestan también deficiencias en cuanto a la gestión y manejo institucional, derivadas principalmente de la creciente complejidad de los procesos de generación y transferencia de tecnología. Esta complejidad responde tanto a los aspectos científicos propiamente dichos como a la necesidad de diversificar y ajustar los objetivos de investigación y las metodologías para la transferencia de tecnología, con el propósito de responder mejor a los problemas específicos de los distintos clientes.

c. Insuficiencias presupuestarias y escasez de recursos humanos debidamente capacitados

Desde principios de la década de 1960 hasta mediados de los años 70 los recursos presupuestarios y el personal de los sistemas de generación y transferencia de tecnología crecieron rápidamente. Esa situación se ha revertido en los últimos años; pues se produjo un estancamiento y en algunos casos incluso un descenso en términos reales de los recursos asignados a esas actividades. En el campo de los recursos humanos, se han puesto en evidencia altas tasas de rotación de personal. La incidencia negativa de este problema, de por sí grande, se vio incrementada por la escasez de oportunidades de capacitación a nivel de postgrado, lo que dificulta la reposición del personal migrante.

d. La desvinculación entre la investigación y la enseñanza

En la mayoría de los países, la investigación y la transferencia de tecnología se encuentran casi totalmente separadas de la enseñanza, ya sea de nivel superior o de postgrado. Esta separación ha tendido por una parte a agravar los problemas de recursos humanos ya mencionados y a desperdiciar las oportunidades implícitas en la natural reciprocidad que existe entre la investigación y la enseñanza, en general, y con la de postgrado en particular.

e. Insuficiente integración entre las actividades de investigación y la transferencia de tecnología

En muchos casos, la investigación y la transferencia de tecnología son responsabilidad de diferentes organismos; en otros, hay total ausencia de mecanismos formales de transferencia. Esto ha llevado a dificultades para identificar correctamente los problemas que enfrentan los productores y a una oferta tecnológica que no responde a las necesidades específicas de

los sectores productivos. Una de las principales causas de esta situación es la falta de mecanismos para programar que faciliten la real participación de los productores en las decisiones sobre que investigar y que tipo de tecnología transferir.

f. **El problema de los países pequeños**

El principal problema que enfrentan los países pequeños en el campo de la investigación y la transferencia de tecnología, es el conflicto potencial que existe entre sus necesidades de desarrollo tecnológico y el nivel de recursos que les es posible invertir en este tipo de actividades. Ambos aspectos están relacionados, aunque no de manera directa. Si bien las necesidades tecnológicas de un país dependen de su tamaño y de la variedad de sus productos, las diferencias entre países en este sentido no son muy grandes. Por el contrario, la capacidad de financiamiento y la rentabilidad de un determinado nivel de esfuerzos están directamente relacionadas con el tamaño económico de la producción, lo cual actúa en un número de países como un serio condicionante para alcanzar los niveles de inversión requeridos para mantener una infraestructura de investigación y transferencia de tecnología acorde con sus necesidades.

Áreas de concentración y acciones a desarrollar

La situación descrita arriba, se resume en un contraste de oportunidades y problemas: oportunidades porque en los países de América Latina y el Caribe existen la infraestructura y experiencias específicas a partir de las cuales se puede encarar el desarrollo de las nuevas tecnologías que serán requeridas para la transformación de la agricultura de la Región; problemas porque existen una serie de deficiencias que limitan su productividad y efectividad. En función de ese contraste, las actividades del IICA en este campo se orientan a cooperar con los países miembros para resolver esos problemas y limitaciones, de tal manera que se pueda aprovechar al máximo el potencial de las oportunidades y recursos disponibles. Dentro de este concepto, en el período 1987-1991 el Programa concentrará sus actividades en cinco áreas de trabajo: el diseño de políticas tecnológicas; el mejoramiento de los aspectos organizativos y gerenciales de los sistemas e instituciones de generación y transferencia de tecnología; el desarrollo y/o fortalecimiento de los programas de formación de recursos humanos; la cooperación recíproca y el intercambio de información entre las instituciones nacionales e internacionales que operan en la Región; y la prestación de servicios para la formulación e implementación de proyectos de inversión en el área de generación y transferencia de tecnología.

A continuación se presentan algunos de los aspectos que serán enfatizados y los tipos de proyectos a desarrollar en cada una de esas áreas de trabajo.

a. **Diseño de la política tecnológica**

En relación con el área de política tecnológica, el Programa concentrará su atención en los problemas vinculados a la asignación de recursos a la investigación y transferencia de tecnología; cómo lograr una mayor y mejor integración entre las actividades del sector público y el privado en el campo de la generación y la transferencia de tecnología; a la compatibilidad entre los aspectos científico-tecnológicos y los restantes componentes de las políticas agrarias en general y las referidas a la producción y distribución de insumos tecnológicos en particular; y el diseño de instrumentos y mecanismos para lograr una mayor integración de lo tecnológico-agropecuario en los sistemas nacionales de ciencia y tecnología.

En relación con estos temas específicos, el Programa:

- i. Desarrollará estudios e investigaciones orientados a generar información útil para lograr una mejor comprensión de los distintos aspectos y problemas involucrados.
- ii. Con base en dicha información, prestará asesoramiento a los países en el diseño e implementación de mecanismos, instrumentos y políticas que respondan adecuadamente a las características, situación de recursos y necesidades de generación y transferencia de tecnología de cada país.

b. Organización y manejo de los sistemas e instituciones nacionales de generación y transferencia de tecnología

Respecto a la organización y manejo de las actividades de generación y transferencia de tecnología, las actividades del Programa se orientarán a:

- i. El estudio y evaluación de las estructuras vigentes y de los nuevos desarrollos institucionales y de sus implicaciones y la prestación de apoyo técnico para el diseño e implementación de procesos específicos de reorganización cuando fuese necesario.
- ii. Apoyar el fortalecimiento de los aspectos administrativos y gerenciales de los sistemas nacionales de investigación y transferencia de tecnología.

