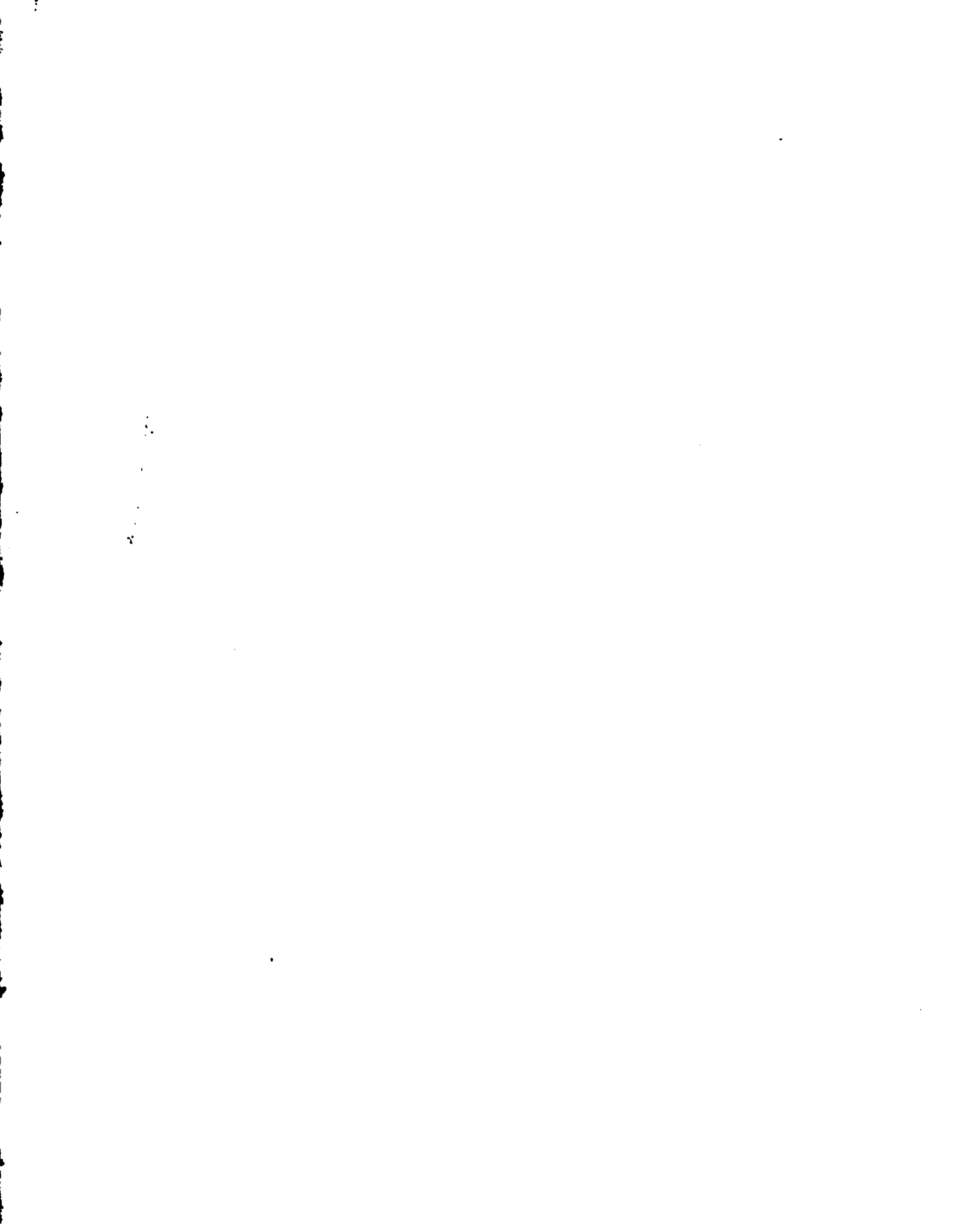


31 AGO 1994
IICA-CIDIA

IICA
ICCR-153







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

Documento No. 13

Seminario
no. 13 ASIGNACION DE PRIORIDADES Y RECURSOS A LA
INVESTIGACION AGROPECUARIA EN COLOMBIA

Seminario Organizado por la Unidad de Estudios Agrarios del Departamento Nacional de Planeación de Colombia con la colaboración del Proyecto Cooperativo de Investigación sobre Tecnología Agropecuaria en América Latina del IICA.

CIAT, Palmira

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS
Oficina en Colombia

↙ Serie: Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones No. 153

Colombia, Febrero 1-3 de 1978

~~002350~~

00000119

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

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

Las actividades del Proyecto se iniciaron el 10. de enero de 1977 y desde el punto de vista organizativo las mismas se materializan principalmente a través de la participación de un número de equipos de investigación pertenecientes a instituciones oficiales y privadas de diversos países del continente.

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

1. Trabajos metodológicos y resultados de investigaciones empíricas que resultan de las actividades centrales del Proyecto.
2. Trabajos que surgen de actividades vinculadas al Proyecto.
3. Trabajos preparados por los integrantes del Proyecto y eventualmente por otros autores, que estén relacionados a las actividades del Proyecto y que sean útiles al desarrollo del mismo.

Los trabajos serán publicados, en general, en versiones no definitivas y por lo tanto, los comentarios críticos son solicitados.

Martín E. Piñeiro
Eduardo J. Trigo
Raul Fiorentino

Documento No. 11

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

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

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

" No. 12

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

" No. 13

Seminario sobre Asignación de Priori-
dades y Recursos a la Investigación
Agropecuaria en Colombia. Departamen-
to Nacional de Planeación - PROTAAL.
IICA en Colombia. Informes de Confe-
rencia, Cursos y Reuniones No. 153.

" No. 14

CHILE. "Generación, difusión y adopción
de Tecnología Agropecuaria". El caso
de la Leche en Chile. Propuesta de In-
vestigación. Facultad Latinoamericana
de Ciencias Sociales (FLACSO). Santia-
go. Octubre, 1977. Publicación Miscel-
ánea No. 182. (Circulación restringida).

" No. 15

PERU. Flórez, O. y Samaniego, C.
"Tecnología de Productos Alimenticios
en el Perú: El caso de la Papa". Pro-
puesta de Investigación, Centro de In-
vestigaciones Socio-Económicas (CISE).
Universidad de la Molina. Noviembre,
1977. (Circulación restringida).

Documento No. 16

URUGUAY. "El Proceso de Generación, Difusión y Adopción de Tecnología en la Ganadería Vacuna". Propuesta de Investigación. Centro de Investigaciones Económicas (CINVE). Montevideo. Noviembre, 1977. (Circulación restringida).

" No. 17

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

" No. 18

ARGENTINA. Sabato, J. y Schwarzer, J. "La situación de Cambio Tecnológico en la Producción Maicera de la Región Pampeana". Propuesta de Investigación. Centro de Investigación sobre el Estado y Administración (CISEA), Buenos Aires, enero, 1978. (Circulación restringida).

" No. 19

COLOMBIA. "Propuesta Resumen de Investigación para el Estudio de un caso sobre Generación, Transferencia y Adopción de Tecnología en el Sector Agropecuario Colombiano". Oficina de Investigaciones Socio-Económicas y Legales (OFICEL), con la colaboración del Departamento de Ciencias Políticas y del CEDE de la Universidad de los Andes. Bogotá, enero, 1978. (Circulación restringida).

" No. 20

_____. Equipo de Coordinación. "Estudio del Proceso de Generación, Difusión y Adopción de Tecnología en la Producción Azucarera en el Valle del Cauca". Propuesta de Investigación. Colombia, IICA, Oficina en Colombia, enero, 1978. (Circulación restringida).

" No. 21

ECUADOR. "El Proceso de Transformación de la Producción Lechera Serrana y el aparato de Generación-Transferencia de Tecnología en Ecuador". Propuesta de Investigación. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO). Quito, marzo, 1978. (Circulación restringida).

PARTE PRIMERA - INFORMACION GENERAL

CONTENIDO

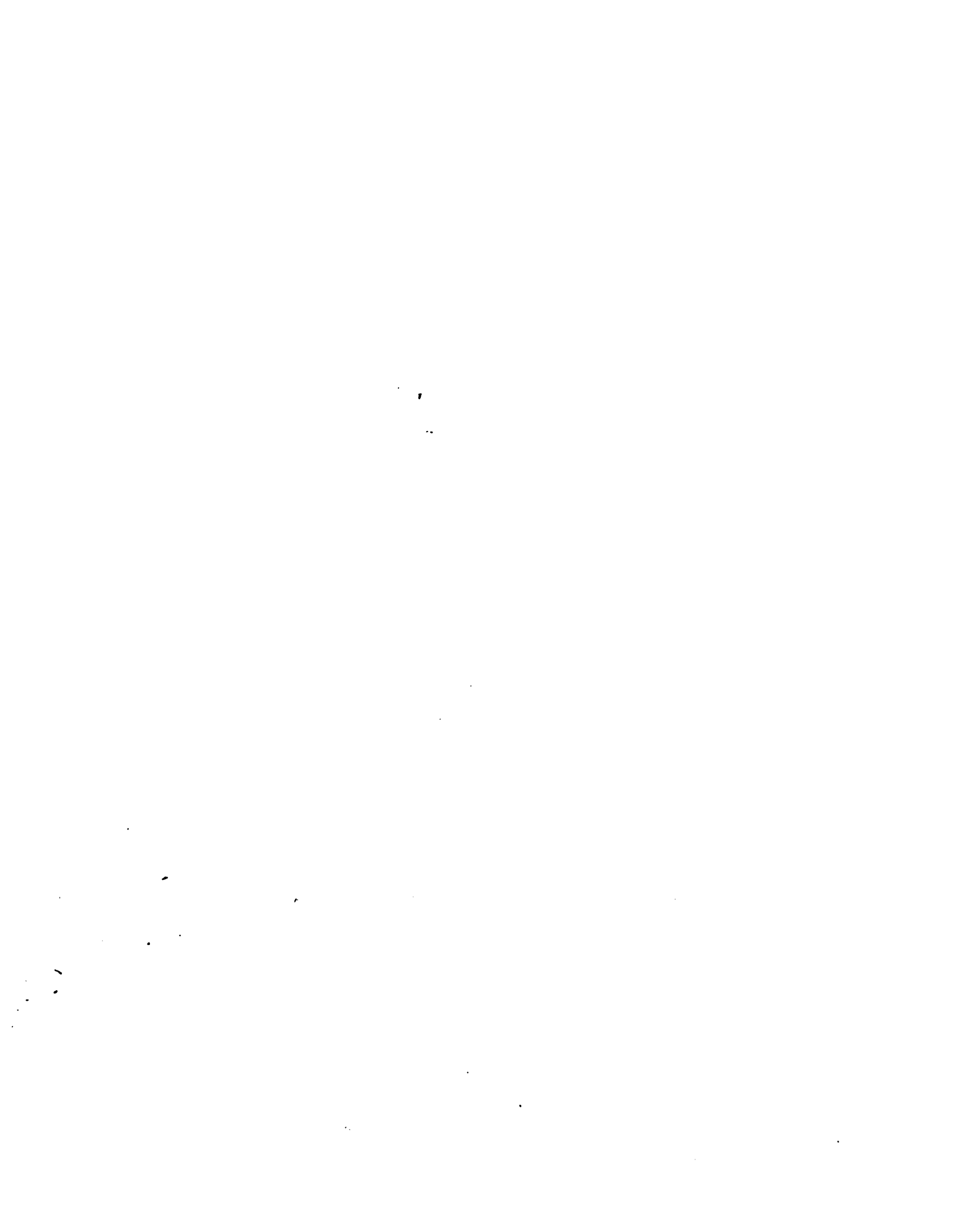
Pag.

PARTE PRIMERA - Información General

Introducción	i
Lista de participantes	v

PARTE SEGUNDA - Documentos

Asignación de Prioridades y Recursos a la Investigación Agropecuaria (María Teresa Motta)	I-A
Reseña Histórica de la Investigación Agropecuaria en Colombia (Mario Osorio y Andrés Novoa)	II-B
Las Instituciones Tecnológicas Nacionales e Internacionales en Colombia y su Inserción en el Aparato de Planeación Sectorial (Armando Samper)	III-C
Sistemas de Investigación Agropecuaria en Colombia (ICA) ..	IV-D
La Asignación de Recursos para la Investigación Agropecuaria en Colombia (Jorge Ardila V. y Diego Londoño R.)	V-E
La Cuantificación Agregada del Cambio Tecnológico en Colombia (Jorge Ardila V.)	VI-F
Notas para el Análisis de los Instrumentos y Contenido de la Política Tecnológica para el Sector Agropecuario (Eduardo Trigo, Martín Piñeiro y Raul Fiorentino)	VII-G
Guías para la Asignación de Recursos y Determinación de Prioridades en Investigación Agropecuaria: Primera Etapa (Luis Romano Orozco)	VIII-H
Esquema para la Evaluación Socioeconómica del Componente Tecnológico en Programas de Desarrollo Rural del ICA (J. Humberto Colmenares, Germán Escobar y Diego Londoño)	IX-I



INTRODUCCION

La Unidad de Estudios Agrarios del Departamento Nacional de Planeación, en colaboración con el Proyecto Cooperativo de Investigación sobre Tecnología Agropecuaria en América Latina del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, organizó un Seminario sobre Asignación de Prioridades y Recursos a la Investigación Agropecuaria en Colombia. Las reuniones se efectuaron en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical en Palmira durante los días 1, 2 y 3 de febrero de 1977.

El objeto del Seminario fue intercambiar información y experiencia entre un grupo de 25 personas de competencia científica y técnica en este campo para fortalecer la planificación de la investigación en el país. Asistieron cinco funcionarios del ICA, cinco del Departamento Nacional de Planeación, tres del IICA, uno del Ministerio de Agricultura y un invitado especial. También se contó con la participación de Directivos del CIAT y técnicos de los programas de frijol y ganado de carne.

Los principales temas que se discutieron están definidos por el desequilibrio que existe entre los logros técnicos y su incorporación a la producción agrícola, la denominada "Brecha Tecnológica", y la coordinación interinstitucional de la investigación agropecuaria. Se dió especial énfasis al efecto de la agricultura en el Subsector tradicional por su ingerencia en la producción de alimentos de consumo popular y por encontrarse en él la mayoría de las familias más pobres. El ordenamiento en la presentación de los temas del Seminario facilitó el análisis y permitió el manejo de conceptos generales a nivel de Colombia, su relación con los Centros Internacionales de la

Investigación y en especial el caso del CIAT. Luego se revisó la situación del Instituto Colombiano Agropecuario en términos de la asignación de recursos a través del presupuesto nacional y la organización interna de la investigación tanto por producto, como por sistemas. En esta publicación, se han introducido dos temas complementarios, que no fueron presentados en el Seminario, uno sobre la reseña histórica de la investigación y otro la cuantificación agregada del cambio tecnológico en Colombia.

Como puede deducir el lector el conocimiento de las variables, instrumentos e instituciones que se relacionan con la investigación tienen una ingerencia directa en la definición de políticas y estrategias para el desarrollo agropecuario. La importancia estriba en el efecto de largo plazo en la producción y la productividad que se genera con la nueva tecnología, su proceso de difusión y adopción. Esto define la necesidad de estabilizar los recursos y garantizar una organización adecuada que dé continuidad al proceso. Se destaca la necesidad de dotar a la investigación de una condición privilegiada que conduzca a la selección, entrenamiento y vinculación de personal capacitado que pueda dedicarse con un amplio horizonte de tiempo a estudiar y buscar soluciones adecuadas a los problemas tecnológicos. Asimismo, exigen de la entidad encargada de la investigación una mayor seguridad en la planeación de sus actividades ajustándose a las prioridades definidas en el Plan de Desarrollo Nacional. Por otro lado su actuación necesita coincidir con las acciones que realizan el conjunto de entidades que conforman el Sector, para lo cual, reuniones como la efectuada en Palmira pueden ser de hecho muy productivas.

La organización interna de la entidad dedicada a la investigación puede tener varias formas. El esquema de investigación por sistemas, se caracteriza por el análisis de conjunto del problema. Se inicia con el estudio de los antecedentes económicos y sociales de la región productora y cubre hasta las variables que afectan al consumidor. La estructura interna del ICA ha ido ajustándose para coordinar las labores de investigación buscando un uso suficiente de sus recursos humanos escasos. El esquema ha permitido combinar el sistema tradicional de investigación por líneas de producción, cultivos y especies animales con líneas por disciplinas creando de hecho grupos multidisciplinarios. Esta circunstancia ayuda a integrar los aspectos de la investigación y su relación con el productor. Se resalta la nueva organización del ICA, casi a nivel de ensayo, que beneficia regiones de pequeños agricultores dentro del Programa de Desarrollo Rural Integrado. El objeto es generar investigación adaptativa o transferencia de tecnología con base en las necesidades de las diversas empresas agropecuarias y el efecto de las zonas climáticas donde están establecidas. Sin embargo, ante la escasez de recursos, y por la dificultad de que el ICA cubra todas las áreas que afectan la investigación, tales como los procesos industriales, los medios de transporte y el mercadeo es interesante estudiar un mecanismo institucional que permita una integración y coordinación a través de un Consejo de carácter nacional.

LISTA DE PARTICIPANTES

Instituto Colombiano Agropecuario,
ICA:

Manuel Alvarez
Subgerente de Investigaciones

Jorge Ardila
Director de la
Dirección de Planeación

J. Humberto Colmenares
Jefe de la División de
Estudios Socioeconómicos

Luis Romano
Técnico de la Dirección de
Planeación

Instituto Interamericano de
Ciencias Agrícolas, IICA:

Eduardo J. Trigo
Proyecto Cooperativo de
Investigación Tecnológica
Agropecuaria en América
Latina, PROTAAL

Martín Piñeiro
Proyecto Cooperativo de
Investigación Tecnológica
Agropecuaria en América
Latina, PROTAAL

Raúl Florentino
Proyecto Cooperativo de
Investigación Tecnológica
Agropecuaria en América
Latina, PROTAAL

Centro Internacional de Agricul-
tura Tropical, CIAT:

Gustavo A. Nores
Economista Programa de
Ganado de Carne

Alvaro Charry Sánchez
Técnico Ganado de Carne
- Economía -

Particular:

Armando Samper Gnecco

ASIGNACION DE PRIORIDADES Y RECURSOS
A LA INVESTIGACION AGROPECUARIA

María Teresa Motta*

El incremento de la producción de bienes y servicios en todos los sectores de la economía para satisfacer la demanda interna y atender el mercado externo es un objetivo fundamental de la política de gobierno dentro de lo que podríamos denominar una estrategia de desarrollo balanceado y hacia afuera. De las actividades productivas, ha tenido y seguirá teniendo en el futuro un gran peso el sector agropecuario. Sin embargo, la participación de este sector ha venido reduciéndose sistemáticamente a través del tiempo mientras ha tendido a aumentar la del resto de los sectores. De una participación en el PIB total de 33.9% en el quinquenio 1950-54 pasó a una participación de 24.2% en el quinquenio 1970-74, actualmente esa participación se calcula en 22.6%. Aunque esa tendencia refleja en parte el comportamiento de largo plazo en la demanda final en una economía en crecimiento en la que un aumento en el ingreso, sin cambios significativos en su distribución, genera una mayor demanda relativa por productos no-agropecuarios, el comportamiento de los precios agrícolas en relación a los industriales sugiere que ciertos problemas de oferta pueden haber contribuido a esa pérdida de importancia relativa de la producción agrícola, especialmente en lo tocante a la agricultura tradicional.

La evidencia empírica tal como muestra en el Cuadro No. 1 demuestra que históricamente los términos de intercambio entre la agricultura y la industria no han descendido sino más bien han ascendido a partir de 1950. Si bien la relación de precios entre cultivos comerciales y los industriales se ha mantenido más o menos estable, esto no ha sido suficiente para contrarrestar el ascenso de los precios reales de los cultivos tradicionales, los de plantación y mixtos y, por lo tanto, el de los precios reales agrícolas en general.

En términos de participación en el valor de la producción los cultivos comerciales sólo han representado entre el 13% y 35%, mientras que los tradicionales han participado entre un 30% y 40% del valor de la producción agrícola total sin café.

No obstante, lo anterior no es el reflejo de una falta de política en el área de la tecnología agropecuaria en el país. En los 25 años que lleva, por una parte, la investigación agrícola sistemática en Colombia y, por otra, la incorporación de tecnología externa tal como la mecanización, se han producido resultados de suma importancia. Aunque la productividad promedio de los principales cultivos se ha incrementado solamente en una cuarta parte en este lapso la productividad de muchos cultivos se ha más que duplicado

* Jefe División de Producción Agrícola, Unidad de Estudios Agrarios, Departamento Nacional de Planeación.

Cuadro No. 1

Precios Relativos Agricultura/Industria

Años	Cultivos Comerciales* Industria	Cultivos Tradicionales** Industria	Cultivos Plantaciones***, Industria	Cultivos Mixtos**** Industria	Total Cultivos sin Café Industria
1950-54	94.1	101.2	95.3	128.3	110.5
1955-59	97.4	110.2	100.2	110.1	107.2
1960-64	102.5	126.3	117.0	119.4	116.5
1965-69	107.9	135.8	118.6	118.4	120.1
1970-74	96.1	137.3	109.5	125.9	117.8

Base 1958 = 100

Fuente: S. Kalmanovitz La Agricultura en Colombia 1950-72. DANE Revista Mensual de Estadística No. 277 agosto. Actualización del DNP-DPA.

* Incluye: Algodón, Ajonjolí, Arroz, Cebada, Sorgo, Soya y Caña de azúcar

** Incluye: Panela, Frijol, Plátano, Yuca

*** Incluye: Banano y Cacao

**** Incluye: Maíz, Papa, Tabaco y Trigo

En el Cuadro No. 2 donde se presentan los datos comparativos del rendimiento de varios cultivos para 1950 y 1975 se aprecia que en los casos de algodón, sorgo, banano, azúcar y arroz, se incrementó el rendimiento en más del 100%, por ejemplo, en arroz el producto por hectárea pasó de 1.8 toneladas en 1950 a 4.3 toneladas en 1975, esto ha implicado que su precio relativo al resto de los productos de la economía ha venido decayendo continuamente con obvios beneficios para los consumidores. Aunque menos dramático el resultado ha sido similar para trigo, cacao, soya y tabaco. Además el país ha logrado montar una infraestructura para la tarea de investigación agrícola y cuenta en la actualidad con abundante capital humano y con recursos complementarios menos importantes para atacar con eficacia el desafío de una verdadera revolución agrícola.

El esfuerzo ha sido grande y ha rendido frutos importantes. Sin embargo, son múltiples los problemas que aún subsisten en aspectos relacionados con la tecnología agrícola. Por un lado está el problema cada vez más evidente de hacer compatible el objetivo social de aumentar los empleos productivos y de aumentar la productividad de la tierra y del trabajo para abaratar los precios de los alimentos y mejorar la posición competitiva de las exportaciones agrícolas colombianas. Y, por otro, quizá el problema más importante, el desequilibrio que aún existe entre los logros técnicos y su incorporación a la producción agrícola, particularmente en el sector de la agricultura tradicional productora de la mayor parte de los alimentos de consumo popular.

1. Con respecto al problema del empleo y su relación con la tecnología agropecuaria, se cuenta con un diagnóstico bastante completo de la situación. Se ha identificado, que si bien el desplazamiento de mano de obra de las actividades del campo hacia las actividades urbanas se considera deseable dentro de una estrategia de desarrollo, el desplazamiento de mano de obra del sector agropecuario ha sobrepasado la capacidad de absorción de los otros sectores productivos. Como causas se señalan, la alta tasa de sustitución de mano de obra per cápita en el sector agrícola*, por efecto principalmente de la mecanización, y la forma acelerada en que se ha dado este proceso. En el Cuadro No. 3 se presentan datos que miden el efecto sobre el empleo de los diferentes factores que incidieron en los aumentos de la producción entre 1951 y 1968 tales como: la demanda interna final, el consumo intermedio, las exportaciones y la sustitución de importaciones. Lo anterior se midió suponiendo que la productividad permaneció constante en el período analizado a los niveles de 1968 con el fin de medir los efectos sobre el empleo que se imputarían solamente al cambio tecnológico, tal como se presenta en la última columna del mismo cuadro. Se observa que los cambios en el empleo debido a cambios en la demanda final doméstica y en la demanda intermedia son sustanciales; estos factores fueron la fuente del aumento en el 91% y 53%, respectivamente,

* Según la OIT. Hacia el Pleno Empleo. 1970, el coeficiente de intensidad de capital, medido por la cantidad media de caballos de vapor por trabajador, era de aproximadamente 12 para los cultivos mecanizados en comparación con el coeficiente de aproximadamente 3.3 para todo el sector industrial en 1963.

Cuadro No. 2Incremento en el Rendimiento Promedio Nacional por Cultivos
1950-1975

Producto	1950	1975	Cambio Porcentual
	Kg/Ha		%
Arroz	1.810	4.333	139.4
Yuca	5.450	7.873	44.5
Plátano	7.860	5.254	-39.2
Papa	9.230	12.000	30.0
Maíz	950	1.261	32.7
Panela	3.020	4.572	51.4
Frijol Común	510	650	27.4
Trigo	700	1.292	84.6
Ajonjolí	440	600	50.0
Semilla de Algodón	310	838	170.3
Algodón fibra	170	494	190.6
Cacao	250	403	61.2
Cebada	1.140	1.611	41.3
Tabaco	1.050	1.689	60.9
Soya*	1.250	1.924	53.9
Sorgo**	710	2.463	246.9
Banano	9.300	18.634***	100.4
Azúcar	3.446	12.810	271.
Caña de azúcar	33.700	99.300	194.7

Fuente: Atkinson y OPSA

* Período de Referencia 1958-1975

** Período de Referencia 1960-1975

*** Estimativos DNP-DPA

Cuadro No. 3

Cambios en el Empleo según Diferentes Fuentes
1951-68

Sectores	Cambios en el empleo	Cambios Imputados a:				
		Demanda Doméstica Final	Demanda Intermedia	Exportaciones	Sustitución de Importaciones	Tecnología
Hombres - año						
Agricultura	594.999	543.244	316.421	124.642	-3.468	-385.840
Manufactura	140.420	118.117	69.374	4.181	44.081	-95.333
Servicios	902.989	1.090.386	-	-	-	-187.397
Total	1.638.088	1.801.916	569.693	80.670	144.908	-959.099
Cambios Porcentuales						
Agricultura	100	91 (33)	53 (19)	21 (8)	-1 (-2)	-64 (-24)
Manufactura	100	84 (7)	49 (6)	3 (.3)	31 (3)	-67 (-6)
Servicios	100	121 (67)	-	-	-	-21 (-11)
Total	100	110	35	5	9	-59

Fuente: Ricardo Candelo. Structural Changes in Colombian Employment. 1951-1968. A Thesis Submitted for the Degree of Master of Arts. Rice University. 1978.

de empleo en el sector agropecuario. Sin embargo, los cambios tecnológicos indujeron una reducción en el empleo en el 64%. Esta situación fue similar para los otros sectores considerados, manufactura y servicios, pero el hecho de que el sector agropecuario emplee más mano de obra, esa reducción por efecto productividad tuvo más impacto sobre el empleo total de la economía que la que tuvieron los otros sectores. Por ejemplo, la reducción del 64% en el empleo por cambio tecnológico en la agricultura implicó una reducción del 24% en el empleo total, mientras que la reducción del 67% en el empleo por la misma causa en la industria, originó solo una reducción de 6% en el empleo total.

No obstante lo anterior, las mejores oportunidades de política económica para aumentar el empleo agrícola tiene que ver con las formas y los métodos de producción. A grandes rasgos existen dos posibilidades de aumentar el empleo para cualquier monto de producción dado y cualquier composición de esa producción. La primera tiene que ver con la escogencia de tecnologías más intensivas en el uso del factor trabajo, por ejemplo, la adopción de la tecnología "tradicional" vs. la "capitalista". En este caso, es importante sopesar las posibles pérdidas de productividad con las ganancias en empleo. A priori no se puede ser optimista sobre el balance de esa sustitución; dentro del sector agrícola los salarios parecen estar (y haber estado durante mucho tiempo) prácticamente fijos a un nivel de subsistencia, de tal manera que la introducción espontánea de tecnologías capitalistas que ocurrió históricamente en el sector no ha sido resultado de un encarecimiento artificial de los costos del trabajo sino del estímulo natural de la mayor rentabilidad de técnicas más productivas cuya adopción es también rentable socialmente.

La segunda manera, tiene que ver con el uso de combinaciones de factores más intensivas en trabajo dentro de una técnica dada. Parecen existir buenas posibilidades en este sentido, pues dentro de la agricultura mecanizada es precisamente la maquinaria que hace mayores incrementos en productividad la que desplaza menos empleo (maquinaria para preparación de suelos y siembra).

2. Con respecto a la brecha existente entre la productividad experimental y la productividad real hay evidencia, tal como se muestra en el Cuadro No.4, de que esta oscila entre 37% y 167.7% según los cultivos. Pero lo que es más grave, la brecha es mucho más amplia para los cultivos de minifundio (menos concentrados) y para los alimentos de consumo directo que para los otros cultivos agrícolas. Obsérvese en el Cuadro No. 4 que los cultivos de yuca, maíz, frijol, trigo, cacao y papa, que tienen un índice de concentración relativamente bajo, se caracterizan por:

- a. Una mayor brecha tecnológica medida por la diferencia porcentual entre el rendimiento promedio nacional y el potencial inmediato calculado por los líderes de los programas de investigación del ICA. Con base en cifras promedio de 1974-75 la brecha oscila entre 46.1% para la papa y 167.9% para la yuca, mientras que para el algodón, ajonjolí, soya, sorgo y arroz riego era de 38%, 35.1%, 32.6%, 22.7% y 3.7%, respectivamente.

Cuadro No. 4

Relación entre el Grado de Concentración de la Propiedad Agrícola por Actividades Productivas y el Grado de Tecnología 1975

Cultivo	Índice de Concentración	Brecha Tecnológica*	Brecha Tecnológica**	Consumo de Semillas mejoradas		Superficie Mecanizada	
				Has Semillas mejoradas	Total Has	Has Mecanizadas	Total Has
Yuca	0.43	167.9	69.9	-	-	-	9.7
Maíz	0.57	130.8	294.1	23.6	100.0	11.5	100.0
Frijol	0.58	54.6	98.6	3.2	40.3	14.7	100.0
Trigo	0.54	52.4	61.9	26.1	94.9	17.5	100.0
Cacao	0.58	51.5	152.5	-	100.0	-	100.0
Papa	0.51	46.1	169.0	0.5	100.0	38.0	100.0
Algodón	0.65	38.0	45.1	100.0	100.0	100.0	100.0
Ajonjolí	0.65	35.1	45.3	40.3	40.3	100.0	100.0
Soya	N.D.	32.6	23.0	94.9	94.9	100.0	100.0
Sorgo	N.D.	22.7	41.2	100.0	100.0	100.0	100.0
Arroz Riego	0.593	3.7	15.2	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: OPSA Insumos Agropecuarios 1976. Ministerio de Agricultura, 1977; Jorge Ardila y Diego Londoño Asignación de Recursos para la Investigación Agropecuaria en Colombia. ICA 1976; y Alberto Gómez y Eduardo Silva. Elementos para un Programa de Fertilizantes en Colombia. Monómeros Colombo Venezolanos S.A. 1977.

* Medida por la diferencia porcentual entre el rendimiento potencial inmediato y el rendimiento promedio nacional 1974-75.

** Medida por la diferencia porcentual entre el rendimiento óptimo con fertilizantes y el promedio nacional 1974-75.

- b. Un menor consumo de fertilizantes y una mayor brecha tecnológica medida por la diferencia porcentual entre el rendimiento promedio nacional y el rendimiento potencial alcanzado con el óptimo experimental de uso de fertilizantes. Esta brecha fluctuó para estos cultivos entre 61.9% para el trigo y 294.1% para el maíz siendo también significativa para la papa (169%) y el cacao (152.5%). Estos valores fluctuaron solamente entre 15.2% y 45.3% para los cultivos más concentrados.
- c. Un menor consumo de semillas mejoradas según el volumen de ventas de semillas a nivel comercial, por superficie cosechada*. En los casos en que se dispone de ellos tales como maíz, frijol, trigo y papa, la superficie cosechada con este tipo de semillas no pasó del 26.1% como fue en el caso de trigo, y es muy insignificante para el caso del frijol (3.2%) y la papa (0.5%). Para los cultivos que hemos denominado concentrados el área cultivada con semillas mejoradas fue del 100% o estuvo muy cercana a este valor, excepto para el ajonjolí cuyo valor fue del 40.3%.
- d. Una menor superficie mecanizada con respecto al total cosechado. Mientras en los cultivos de algodón, ajonjolí, soya, sorgo y arroz riego está mecanizada el 100% del área cosechada, en el grupo de cultivos menos concentrados, está por debajo del 50% del área cosechada. El cultivo con más área mecanizada es la papa y su valor sólo es de 35.9%, en los demás el valor fluctúa entre el 9.7% y 17.0%.

Uno de los propósitos de este Seminario es aproximarse a un mejor diagnóstico de este último problema y discutir las soluciones. Las investigaciones preliminares sobre este problema sugieren que la mayor dificultad para lograr que las mejoras tecnológicas se incorporen a las rutinas productivas, ésta por el lado de las transferencias, aunque todavía no es muy claro el papel que los diversos factores económicos y sociológicos juegan en este problema de la adopción de tecnología. Presumiblemente la situación será diferente por productos y por regiones, pero es en cualquier caso importante lograr una primera aproximación sobre la importancia relativa de esos factores. Si el problema es fundamentalmente económico, esto es, si la dificultad surge de elevados costos iniciales, será necesario precisar si el exceso de costo para los agricultores es causado por las condiciones mismas de la tecnología o si es imputable a un problema financiero. En el primer caso, la respuesta adecuada no podría ser otra que reorientar la investigación de tal forma que su adopción sea rentable para los pequeños agricultores y en el segundo caso su solución exigirá diseñar esquemas de crédito apropiado. Si por otra parte, la lentitud

* Este indicador puede estar subestimando el verdadero consumo de semillas mejoradas para los cultivos tradicionales, puesto que se calcula con base en los datos dados por las casas comerciales. Parece ser que en cultivos "pequeños" existe un alto autoconsumo de semillas muchas de ellas mejoradas.

en adoptar nuevas tecnologías, obedece a las dificultades de los pequeños agricultores a la información tecnológica, el esfuerzo debería orientarse a mejorar esas condiciones. Incluso en este aspecto es fácil apreciar que existen varias alternativas de atacar el problema y que es importante avanzar en la definición de una estrategia. Debería en este caso complementarse la labor tradicional de innovación tecnológica por líneas de producción con un esfuerzo adicional para lograr la transferencia? ó sería preferible reorientar la investigación de tal forma que éste se adelanta en respuesta directa a las necesidades sentidas por los usuarios, como en los esquemas de investigación por sistemas?.

Existen muchos otros problemas en el campo de la investigación agrícola como son: la unificación de labores entre los diversos institutos gubernamentales que trabajan en el ramo; las relaciones entre tecnología mecánica y bioquímica y el impacto de estas tecnologías sobre el empleo y sobre los costos; la relación entre la tecnología de producción agrícola y las perspectivas de desarrollo agro-industrial; el papel de la producción doméstica de insumos agropecuarios en la estrategia general del desarrollo agrícola y las posibilidades de complementación tecnológica a nivel del grupo andino; para sólo citar algunos de los más importantes. Sin embargo, creemos conveniente concentrar el trabajo de este Seminario en el esclarecimiento del punto antes anotado, que tiene gran importancia y es inmediatamente relevante para la definición de la política de investigación agrícola, incluyendo sus aspectos presupuestales.

RESEÑA HISTORICA DE LA INVESTIGACION AGROPECUARIA
EN COLOMBIA

Mario Osorio*
Andrés Novoa**

A. Antecedentes de Participación del Gobierno en la Investigación

La investigación agrícola en el país se inició como parte de esfuerzos, no coordinados, de los primeros profesores y estudiantes de las Facultades de Agronomía, de las cuales parece que la primera existió entre los años 1874 y 1881, en Cundinamarca. Sin embargo, se considera que la primera medida del Gobierno orientada a la organización y fomento de la investigación se remonta a 1879, cuando el General Julián Trujillo expide el Decreto 514 del 26 de noviembre, por medio del cual se crea la primera Estación Experimental Agrícola, en la capital de la Unión, o en sus inmediaciones, para atender los trabajos de "aclimatación y experimentos de cultivos". En el Artículo 7o. del mismo decreto se establece el "Instituto Nacional de Agricultura", anexo a la Estación Experimental o Quinta de Aclimatación***.

En el mismo decreto se "estimula a los gobiernos de los Estados para que promuevan y lleven a cabo el establecimiento de escuelas de agricultura en los distritos". Dispone, además, que los establecimientos o colegios de enseñanza superior de agricultura y las tareas de investigación y educación que ellos desarrollen, sean subvencionados en los términos del Decreto Ejecutivo No. 636 de 1878.

La importancia del acto ejecutivo mencionado está en el antecedente y apoyo legal que el Gobierno daba, en esa época, a la investigación agrícola la relación que se establecía entre la educación superior y la investigación y finalmente la primera iniciación clara del gobierno que se expresa en la decisión de organizarla, fomentarla y financiarla.

En febrero de 1880 inició labores el Instituto Superior de Agricultura y la Quinta de Aclimatación y Experimentos, con algunos proyectos de investigación sobre aclimatación de variedades en cultivos de papa, frijol y trigo, primero en terreno del Jardín Botánico y luego, en una zona cercana a la Picota, en las afueras de Bogotá.

En 1881 el encargado de la Estación Experimental informaba que el trigo sembrado en uno de los lotes de campo está afectado de "tizón o carbón" el cual posiblemente provino de "una semilla que se importó de Chile". Probablemente esa indicación fue una de las primeras para iniciar la investigación en ese cultivo. También comenzaron, en Santander y el Tolima trabajos en algodón y caña de azúcar, cultivos que se consideraban promisorios y de los cuales el país exportaba ya pequeñas cantidades, junto con los tradicionales, desde épocas coloniales, de tabaco, quina, caucho, añil y más recientes (1894) de café****.

* Economista de la División de Producción Agrícola del Departamento Nacional de Planeación.

** Funcionario del ICA comisionado al DNP para realizar el presente trabajo

*** Mesa B.D. La Agronomía en Colombia. Bogotá, 1965, pp 18-20.

**** Nieto Arteta, L. R. Economía y Cultura en la Historia de Colombia. Vol. 2. Editorial La Oveja Negra. 19 Bogotá pp 147-152.

En 1914, siendo presidente el doctor J. V. Concha, se expide la Ley 38, por la cual se autoriza al Gobierno establecer y financiar el "Instituto Nacional de Agricultura y Veterinaria" del cual dependiera una Facultad de Agronomía y Estaciones y Centros Experimentales. El Instituto se suprimió en 1916 para organizar en su lugar la Escuela Superior de Agricultura de Bogotá.

Ya para esta época correspondía al entonces Ministerio de Agricultura y Comercio la dirección de la Investigación agropecuaria, la cual se realizaba en varios Centros Experimentales en los Departamentos del Valle del Cauca, Antioquia, Tolima y Cundinamarca.

La orientación definida por la Ley 38 fue confirmada en 1915, cuando se expide la Ley 75, la cual faculta al Gobierno para crear, en las tres regiones climáticas más caracterizadas del país, las respectivas Estaciones Experimentales. Como orientación particular la Ley expresa que "... en cada una de las mencionadas Estaciones se harán las investigaciones concernientes a la agricultura; como experimentos y demostraciones, aplicación de abonos químicos, cultivos y aclimatación de plantas y exhibición de aparatos agrícolas". Así mismo, que "... cada uno tendría una oficina especial encargada de la meteorología agrícola, del estudio de insectos nocivos a las plantas, análisis de tierras y aguas, introducción y distribución de semillas útiles y plantas vivas, importación de abonos y de algunos animales especiales para mejorar las razas y en fin, de todos los demás que es necesario...".

Aunque pocas de las iniciativas de la Ley se pusieron en práctica, se destaca el énfasis en varios campos de acción en la investigación, el fomento de la producción -a través de la importación y distribución de semillas y razas mejoradas- y en el manejo de algunas importaciones agropecuarias con fines de investigación.

Por otra parte, la Ley estimuló la creación de Centros de Experimentación Regionales como el de San Lorenzo o Armero en el Tolima (1919), el de Agricultura y Ganadería Tropical, anexo a la Granja de Palmira en el Valle, y la de Rionegro, Antioquia (1916). Así mismo, el establecimiento de la Facultad de Agronomía de Bogotá, antes Escuela Superior de Agricultura, que funcionó hasta su clausura en 1925.