En este campo, los esfuerzos se concentrarán en el desarrollo e implementación de nuevos enfoques y metodologías de trabajo en aspectos claves del proceso administrativo-gerencial, tales como los mecanismos de planificación y programación, los esquemas de manejo de recursos humanos, los sistemas de seguimiento y evaluación, y en la organización de actividades de capacitación para los directivos de los sistemas nacionales de investigación y transferencia de tecnología. Dichas actividades de capacitación serán desarrolladas dentro de un esquema tendiente a lograr en el mediano plazo la institucionalización de la capacitación en administración de la investigación y transferencia de tecnología dentro de las universidades, programas de postgrado y otras entidades dedicadas al desarrollo de recursos humanos, ya sea en el campo de las ciencias agrícolas o las administrativas.

c. Desarrollo y/o fortalecimiento de los programas de formación de recursos humanos

En la actualidad, el grueso de las necesidades de personal altamente capacitado de los sistemas nacionales de investigación y transferencia de tecnología es cubierto por centros de capacitación situados fuera de la Región. Por los problemas de financiamiento que enfrentan la mayoría de los países y el constante incremento de los costos de la capacitación extraregional, es necesario realizar esfuerzos concretos para incrementar la participación de centros de entrenamiento a nivel de postgrado de la Región, en la capacitación de personal para las instituciones nacionales de generación y transferencia de tecnología, tanto públicas como privadas. En ese sentido, el Programa:

- i. Colaborará con los sistemas e instituciones nacionales de investigación y transferencia de tecnología en la elaboración de planes de desarrollo de recursos humanos.
- ii. Colaborará con las Universidades y otros organismos de capacitación en aspectos relacionados con el desarrollo curricular.

iii. Promoverá el desarrollo e implementación de mecanismos para facilitar una mayor integración entre la investigación y la enseñanza de posgrado.

d. **Coooperación recíproca y coordinación internacional de la investigación y la transferencia de tecnología**

Las experiencias existentes dentro de la región acerca de redes de intercambio de información, transferencia de tecnología y coordinación internacional de las actividades de investigación en temas específicos, indican que las mismas son un mecanismo efectivo para lograr un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles para este tipo de actividades. Esto es particularmente cierto para el caso de los países más pequeños, que no pueden por sí solos hacer frente a todas sus necesidades tecnológicas. Las experiencias de programas como el PCCMCA, PRECODEPA, REDINA y PROCISUR, entre otros, confirman ampliamente la utilidad y el impacto potencial de este tipo de mecanismos. Sin embargo, para lograr su efectivo funcionamiento, dichos Programas deben estar adecuadamente financiados y contar con un aporte administrativo de acuerdo con sus características específicas para operar a nivel internacional. Dentro de esa perspectiva, el Programa colaborará con los países miembros en:

- i. La identificación de áreas y oportunidades para la cooperación y el intercambio de información.
- ii. La búsqueda y obtención de los recursos financieros necesarios.
- iii. El diseño e implementación de los mecanismos institucionales y administrativos requeridos para que se pueda llevar a cabo la cooperación y el intercambio.

En el periodo 1987-1991 se continuará con el programa PROCISUR, se iniciará la implementación del Proyecto PROCIANDINO y se comenzarán actividades dirigidas a definir mecanismos similares para los países de Centro América y el Caribe. Asimismo, se enfatizará el apoyo administrativo a las redes de investigación como REDINA, PCCMCA y RISPAL, y las asociaciones profesionales en el campo agropecuario como IFARD, ALCA Y ALPA.

e. **Formulación e implementación de proyectos de inversión**

El logro de un adecuado nivel de financiamiento constituye uno de los requerimientos de mayor importancia para el desarrollo y consolidación de tecnología de alta productividad. Por las características y la alta rentabilidad de las inversiones en este campo, existe un gran interés entre los organismos bilaterales e internacionales de financiamiento por ayuda a los esfuerzos nacionales por fortalecer los sistemas nacionales de generación y transferencia de tecnología. Para que ese interés se materialice en programas concretos y productivos, es necesario que existan proyectos específicos y la capacidad administrativa requerida para ejecutarlos. Con el fin de facilitar los esfuerzos de los países miembros por beneficiarse de estas oportunidades de financiamiento, el Programa:

- i. Apoyará a las instituciones nacionales en la búsqueda de recursos.
- ii. Junto con el CEPI, colaborará en el diseño y formulación de los proyectos.
- iii. A pedido de los países participará en la administración de los mismos.

VIII. INNOVACION TECNOLÓGICA Y DESARROLLO AGROPECUARIO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: DESAFIOS Y OPORTUNIDADES [‡]/

LA RENOVADA NECESIDAD DE INNOVACION TECNOLÓGICA EN LA AGRICULTURA DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

- La creciente importancia de la contribución del cambio tecnológico al desarrollo agrícola y el crecimiento económico es un hecho ampliamente comprobado. A medida que las posibilidades de expansión horizontal de la producción se vuelven más escasas mayor se torna la necesidad de nuevas tecnologías que incrementen la productividad de los factores de producción.
- Estudios recientes acerca de un conjunto de países de Latinoamérica y el Caribe indican que entre 1950 y 1980 más de un 30 % del crecimiento de la producción se debió a un mayor uso de insumos tecnológicos. Más aún, ha sido en los que evidenciaron un mayor dinamismo en la producción donde la contribución del cambio tecnológico fue más importante.
- En el futuro, la importancia del cambio tecnológico lejos de disminuir aumentará, tanto debido a factores asociados a la presente coyuntura internacional y nacional en que se desenvuelven las economías de la región, como por las propias transformaciones estructurales que resulten del proceso de modernización.
- En relación con la situación actual, la dramática caída en los precios internacionales conjuntamente con los ajustes de las tasas reales de cambio han traído aparejado, no solamente una renovada necesidad de aumentar la productividad para mantener la competitividad de ciertos productos, sino también alteraciones en las ventajas comparativas de la región y la necesidad de nuevas tecnologías para aprovechar plenamente dichas oportunidades de mercado. Estos impactos se manifiestan no sólo del lado de los productos, sino también en lo referido a los insumos y las necesidades de encontrar sustitutos para los insumos importados, ahora más costosos por los ajustes efectuados en las tasas reales de cambio.
- En el largo plazo las necesidades tecnológicas no se derivarán ya de las situaciones de mercados y precios, sino del papel que la agricultura debe desempeñar en el proceso de reactivación de las economías latinoamericanas y de las propias características del proceso de modernización agrícola.
- La contribución de la agricultura se dará tanto por su capacidad de generar divisas y recursos de inversión como por los efectos multiplicadores que tiene la modernización de la producción a través de nuevos y crecientes encadenamientos con los otros sectores de la economía, particularmente con respecto al mayor uso de los insumos tecnológicos y la industrialización de la producción agrícola.
- Para que esto sea posible, nuevas tecnologías que contemplen en su totalidad las interrelaciones entre agricultura e industria son necesarias. Asimismo, las políticas tecnológicas deben considerar no solo las dimensiones asociadas a la producción agrícola en sí misma, sino también el manejo de instrumentos relacionados con el comportamiento de los sectores agroindustriales vinculados a la producción de insumos y el procesamiento de los productos agropecuarios.