En 1926 el entonces Ministerio de Agricultura e Industrias establece las bases de un programa sobre Educación Agrícola, Demostración e Investigación, que fue el resultado del informe presentado por el Austriaco Botho A. Careth C., quien fue contratado por dos años para asesorar al Gobierno. El programa establece por primera vez la subdivisión de la investigación en aspectos agronómicos en cada cultivo, plagas y enfermedades, mejoramiento variedad (genético); aspectos de sanidad animal y selección de razas; suelos y meteorología. Se indican criterios para la regionalización de la investigación y se proyectan Estaciones Experimentales en clima frío, medio y cálido y campos de demostración regional. Como resultado de esa regionalización, se crean algunas de las más antiguas Estaciones Experimentales como las de la Picota (Cundinamarca), Armero (Tolima), Tolviejo (Bolívar), El Nus (Antioquia), e Iracá (Meta).

En 1928 el Ministerio de Agricultura e Industria se transforma en Ministerio de Economía Nacional, en el cual se crean dos departamentos nacionales, el de agricultura y el de ganadería. A estas secciones técnicas se adscribe la dirección y orientación de la investigación agropecuaria y la administración de las Estaciones Experimentales.

Para iniciar las tareas correspondientes de organización de la investigación, el Gobierno contrató una misión de expertos canadienses, de los cuales llegaron al país en ese año tres, en las áreas de botánica, zootecnia y economía. Ese equipo técnico inició la investigación en proyectos de mejoramiento de trigo, papa y cebada, dió impulso a los programas que ya había iniciado el Ministerio sobre entomología, fisiología vegetal, fitopatología y suelos, además de algunos trabajos en mejoramiento y selección de ganado, principalmente en bovinos para leche.

En este mismo año y en desarrollo de la Ley 41 de 1926 se creó, por parte del Gobierno Departamental del Valle del Cauca la "Estación Agrícola Experimental de Palmira", en terrenos de una granja regional que desde 1919 se estaba organizando como unidad experimental anexa a la Escuela de Agronomía y Mecánica Industrial, que se había fundado en 1913. En la Estación Agrícola Experimental de Palmira se establecieron programas de investigación en caña de azúcar, arroz, fríjol, y en pastos de forraje. Simultáneamente en Bogotá se establece, con el mismo carácter experimental, la Granja de "La Picota", para cultivos y ganado de clima frío.

El interés creciente del Gobierno por la Investigación agropecuaria y el convencimiento de sus beneficios para la producción, así como una demanda creciente, principalmente en el mercado exterior por los productos agrícolas -café, algodón, azúcar- para los cuales era necesario resolver problemas, tanto de mejoramiento como de control de plagas y enfermedades, así como de adaptación o condiciones de uso de insumos químicos -fertilizantes, plaguicidas y pesticidas- que para esa época se desarrollaban y promovían en el mercado internacional, se concretó en la expedición de la Ley 132 de 1931, por la cual se determina la función directa del Estado en el desarrollo y fomento de la investigación agropecuaria. En efecto, la Ley en su artículo lo expresa que "los servicios de investigación, experimentación, demostración, enseñanza, estadística y divulgación agrícolas y pecuarias, obedecerán a un plan conjunto cuya dirección corresponderá al Gobierno Nacional". Así mismo, la Ley 132 determina que se deben crear y fortalecer los programas de investigación agrícola "a fin de aumentar los rendimientos de los cultivos alimenticios, como los de carácter industrial". Al mismo tiempo se indica que el Instituto Agrícola Nacional, deberá contar con una estación agrícola principal, subestaciones en los diferentes climas, una escuela superior de agricultura y servicios de divulgación.

Es importante destacar la importancia de la Ley 132 por cuanto sus disposiciones expresan claramente la regionalización de la investigación agropecuaria, la dirección que le compete al Estado, y la armonización de su desarrollo a través de planes que contemplen los requerimientos del país en cuanto a la producción del sector y sus necesidades en el comercio exterior.

Por otra parte, la Ley reafirma la relación que debe existir entre la investigación y la educación, así como la promoción, fomento y divulgación de los resultados, con el propósito, como se ha indicado, de "aumentar los rendimientos de los cultivos alimenticios".

La intención del Gobierno coincidía con una época en que el país soportaba aún los efectos de las crisis económicas de 1929, la cual, según Zuleta*, se refleja favorablemente en la agricultura, sector que entre 1929-1934 se fortalece en la exportación de sus productos. Coincide también ese período, con el desarrollo y florecimiento de cultivos diferentes al café, orientados tanto al consumo interno como a la exportación como fueron el arroz, la caña de azúcar, el maíz, el frijol y el cacao.

Precisamente en 1934, el Gobierno Departamental del Valle del Cauca expide el Decreto No. 262 por el cual se crea la Escuela Superior de Agricultura Tropical, a la cual se anexa la Estación Agrícola Experimental de Palmira. En esa sede los primeros programas de investigación son en algodón, caña de azúcar, arroz, tabaco, plátano, yuca, maíz, frijol, soya y pastos de corte. En ganadería se comenzó investigación en manejo y producción de bovinos para carne y en porcinos.

Dadas las ventajas relativas que ya se identificaban para el cultivo de caña de azúcar en el Valle y el desarrollo creciente del mismo, se fortalece la investigación en aspectos del procesamiento industrial de la caña -desarrollo de técnicas de molienda (maquinaria y equipos), producción comparativa de azúcares, riego y drenaje, además de aspectos fitosanitarios como la identificación y control del "Mosaico".

En los años siguientes, se continúa el fortalecimiento de los programas de investigación ya existentes, se dotan las Estaciones experimentales y se inician algunos programas nuevos como el de suelos, cuya responsabilidad principal correspondía al Instituto Geográfico desde 1931, y los trabajos de mejoramiento genético en papa, en la Estación Central de la Papa en Tabio (Cundinamarca), la cual había sido creada por el Ministerio de Agricultura y Comercio en 1930.

A partir de 1943 se inicia una profunda reorganización en la investigación agropecuaria, la cual se inspiró, en parte, en el informe y recomendaciones del grupo de expertos de la Misión Agrícola Americana, que colaboró con el Gobierno en los Departamentos Nacionales de Agricultura y Ganadería. Por otra parte, regresaban al país los primeros técnicos con estudios de especialización, quienes influyeron decisivamente en la modernización de la investigación, en sus metodologías y técnicas, además de marcar una orientación hacia la evaluación y mejoramiento de variedades, por una parte, y la introducción, evaluación y uso de insumos agroquímicos modernos, por otra.

* Zuleta, E. Historia Económica de Colombia. U. T. Ediciones Ibagué, 1970 pp: 87-88 (Mimeografiado).

Como resultado de la reorganización del Ministerio de Agricultura, que desde 1943-47 comenzó a operar, el Gobierno, a través del entonces Ministerio de Economía, expresó en septiembre de 1949 a la Fundación Rockefeller "el interés que para Colombia tendría el establecimiento de una Unidad Agrícola Misión Técnica que atendiera, en asocio de nuestro Departamento Nacional de Agricultura, algunas campañas de investigación como serían por ejemplo, las de mejoramiento de semillas de papa, trigo y maíz...". Como resultado de esa gestión se firmó, a finales de ese año, el contrato entre la Fundación y el Ministerio para establecer la Unidad en Medellín como parte integrante del Ministerio de Agricultura y Ganadería, para desarrollar un Programa de Investigación sobre genética, suelos, fitopatología y entomología. El convenio comenzó a regir en diciembre de 1949, con aporte por partes iguales del Gobierno de Colombia y de la Fundación Rockefeller.

Su Unidad operativa se denominó Oficina de Investigaciones Especiales (OIE) y el primer programa de investigación que estableció fue sobre maíz en Medellín, a principios de 1950. Su sede se estableció en la Facultad de Agronomía.

Se completaba así un período importante en el desarrollo de la investigación agropecuaria en Colombia que tuvo sus más destacadas realizaciones en el decenio 1940-1950 cuando se realizó investigación básica en fitopatología, entomología, química de suelos, meteorología y se adelantaron estudios sobre capacidad productiva, introducción y adaptación de variedades, creación de nuevas variedades e híbridos, en cultivos como maíz, trigo, papa, arroz, caña de azúcar, tomate, cacao y algunos frutales.

Durante ese período se fortalecieron y dotaron las principales Estaciones y Granjas Experimentales que, creadas originalmente por iniciativa de los Departamentos, fueron posteriormente racionalizadas y pasaron a depender del Ministerio de Agricultura.

Al mismo tiempo, se establecieron los programas de investigación y mejoramiento de ganado bovino en aspectos de selección, cruces, nutrición (pastos y forrajes) y sanidad animal, principalmente en las Granjas de Toluviejo, El Nus, Iracá y Armero.

En 1951 el Gobierno Nacional adquiere, en Mosquera (Cundinamarca), un lote de terreno para el establecimiento de una Granja Agrícola Experimental, que como centro piloto nacional sirviera como sede de los principales programas de investigación agropecuaria, representativos para el clima frío y para programas de mejoramiento y fomento pecuario. Esa Granja se llamó TIBAITATA y fue el primer Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA) del país. Tibaitatá inició actividades en 1952 con programas en trigo, cebada, maíz y papa.

La tarea cumplida por la OIE, en cuanto a la reorganización de la investigación y la reorientación científica de los programas, entre 1950 y 1955, así como la participación de sus expertos, reforzó principalmente las tareas de investigación en frijol, papa, pastos y forrajes, entomología y suelos, en Tibaitatá y Palmira.

En 1950 por medio del Decreto No. 962-Bis, se crea en el Ministerio de Agricultura el Departamento de Investigaciones Agropecuarias (DIA); se le da categoría de Centros Nacionales de Investigación a cinco de las Estaciones Experimentales más importantes, se reorganizan las restantes ocho granjas y se establecen los primeros Programas Nacionales de Investigación, que corresponden a "los principales cultivos de plantas productoras de alimentos y a ganadería doméstica". En ese último se inician programas en ganado para leche, aves, ovinos, y en patología animal.

El 10. de enero de 1956, se termina el convenio con la Fundación Rockefeller y se traspasan en cesión todos sus bienes al DIA quien asume la orientación y dirección de los programas de investigación que la OIE manejaba. No obstante, algunos profesionales norteamericanos continúan prestando asesoría técnica en los programas de investigación, como contrapartes de los técnicos nacionales. Esa modalidad continuó hasta 1967-69, cuando la mayoría de los expertos de la Fundación dejaron de prestar su servicio directo en la investigación agropecuaria.

En junio de 1959 se nombra a U. J. Grant director de Ciencias Agrícolas de la Rockefeller en Colombia y jefe de la OIE, en reemplazo de Lewis M. Roberts, director desde 1948. La misión agrícola dirigida por Grant, mantuvo todavía la dirección efectiva de varios programas de investigación, especialmente en ciencias animales, economía agrícola y en algunos programas agrícolas básicos. Por otra parte su asistencia financiera, en otras modalidades diferentes al convenio original, apoyó las tareas del DIA y posteriormente del ICA hasta años recientes, en forma importante.

Se ha indicado en diversas fuentes, que la tarea de la Misión Agrícola de la Rockefeller fue en su época un hito de especial importancia en el desarrollo y consolidación de la investigación agropecuaria en el país. Sus resultados y principalmente los de los técnicos nacionales se reflejaban en 1959-60 con la entrega por parte del DIA a los agricultores de nuevas variedades mejoradas e híbridos nacionales de maíz, frijol, cebada y papa.

Los excelentes resultados del DIA, que en 1960 fue promovido a División del Ministerio de Agricultura, llevaron al Gobierno Nacional, por medio de los Ministerios de Agricultura y Educación, junto con la Universidad Nacional y con el apoyo financiero y asesoría técnica de una misión conjunta de las Fundaciones Rockefeller, Ford y Kellog, de la Universidad de Nebraska y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, a promover la creación de una entidad descentralizada de carácter nacional, que tomara bajo su responsabilidad todos aquellos aspectos relativos a la investigación, educación y extensión agropecuarias.

Como resultado de esas gestiones, que se iniciaron a mediados de 1960, el Gobierno expidió el Decreto No. 1562 de 1962, por el cual se creó la CORPORACION INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, ICA, entidad que asume las tareas y responsabilidad del DIA en investigación agropecuaria, además de asignársele funciones para la formación de personal técnico altamente calificado, en cooperación y acuerdo con la Universidad Nacional, y en el fomento a la producción agraria, divulgación y extensión.

El ICA inició labores en febrero de 1963, cuando le fueron entregados los recursos, instalaciones, personal y las Granjas y Centros Experimentales del DIA. Por medio del Decreto No. 3116/63, se convirtió la Corporación en Instituto, adscrito al Ministerio de Agricultura, se le definieron funciones, se determinó su organización y se indicó su carácter de organismo rector de la investigación agropecuaria en el país. El 15 de febrero de ese año el DIA en el momento de pasar a ser el ICA contaba con 22 programas de investigación y 1.523 funcionarios, de los cuales 145 técnicos y 15 técnicos de la Fundación Rockefeller prestaban asesoría en sus programas de investigación. Como resultado de su trabajo el DIA había entregado a los agricultores, hasta 1963, un total de 66 variedades mejoradas, así: 36 variedades e híbridos de maíz; 5 de frijol; 2 de arveja; 6 de trigo; 2 de cebada; 6 de papa; 3 de caña forrajera; 2 de cacahú; y una para cada uno de los cultivos de arroz, soya forrajera, soya industrial, e higuera.

Entre 1963-67 el ICA se fortaleció como la entidad rectora de la investigación agropecuaria en el país. Durante ese período se ampliaron los programas y proyectos a nuevos cultivos y campos de investigación agronómica, así como la investigación en ciencias animales. Se fortaleció la estructura para investigación a nivel regional en las Granjas y Centros Experimentales, se impulsaron los programas de extensión que el ICA había recibido del Ministerio de Agricultura en 1963, y se dió especial atención a los programas de educación a nivel posgraduado, principalmente en los Estados Unidos, con el apoyo financiero de las Fundaciones Rockefeller, Ford, Kellog y la Universidad de Nebraska.

En 1968, por medio de los Decretos 2420 y 3120 se reestructuró el sector agropecuario y se reorganizó el ICA, adscribiéndosele funciones de control y supervisión de insumos, fomento, certificación de semillas, asistencia técnica agropecuaria, extensión y desarrollo rural.

Como parte de esa reestructuración se le adscribieron al Instituto las funciones, el personal y las facilidades de dotación que hasta entonces desempeñaban y correspondían al Instituto Zooprofiláctico, el Instituto de Fomento Algodonero y el Instituto Tabacalero.

Para adecuar su estructura administrativa a las nuevas funciones y responsabilidades, la Junta Directiva por medio de los Acuerdos 009 y 0011 de 1969 dispone la organización del ICA en tres subgerencias: Investigación, Desarrollo y Operativa, además de una Secretaría General, la Dirección de Planeación y, dependiendo de la subgerencia de Investigación, los Programas Nacionales en Agronomía, Ciencias Animales, Ciencias Sociales y Economía y Sociología Rural y Maquinaria e Insumos Agrícolas. Al mismo tiempo, se decide regionalizar administrativa y técnicamente al Instituto y para el efecto se crean ocho Gerencias Regionales, que cubren todo el territorio nacional, se establece la sede regional de los programas de investigación sobre cultivos y ganadería tropical y la especialización, como centros pilotos de algunos Centros Experimentales para cultivos y explotaciones pecuarias típicos de cada región.

Simultáneamente con esos cambios en el ICA y dado el grado de desarrollo de la investigación agropecuaria en el país, sus facilidades y ventajas relativas en la agricultura de trópicos medios, así como el interés de instituciones financieras y de asistencia técnica internacional en los aspectos del desarrollo de la producción agrícola, se decide establecer en Colombia un centro de investigación agropecuaria que integrado a una red mundial vincule las áreas de agricultura del trópico a los programas de intereses de investigación con proyectos de cooperativas para multiplicación y prueba de materiales, redes de intercambio de información, adiestramiento de investigadores y asesoría técnica a los países, que promuevan instituciones como el CIMMYT (México), IRRI (Filipinas), CIP (Perú), ICRISAT (India), IITA (Nigeria) y ALAD (Líbano). Es así como se crea el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), con sede en Palmira (Valle) con el propósito de "... investigar sobre aspectos agrícolas, pecuarios, económicos, de los trópicos bajos, para aumentar la producción y productividad agrícola y contribuir en esta forma a las dietas y bienestar de los pueblos...". El Gobierno Nacional por medio del Decreto No. 301 del 7 de marzo de 1968 apoya y participa en la creación del CIAT, determina los privilegios y prerrogativas a que tiene derecho su personal técnico y científico y se establecen las exenciones sobre los bienes, elementos y equipos que importe al país.

Los productos sobre los cuales el CIAT inició programas de investigación fueron: yuca, frijol, pastos y forrajes, leguminosas de grano, arroz, maíz, ganado de carne y porcinos. El ICA y CIAT mantienen acuerdos de cooperación en algunos programas de investigación, como son en yuca, porcinos, ganado de carne y algunos básicos como fisiología, fitopatología y medicina veterinaria. Además se mantiene un permanente intercambio de información sobre aspectos técnicos. Esa colaboración, también, se ha institucionalizado mediante acuerdos y contratos en diversos campos, y para facilitarlos, el Gerente del ICA, en representación del Gobierno, forma parte del Consejo Directivo del CIAT.

Entre 1969 y 1974 las tareas de investigación del ICA han continuado ajustándose a los requerimientos del desarrollo tecnológico del sector y a los problemas, las perspectivas, que ese desarrollo plantea. En 1971 (noviembre) la subgerencia técnica del Instituto reorganiza su estructura administrativa, define nuevos criterios metodológicos para llevar a cabo la investigación y reorganiza la tarea que en este campo deben cumplir los Centros y Estaciones Experimentales. Con ese fin, se agrupan en Centros Pilotos las investigaciones que realizan en forma dispersa los programas y se definen las Granjas que servirán como Centros Satélites Demostrativos, para los diferentes cultivos y actividades de producción pecuaria. Se propuso con esa organización eliminar la duplicación de investigaciones, tales como selecciones, respuestas de insumos, etc., que se repetían permanentemente en todos los Centros y Estaciones Experimentales, liberando a investigadores para que dediquen su tiempo a otras actividades de investigación*. La forma como se definieron las categorías de clasificación de los centros de investigación permite entender, en parte, la orientación dada a esas actividades desde 1971.

* ICA. 1971. Subgerencia Técnica. Reestructuración de la Investigación, ICA. Bogotá 1976.

Se entiende por Centro Piloto aquel donde se realicen en las investigaciones de un programa, bien que éstas sean estudios básicos o aplicados. Esto hace que de hecho debén constituirse en los lugares donde se generará toda la tecnología inherente a un Programa determinado.

Se consideran como Centros Satélites, aquellos en donde se hagan pruebas de progenie y algunas selecciones, que le permitan al Centro Piloto proceder a hacer las síntesis necesarias, combinando los diferentes genotipos seleccionados por los diferentes Centros Satélites. Además, algunas selecciones que permitan localizar resultados específicos a la zona. En estos Centros se originará la información que será usada posteriormente en los Centros de Demostraciones y por los técnicos llamados agentes de cambio.

En los Centros de Demostración, se probarán a escala comercial o semicomercial, los mejores tratamientos resultados de los ensayos de los Centros Satélites. En las demostraciones deberá incluirse la especie local o el tratamiento control. Allí deberá aplicarse toda la tecnología generada en el Programa (de investigación).

B. Antecedentes de la Participación de la Empresa Privada

De acuerdo con lo indicado en la sección anterior, desde 1932 se definió la responsabilidad del Estado colombiano en la dirección, orientación y desarrollo de la investigación agropecuaria. Empero, a medida que esa tarea se fue haciendo más compleja y debía cubrir nuevos campos, algunos de ellos específicos y particulares para los intereses de gremios o asociaciones de productores cuyos intereses económicos se centraban en un cultivo determinado o en la explotación pecuaria bovina, se fue creando la necesidad de que la empresa privada participara en las tareas de investigación, para ocuparse de proyectos que los organismos del Estado no podían atender con la urgencia que los productores requerían.

En cierta medida, la organización gremial de los productores corre paralela con el establecimiento de algunos programas de investigación, modestos en sus comienzos, y de acuerdo con el crecimiento e importancia económica que cada actividad agrícola adquiría.

El cultivo del café, que sustentaba nuestra economía agrícola desde finales del siglo pasado, fue probablemente el primero que por sus particulares condiciones, demandó contar con programas de investigación que atendiera los problemas propios del cultivo. La Federación Nacional de Cafeteros se creó después del Segundo Congreso Cafetero (1926) y en 1938 estableció en Chinchiná (Caldas) los primeros programas de investigación. A partir de entonces la Federación ha mantenido la responsabilidad principal en ese campo. En efecto, ni el DIA primero, ni el ICA después, han contado entre sus programas de investigación el de café, aunque ciertamente uno y otro organismo han contribuido en la investigación y solución de ciertos problemas específicos, particularmente en el área de la investigación básica.

En 1947 se creó la Federación Colombiana de Cultivadores de Arroz (FEDEARROZ), con propósitos de fomentar el cultivo, promover su exportación y representar los intereses gremiales de los productores. Entre otras acciones, fue la Federación quien importó al país algunas de las primeras variedades de arroz, como la Bluebonneto 50 y la Rexoro que siendo de mayor rendimiento, aunque susceptible a enfermedades, han tenido especial importancia en el desarrollo de este cultivo en el país. Aunque FEDEARROZ no ha contado con un Departamento de Investigaciones propiamente dicho, si ha contribuido y lo hace actualmente a las tareas de investigación del ICA sobre el cultivo, con aportes directos a proyectos del Instituto, con el financiamiento de algunas pruebas regionales, e indirectamente con su apoyo al fomento y a la divulgación de los resultados obtenidos por el Instituto.

La contribución más directa de los arroceros ha consistido en el pago de un profesional para trabajar en el programa respectivo de investigación en el ICA y, en los últimos cinco años, en aportes monetarios anuales, para la realización de pruebas regionales de las nuevas variedades producidas por el ICA, contribuciones que se originaron después de los resultados obtenidos en el programa para llegar a la nueva variedad CICA-6.

El algodón ha sido otro de los cultivos, para el cual sus cultivadores han aportado a la investigación. La entidad gremial respectiva (FEDERALGODON) se creó en 1965 y veinte años antes se creó por el Gobierno el Instituto de Fomento Algodonero (IFA). Esta última entidad tuvo a su cargo los programas de fomento a la producción, manejo de las exportaciones, provisión de insumos y algunos proyectos de investigación hasta 1968, año en que por la reforma administrativa del sector agropecuario pasó con todos sus programas al ICA. En la actualidad la Federación de Algodoneros cuenta con un Departamento Técnico. Efectúa investigación aplicada a través de programas de entomología, suelos, control de malezas y agronomía, para lo cual dedicó en 1976 \$15.0 millones. Según la Federación se ha logrado coordinación parcial en los programas de investigación con el ICA, pero aún subsiste duplicación de labores en algunos casos específicos. La Federación, por ejemplo, tiene un Centro Experimental en Algodón, que está situado al frente de la Granja del ICA en Natagaima (Tolima) que es, a su vez, sede del Programa Nacional de Algodón del ICA. En uno y otro centro experimental no es raro encontrar los mismos experimentos, o incluso con iguales propósitos y diseños. Adicionalmente a esa participación los algodoneros, a través de la Federación paga al ICA unos \$20 millones por concepto de cuotas de fomento.

En caña de azúcar la contribución ha sido probablemente mayor. Hace aproximadamente 18 años los principales Ingenios Azucareros del país en el Valle del Cauca, iniciaron sus propios programas de investigación, hasta el punto de adoptar en forma completa todos los aspectos y proyectos en este campo. El ICA trabajó en este cultivo, con altos presupuestos hasta 1975, cuando se cambió la orientación hacia caña para panela.

En otros cultivos importantes, como avena, cebada, cacao, oleaginosas perennes y hortalizas y frutales, también se ha contado con apoyo y participación específica en las tareas de investigación agrícola. Entre 1965-1975

la compañía Quaker pagó un técnico para el programa de avena en el ICA; en ce- bada, existe desde 1963 un convenio entre el ICA y PROCEBADA con la participa- ción de Malterías Unidas y otras cervecías. En la actualidad AGROFUMENTO S.A., cuenta con un programa de investigación aplicada en mejoramiento, ade- más de contribuir directamente al ICA aportando recursos financieros para el pago de profesionales de investigación, compra de materiales, pruebas regio- nales y para trabajos en mejoramiento, especialmente en aspectos fitosanita- rios del cultivo.

En hortalizas y frutales los productores particulares han hecho esfuerzos aislados de experimentación aplicada. Tal es el caso de las compañías Fruco, Maizena y La Rosa, que han instalado pequeñas granjas experimentales en la Costa y en el Valle del Cauca. Los esfuerzos de integración con el ICA han fracasado.

En oleaginosas perennes, se indica que existen reservas con relación a las actividades que el ICA desarrolla. Las grandes compañías, tales como INDUFALMA, COLDESA y Oleaginosas Risaralda, han montado sus propios programas de investigación sobre prácticas culturales y problemas fitosanitarios del cultivo, aparte de haber contratado con entidades extranjeras, como el IRHO, la asesoría técnica principal en relación con el análisis de suelos, identifi- cación de plagas y enfermedades y prácticas culturales. De esa forma, la in- dustria de oleaginosas prácticamente está realizando su propia investigación, y por otro lado los empresarios cultivadores y procesadores de Palma Africa- na, nunca han contribuido a los trabajos del ICA en Oleaginosas Perennes.

El tabaco es un cultivo de los más antiguos en la tradición exportadora del país. El tabaco rubio es típicamente de explotación industrial, mientras son los pequeños productores de la Costa y Santander quienes atienden los cultivos de tabaco negro; especie que atiende las investigaciones del ICA, desde 1968 cuando el IFI pasó a formar parte de esa entidad. Por otra parte, la Compañía Tabacos Rubios de Colombia S.A. cuenta con dos pequeñas granjas experimentales y cuatro técnicos en investigación, dedicados a la evaluación de variedades de tabaco rubio, que son de su propio interés. Por su parte, la Compañía Colombiana de Tabaco cuenta con un Departamento Técnico, formado por 6 profesionales para investigación, la cual se realiza principalmente en Santander y el Valle del Cauca.

Debe mencionarse también el convenio interinstitucional para el estudio de la Moniliasis del Cacao, en el cual participan la Compañía Luker S.A., la Nacional de Chocolates, la Federación Nacional de Cacaoteros y el ICA. El convenio, que se firmó en 1964, valía \$5.500.000 en 1976 y la investigación la realiza el ICA. Comprende además, actividades de divulgación para el con- trol de la enfermedad. Adicionalmente a lo anterior, la Federación de Cacao- teros y Luker, desarrollan su investigación en tres Granjas Experimentales propias. Así mismo, COFIAGRO y CECOZA han hecho aportes y han participado en el desarrollo de proyectos privados de investigación en este cultivo.

En el campo de Medicina y Ciencias Veterinarias, la participación de la empresa privada ha sido posiblemente mayor en los aspectos agronómicos. Esa participación se ha concentrado principalmente en los programas de inves- tigación que mantienen a través de sus Departamentos Técnicos, los laborato- rios y empresas productoras de concentrados, como Life, Hoechst, Purina,

Pfizer, Ciba Geigy, Abbot, etc., que aportan una porción significativa del desarrollo tecnológico en el área Veterinaria, además de haber contribuido frecuentemente con aportes financieros para proyectos de investigación del ICA sobre evaluación técnica de sus productos.

En las industrias avícola y porcícola, el ICA ha mantenido tradicionalmente programas de investigación, se ha dado un permanente apoyo, bien por contratos específicos -de seguimiento y cuantificación difícil, por su carácter particular y a veces episódico- o por proyectos contratos que las empresas o agremiaciones han acometido en campos como nutrición, mejoramiento, manejo, prevención y control de enfermedades, o en la prueba y evaluación comercial de productos biológicos.

Por otra parte, la Empresa Colombiana de Productos Veterinarios (VECOL) y, de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 14 del Decreto 615 de 1974 y el Artículo 62 del Decreto 133 de 1976, debe destinar parte de la reserva legal de sus utilidades para aportar al ICA en proyectos de investigación y transmisión de tecnologías en Sanidad Animal.

Finalmente, el ICA ha venido cobrando desde tiempo atrás algunos de sus servicios directos como el análisis de suelos, la certificación de semillas y cierta clase de pruebas para diagnóstico en sanidad animal. Las sumas que el Instituto percibía por esos conceptos fueron siempre modestos y generalmente por debajo de los costos en que el ICA incurría por la prestación de esos servicios. Desde abril de 1974 y por Resoluciones 041 y 070 de la Junta Nacional de Tarifas, se autorizó al ICA para reajustar y cobrar algunos de sus servicios al público. Entre ellos, el análisis de suelos, el diagnóstico veterinario, la inspección en frigoríficos de exportación, el control de alimentos para animales y, por Resolución 002 del 26 de enero/76, los servicios de control y supervisión de insumos agropecuarios.

Los dineros que el ICA recauda de los usuarios por esos conceptos, constituyen un aporte adicional de los gremios y los individuos, aunque indirecto, que también apoya los gastos que en investigación hace la entidad.

**LAS INSTITUCIONES TECNOLOGICAS NACIONALES
E INTERNACIONALES EN COLOMBIA Y SU INSERCIÓN
EN EL APARATO DE PLANEACIÓN SECTORIAL***

Armando Samper**

A continuación se resumen las relaciones técnicas entre los Centros Internacionales de Investigación Agrícola, en particular el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), como base de discusión para determinar la forma como la investigación agrícola internacional puede contribuir a la investigación nacional como parte del proceso de planeación sectorial.

Red de Centros Internacionales de Investigación Agrícola***

Hasta comienzos de la década de los años 60, los esfuerzos internacionales de investigación agrícola en los países tropicales, se habían concentrado fundamentalmente en plantaciones industriales de productos de exportación tales como el caucho, la caña de azúcar, los bananos y la piña. Poca atención se había prestado a nivel internacional, al mejoramiento de los cultivos alimenticios básicos que producían los pequeños y medianos agricultores por sistemas tradicionales.

Para hacer frente a la creciente demanda de alimentos por parte de los países en desarrollo, a comienzos de la década de los años 60, las Fundaciones Ford y Rockefeller, y los Gobiernos de México y las Filipinas, unieron esfuerzos para crear un nuevo modelo institucional para impulsar la investigación agrícola a escala mundial. El esfuerzo inicial se concentró en el mejoramiento de la productividad, el aumento de la producción, y la elevación de la calidad alimenticia del maíz, el trigo y el arroz. Así surgieron el Instituto Internacional de Investigaciones del Arroz (IRRI) con sede en las Filipinas y el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT) con sede en México.

* El autor agradece al doctor Manuel Alvarez, Subgerente de Investigación del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y al doctor Alexander Grobman, Director General Asociado (Cooperación Internacional) del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), la información suministrada sobre las cartas de acuerdo que establecen las bases de colaboración entre el ICA y el CIAT en el desarrollo de investigación en carne, yuca, frijol y arroz; y sobre la colaboración en investigación y transferencia de tecnología entre las dos organizaciones.

** Anteriormente, Director General del IICA; Ministro de Agricultura de Colombia; Subdirector General de la FAO, Representante Regional para América Latina; Presidente de la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF).

*** Para mayor información ver, por ejemplo, la publicación: Consultative Group on International Agricultural Research. International Research in Agriculture. New York, 1974. 70 p.



Posteriormente, fueron establecidos otros dos centros de alcance mundial que, aunque también concentraron sus esfuerzos en unos pocos renglones alimenticios básicos, prestaron particular atención al desarrollo de sistemas de producción apropiados para las condiciones de los trópicos húmedos. Surgieron así el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), con sede en Colombia; y el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) con sede en Nigeria. La Fundación Kellogg contribuyó también en forma eficaz a la financiación de estos cuatro primeros centros, particularmente para la construcción de las facilidades de los centros de comunicación y capacitación.

En 1971, por iniciativa de las Fundaciones Ford y Rockefeller, el Banco Mundial, la FAO y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) se estableció, con sede en el Banco Mundial en Washington, el Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional. Su objetivo era contar con un mecanismo informal para ampliar la base de financiación de los cuatro centros internacionales ya establecidos; crear otros nuevos de acuerdo con las necesidades alimenticias básicas de los países en desarrollo; y darle apoyo institucional a una red internacional de institutos de investigación agrícola.

En la década de los años 70, ya bajo auspicios del Grupo Consultivo, fueron establecidos otros cinco institutos: el Centro Internacional de la Papa (CIP), en Perú; el Centro Internacional de Investigaciones sobre Cultivos de los Trópicos Semi-Aridos (ICRISAT), en la India; el Laboratorio Internacional de Investigación sobre Enfermedades de los Animales (ILRAD), en Kenya; el Centro Internacional sobre Investigaciones Ganaderas para el Africa (ILCA) y el Centro Internacional de Investigación sobre la Agricultura de las Zonas Áridas (ICARDA), en el Líbano.

El Grupo Consultivo financia además otras actividades complementarias de apoyo a la investigación agrícola internacional como la Junta Internacional sobre Recursos Genéticos Vegetales, con sede, en la FAO, en Roma, y la Asociación para el Desarrollo del Arroz en Africa Occidental (WARDA), con sede en Liberia.

El Grupo Consultivo congrega a más de 30 donantes, entre gobiernos de países desarrollados, fundaciones y gobiernos de países en desarrollo que contribuyen voluntariamente a la financiación específica de los centros y los programas que forman parte del sistema en los cuales cada donante tiene interés. La Secretaría funciona en el Banco Mundial. Cuenta con un Comité Técnico Asesor (TAC) cuyo Secretario está en la FAO en Roma, que asesora al Grupo en la determinación de las necesidades y las prioridades de investigación, y en la evaluación periódica de los centros y de sus programas.

En 1976 se canalizaron a través del Grupo Consultivo U.S.\$72 millones para financiar las actividades de investigación de nueve centros internacionales y otros programas complementarios. En realidad, es un sistema para la transferencia de recursos financieros de los países desarrollados para fortalecer la investigación agrícola y la producción de alimentos en los países en desarrollo. Recientemente se incorporaron al Grupo algunos países petroleros en desarrollo.

Características de los Centros Internacionales.

Los Centros Internacionales son organizaciones de carácter particular, sin fines de lucro, incorporadas en los países sede de acuerdo con la legislación de cada país. No son, por tanto, organismos internacionales de carácter intergubernamental.

Cada Centro es autónomo, tiene su propia Junta Directiva integrada, a título personal, por destacadas personalidades de diversos países con experiencia en el campo de acción del Centro y por representantes del país sede, que entre los terrenos para construir los edificios y establecer los campos experimentales, y otorga facilidades para el personal internacional y la operación de los programas. La Junta Directiva determina las políticas y las prioridades de investigación, discute y aprueba el programa y presupuesto que prepara el Director General.

La Junta Directiva de cada Centro nombra al Director General quien, a su vez, selecciona y contrata científicos altamente calificados provenientes de cualquier país del mundo.

En general, los Centros Internacionales trabajan con base en equipos multidisciplinarios de agrónomos, fitomejoradores, agrólogos, entomólogos, fitopatólogos, zootecnistas, veterinarios, economistas, y otros especialistas para resolver, a través de la investigación, los problemas claves de la producción de determinados renglones alimenticios. Desarrollan sistemas de producción para cada producto, para que los países interesados la incorporen a los sistemas de producción agrícola a través de sus propios centros nacionales de investigación y servicios nacionales de extensión.

Cada Centro tiene como parte fundamental de su programa de acción establecer canales concretos de cooperación, tanto con las instituciones nacionales del país sede como de los otros países en cualquier parte del mundo interesados en la tecnología generada por el Centro, para contribuir a su transferencia y adopción. Los Centros, sin embargo, no trabajan directamente con los agricultores ya que esa es una responsabilidad de las organizaciones de cada país, como es el caso del ICA en Colombia.

Actualmente, la red de Centros Internacionales cubre los principales renglones alimenticios de importancia en los países en desarrollo de Asia, Africa y América Latina tales como arroz, maíz, trigo, triticale, cebada, frijol, caupí, yuca, batata, ñame, sorgo, millo perla, guandul, garbanzo, papa, lentejas, haba y carne vacuna.

Como se ve en el Gráfico No. 1, los Centros Internacionales cumplen principalmente una función intermedia entre los Centros avanzados de investigación básica y los programas nacionales de investigación y de producción. Los Centros Internacionales concentran su atención en la investigación aplicada y la generación de nueva tecnología. Los programas nacionales de investigación hacen sus propias investigaciones y generan su propia tecnología. Sin embargo,

en renglones en los cuales trabajan los Centros Internacionales, pueden reducir el alcance y acortar el tiempo de sus propias investigaciones, aprovechando esas investigaciones.

En el caso de los programas nacionales de producción, el gráfico destaca los factores institucionales y de política que afectan el grado de aprovechamiento de la tecnología disponible.

Relaciones Técnicas entre el CIAT y el ICA.

El aprovechamiento que pueda hacer un país, como Colombia, de las investigaciones y de la tecnología generada por los Centros Internacionales, depende entre otros factores de:

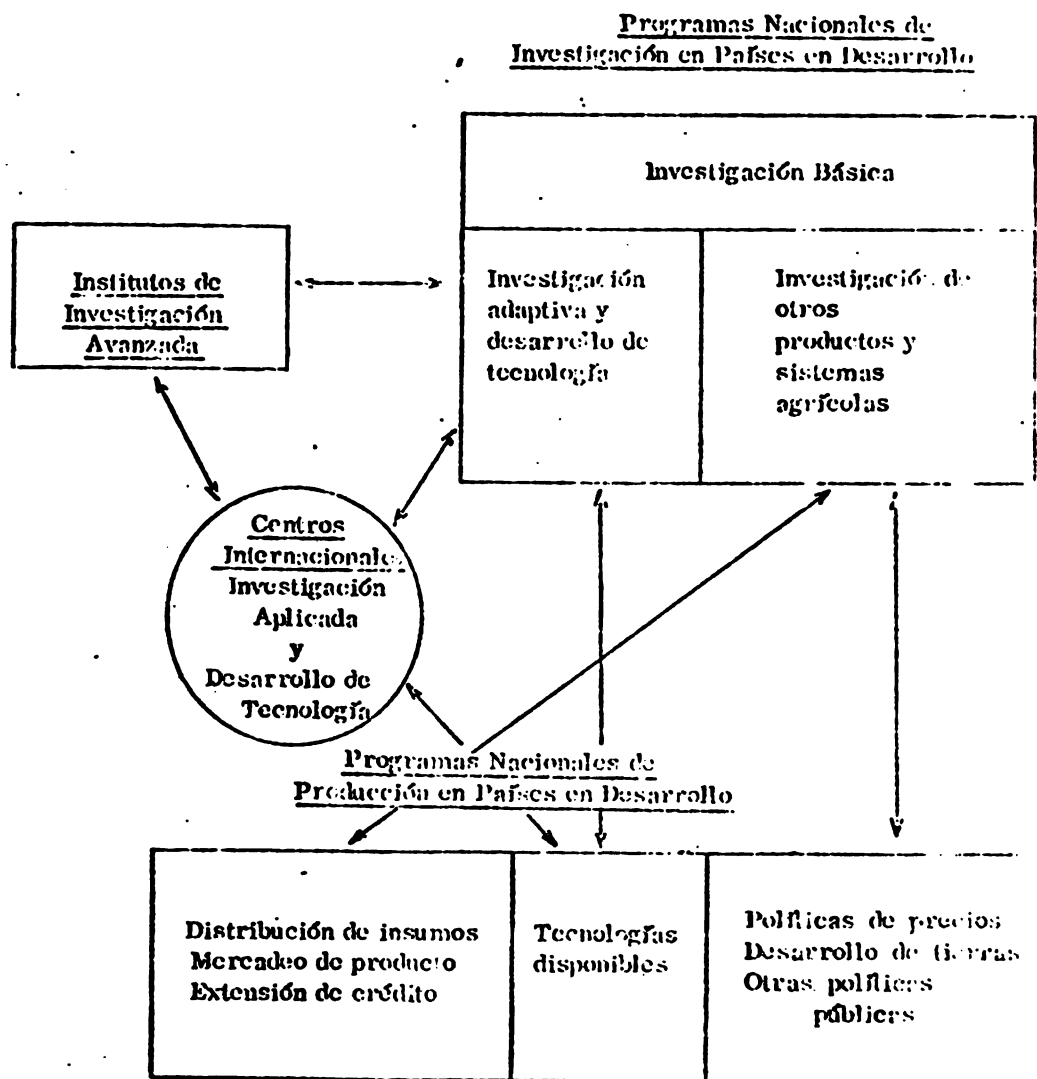
- a. La importancia para el país de los renglones de producción en los cuales trabaja el Centro.
- b. El tipo de investigaciones que realiza el Centro.
- c. La distancia geográfica del Centro y la eficacia de sus sistemas de proyección externa.
- d. La capacidad de las instituciones nacionales de investigación y de producción para aprovechar las investigaciones realizadas por el Centro.

La gráfica No. 1 resume de manera esquemática y a nivel genérico, la mecánica de las interrelaciones entre los Centros Internacionales y los Institutos Nacionales de Investigación.

El CIAT ha concentrado sus esfuerzos principalmente en el desarrollo de sistemas de producción de carne de ganado vacuno, de yuca, de arroz y de frijol. Desde el establecimiento del CIAT, ha habido una relación estrecha de colaboración con el ICA. Recientemente se han concretado esas relaciones de colaboración entre el CIAT y el ICA, a través de cartas de acuerdo entre las dos instituciones. El anexo resume los aspectos esenciales de estos convenios.