[‡]/ Esta sección es un resumen del Tema 3 presentado por el IICA en la IX Conferencia Interamericana de Ministros de Agricultura, realizada en Ottawa, Canadá del 21 de agosto al 2 de septiembre de 1987.

LA CAMBIANTE BASE CIENTIFICA E INSTITUCIONAL DEL PROCESO TECNOLÓGICO

- Ligado a esta renovada importancia del cambio tecnológico se presenta un conjunto de desarrollos que afecta de manera significativa el funcionamiento de los sistemas nacionales de investigación y transferencia de tecnología y su capacidad de generar y volver accesibles los nuevos conocimientos tecnológicos para asegurar el papel que le cabe al sector agropecuario en la reactivación coyuntural y el largo plazo de las economías de la región.
- Estos desarrollos se vinculan a la evolución reciente de las instituciones nacionales de generación y transferencia de tecnologías a los avances en el campo de las nuevas biotecnologías, a la creciente internacionalización del proceso tecnológico y la mayor participación del sector privado en el mismo.

EL PAPEL DEL SECTOR PÚBLICO: AUSTERIDAD Y DEBILITAMIENTO

- El sector público ha desempeñado y desempeña un papel crítico en el desarrollo de nuevas tecnológicas para el sector agropecuario. En parte por las propias características de la tecnología agropecuarias que dificultan la apropiación de los beneficios derivados de las mismas por parte de quienes las desarrollan, y, como consecuencia del reducido tamaño de las empresas agropecuarias que impide que éstas puedan enfrentar los altos costos de investigación.
- Estos aspectos motivaron en el pasado la creación de importantes infraestructuras de investigación agropecuaria, las cuales sin duda han contribuido de manera significativa al desarrollo del sector. En los últimos tiempos, sin embargo, estas instituciones, que en la mayoría de los casos constituyen la base principal de la capacidad científico-tecnológica-agropecuaria del país, se han visto afectadas por un progresivo deterioro de su situación presupuestaria, lo que ha afectado su capacidad operativa y su efectividad para producir las nuevas tecnologías que el sector agropecuario necesita.

LA BIOTECNOLOGIA: UNA NUEVA FRONTERA TECNOLÓGICA

- Los avances en el campo de la biotecnología, si bien aún son incipientes, serán un factor importante en el futuro tecnológico de la región, con efectos tanto en la estructura y funcionamiento del proceso de investigación, como en la organización y ventajas comparativas en la producción agropecuaria.
- En el campo científico la revolución biotecnológica significa un acercamiento entre la ciencia básica y la tecnología, y un rompimiento de la tradicional diferenciación entre investigación básica e investigación aplicada sobre la cual se asientan las estructuras de investigación de la región, al mismo tiempo, plantea demandas en disciplinas tales como la biología celular y molecular tradicionalmente ausentes de las mismas.
- En lo institucional resalta el papel predominante que desempeña el sector privado en el desarrollo de las nuevas biotecnologías. La posibilidad de proteger por medio de patentes y otros mecanismos los resultados de las investigaciones en este campo, ha atraído la atención de grandes empresas transnacionales e, incluso, ha incentivado el desarrollo de pequeñas empresas dedicadas exclusivamente a actividades de investigación. Estas nuevas tendencias

implican cambios significativos en el funcionamiento de los procesos de innovación tecnológica, particularmente en cuanto al papel que deben y pueden desempeñar allí las instituciones públicas.

- El impacto de los nuevos desarrollos en biotecnología tienen profundas implicancias económicas. En un sentido práctico la biotecnología comprende un conjunto de metodologías que permiten considerar a los organismos vivos como máquinas que pueden ser alteradas o rediseñadas para cumplir distintos propósitos. Así es posible crear productos o procesos totalmente nuevos, tales como la reproducción bajo condiciones controladas de ciertos tipos de células. De hecho, esto permite cambiar la organización de la producción de ciertos productos, modifica la importancia relativa de los distintos factores de producción y, particularmente, reduce la dependencia de la producción agropecuaria de los recursos naturales disminuyendo su importancia en la definición de las ventajas comparativas y los flujos del comercio internacional agropecuario.
- En América Latina y el Caribe la biotecnología se encuentra aún en su etapa inicial y enfrenta serias limitaciones. La escasez de recursos humanos debidamente capacitados en las disciplinas básicas y la falta de mecanismos y políticas adecuadas para movilizar los esfuerzos nacionales son las principales limitantes para lograr una mayor inversión en investigación en este campo.

EL SECTOR PRIVADO Y LAS ACTIVIDADES A NIVEL INTERNACIONAL. NUEVAS DIMENSIONES DEL PROCESO TECNOLÓGICO

- Paralelamente al surgimiento de la biotecnología como un elemento determinante en el panorama tecnológico de la región, se han producido cambios institucionales de significativa importancia para el funcionamiento de los sistemas nacionales de generación y transferencia de tecnología. Se trata del permanente incremento de la participación del sector privado en las actividades de investigación y de la creciente importancia de su dimensión internacional.
- La mayor participación del sector privado se viene dando tanto a través de las propias organizaciones del sector, así como también de las empresas productoras de insumos tecnológicos para la producción agropecuaria.
- En el primer caso, cabe destacar la importancia de ciertos esfuerzos del tipo de los Consorcios Regionales de Experimentación Agropecuaria (Grupos CREA) y de asociaciones de productores como ASOCANA y FEDEFARROZ en Colombia, así como de las asociaciones de productores de café y cacao en varios países. Estos esfuerzos representan una importante contribución de recursos y la posibilidad de una más estrecha participación de los usuarios en las actividades de desarrollo de nuevas tecnologías.
- La participación de las firmas productoras de insumos en las actividades de investigación es un fenómeno asociado al propio proceso de modernización agropecuaria y a la expansión de los mercados de insumos tecnológicos. El advenimiento de la biotecnología como un factor importante en el proceso de innovación tecnológica tiende a ampliar y consolidar esta tendencia y volver a enfatizar la necesidad de revisar las políticas y mecanismos de interacción entre el sector público y el privado.
- A nivel internacional es necesario reconocer el valioso papel que en los últimos 20 años han desempeñado los Centros Internacionales de Investigación Agrícola del CGIAR y el potencial que presentan algunos esfuerzos en el campo de la cooperación horizontal que se vienen desarrollando exitosamente en la región.