Gráfica 1. Interrelación de los Centros Internacionales de Investigación Agrícola con los Institutos de Investigación Avanzada, los Centros Nacionales de Investigación y los Programas Nacionales de Producción.



Fuente: Consultative Group on International Agricultural Research, Report of the Review Committee. Washington, D.C. Enero, 1977. 24 páginas y anexo.

AnexoCOLABORACION EN INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA ENTRE
EL ICA Y EL CIAT

CIAT e ICA suscribieron un Convenio General tendiente a asegurar la colaboración institucional en investigación y transferencia de tecnología el 15 de abril de 1969. Bajo dichas normas generales se condujeron una serie de acciones conjuntas dentro de proyectos generales de trabajo en arroz, ganadería de carne, maíz, frijol y yuca, a través de varios años.

Los resultados de la colaboración conjunta entre el ICA y el CIAT en forma concreta están siendo aplicados en el campo en Colombia y han permitido alcanzar resultados de gran magnitud en la elevación de la producción agropecuaria y de la productividad particularmente del cultivo del arroz. Sin alcanzar la trascendencia nacional lograda en el caso del arroz, se han venido alcanzando resultados muy satisfactorios en resultados más bien localizados en aplicación de uso de variedades mejoradas y tecnología avanzada en yuca, en ciertas especies forrajeras tropicales, como Stylosanthes guyanensis, en entendimiento y control de enfermedades carenciales y de ecto y hemo-parásitos en ganado de carne, en entendimiento y control por mejoramiento genético de variedades de frijol y en aplicación de técnicas mejoradas al manejo de suelos ácidos.

Las futuras relaciones en los programas de investigación y transferencia de tecnología entre CIAT e ICA, se han normado por una serie de cartas de entendimiento firmadas en 1977, sobre el proyecto de ganado de carne en Carimagua, sobre yuca, sobre frijol y dos pendientes de firma a comienzos de 1978 sobre arroz y sobre control fitosanitario de la introducción y envío de semilla de variedades promisorias y germoplasma.

Con relación a la coordinación que se ha acordado establecer en las acciones de investigación y transferencia de tecnología entre el ICA y el CIAT, en los diversos programas sobre los cuales se ha llegado a entendimiento, en cuanto a las respectivas funciones y acciones de ambas instituciones, nos referiremos a continuación.

1. Ganado de Carne

El ICA ha acordado elevar la Estación de Carimagua a la categoría de Centro Nacional de Investigación dependiente directamente de la Subgerencia de Investigación en Bogotá. El Director de dicha Estación es un funcionario del ICA, en tanto que el Superintendente es un funcionario del CIAT. Se han coordinado los programas de trabajo de las dos instituciones, desde el nivel de planeación hasta el nivel de ejecución, en una forma muy estrecha, con el fin de evitar duplicaciones tanto en la organización de la planeación como en la ejecución y la interpretación de los resultados de los proyectos individuales.

Más aún se han coordinado las dos instituciones en la utilización de recursos presupuestales, físicos y humanos, con el fin de llevar a cabo una acción extremadamente eficiente y estrecha. Desde este punto de vista las acciones de ganado de carne en Carimagua, podrían interpretarse como un programa esencialmente cooperativo.

Acciones adicionales del CIAT en esta área se refieren a la colección e introducción de germoplasma de gramíneas y leguminosas forrajeras y su evaluación, tanto en las instalaciones del CIAT como en las de Santander de Quilichao. Estas evaluaciones, en etapa primaria, siguiendo a la respectiva cuarentena, se refieren a características morfológicas, agronómicas, de producción de semilla, resistencia a enfermedades, recuperación al corte, adaptación a condiciones de suelos ácidos y de pobre disponibilidad de fósforo. Una vez terminada esta etapa de evaluación, el material así introducido pasa a evaluación adicional en Carimagua, en colaboración con ICA, dentro del proyecto ICA/CIAT.

Las funciones de mejoramiento genético, producción de semilla, estudios fisiológicos, estudios de interacción suelo-planta, en su mayor parte serán emprendidas por personal de CIAT. Evaluaciones en pastoreo, pruebas de validación de tecnología e interacción con otros factores de manejo de suelo y animales, serán esencialmente funciones de ICA.

Todas aquellas acciones relativas a mejoramiento genético animal, quedan enteramente en el programa de ICA.

2. Frijol

La colaboración entre el ICA y el CIAT se aplica a acciones tendientes al desarrollo de nuevas variedades de frijol con alto rendimiento, con resistencia a las principales enfermedades y que sean de aspectos cualitativos tales que sean aceptables en el mercado de Colombia. Igualmente se establecen principios definidos en cuanto a la distribución de funciones en el establecimiento de prácticas culturales, apoyo a los agricultores, adiestramiento de científicos, y acciones de extensión posterior.

Se ha acordado que el CIAT se responsabilizará de efectuar hibridaciones y pruebas necesarias para la formación de material superior, la colección y organización del banco de germoplasma de frijol, la organización de pruebas de identificación en etapa preliminar de materiales genéticos resistentes a plagas y enfermedades, estudio de prácticas culturales para obtener el máximo de beneficio de las nuevas variedades, transferencia de información técnica y materiales genéticos al ICA y mantenimiento de documentación sobre frijol.

Las responsabilidades del ICA son de efectuar selecciones genéticas sobre materiales adoptados a diversas condiciones en Colombia, a partir de material propio y de otro proporcionado por el CIAT; desarrollar y efectuar pruebas regionales en red interna en Colombia de materiales sobresalientes

provenientes sea del CIAT como del ICA; conducir ensayos de tamizado, en los que tenga interés de material preliminar ofrecido por el CIAT; producción de semilla básica en grandes cantidades; investigación sobre prácticas culturales adecuadas a diversas regiones de Colombia y divulgación de nueva tecnología para los agricultores.

3. Yuca

Las acciones cooperativas de los programas del CIAT y del ICA tienden a la obtención de variedades precoces de alto rendimiento, de buena calidad y adaptadas a las principales zonas productoras de Colombia y a la generación de tecnología aceptable para las condiciones específicas de los agricultores productores de yuca, y finalmente la divulgación de nueva tecnología para los agricultores.

Las funciones y responsabilidades del CIAT se entienden como obtención de nuevas variedades por mejoramiento genético, a partir de colecciones en yuca y de hibridaciones entre ellas, así como el mantenimiento y la utilización del banco de germoplasma de yuca; la organización y desarrollo de pruebas preliminares de materiales promisorios de yuca; organización de pruebas regionales de materiales avanzados de yuca; tamizado de variedades y material germoplásmico de yuca bajo determinadas condiciones para la selección de ellas contra factores limitantes del ambiente; desarrollo de métodos de cultivos rentables; e investigación sobre problemas específicos que tengan trascendencia mayor que la que pueda aplicarse a una sola región.

ICA organizará y conducirá pruebas regionales de adaptación de materiales promisorios de yuca en distintas zonas productoras del país; denominará y registrará las variedades nuevas de yuca, de acuerdo a las disposiciones vigentes en el país; desarrollará tecnología de producción a nivel regional, incluyendo cultivos múltiples; realizará pruebas demostrativas para utilizar y adaptar la tecnología generada por el ICA y por el CIAT, incluyendo días de campo, cursos cortos y asesoría a agricultores, así como recomendaciones generales por los medios de comunicación más apropiados para llegar a los productores de dicho cultivo; producción de semilla básica y control de producción de semilla comercial.

4. Arroz

Las acciones de investigación y transferencia de tecnología del programa cooperativo ICA/CIAT han tenido gran trascendencia en levantar el rendimiento medio en Colombia desde 1793 kilos/ha. en 1965 a 4.425 kilos/ha. en 1975, con un aumento de producción total de aproximadamente un millón de toneladas por año en el mismo lapso.

Las futuras acciones colaborativas que se contemplan en el convenio que se encuentra sujeto a próxima firma, establece las responsabilidades respectivas de ambas instituciones en la forma siguiente, reconociendo el interés de ambas instituciones en desarrollar poblaciones mejoradas y variedades de arroz y tecnología apropiada para el cultivo bajo riego y eventualmente para secano favorecido en Colombia.

El CIAT coordinará con el ICA la selección de tipos de cruzamientos para los diversos objetivos de ambas instituciones, que serán hechos por cada institución respectivamente. Efectuadas las hibridaciones el material hibridado en generaciones segregantes inmediatas, posiblemente hasta F-3 o F-4, podrá ser conducido en distintos lugares de Colombia, de acuerdo a las necesidades planteadas en cada cruzamiento, lugares en donde se realizarán trabajos de selección conjunta por el ICA y CIAT. A partir de las selecciones en generación F-4 o F-5, ambas instituciones aprovecharán el material en la siguiente forma: el ICA para derivar variedades aplicables a las condiciones de diversas regiones de Colombia, en tanto que el CIAT enviará dicho material segregante para selección, para condiciones específicas en Colombia, pero principalmente para selección fuera del país en diversas regiones de América Latina. CIAT continuará con la recolección de germoplasma y pondrá dicha colección a disposición de ICA. Igualmente CIAT se responsabilizará de la organización de pruebas internacionales de arroz y entregará al ICA los viveros de redes internacionales de arroz, en las cuales ICA tenga interés y haya solicitado específicamente para su conducción en territorio de Colombia por el ICA. Las evaluaciones específicas de calidad de selecciones y variedades de arroz resultantes de las selecciones fuera de Colombia hechas por el CIAT se harán en laboratorios del CIAT, en tanto que las evaluaciones de calidad de selecciones del ICA se harán en el ICA. Se intercambiará información sobre dichas pruebas de calidad. Las pruebas regionales de arroz de variedades mejoradas en Colombia serán conducidas por el ICA, informando al CIAT de los resultados obtenidos. La denominación y registro de las variedades de arroz en Colombia será hecha por el ICA. La producción de semilla básica y la transferencia de informaciones a los agricultores será responsabilidad del ICA. Igualmente ICA se hará responsable de la investigación sobre prácticas culturales de arroz en Colombia.

Si bien es cierto que las actividades generales planteadas en relación a los programas principales de trabajo en lo que coinciden objetivos de ICA y CIAT, se han señalado más arriba en forma general, la determinación de las acciones específicas se hará con una información permanente de los proyectos de investigación que ambas instituciones conduzcan, en forma tal que antes que competir, muy por el contrario ambas instituciones complementen los trabajos que están efectuando y efectúen en el futuro en investigación y transferencia de tecnología, aprovechando de sus ventajas comparativas, en términos de recursos físicos, económicos y de personal.

El objetivo final de la colaboración entre el ICA y el CIAT debe ser el de el aprovechamiento por el ICA de la tecnología que en forma terminada o parcial pueda ser utilizada en Colombia, desarrollada hasta su terminación total, adaptada, validada y luego puesta a disposición de los agricultores, una vez que haya sido probada de que es económicamente eficiente, socialmente aceptable y biológicamente factible.



SISTEMAS DE INVESTIGACION AGROPECUARIA EN COLOMBIA*

1. Reseña Histórica

La Investigación Agropecuaria en Colombia se remonta a 1928, año en el cual el Gobierno Nacional, de acuerdo con la Ley 41 de 1926 y la Resolución No. 29 del 16 de mayo del mismo año del Ministerio de Industrias, creó una entidad encargada de fomentar el desarrollo de la agricultura. Ello dió origen al establecimiento de una granja modelo, hoy llamada Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Palmira", la cual inició trabajos en diciembre del mismo año en cultivos de algodón, caña de azúcar, arroz, tabaco, plátano, yuca, maíz, frijol, soya y pastos de corte.

En 1938 la granja fue traspasada al Ministerio de Agricultura, el cual en 1943 inició una reorganización de la investigación agropecuaria, labor que culminó en 1950 con el establecimiento de la Oficina de Investigaciones Especiales (OIE). Sus objetivos consistieron principalmente en incrementar la producción de alimentos básicos, en especial trigo y maíz, así como la formación de científicos y promoción del desarrollo de las instituciones educacionales y de investigación.

Los primeros resultados motivaron al Gobierno a ampliar la investigación, iniciándose estudios en frijol, papa, suelos, plagas y enfermedades de las plantas. En 1955, por medio del Decreto No. 962, se creó la División de Investigaciones Agropecuarias (DIA), la cual amplió y consolidó los programas de investigación, labor que se complementó en 1959 mediante un convenio con la Caja de Crédito Agrario, para que esta entidad se encargara de multiplicar y distribuir las semillas mejoradas del DIA.

Los éxitos del DIA en el desarrollo del sector agropecuario fueron la razón fundamental para la creación del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, en 1963, como establecimiento público descentralizado, con personería jurídica y patrimonio independiente, según los Decretos Nos. 1562 de 1962 y 3116 de 1963.

En 1968, mediante Decreto No. 2420, por el cual se reestructuró el Sector Agropecuario, el ICA recibió las siguientes funciones:

- a. Promover, coordinar y realizar directamente o en colaboración con otras entidades investigaciones biológicas y físicas, y estudios socio-económicos, con miras a aumentar el producto del Sector Agropecuario, dentro de las políticas adoptadas por el Gobierno Nacional.
- b. Promover y aplicar los resultados de la investigación agropecuaria. Asimismo, adelantar estudios sobre métodos de transferencia de tecnología.
- c. Preparar y capacitar personal profesional y técnico para su propio servicio.

* Trabajo preparado por el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.

- d. Aplicar, desarrollar y controlar el cumplimiento de las normas que expida el Ministerio de Agricultura en materia de: (1) Prevención, diagnóstico y control de enfermedades y plagas que afecten a animales y plagas que afecten a animales y vegetales. (2) Sanidad y calidad que deben cumplir los frigoríficos y plantas de procesamiento de carnes con destino a la exportación, de acuerdo con los convenios celebrados con las autoridades de los países importadores. (3) Calidad, formulación, manejo, transporte y uso de fertilizantes, acondicionadores del suelo, herbicidas, fungicidas, insecticidas, demás plaguicidas de uso agrícola, defoliantes y regularizadores fisiológicos de plantas, alimentos para animales, sales, drogas y productos biológicos de uso veterinario. (4) Certificación de semillas. (5) Incubación e inseminación artificial animal.
- e. Ejercer el control sanitario sobre importaciones y exportaciones de animales y vegetales y de productos de origen animal y vegetal, a fin de prevenir la introducción de enfermedades y plagas que puedan afectar la agricultura y la ganadería del país, y certificar la calidad sanitaria de las exportaciones.
- f. Promover la utilización de semillas certificadas y producirlas cuando sea necesario.
- g. Promover la utilización de las técnicas de incubación e inseminación artificial animal y prestar los servicios necesarios en estas disciplinas.
- h. Supervisar y evaluar la asistencia técnica agropecuaria, especialmente la exigida por la Ley 5a. de 1973 y sus Decretos reglamentarios, para los créditos otorgados con cargo al Fondo Financiero Agropecuario de conformidad con las normas adoptadas por el Gobierno Nacional.
- i. Ejercer las funciones de investigación y de transferencia de tecnologías agropecuarias requeridas en los programas de desarrollo rural que se adelanten en colaboración con otros organismos del Estado.
- j. Promover cursos de actualización, prestar servicios de asesorías y realizar otras actividades en materias agropecuarias en beneficio de profesionales, técnicos, agricultores y ganaderos.

2. Estructura Administrativa

Para cumplir con las funciones enumeradas, el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, tiene la estructura formal que se presenta en el Anexo No. 1.

La Junta Directiva del ICA está integrada por:

- a. El Ministro de Agricultura, o su delegado, quien la preside.
- b. El Jefe del Departamento Nacional de Planeación o su delegado.
- c. El Gerente General del Instituto Colombiano de la Reforma Agraria, INCORA.
- d. El Gerente de la Federación Nacional de Cafeteros o su delegado.
- e. El Rector de la Universidad Nacional.
- f. Un representante de la Asociación Nacional de Usuarios Campesinos.
- g. Dos representantes o sus suplentes, designados por el Presidente de la República.

El Gerente General del ICA es el representante legal de la Institución y su primera autoridad ejecutiva, responsable de su funcionamiento y del eficaz desarrollo de sus funciones.

3. Subgerencia de Investigación

La investigación agropecuaria en Colombia se lleva a cabo principalmente por el ICA, en la Subgerencia de Investigación, la cual tiene la organización que se presenta en el Anexo No. 2.

- a. Análisis de la organización. En la estructura de la Subgerencia de Investigación se distinguen dos niveles: el Nacional y el Regional:

- 1) Nivel Nacional:

Subgerente
Divisiones
Directores Nacionales de Programa
Coordinadores Nacionales de cultivo y/o especie

- 2) Nivel Regional:

Director Regional de Investigación
Director de Centro y/o Estación Experimental
Líder de grupo multidisciplinario

- b. Funciones

- 1) De la Subgerencia:

-Recomendar los criterios y directrices que orienten la investigación con miras a aumentar la producción y productividad agropecuarias y el bienestar de las comunidades rurales

dentro de las políticas trazadas por el Gobierno a través del Departamento Nacional de Planeación y del Ministerio de Agricultura.

-Determinar prioridades de investigación de acuerdo con las políticas nacionales o regionales y recomendar al Gerente General los programas y proyectos de investigación que deban adelantarse, continuarse o suspenderse.

-Orientar, normalizar, coordinar, organizar, supervisar, y evaluar la ejecución de los proyectos de investigación adoptados por el Instituto en sus diferentes regionales.

-Participar en la programación de los cultivos y explotaciones de demostración comercial que se desarrollen en los Centros y Estaciones del Instituto y servir de interventoría científica de tales demostraciones.

-Suministrar al Gerente General los informes que solicite acerca del cumplimiento de los programas de desarrollo.

-Informar oportunamente al Gerente General de cualquier irregularidad u obstáculo que se presente en el cumplimiento de los programas de su área.

2) De las Divisiones:

-Definir el plan nacional de investigaciones en base al análisis de los planes regionales de investigación.

-Aprobar, modificar, adicionar u objetar los proyectos de investigación propuestos por las Regionales, tomando como marco de referencia la política nacional de investigación.

-Asesorar a los investigadores regionales en la ejecución de Proyectos de Investigación aprobados para realizar en la Regional.

-Supervisar y evaluar la ejecución de investigación a nivel regional.

-Informar al Subgerente de Investigación sobre el estado de desarrollo de las investigaciones en cada Regional.

-Determinar la asignación de recursos humanos, físicos y económicos, con el fin de asegurar el éxito de los proyectos aprobados.

-Coordinar con entidades o gremios nacionales e internacionales los proyectos cooperativos de investigación.



-En cooperación con los Directores o Coordinadores Nacionales de Programa, programar la realización de reuniones periódicas con federaciones, asociaciones y gremios de agricultores y/o ganaderos, para informarlos de los resultados de las investigaciones y al mismo tiempo enterarse de sus necesidades.

-Coordinar las investigaciones y actividades de carácter nacional.

-Determinar las necesidades de capacitación del personal de la División.

-Coordinar con las Divisiones de Supervisión de Insumos Agropecuarios, las investigaciones sobre producción, distribución y utilización de insumos.

-Organizar, coordinar y dirigir las actividades relacionadas con el uso de información estadística, el procesamiento de datos y los servicios de consultoría y divulgación sobre métodos estadísticos y técnicas experimentales, y fijación de pautas para manejo de datos.

-Coordinar la producción de materiales básicos requeridos en el país.

3) De los Directores Nacionales de Programa:

-Evaluar los proyectos de investigación de carácter regional y nacional conjuntamente con los Coordinadores Nacionales de Cultivo o Especie.

-Asesorar a las Regionales en la planeación y ejecución de los Proyectos de investigación.

-Supervisar y evaluar el desarrollo y resultados de los Proyectos de Investigación, en coordinación con el Director Regional de Investigación.

-Proponer, dirigir y ejecutar proyectos de investigación de carácter nacional y regional.

-Dirigir la ejecución y supervisión de investigaciones tendientes a regular políticas sobre insumos agropecuarios.

4) De los Coordinadores Nacionales de Cultivo o Especie:

-Mantener información actualizada sobre determinada especie animal o cultivo, en relación con producción, comercialización, industrialización, así como actividad de investigación y diagnóstico de problemas.

-Asesorar a las Divisiones y a los Directores Regionales de Investigación en la elaboración, supervisión, ejecución y evaluación de Proyectos de Investigación.

-Proponer, dirigir y ejecutar proyectos de investigación de carácter nacional y regional.

-Evaluar el beneficio de producción programada.

-Cuantificar los efectos de los resultados de investigación en la economía agropecuaria del país y representar a la División en aspectos de su especialidad, cuando se le solicite.

5) De los Directores Regionales de Investigación:

-Representar a la Subgerencia de Investigación en el Comité Asesor de la Gerencia Regional respectiva.

-Servir de enlace y apoyo entre las actividades de investigación del ICA y las de Producción Agrícola, Producción Pecuaria y Desarrollo Rural, coordinando el sistema de los modelos tecnológicos que se requieran.

-Coordinar las actividades tendientes a identificar los problemas que deben ser resueltos por investigación y presentarlos al Comité Asesor de la Gerencia Regional para definición del plan regional de investigación.

-Colaborar con el Gerente Regional en la definición de recursos y sistemas de trabajo que aseguren el cumplimiento y objetivos de las investigaciones agropecuarias.

-Coordinar con los Líderes de grupo multidisciplinario los proyectos de estudio y la elaboración de los proyectos de investigación de la Regional y remitirlos a la respectiva División de la Subgerencia de Investigación para su aprobación final.

-Supervisar y evaluar el desarrollo y resultados de los proyectos de investigación en coordinación con los Líderes de equipo multidisciplinario, Coordinadores y Directores Nacionales de Programa.

-Programar con los Directores de Centros y Estaciones y Directores de Distritos, la utilización de los recursos humanos, físicos y financieros que requieran los proyectos de investigación.

-Coordinar con el Director Regional de Desarrollo Rural la divulgación de los resultados de investigación.

6) De los Líderes de equipo multidisciplinario:

-Participar en el diagnóstico de las necesidades regionales de investigación relacionadas con su proyecto.

-Participar en la elaboración del Plan Regional de Investigación.

-Conjuntamente con el Director Regional de Investigación, definir los proyectos investigativos prioritarios a desarrollar.

-Estructurar los proyectos definidos de acuerdo a las normas establecidas.

-Responder por la ejecución y dirección de los proyectos aprobados.

-Realizar las evaluaciones requeridas y rendir los informes de acuerdo al cronograma de actividades del proyecto.

-Responsabilizarse para que los resultados investigativos de los proyectos se publiquen.

-Rendir los informes que le sean solicitados por la División y Director Regional de Investigación.

-Coordinar con el Director Regional de Desarrollo Rural la divulgación de los resultados de investigación.

-Rendir, a través del Gerente Regional, los informes sobre actividades de investigación.

7) De los Directores de Centros y Estaciones:

-Programar y coordinar con las Directivas Regionales, la utilización de los recursos humanos, físicos y financieros que requieran las actividades que se desarrollen en el Centro o Estación.

-Recopilar, analizar y enviar a la División de Ingeniería Agrícola, los datos necesarios para poder actualizar y mantener vigentes las necesidades reales del equipo de cada Centro o Estación, con el fin de que se puedan ordenar los traslados periódicos de equipo, para atender oportunamente estas necesidades a nivel nacional.

-Elaborar la programación de los Proyectos Demostrativos Comerciales, conjuntamente con los Directores Regionales de Investigación y velar por su ejecución.

-Responder por el diligenciamiento de los registros adecuados, que permitan un análisis económico de Proyectos Demostrativos Comerciales para cumplir la función demostrativa y elaboración de estadísticas del Centro, de acuerdo con las normas y formas unificadas que se establezcan.

-Responder por la recolección oportuna, almacenamiento adecuado y coordinar la venta de productos del Centro o Estación.

- c. Características de la organización. El sistema de investigación está centralizado para los efectos de política, planeación nacional, asignación de recursos, normalización, coordinación y evaluación, y, descentralizado en lo que concierne a ejecución, planeación regional y administración.

Esta organización ha sido considerada como la más eficiente para la investigación agropecuaria porque concilia las necesidades locales y regionales con las políticas gubernamentales, aplica las correspondientes disciplinas científicas al desarrollo de nuevos sistemas de producción vegetal y animal; da soluciones integrales a los problemas que afectan a los productores, permite una economía en recursos humanos y físicos, propende porque los programas de investigación no sólo contemplen los aspectos biofísicos, sino también los aspectos socioeconómicos de las regiones.

- d. Actividades. El ICA realiza investigaciones en los siguientes campos:

1) Agronomía:

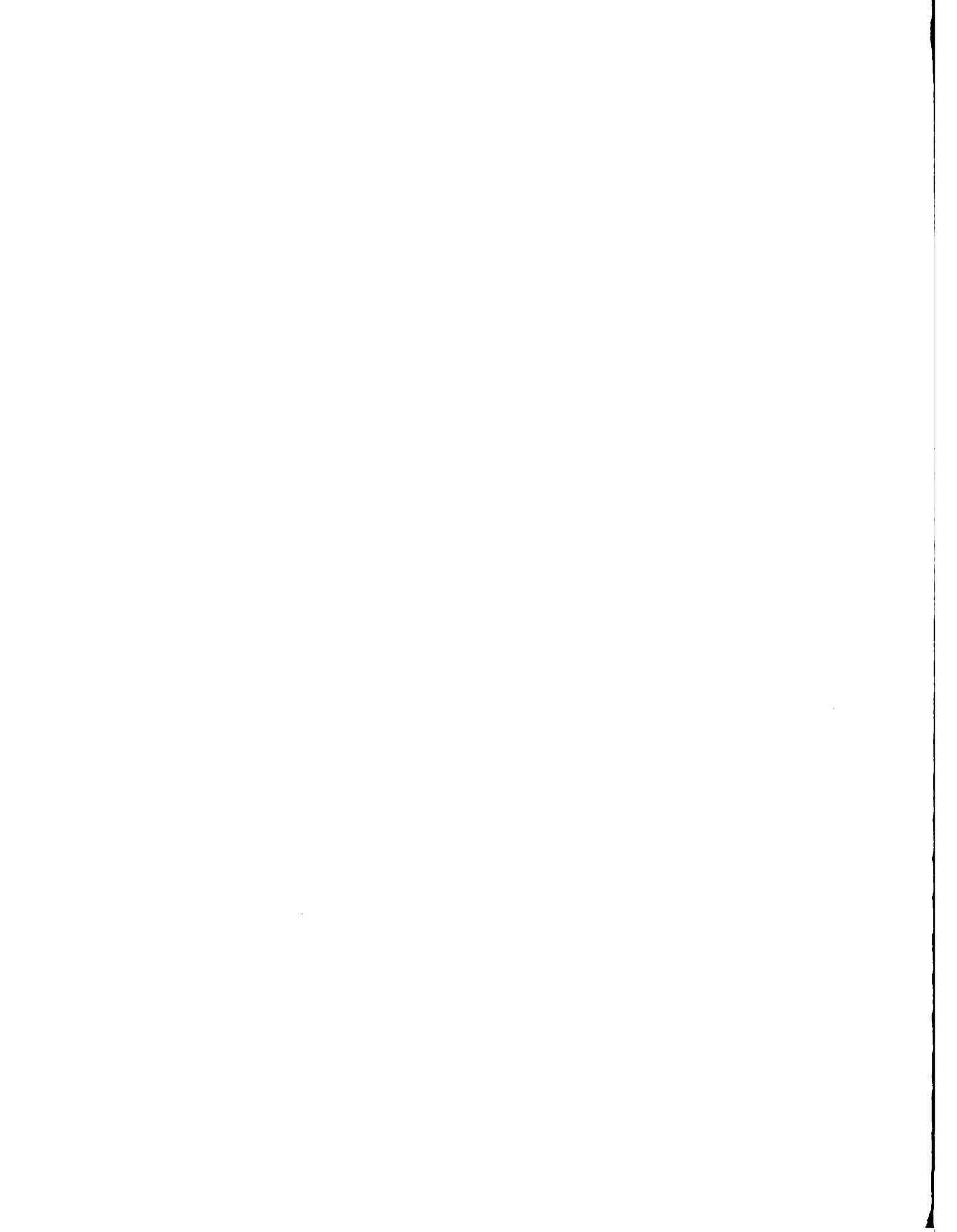
Algodón, arroz, cacao, caña para panela, cereales menores, hortalizas, frutales, leguminosas de grano, oleaginosas anuales, maíz, sorgo, palma africana, plátano y banano, papa, yuca y tabaco. En estos cultivos se trabaja en los aspectos de fitomejoramiento, entomología, fisiología, suelos, fitopatología y técnicas culturales.

2) Ciencias Animales:

Ganado de carne y de leche, porcinos, ovinos, avicultura y especies menores. En estas especies se trabaja en los aspectos de genética, nutrición, fisiología, pastos y forrajes y sistemas de producción.

3) Ciencias Veterinarias:

Enfermedades Infecciosas y Epidemiología, Enfermedades Vesiculares, Parasitología y Entomología, Enfermedades Infecciosas y Epidemiología, Patología y Toxicología.



4) Ingeniería Agrícola:

Desarrollo de Recursos de Agua y Tierra, Procesos Agrícolas y Maquinaria Agrícola.

5) Economía Agrícola y Sociología Rural:

Esta división adelanta estudios regionales y sectoriales y de apoyo a la investigación biofísica.

Para lo anterior, el ICA cuenta en la Subgerencia de Investigación con 317 profesionales de los cuales 44 tienen nivel de Ph.D. y 127 de M.S. Además, físicamente cuenta con Centros y Estaciones Experimentales (Ver Cuadros Nos. 1 y 2), para llevar a cabo sus actividades y con unidades de apoyo como la División de Estadística y Biometría.

- e. Generación de Proyectos de Investigación. Cualquier técnico del Instituto puede generar un proyecto de investigación pero éste debe estar enmarcado dentro de las políticas del Instituto y resolver un problema específico que afecte a ganaderos y/o agricultores. Estos proyectos son aprobados a nivel regional por el Comité de la Gerencia Regional respectiva y enviados a nivel nacional a la División respectiva; ésta última los estudia en colaboración con los directores de Programa y con el director de la Especie o Cultivo. Una vez aprobados, se devuelven a la Regional respectiva para su ejecución (Gráfico No. 1).

CUADRO 1. Ubicación y características generales de los Centros y Estaciones Experimentales del ICA.

NOMBRE	UBICACION	Año Fund.	Extensión Has	Altitud m.s.n.m.	Temp. ° C.	Precipitación mm/año	Clasificación ecológica.
OFICINAS NALES. Carimagua	BOGOTA Puerto López, Dpto. Meta		20.090	182	27	2.000	bh/BAT
REGIONAL 1: Tibatitá San Jorge	BOGOTA Mosquera, Dept. Cundinamarca Soacha, Dept. Cundinamarca	1951	550	2.600	12,8	751	bs MBT
REGIONAL 2: Turipaná	MONTERIA Cereté, Dept. Córdoba	1962	1.473	15	27,5	1.200	bs BAT
REGIONAL 3: Motilonia Caribia	VALLEDUPAR Cedazzi, Dept. Cesar Sevilla, Dept. Magdalena		646 424	132 20	29 30	1.250 1.372	bs BAT bs BAT
REGIONAL 4: Tulenapa El Nus La Selva Tulio Ospina	MEDELLIN Chigorodó, Dept. Antioquia San José, Nus, Dept. Antioquia Río Negro, Dpt. Antioquia Medellín, Dpt. Antioquia	1936 1956 1942	306 1.800 44 25	26 1.200 2.200 1.500	28 23 17 21	2.800 2.000 2.059 1.462	bh BAT bh/bmh/P.M.T bmh MBT bh PMT
REGIONAL 5: Palmira El Mira Obonuco	CALI Palmira, Dpto. Valle Tumaco, Dpto. Nariño Pasto, Depto. Nariño	1926 1945	461 670 556	1.000 16 2.700	24 25 13	1.000 3.000 970	bs BAT bh BAT bh MT
REGIONAL 6: Macagual Natsima	LAGUENE Florencia, Depto. Caquetá El Espinal, Depto. Tolima	1953	392 253	450 1.000	25 24	4.318 1.345	bmh BAT T

CUADRO 1. (Continuación)

NOMBRE	UBICACION	Año Fund.	Extensión Has	Altitud m.s.n.m.	Temp. ° C.	Precipitación mm/año	Clasificación ecológica.
REGIONAL 7: El Arsenal	BUCARAMANGA Enciso, Depto. Santander		40	1.400	23	1.500	bh PMT
REGIONAL 8: La Libertad	VILLAVICENCIO Villavicencio, Depto. Meta	1959	1.350	450	26	4.000	bh/bmh/BAT
REGIONAL 9: *	MANIZALES						

* La Regional 9 no cuenta con Centros o Estaciones Experimentales, conduciéndose los experimentos en campos de otras Instituciones.

CUADRO 2. Actividades del ICA en los diferentes Centros y Estaciones Experimentales.

PROGRAMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Algodón		x		x	x						x				x		x
Arroz				x							x				x		x
Cacao						x	x				x						
Caña Panelera								x			x						
Cereales Menores		x											x				
Cultivos Múltiples		x											x				
Frutales				x		x			x		x				x		
Hortalizas		x							x	x	x		x				
Leguminosas de Grano		x		x	x				x		x		x		x		
Oleaginosas Anuales											x				x		
Maíz y Sorgo		x		x	x				x		x		x		x		
Oleaginosas Perennes				x		x						x					
Plátano y Banano						x	x				x				x		
Tuberosas		x	x	x					x		x		x				
Tabaco																	x
Bovinos de Carne				x	x			x							x		x
Bovinos de Leche		x		x	x			x			x		x				
Aves		x		x							x						
Porcinos		x		x							x						
Ovinos			x											x			
Especies Menores		x															

1. Carimagua
 2. Tibaitatá
 3. San Jorge
 4. Turipaná
 5. Motilonia
 6. Caribia

7. Tulenapa
 8. El Nus
 9. La Selva
 10. Tutto Ospina
 11. Palmira
 12. El Mira

13. Obonuco
 14. Macaqual
 15. Nataima
 16. El Arsenal
 17. La Libertad



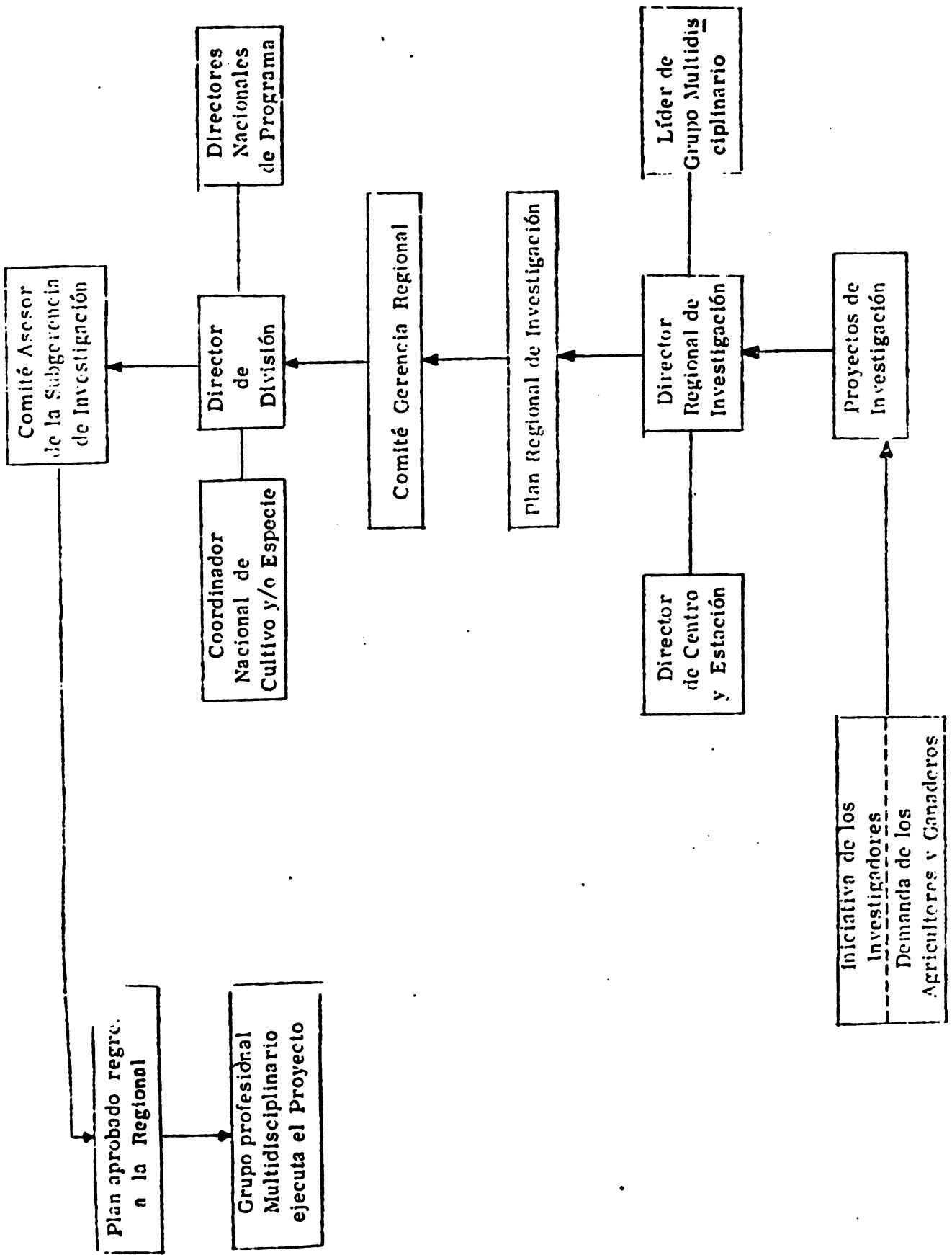


GRÁFICO 1. Planeación y Ejecución de los Proyectos de Investigación.

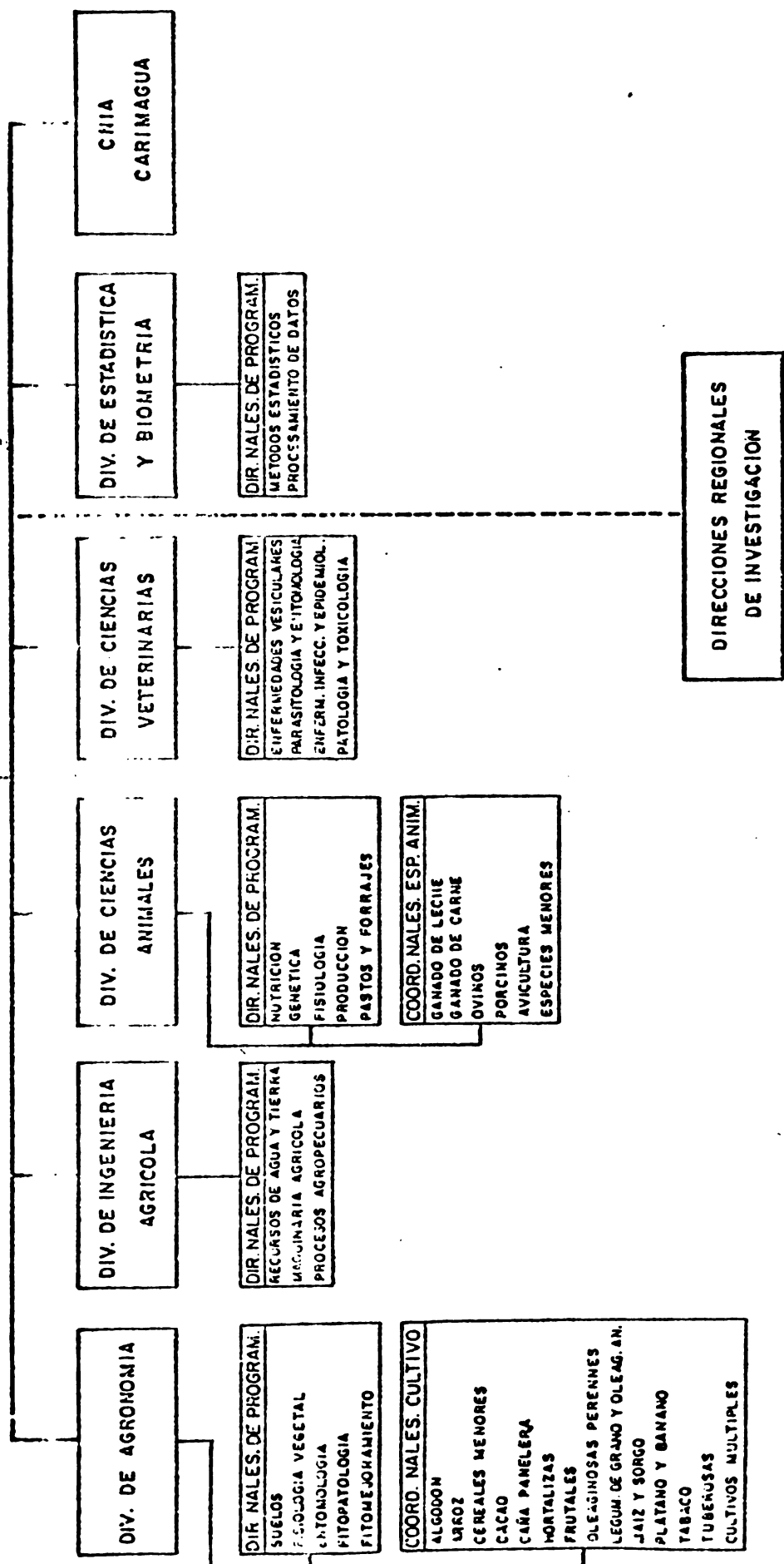


DE INVESTIGACION

GERENCIA GENERAL

SUBGERENCIA DE INVESTIGACION

COMITE ASESOR



ANEXO 1

**LA ASIGNACION DE RECURSOS
PARA LA INVESTIGACION AGROPECUARIA EN COLOMBIA***

Jorge Ardila Vásquez**
Diego Londoño Ríos***

A. Introducción

Este documento analiza el proceso de asignación de recursos para la investigación agropecuaria en Colombia.