- Los centros internacionales, aprovechando su ventaja comparativa en ciertas etapas del proceso tecnológico, se han constituido en una importante fuente de apoyo y complementación de los sistemas nacionales, principalmente en cuanto al mejoramiento de germoplasma en los principales rubros alimenticios, y como tales hoy constituyen parte integral del sistema regional de generación y transferencia de tecnología.
- En los últimos tiempos, y como consecuencia del impacto de la biotecnología en las relaciones entre investigación básica y aplicada y de la mayor participación privada en el desarrollo de conocimientos tecnológicos, se ha planteado el interrogante acerca de si los centros internacionales podrán continuar cumpliendo su papel de enlace entre los sistemas nacionales del mundo en desarrollo y los centros de generación de conocimientos a nivel mundial. Para hacerlo es indudable que los centros deberán revisar sus políticas respecto a la división de tareas con las instituciones nacionales, a su participación en actividades de investigación básica y su relación con la industria productora de insumos tecnológicos.
- La cooperación horizontal para la transferencia de tecnología representa una alternativa importante para ampliar las actividades de los sistemas nacionales, ya sea a través del intercambio de información o de la investigación conjunta de problemas comunes. En la región hay varias experiencias que indican claramente el potencial de estos mecanismos y la importancia que éstos pueden tener para lograr un mejor aprovechamiento de los recursos y ventajas comparativas de cada país, especialmente en los países de menor tamaño.

CONSIDERACIONES PARA EL MEJOR DESEMPEÑO DE LOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS DE AMÉRICA LATINA

Un nuevo Contexto para las Políticas Tecnológicas

- La creciente importancia de los encadenamientos entre la producción primaria y otros sectores de la economía hace necesario que las políticas tecnológicas consideren plenamente el impacto de las interrelaciones sectoriales y las políticas macroeconómicas en el comportamiento tecnológico del sector agropecuario. Para que esto sea posible no sólo es necesaria una mayor información acerca de la naturaleza de dichos impactos, sino también se requieren importantes modificaciones en los propios procesos de definición de políticas para asegurar la correcta articulación de las políticas agropecuarias y económicas globales.

La necesidad de Mantener la Capacidad Tecnológica del Sector Público

- A pesar del creciente papel del sector privado y de la mayor importancia de los esfuerzos internacionales, el sector público nacional continúa siendo el elemento crítico para lograr un flujo continuo de innovaciones tecnológicas. Para que esto sea posible es preciso asegurar niveles mínimos de financiamiento estable para el mantenimiento de una masa crítica de recursos científicos en las áreas de prioridad nacional. En este sentido, se hace necesario considerar innovaciones institucionales que permitan la creación de nuevos flujos de financiamiento vinculados más directamente a los usuarios de los nuevos conocimientos tecnológicos. Asimismo, se debe incrementar la efectividad y eficiencia con que se utilizan los recursos actualmente disponibles.

Las Necesidades Específicas de la Agricultura Campesina

- América Latina y el Caribe se caracteriza por una estructura agraria dual en donde coexisten la agricultura comercial con la pequeña producción campesina. Aún cuando el cambio tecnológico no constituye la solución al problema de pobreza del pequeño productor, la productividad de la tierra es un factor determinante de su nivel de bienestar. El sector público constituye en la mayoría de los casos la única fuente de tecnologías para estos grupos y, como tal, las políticas respecto del mismo deben considerar las necesidades de estos sectores, incluyendo las necesidades de metodologías de trabajo -como el enfoque de sistemas y la investigación a nivel de fincas que contemplen sus características particulares y aseguren la difusión y adopción de las tecnologías resultantes.

El problema del País Pequeño y la Cooperación Regional

- Uno de los problemas de mayor impacto sobre la capacidad tecnológica de la región es el reducido tamaño de un buen número de países que la integran. La reducida dimensión económica de estos países dificulta y en algunos casos hace imposible hacer frente a las inversiones requeridas por una masa crítica mínima de investigación. En este contexto los programas de cooperación horizontal representan una de las únicas alternativas para asegurar un adecuado flujo de nuevas tecnologías. En la región existen experiencias en este sentido, sin embargo, se requiere de un apoyo financiero continuo de parte de las agencias internacionales para que estos esfuerzos se consoliden y puedan rendir beneficios.

Mecanismos para Facilitar la Cooperación entre el Sector Público y el Privado

- El sector privado representa una importante fuente de financiamiento para el desarrollo tecnológico y uno de los elementos críticos para asegurar la introducción de nuevos insumos tecnológicos, particularmente los relacionados con los nuevos desarrollos en el campo de biotecnología. Sin embargo, en la mayoría de los casos no existen ni la tradición ni los mecanismos para asegurar que sus posibilidades se aprovechen en todo su potencial. El sector privado constituye una fuente importante de recursos adicionales para el sector público y, a su vez, éste puede aportar conocimientos potencialmente comercializables a nivel nacional e internacional. Dentro de este marco, se debe dar prioridad a la resolución de las limitaciones y barreras institucionales y jurídicas que pudieran existir para facilitar la colaboración entre el sector público y el privado, y así posibilitar un mejor uso de todos los recursos disponibles.