Se estudian los esquemas de asignación y las cifras presupuestales ejecutadas a partir de 1960 como un medio para identificar cambios institucionales en la asignación de esos recursos y la orientación general de la investigación agropecuaria en los últimos 15 años.

Griffin**** afirma que la tecnología agropecuaria puede explicar alrededor del 30% del crecimiento del PIB de un país y le atribuye al caso colombiano cerca del 20%. Estas cifras justifican por sí mismas un estudio del proceso de asignación de recursos para la investigación agropecuaria, con el fin de incrementar la eficiencia social y económica de los fondos que se invierten en generar nueva tecnología.

Alrededor de 20 instituciones llevan a cabo investigación y desarrollo experimental en Colombia, la mayor parte de ellas corresponde al Sector Agropecuario (Tabla 1).

La Tabla 2 presenta la distribución presupuestal para investigación dentro del Sector Agropecuario.

Estas cifras indican que el área prioritaria de investigación en Colombia es el Sector Agropecuario y dentro de éste corresponde al ICA la mayor asignación presupuestal.

B. El Proceso para la Asignación de Recursos****

Se describe aquí el proceso a través del cual se asignan los recursos presupuestales para las actividades de generación y transferencia de tecnología.

* Previamente publicado por la Dirección de Planeación del Instituto Colombiano Agropecuario.

** Director Dirección de Planeación ICA

*** Ex-Director Dirección de Planeación ICA

**** Griffin, K. Revista de Comercio Exterior. México, 1975

***** Romano, L. "Proceso de asignación de recursos a la investigación y actividades de ciencia y tecnología en el ICA". Dirección de Planeación, ICA. 1976.

Ardila, J. "Proceso de la toma de decisiones para asignación de recursos de investigación en un Instituto Nacional. El caso del ICA



TABLA 1. Programación presupuestaria para investigación en 1977.

Sector	Presupuesto (millones de pesos)	Porcentaje (%)
1. Servicios Especializados	39.8	4.76
2. Transporte y Comunicaciones	56.9	6.81
3. Fomento Económico	91.3	10.92
4. Educación y Cultura	73.3	8.77
5. Fomento Agropecuario	482.3	57.70
6. Salud y Previsión Social	92.2	11.04
Total	835.8	100.00

Fuente: COLCIENCIAS. "Programación Presupuestaria en Ciencia y Tecnología. Actividades científico-tecnológicas de posible realización en las Instituciones Públicas durante el ejercicio de 1977". Subgerencia de Asuntos Científicos y Tecnológicos. Mayo de 1976.

TABLA 2. Asignación presupuestal para investigación en el Sector Agropecuario.

	Entidad	Presupuesto (millones de pesos)	% del Sector	Actividades de Investigación
1.	MINAGRICULTURA	14.0	3.0	Investigación y fomento.
2.	INDERENA	56.2	11.6	Ciencias hidrográficas, flora y fauna terrestre y acuática.
3.	ICA	247.4	51.3	Especies animales y vegetales, Ingeniería, Economía.
4.	INCORA	118.1	24.5	Riego y drenaje y desarrollo de cuencas.
5.	FEDERACAFE	46.5	9.6	Biología y suelos, Agronomía y Tecnología, café y otros.
	Total	482.2	100.0	

Fuente: COLCIENCIAS. "Programación Presupuestaria en Ciencias y Tecnología. Actividades científico-tecnológicas de posible realización en las Instituciones Públicas durante el ejercicio de 1977". Subgerencia de Asuntos Científicos y Tecnológicos. Mayo de 1976.

1. El Esquema Nacional de Planeación

La elaboración de los planes de desarrollo y la correspondiente etapa de asignación de recursos para su ejecución, se enmarca dentro del proceso nacional de planeación en el cual se identifican tres conceptos:

- a. Planificación: consiste en la determinación de los fines que persigue la organización y la elección de programas.
- b. Programación: se refiere a la preparación y ejecución de los proyectos necesarios para llevar a cabo los programas.
- c. Presupuestación: es la expresión de los programas en unidades monetarias.

El proceso de planeación implica un sistema de asignación de recursos escasos entre fines competitivos. Se comienza con la obtención y medición de resultados de la actividad socioeconómica para producir un diagnóstico y deducir los criterios necesarios para la formulación de planes. Viene luego la etapa de coordinación y promoción para mantener criterios uniformes en las decisiones que se toman a diario.

El mecanismo de planeación en el sector público utiliza como instrumento las fuentes de financiación del gasto, el cual, mediante criterios que reflejan la política del Estado, se expresa en los planes de inversión de las diferentes entidades. Este instrumento se conoce con el nombre de planeación directa, puesto que implica obligatoriedad para las entidades públicas en el cumplimiento de los objetivos del Gobierno.

Los planes de inversión pública, junto con los planes indicativos para el sector privado, constituyen el conjunto del gasto público y privado. Una vez que se ejecutan estos gastos, al término de la vigencia, se produce de nuevo la medición de resultados que alimenta la iniciación del proceso para el período posterior. El proceso nacional de planeación se ilustra en la Figura 1.

Por otra parte, cada entidad pública participa en el proceso nacional de planeación integrando su propio esquema de planeación al sistema nacional.

El proceso de planeación en el ICA se esquematiza en la Figura 2. El Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONACES) y el Departamento Nacional de Planeación (DNP) fijan las políticas del Gobierno y determinan el monto de las inversiones públicas. Con estos lineamientos generales, la Oficina de Planeación del Sector Agropecuario (OPSA) determina las políticas para el sector que a su vez se analizan en la Dirección de Planeación del ICA para concretar políticas internas, determinar los medios para ejecutarlas y establecer los objetivos generales de las labores del Instituto.

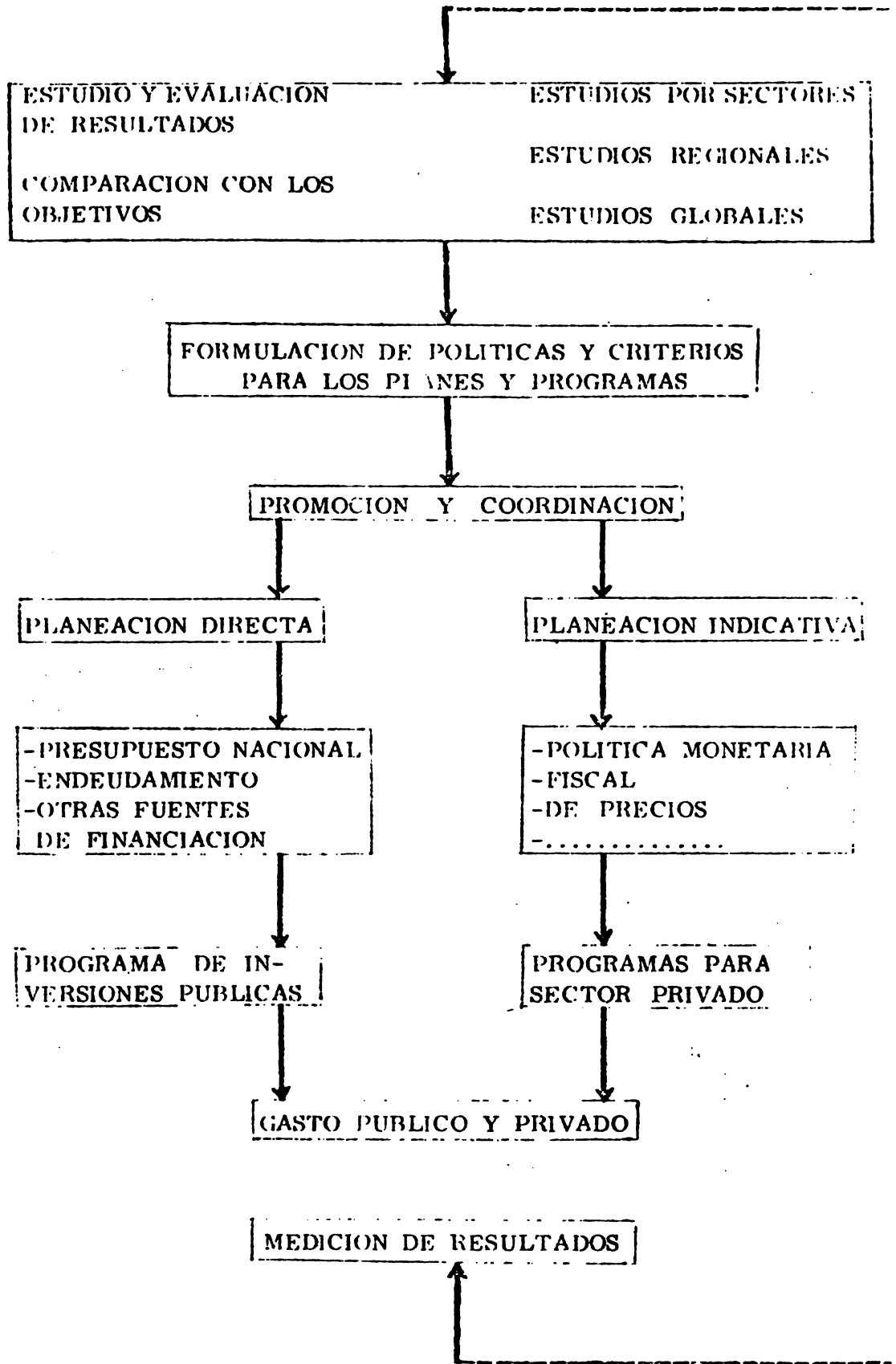


FIGURA 1. PROCESO NACIONAL DE PLANEACION



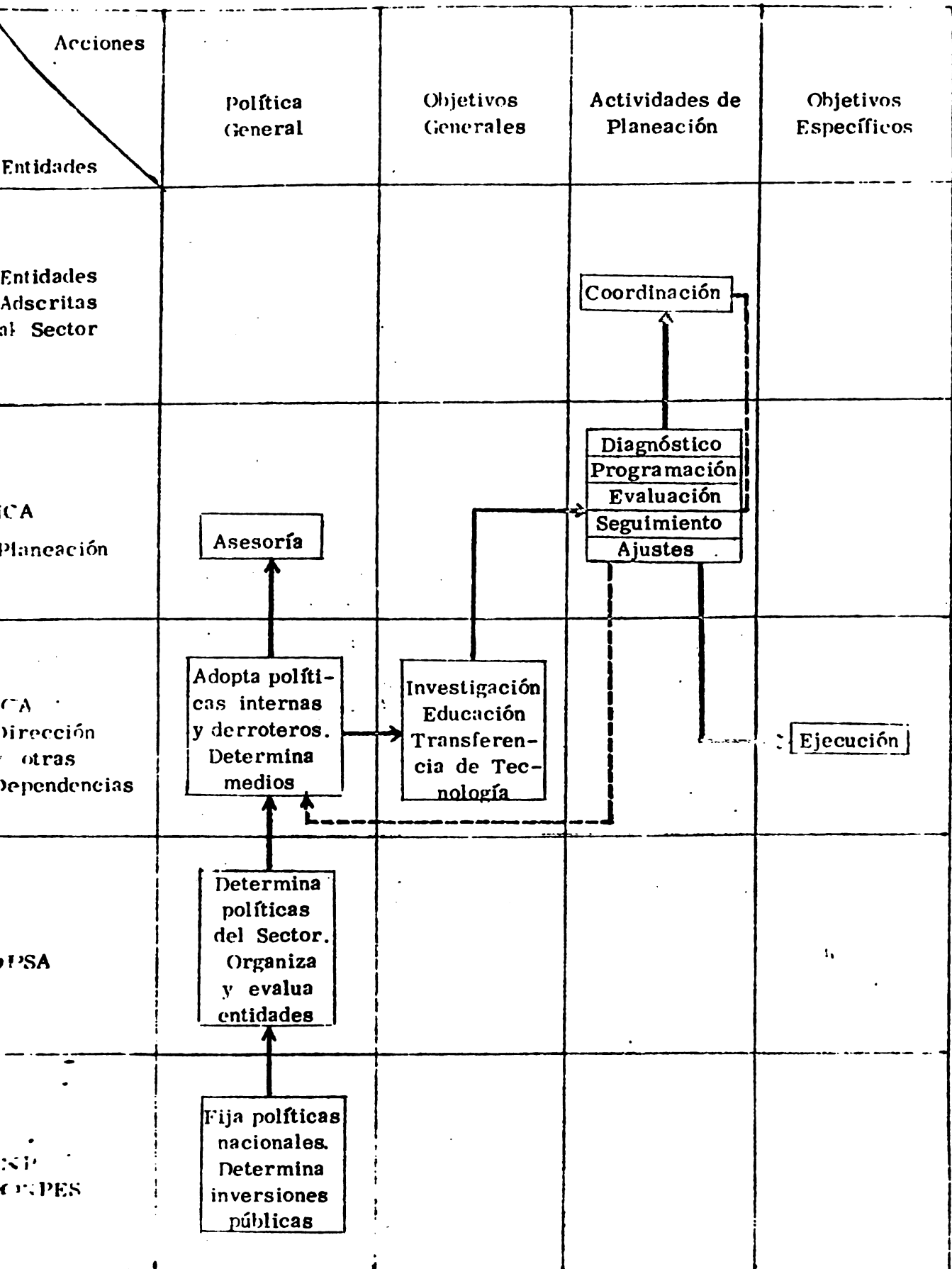


FIGURA 2. ICA. PROCESO DE PLANEACION.

En consecuencia, las actividades de planeación pueden resumirse en las fases de: diagnóstico programación evaluación, seguimiento y ajuste; a través de las cuales se adoptan políticas internas y se determinan medios para ejecutarlas. Actividad complementaria de planeación la constituye la coordinación con entidades adscritas al Sector Agropecuario.

2. Mecanismos para la Asignación de Recursos

La asignación de recursos para la investigación es parte de un proceso de planeación nacional que se expresa en los planes cuatrienales de inversión pública y en los proyectos anuales de presupuesto. Para la realización de los planes de inversión pública, el Gobierno ha clasificado la actividad pública en cerca de 20 programas, pudiendo cada entidad participar en varios de ellos, lo cual da origen a la competencia por recursos que se manifiesta en principio a nivel intersectorial (salud, educación, agricultura, etc.); se presenta luego la competencia sectorial, o sea entre las distintas entidades que conforman un sector (INCORA, INDERENA, ICA, etc., dentro del sector agropecuario). La Figura 3 representa este proceso.

A nivel institucional, la investigación compete por recursos con las demás actividades a cargo de una institución: desarrollo rural, producción agrícola, producción pecuaria, en el ICA. En investigación, a su vez, existe competencia por recursos entre las ramas agrícola y pecuaria, entre programas (arroz, algodón, frijol, ganado de leche, porcinos, etc.) y dentro de éstos entre proyectos que genéricamente se pueden agrupar en:

<u>Especies Vegetales</u>	<u>Especies Animales.</u>
- Mejoramiento genético	- Mejoramiento genético
- Pruebas regionales	- Estudios sobre nutrición
- Prácticas de cultivo	- Estudios sobre manejo
- Pruebas de calidad	- Fisiología y endocrinología
- Estudios especiales	- Producción animal
- Capacitación	- Fomento y asistencia técnica
- Divulgación	
- Fomento y asistencia técnica	

En resumen, la obtención de recursos para investigación, implica varios niveles de asignación y de decisión, tal como se indica en la Tabla 3.

El mecanismo de asignación de recursos implica dos etapas:

- Programación global
- Programación detallada

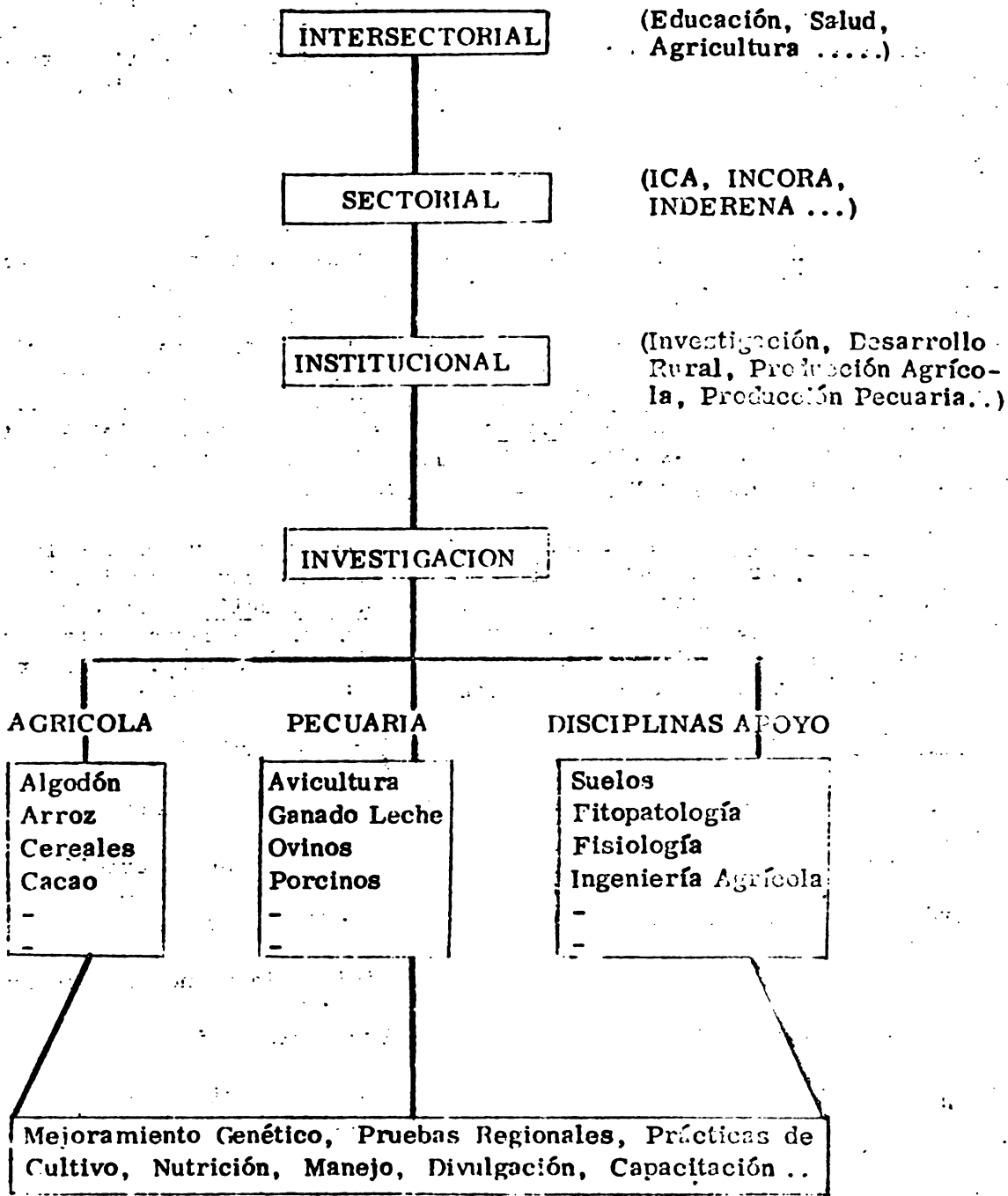


FIGURA 3. LA COMPETENCIA POR RECURSOS PRESUPUESTALES.



TABLA 3. Niveles de decisión y asignación de recursos para investigación.