El Sistema Internacional y los Nuevos Desarrollos Tecnológicos

- El papel y contribuciones de los centros internacionales al desarrollo agropecuario y el crecimiento económico en la región es inquestionable. Frente a los nuevos avances en el campo científico cabe levantar el interrogante si en el futuro podrían seguir sirviendo de enlace con las fuentes de conocimientos básicos, como lo han hecho hasta ahora con el mejoramiento de germoplasma. No cabe duda que tienen el potencial para hacerlo, sin embargo, para que esto se pueda efectivizar deben incrementar sus actividades en investigación básica y, para ello, la comunidad donante debe revisar y flexibilizar sus políticas. Asimismo, y para asegurar una óptima complementación con los sistemas nacionales, se deben buscar formas de incrementar la participación de éstos en la definición de las prioridades para la acción a nivel internacional.

Políticas Relacionadas con la Biotecnología

- No hay duda de que la biotecnología será un factor decisivo en la transformación de la agricultura en los próximos 30 años, afectando no sólo la organización de la producción sino también los flujos del comercio internacional. Desde la perspectiva de Latinoamérica y el Caribe, el interrogante no es si invertir o no en estos campos, sino por el contrario en qué y cómo. Hasta ahora poco es lo que se ha hecho, y en la mayor parte de los casos las corporaciones transnacionales han asumido la iniciativa y el liderazgo. Sin embargo, aún hay espacio para la iniciativa regional, particularmente en lo que hace al aprovechamiento de nichos de exportación en donde la región tiene ventajas comparativas.
- En este marco hay cuatro áreas sobre las que se requieren decisiones y acciones específicas, i. el desarrollo y mantenimiento de recursos humanos en las disciplinas básicas, esto es un prerequisite para cualquier esfuerzo en estas áreas, ii. la definición de un marco de prioridades claras que sea realista y explote al máximo las ventajas comparativas del caso, iii. el desarrollo de mecanismos de control y de protección (patentes) que protejan a la sociedad de los riesgos emergentes pero, al mismo tiempo, no desestimen la inversión necesaria para mantener un flujo mínimo de esfuerzos, y iv. el uso de la cooperación horizontal como un elemento esencial para mitigar los efectos del escaso desarrollo existente y alcanzar la masa crítica necesaria para lograr impacto.

IX. LA BIOTECNOLOGIA Y EL FUTURO DE LA INVESTIGACION Y DESARROLLO AGRICOLA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE †/

El autor examina el origen de las incertidumbres y dilemas planteados por la biotecnología dada la financiación decreciente de la investigación agrícola orientada hacia los países en desarrollo. Señala algunos de los puntos que sobre este tema merecen la atención de los forjadores de políticas de investigación.

Los instrumentos de investigación de la "ingeniería genética" han puesto en movimiento cambios en las instituciones de investigación agrícola. Paralelamente hechos relacionados como los cambios estructurales en las industrias de insumos agrícolas, la competencia internacional mediante la innovación tecnológica, las restricciones en propiedad intelectual aplicables a variedades de plantas, partes de plantas y microorganismos, los cambios en la estructura de la agricultura en países desarrollados y en desarrollo, y las implicaciones de la biotecnología para la investigación y desarrollo agrícola internacional, constituyen fuerzas que son examinadas en detalle en el documento.

El impacto potencial de la biotecnología en la agricultura del mundo en desarrollo se compara al de la "revolución verde", aunque algunos críticos señalan que su impacto socioeconómico será tan desigual como el ocurrido por efecto de la revolución verde en India, México y otros países de Asia y América Latina.

La biotecnología tuvo su origen en investigación científica no agrícola y estuvo más relacionada con ingeniería que con investigación básica en las ciencias físicas, y su desarrollo a impulso de la industria privada hace que las instituciones de investigación agrícola internacional

†/ Esta sección es un resumen del trabajo del Dr. Frederick H. Buttel, del Departamento de Sociología Rural de la Universidad de Cornell, presentado en el Seminario Internacional sobre Temas Prioritarios y Mecanismos de Cooperación en Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe, realizado en el CIAT, del 25 al 29 de agosto de 1986.

enfrenten una situación nueva. Además las condiciones económicas actuales son completamente diferentes a las de hace dos décadas cuando se estaban sembrando las variedades de altos rendimientos — situación ésta que afecta las decisiones sobre prioridades de investigación. El estancamiento económico afecta ahora tanto a los países en desarrollo como los desarrollados, y en estos últimos el énfasis recae en las nuevas "altas tecnologías" (entre ellas la biotecnología) como motores de una nueva expansión económica. Esto ha dado lugar a una competencia tecnológica internacional que se manifiesta en restricciones de propiedad intelectual, de exportaciones, y otras formas de subsidio. Lo anterior ha llevado a algunos países desarrollados a desinteresarse por participar en actividades multilaterales de desarrollo y asistencia técnica, como el caso de Estados Unidos y Japón.

Esta situación ha tenido implicaciones financieras para los centros afiliados al sistema CGIAR. Además se crea un conflicto a su principio básico del libre flujo de información científica entre investigadores de todo el mundo, conflicto que puede afectar la información biotecnológica con destino a las instituciones del Tercer Mundo.

Tanto en países desarrollados como en desarrollo, la financiación pública de la investigación agrícola se ha estancado, y las instituciones de investigación a nivel global están siendo presionadas a hacer más o menos recursos.

La mayor transformación institucional de consecuencias en la biotecnología y el desarrollo agrícola internacional es el cambio estructural de las industrias químicas, farmacéuticas y de insumos agrícolas y en sus productos y estrategias, entre éstas el paso a la investigación en biotecnología. Esta se ha visto incentivada asimismo por la absorción de industrias semillistas por las multinacionales farmacéuticas, ya que las semillas son el vector comercial por excelencia de la biotecnología vegetal.

Dos factores llevan a la comercialización de la investigación y desarrollo privados de insumos biológicos para la agricultura: los avances en hibridación de cereales de grano y la privatización con apoyo legal de las innovaciones biológicas. Los centros internacionales y los programas nacionales de investigación podrán llegar a ser considerados como obstáculos por las compañías privadas, especialmente de semillas, a sus planes de mercadeo en los países en desarrollo.

A continuación el documento examina tres temas relacionados con la revolución verde y sus implicaciones para la biotecnología: la experiencia de la revolución verde, sus legados en el desarrollo y aplicación de la biotecnología, y sus diferencias estructurales con la "biorevolución".

La emergente biorevolución en agricultura diferirá de la revolución verde principalmente porque en la agricultura de los países en desarrollo la primera tendrá más aplicabilidad a diversidad de regiones y especies agrícolas y peruanas; también porque se verá mucho más influida por intereses privados.

Desde el punto de vista de los centros internacionales, la biorevolución está cambiando muchos de los parámetros básicos de la estructura institucional de la investigación agrícola internacional. Los centros se resisten a aceptar la privatización de la información técnica, privatización que es esencial para el sector privado, y al mismo tiempo continúan liberando variedades avanzadas de cultivos que constituyen competencia con los productos de aquel sector.

La potencial transformación de la estructura institucional de la investigación y desarrollo agrícola internacional dará lugar a nuevos planteamientos de política que conciernen a los centros internacionales y a otras instituciones. Son ellos el acceso a la información biotecnológica, la distribución del trabajo entre investigación pública y privada, y la formulación de prioridades y agendas de investigación.

Hay dos tipos de instituciones públicas de biotecnología orientadas a países en desarrollo: el Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología (en proceso de establecimiento en Italia e India) y los centros internacionales con un componente menor. También hay numerosos programas nacionales de biotecnología en países en desarrollo.

El documento concluye con comentarios acerca de los centros internacionales de investigación agrícola en América Latina y la biotecnología. CIMMYT no tiene actividades en biotecnología y se dedica preferencialmente a la selección y mejoramiento en el campo; su programa de cruzamiento se aproxima a la biotecnología convencional. CIAT, por el contrario, ha hecho una inversión considerable en biotecnología constituyendo su propia unidad de investigación, talvés la más importante dentro de los centros. CIP tiene la más larga tradición en cultivo de tejidos en el sistema de centros, la cual se inició en 1976. Sin embargo, ninguno de los centros, ni siquiera el CIAT y el CIP con sus actividades en biotecnología, han comenzado a hacerle frente al componente institucional de la nueva estructura de la investigación agrícola internacional - en parte porque se ocupan de cultivos no comerciales que no interesan a la industria privada-, a excepción del arroz y las forrajeras de que se ocupa el CIAT.

X. RECOMENDACIONES DE LA IX CIMA EN EL AREA DE LA GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA AGRICOLA

RECOMENDACION III

APOYO A LOS SISTEMAS NACIONALES DE INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

La NOVENA CONFERENCIA INTERAMERICANA DE MINISTROS DE AGRICULTURA,

VISTOS:

Los documentos de trabajo presentados como antecedentes generales para la conferencia y el referido a la innovación tecnológica y el desarrollo agropecuario en particular.

CONSIDERANDO:

Las importantes contribuciones al desarrollo agrícola y el crecimiento económico efectuadas en el pasado por las instituciones nacionales de investigación agrícola y transferencia de tecnología;

La amplia evidencia disponible de que la existencia de instituciones nacionales fuertes, efectivas y estables constituye una condición necesaria para el desarrollo tecnológico del sector agropecuario;

La renovada importancia de la tecnología como elemento central dentro del proceso de modernización agropecuaria requerido como respuesta a la crisis que enfrentan los países de la región; y

Los cambios institucionales acaecidos en los últimos tiempos, particularmente el creciente interés e importancia del sector privado como participante activo del proceso de generación y transferencia de tecnología.

RECOMIENDA:

1. Que los gobiernos de América Latina y el Caribe mejoren y fortalezcan su apoyo a sus Sistemas Nacionales de Investigación y Transferencia de Tecnología, a nivel de productores, considerando la identificación e implementación de esquemas innovadores en el campo organizativo, operativo y financiero que aseguren movilizar, con eficiencia y armonía, todos los recursos públicos y privados para este tipo de actividades.
2. A los Organismos Financieros Internacionales y a las Agencias de Cooperación Técnico-Financiera que incrementen la disponibilidad de recursos destinados al financiamiento de proyectos de inversión en generación y transferencia de tecnología a nivel nacional, incluyendo financiamiento para el presupuesto operativo, lo cual asegurará un uso más eficiente de las mencionadas inversiones.
3. Que los programas nacionales y regionales de los organismos de investigación y transferencia de tecnología consideren prioritario que las innovaciones tecnológicas tengan en cuenta la conservación en el largo plazo de los recursos naturales (suelo y agua) de la Agricultura.
4. Que el IICA por sí, o conjuntamente con otros Organismos Internacionales de Cooperación Técnica y Financiera, apoye dichos esfuerzos nacionales, ya sea a través de la evaluación de políticas actuales, y proponga modelos y mecanismos alternativos, que armonicen las acciones de las Instituciones Nacionales de Generación y Transferencia de Tecnología con las necesidades de los diferentes estratos de productores, y apoyo en el diseño e Instrumentación de proyectos específicos de fortalecimiento a dichas Instituciones.

RECOMENDACION IV

COOPERACION HORIZONTAL Y TRANSFERENCIA INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA

La NOVENA CONFERENCIA INTERAMERICANA DE MINISTROS DE AGRICULTURA,

VISTOS:

Los documentos de trabajo presentados como antecedentes generales para la conferencia y el referido a la innovación tecnológica y el desarrollo agropecuario en particular.

CONSIDERANDO:

Que en muchos casos las necesidades de investigación de un país van mucho más allá de sus posibilidades económicas de inversión en este tipo de actividades:

Que por su propia naturaleza las actividades de investigación se prestan a esfuerzos conjuntos entre países que enfrentan problemas comunes:

Que en América Latina y el Caribe existe una amplia y exitosa experiencia con esfuerzos cooperativos de investigación basados en las ventajas comparativas de cada país participante;

Que dados los antecedentes histórico-culturales y las características agropecuarias de los países de la región, es posible identificar una amplia gama de oportunidades para la cooperación técnica horizontal en el área tecnológica.