Niveles de decisión \ Niveles de asignación	Inter-sectorial	Sectorial	Actividades ICA	Programas Investigación	Proyectos Investigación
a) Nacional					
CONPES *	X	X			
DNP/DGP**	X	X	X	X	
OPSA***		X	X	X	
b) Institucional					
Comité Gerencia			X	X	
Comité Subgerencia				X	X
Directores de Programa****					X
Técnicos de Programa					X

* Consejo Nacional de Política Económica y Social

** Departamento Nacional de Planeación; Dirección General de Presupuesto

*** Oficina de Planeación del Sector Agropecuario

**** Se refiere a los Directores Nacionales de Programa del ICA

La etapa de programación global comprende la revisión anual del plan cuatrienal de inversiones y la elaboración paralela de un anteproyecto de presupuesto para la vigencia siguiente.

La Dirección General de Presupuesto (DGP) y la Unidad de Inversiones Públicas (UIP) de Planeación Nacional, hacen un estimativo inicial de los ingresos del Gobierno con base en el cual la UIP y los Jefes de otras Unidades Sectoriales de Planeación Nacional distribuyen cuotas por sectores y preparan instrucciones para la elaboración del anteproyecto de presupuesto anual para el país. Posteriormente, la Unidad de Estudios Agrarios (UEA) de Planeación Nacional, junto con la Oficina de Planeación del Sector Agropecuario (OPSA) asignan cuotas a nivel de entidades y programas del Sector, y finalmente la UIP prepara un informe al Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) sobre el proyecto de asignación de cuotas presupuestales.

Aprobado el proyecto, OPSA informa a la Oficina de Planeación del ICA el monto de las cuotas globales asignadas, con base en las cuales se elabora el correspondiente plan de inversiones y la solicitud de presupuesto para estudio por parte del Comité de Gerencia del Instituto.

El plan de inversiones y la solicitud de presupuesto, una vez aprobados, se envían a OPSA y UEA donde después de revisados y ajustados se remiten al CONPES y al Ministerio de Hacienda para posterior presentación al Congreso Nacional para su discusión final.

La etapa de programación detallada* comienza con el recibo por parte de la Dirección de Planeación de cuotas definitivas aprobadas en el proyecto de ley de presupuesto. Con base en esas cuotas, se reajusta la programación del Instituto y se presentan estimativos finales para su aprobación por el Comité de Gerencia.

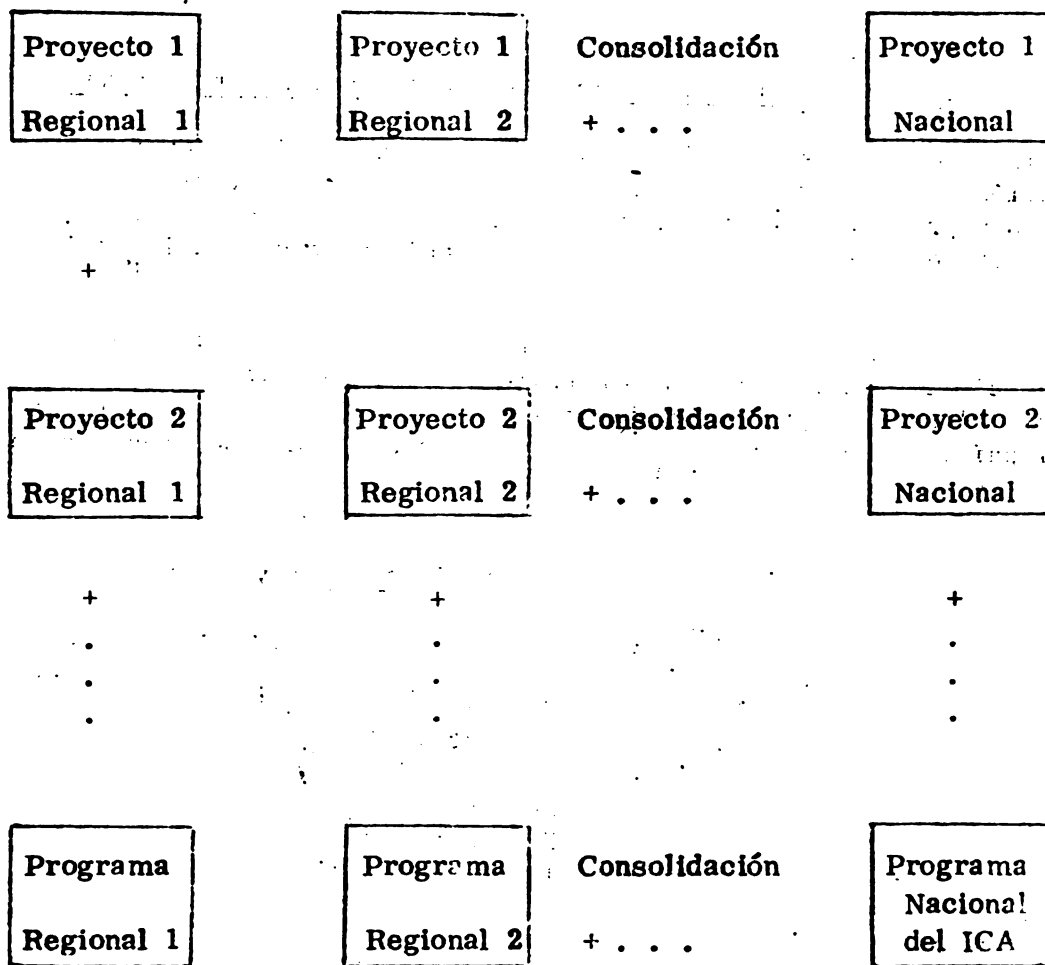
Aprobadas las cifras, se inicia el proceso de distribución de las partidas asignadas a cada proyecto, a nivel de actividad y región y por objeto del gasto**. Al final del proceso se consolidan las cifras y se elabora el Acuerdo y la Resolución de Presupuesto, cuya ejecución está a cargo de la División de Presupuesto y Finanzas de la Subgerencia Administrativa.

Implícitamente, el proceso de la programación detallada conlleva la conformación de programas de acción regionales y nacionales, tal como se aprecia en la Figura 4.

Por otra parte, cuando los técnicos de cada programa conocen la cifra aprobada, ya han elaborado una serie de proyectos de investigación justificados, con sus costos y prioridades, los cuales se someten a estudio y

* A cargo de la División de Programación de la Dirección de Planeación.

** En esta etapa se da amplia participación a los Subgerentes, Directores de División, Directores de Programa y Gerentes Regionales.



**FIGURA 4. PROGRAMAS Y PROYECTOS NACIONALES
Y REGIONALES.**

aprobación por parte del Director Regional de Investigación, del Director Nacional de Programa y del Comité Asesor de la Subgerencia de Investigación. Ese proceso se puede observar en la Figura 5.

C. Las Asignaciones Presupuestales para la Investigación Agropecuaria

Se analiza aquí la asignación de recursos por parte del Gobierno para la investigación agropecuaria, con el fin de identificar las variables que la condicionan y predecir si las tendencias actuales continúan su efecto sobre algunos factores del desarrollo directamente relacionados con la investigación agropecuaria.

Se considera investigación agropecuaria la realizada por los programas de agronomía, ciencias animales y disciplinas de apoyo del ICA, que son, a nuestro juicio, los principales generadores de tecnología en el sector agropecuario del país. A continuación, para una mayor claridad, se presenta una lista de los mismos.

Programas

Disciplinas de Apoyo

Agrícolas:

Arroz
Trigo
Avena
Cebada
Algodón
Tuberosas
Oleaginosas Anuales
Hortalizas y Frutales
Plátano y Banano
Cacao
Cafía para Panela
Tabaco
Oleaginosas Perennes
Pastos y Forrajes

Fisiología Vegetal
Fitopatología
Entomología
Suelos
Economía Agrícola
Ingeniería Agrícola

Pecuarios:

Bovinos de Carne
Bovinos de Leche
Avicultura
Porcinos
Ovinos y Caprinos
Especies Menores

Fisiología Animal
Nutrición
Toxicología
Parasitología
Patología
Microbiología
Epidemiología
Enfermedades vesiculares

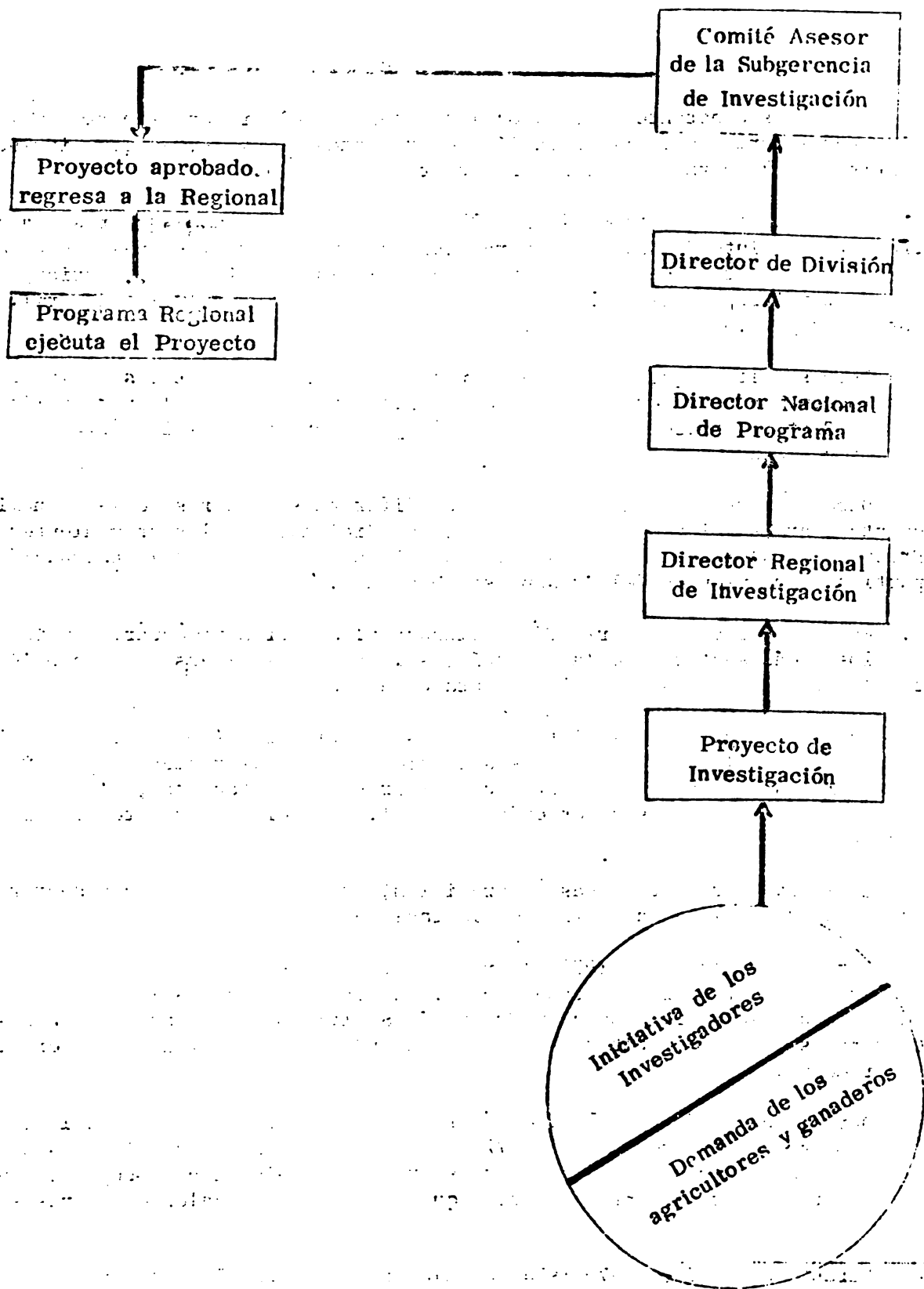


FIGURA 5. GENERACION DE LOS PROYECTOS DE INVESTIGACION.

1. La Asignación de Recursos para el Sector Agropecuario

A precios constantes (de 1958) los recursos del Presupuesto Nacional son el mayor soporte en la financiación de programas públicos, aunque disminuyen a partir de 1972 para el Sector Agropecuario (Tabla 4).

Considerando el período 1972-1975, el Presupuesto Nacional presenta un incremento absoluto de 25.9%, mientras que en términos reales (pesos constantes de 1958) su monto decrece en 18.4%. Para el mismo período, la participación del Sector Agropecuario en el Presupuesto Nacional decrece 11% en términos absolutos y 53.3% en valor real.

Esto significa que durante el período citado, otros sectores de la economía han incrementado su participación en el Presupuesto Nacional en relación con la del Sector Agropecuario, como un reflejo de prioridades implícitas en los planes de desarrollo del Gobierno*.

Debe anotarse, sin embargo, que los diferentes sectores de la economía cuentan para su financiación con recursos adicionales a los provenientes de Presupuesto Nacional, lo que seguramente tiene relación con la asignación de partidas provenientes del Presupuesto Nacional.

En consecuencia, la prioridad asignada al Sector Agropecuario en relación con los demás sectores de la economía, sólo puede examinarse teniendo en cuenta el total de recursos con que cuenta cada sector.

La Tabla 5 presenta la información estadística referente a la variación, en términos reales, de los ingresos totales de los diferentes sectores**. En contraposición a lo que ocurre con el Presupuesto Nacional, el valor real de los ingresos totales ha crecido en un 11.8 por ciento durante el período 1972-1974.

La Tabla 6 presenta tasas de crecimiento de ingresos por cada sector, calculados en base a las cifras de la Tabla 5.

Para el período 1964-1974 el crecimiento de los ingresos del fomento agropecuario fue inferior a la tasa promedio de la economía. Sólo cuatro sectores: Fomento Económico, Salud y Previsión Social, Universidades y Centros Culturales y Fondos Rotatorios, presentan índices de crecimiento superiores al promedio.

Durante el período 1971-1974 el promedio de crecimiento en los ingresos para todos los sectores fue de 6.7% anual. Puede apreciarse cómo los sectores de Fomento Agropecuario y de Transporte y Comunicaciones ocupan los últimos lugares en crecimiento, mientras que los aumentos reales en ingresos

* Durante el período 1970-1974 los planes de desarrollo del Gobierno asignaron alta prioridad a los sectores de la construcción y de las exportaciones.

** El Anexo 1 define las entidades que conforman cada sector.

TABLA 4. Presupuesto Nacional y del Sector Agropecuario, (millones de pesos).

Año	Presupuesto Nacional		Presupuesto Sector Agropecuario		Presupuesto Sector Agrop. Presupuesto Nacional
	Corrientes	1958=100	Corrientes	1958=100	
1964	4.705.9	2.458.67	157.0	82.03	3.33
1965	5.807.9	2.780.23	387.6	185.54	6.67
1966	7.719.6	3.110.98	436.4	181.76	5.65
1967	8.132.1	3.110.98	475.2	154.44	4.96
1968	11.011.3	3.871.77	727.9	255.94	6.61
1969	14.664.1	4.765.71	759.3	246.77	5.18
1970	18.237.6	5.375.07	1.224.5	360.89	6.71
1971	22.291.4	5.886.30	1.261.2	333.03	5.66
1972	24.064.3	5.630.39	1.466.9	343.21	6.09
1973	26.212.2	5.055.39	1.348.9	260.15	5.15
1974	30.303.2	4.594.18	1.205.8	182.81	3.98
1975			1.305.6	159.63	

Transporte y Comunicaciones	S e c t o r e s								Total
	Fomento Agropecuario	Fomento Económico	Salud y Previsión Social	Universidad y Centros Culturales	Servicios Especializados	Fondos Rotatorios	Comercio Exterior	Bienestar Social	
572.695.9	493.343.8	303.197.5	201.452.4	111.102.4	398.333.3	18.056.4	-	-	2.098.181.7
580.597.4	574.118.2	260.317.8	222.733.4	176.609.4	412.248.0	41.855.4	-	-	2.268.479.6
597.119.5	489.555.6	362.666.4	408.759.7	192.249.0	435.070.8	74.820.5	-	-	2.560.241.5
1.064.098.6	567.910.0	485.545.1	561.812.1	203.384.5	653.652.6	58.093.0	-	-	3.594.495.9
1.168.226.4	830.042.8	1.255.561.8	750.950.0	175.398.0	139.077.0	88.290.4	-	-	4.507.546.4
1.274.492.3	1.208.166.0	1.170.047.7	826.583.6	417.987.3	121.344.2	113.128.0	70.641.2	307.245.0	5.509.635.3
1.365.032.1	1.576.671.3	1.157.845.8	901.679.0	475.289.4	163.472.4	134.239.3	67.714.4	452.211.3	6.294.155.0
1.512.077.6	1.389.759.9	1.327.026.1	1.110.811.4	465.050.9	170.093.5	130.799.6	61.532.6	637.890.9	6.805.042.5
1.480.946.6	1.499.867.5	1.531.714.7	1.081.179.4	595.347.6	168.668.5	141.708.7	219.125.6	676.915.0	7.395.473.6
1.855.385.9	1.570.341.3	1.625.046.0	1.351.892.7	773.675.6	167.170.0	146.102.8	249.938.6	321.224.6	8.060.777.5
1.566.057.0	1.481.557.9	2.012.917.0	1.223.276.5	791.842.7	197.013.3	98.998.6	182.794.8	712.586.5	8.267.044.3

: 1964-1972: Contraloría General de la República de Colombia. División Control Interno y Análisis Financiero, 1974. Cifras fiscales. pp. 45, 61, 79, 94, 109, 120, 144, 160, 171.

1973: Idem. Informe Financiero, 1973. pp. 212-222.

1974: Idem. Informe Financiero, 1974. Tomado de cuadros consolidados Ejecución Presupuestal al 31-XII-74.

TABLA 6. Colombia. Tasas de crecimiento de ingresos por sectores.

Sectores	Tasas exponenciales aproximadas de crecimiento anual	
	1964-1974	1971-1974
Transporte y Comunicaciones	10.50	1.16
Fomento Agropecuario	11.50	1.12
Fomento Económico	21.00	15.00
Salud y Previsión Social	20.00	3.25
Universidad y Centros Culturales	21.50	19.50
Servicios Especializados	Negativa	5.00
Fondos Rotatorios	18.50	Negativa
Comercio Exterior*	10.00	24.00
Bienestar Social*	8.70	3.70
Total	14.70	6.75

* Desde 1969 inclusive.

fueron captados principalmente por los sectores de Comercio Exterior, Universidades y Centros Culturales y Fomento Económico.

El Sector Agropecuario no ha sido prioritario en lo referente a volumen de inversiones, bien sea que se tome como referencia las asignaciones provenientes del Presupuesto Nacional o los ingresos totales del Sector.

2. La Asignación de Recursos en el Sector Agropecuario

Los Institutos descentralizados del Sector Agropecuario (ICA, INCORA, INDERENA, SCMH)* compiten entre sí por la asignación de recursos correspondientes al Sector.

El grado de competencia, sin embargo, debe variar de acuerdo con la naturaleza de las funciones asignadas a cada uno de ellos y la posibilidad de sustitución entre los programas que le corresponde ejecutar a cada uno de ellos. Es así como los programas a cargo de INDERENA pueden considerarse complementarios a los que ejecuta el ICA, mientras que aquellos a cargo del INCORA tienen cierto grado de sustitución con los que se basan en la adopción de tecnologías mejoradas y en el uso intensivo de la tierra.

Las tecnologías generadas en el ICA (semillas mejoradas, control de plagas y enfermedades, prácticas culturales, etc.) son en general ahorradoras de tierra e intensivas en uso de capital, y en consecuencia, es posible dentro de ciertos límites sustituir programas tendientes a incrementar disponibilidad de tierra por aquellos basados en el uso intensivo de la superficie disponible.

La Tabla 7 y la Figura 6 ilustran el grado de participación de los principales institutos del Sector Agropecuario en el presupuesto asignado por el Gobierno para el Sector. En relación con 1972 el presupuesto del Sector Agropecuario en 1975 disminuyó en 11.0 por ciento en términos absolutos y en 53.5 por ciento a precios constantes de 1958. El presupuesto ejecutado por el ICA durante el mismo período, 1972-75, se redujo en 1.3 por ciento en términos absolutos y en 48.4 por ciento en pesos constantes de 1958.

Sin embargo, la participación porcentual del ICA en el presupuesto del Sector ha venido incrementando desde 1969, 17.4 por ciento, hasta 27.7 por ciento en 1975. Es claro entonces que si el presupuesto del ICA en él se ha incrementado, ha tenido que producirse una disminución proporcional en lo asignado a los demás Institutos del Sector. Las cifras indican que el INCORA es quien paulatinamente ha venido disminuyendo su cuota proporcional en el presupuesto del Sector pasando del 58.7 por ciento en 1964 al 36.0 por ciento

* ICA: Instituto Colombiano Agropecuario
 INCORA: Instituto Colombiano de la Reforma Agraria
 INDERENA: Instituto de Recursos Naturales Renovables
 SCMH: Servicio Colombiano de Meteorología e Hidrología