RECOMIENDA:

1. Que se continúen e incrementen los esfuerzos encaminados a explotar oportunidades de cooperación horizontal en el campo científico y tecnológico
2. Que los organismos financieros internacionales, y el BID en particular, continúen su apoyo al desarrollo de esfuerzos de cooperación horizontal y transferencia internacional de información y tecnología, estableciendo mecanismos de financiamiento más flexibles y de largo plazo que faciliten su institucionalización de manera que los países asuman paulatinamente la responsabilidad financiera de los mismos
3. Que el IICA como organismo especializado en la agricultura del sistema interamericano continúe sus acciones relacionadas con la cooperación técnica horizontal y la transferencia internacional de información y tecnología, estableciendo acuerdos con los organismos financieros para asegurar la viabilidad de dichos programas en el largo plazo.
4. Que en dichos esfuerzos se enfatizen las acciones dirigidas a lograr un mejor aprovechamiento de las ventajas comparativas de cada país en la solución a problemas comunes a varios de ellos y se de prioridad tanto al desarrollo de nuevas iniciativas en beneficio de los países de menor desarrollo relativo, como a la ampliación y consolidación de los esfuerzos ya en funcionamiento.

RECOMENDACION V

ACTIVIDADES DEL SISTEMA DE GCIAI Y OTROS CENTROS INTERNACIONALES DE INVESTIGACION EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

La NOVENA CONFERENCIA INTERAMERICANA DE MINISTROS DE AGRICULTURA,

VISTOS:

Los documentos de trabajo presentados como antecedentes generales para la conferencia y el referido a la innovación tecnológica y el desarrollo agropecuario en particular.

CONSIDERANDO:

Las importantes contribuciones realizadas por los Centros Internacionales de Investigación Agropecuaria del Grupo Consultivo de Investigación Agrícola Internacional (GCIAI) y otros centros internacionales de investigación de la región, al desarrollo agropecuario de la región;

La continuada necesidad de apoyo internacional que existe a nivel regional, particularmente frente a las restricciones presupuestarias resultantes de la crisis financiera que afecta a la mayoría de los países;

La natural complementariedad que existe entre las actividades de los centros internacionales y los esfuerzos de investigación y transferencia de tecnología a nivel nacional;

La conveniencia de lograr una mayor integración entre las actividades nacionales e internacionales y un mejor aprovechamiento de las ventajas comparativas de todas las instituciones involucradas.

RECOMIENDA

1. A los gobiernos de América Latina y el Caribe que, reconociendo las contribuciones del Sistema de Investigación Agrícola Internacional al desarrollo agropecuario de la región, ejecuten políticas y acciones dirigidas a lograr un mayor aprovechamiento del mismo en beneficio de sus producciones agropecuarias.
2. Al Grupo Consultivo de la Investigación Agrícola Internacional y otros centros de investigación internacionales de la región realizar esfuerzos por mantener el apoyo presupuestario a las actividades de investigación vinculadas a los problemas que enfrentan los países de América Latina y el Caribe.
3. Que los centros internacionales de investigación vinculados a la región revisen sus prioridades de trabajo tomando en cuenta las necesidades tecnológicas de las distintas subregiones, particularmente en lo relacionado con los trópicos, los cultivos andinos de altura, la agricultura de temporal y el manejo de los recursos fitogenéticos; así como su futuro papel en la biotecnología y la posibilidad de que algunos sistemas nacionales sean invitados para aumentar su reponsabilidad en algunas de las actividades que en el presente desarrollan dichos centros.
4. Que los organismos del Sistema Interamericano, particularmente el BID y el IICA, a través de su participación en el GCIAI y sus actividades colaborativas con los centros internacionales de dicho sistema, promuevan una mayor y más efectiva participación de la región en la orientación de las actividades de ese grupo consultivo.

RECOMENDACION VI

DESARROLLO DE LA BIOTECNOLOGIA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

La NOVENA CONFERENCIA INTERAMERICANA DE MINISTROS DE AGRICULTURA,

VISTOS:

Los documentos de trabajo presentados como antecedentes generales para la conferencia y el referido a la innovación tecnológica y el desarrollo agropecuario en particular.

CONSIDERANDO:

La creciente importancia de la investigación biotecnológica como fuente de nuevas tecnologías y productos requeridos para impulsar el proceso de modernización agropecuaria;

El relativo atraso existente en las disciplinas científicas básicas requeridas para el desarrollo de actividades en el campo de la biotecnología;

El alto costo de desarrollo tanto del recurso humano como de las infraestructuras físicas requeridas por este tipo de investigaciones;

Las dificultades que enfrentan aún los países de mayor tamaño relativo para hacer frente a un desarrollo autónomo más significativo en este campo;

La conveniencia y viabilidad comprobada de establecer mecanismos de cooperación horizontal en el área científica-tecnológica que aprovechen las ventajas comparativas de cada país, permitan la especialización y potencien el impacto de los recursos disponibles a nivel agregado;

La necesidad de establecer políticas claras que estimulen y ordenen las inversiones en estos campos y regulen sus aspectos esenciales.

RECOMIENDA:

1. A los gobiernos de América Latina y el Caribe reconocer la importancia de los nuevos desarrollos científicos-tecnológicos derivados de los avances en el campo de la biotecnología e instrumentar políticas y mecanismos legales e institucionales, que permitan aprovechar los beneficios de los mismos de acuerdo a las prioridades de desarrollo de cada país y el cumplimiento de las condiciones mínimas de seguridad para la salud humana y la protección del medio ambiente.
2. Que los organismos del Sistema Interamericano y el IICA en particular realicen actividades concretas en apoyo a los países en la definición e implementación de políticas dirigidas a la incorporación de los nuevos avances en biotecnología a su acervo tecnológico, así como a las necesidades de ajustes organizativos y gerenciales requeridos por los mismos.
3. Que como parte de estas actividades se refuercen las acciones dirigidas a revitalizar los programas de capacitación en ciencias agrícolas a nivel de postgrado, dando prioridad a los esfuerzos de carácter multilateral en las disciplinas vinculadas con el campo de la biotecnología y con las ciencias básicas que le sirven de soporte y respaldo.
4. Que conjuntamente a lo anterior y en cooperación con otros organismos internacionales relacionados al quehacer científico tecnológico, el IICA desarrolle actividades tendientes a lograr la unificación de criterios y propuestas de políticas referidas a la definición, protección y control de productos y tecnologías originados en los avances en el campo de la biotecnología.
5. Dada la importancia que esta problemática representa para la economía de los países de América Latina y el Caribe, se propone al IICA explorar mecanismos que permitan a los países de ALC participar de los progresos que se vislumbren en la biotecnología en su sentido más amplio.

RECOMENDACION VI

APOYO TECNOLÓGICO A LOS PAÍSES DE MENOR DESARROLLO RELATIVO

La NOVENA CONFERENCIA INTERAMERICANA DE MINISTROS DE AGRICULTURA,

VISTOS:

Los documentos de trabajo presentados como antecedentes generales para la conferencia y el referido a la innovación tecnológica y el desarrollo agropecuario en particular.

CONSIDERANDO:

Que en la región existe un buen número de países que, por su reducido tamaño, están en la imposibilidad de dedicar individualmente recursos humanos y financieros suficientes para la modernización de su sector agrícola;

Que los resultados de la comunidad investigativa internacional serán menos accesibles a estos países de tamaño pequeño, tanto por razones relacionadas con los derechos de propiedad de la nueva tecnología como por la escasez de infraestructura investigativa a nivel nacional;

Que la actual crisis económica traerá como consecuencia un debilitamiento aún mayor de los ya frágiles sistemas de investigación nacionales en los países más pequeños;

Que en el futuro, los centros internacionales de investigación y los países más desarrollados de la región dispondrán de un mayor número de tecnologías que serán útiles a los países más pequeños.

RECOMIENDA

1. A los centros internacionales de investigación, que incrementen sus esfuerzos para impulsar una modernización de la agricultura en los países más pequeños y menos desarrollados de la región.
2. Que la Comunidad Investigadora Internacional apoye y fortalezca los mecanismos regionales existentes para asegurar que estos países más pequeños y menos desarrollados sean capaces de conducir investigaciones y recibir, adaptar y utilizar los resultados del sistema internacional de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alonso, J.M. y Pérez, C. Adopción de tecnología en la ganadería vacuna uruguaya. Uruguay, Centro de Investigaciones Económicas, 1980. (Serie de Estudios No. 14).
- Alves, E. R. de A. 1984. O dilema de política agrícola brasileira - Productividade ou expansao da area agricultavel. EMBRAPA - DDT. Documentos 29. Brasilia. DF.
- Alves, E. R. de A. 1985. O papel da pesquisa agrícola. Mimeografiado 50 pp.
- Balcazar, A. et al. Estudio del proceso de generación, difusión y adopción de tecnología en la producción de arroz en Colombia, Colombia, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1980. 346 p. (Documento PROTAAL No. 41, Publicación Miscelánea No. 239).
- Bengolea, O. G. 1984. Producción vegetal. Publicación del Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria (INIPA) y del Fondo del Libro del Banco Agrario del Perú. Primera Edición. Lima, Perú.
- Binswanger, H.P., Measuring the impact of economic factors on the direction of technical change. In: Arndt, T., Dalrymple, D. y Ruttan, V., eds. *Resource Allocation and Productivity in National and International Agricultural Research*. Minneapolis, University of Minnesota Press., 1977, pp. 526-550.
- Binswanger, H.P. y Ruttan, V.W., *Induced Innovation: Technology, Institutions and Development*. Baltimore, John Hopkins University Press, 1978.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. Latin America: trend highlights for CIAT Commodities. Colombia, CIAT, 1980. 150 p. (Internal Document Econo. 1,5).
- Cochrane, W. Farm prices: myths and reality. Minneapolis, University of Minnesota Press, 1958. 430 p.
- Chandler Junior, R. Rice in the tropics: a guide to development of national programas. Colorado, International Agricultural Development Service, Westview Press, 1979. 256 p.
- Flichman, G. La renta del suelo y el desarrollo agrario argentino. México, Siglo XXI, 1977. 241 p.
- Ganoza, V. 1985. Formación de recursos humanos, gestión empresarial y requerimientos de insumos para el desarrollo tecnológico agrario. Trabajo presentado en el Seminario sobre Financiamiento Tecnológico de la Agricultura. Feria Internacional del Pacifico. Noviembre 1985. Mimeografiado, 14 pp. Lima, Perú.
- Hayami y Ruttan V. W. 1971. *Agricultural development. An international perspective*. John Hopkins University Press. Baltimore, U. S. A.
- Hirshchman, A.O. A generalized linkage approach to development with special reference to staples. *Economic Development and Cultural Change* (Estados Unidos) 25:67-98. 1977.
- International Rice Research Institute. Constraints to high yields on Asian rice farms: an interim report. s.l., 1977. 235 p.

Martínez, J.C. On the economics of technological change; induced innovations in Argentine agriculture. Tesis doctoral. Iowa, State University, Ames, 1973. 218 p.

Martínez, J.C., Fienup, D. y Chevallier, C. Aspectos económicos y tecnológicos de la producción cerealera argentina; trigo, maíz, sorgo. México, Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo, 1976. 204 p.

Pomareda, C. 1985. Políticas tecnológicas y económicas-financieras para el incremento de la productividad agropecuaria. Conferencia presentada en el Seminario sobre Análisis de la Política Agropecuaria, organizado por la Secretaría Ejecutiva del Consejo Nacional de Agricultura de la República Dominicana y por el Proyecto de Análisis de Política Agropecuaria de la AID. Mimeografiado, 30 pp. Santo Domingo, República Dominicana.

Ras, N. y Levis, R. El precio de la tierra. Su evolución entre los años 1916 y 1978. Buenos Aires, Sociedad Rural Argentina, s.f. 53 p.

Ruttan, V.W., Agricultural Research Policy. Minneapolis, University of Minnesota Press, 1982.

Ruttan, V.W., La teoría de la innovación inducida del cambio técnico en el agro de los países desarrollados. En: Cambio técnico en el agro latinoamericano; situación y perspectivas en la década de 1980. Martín Piñeiro y Eduardo Trigo, editores. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica, 1983.

Ruttan, V.W., Technology and the environment. American Journal of Agricultural Economics, 53: 707-717, 1971.

Scobie, G.M. y Posada, T.R. The impact of technical change on income distribution: the case of rice in Colombia. American Journal of Agricultural Economics 60(1):85-92. 1978.



JUN 15. 1989
Donación
M. Valdecarlos



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA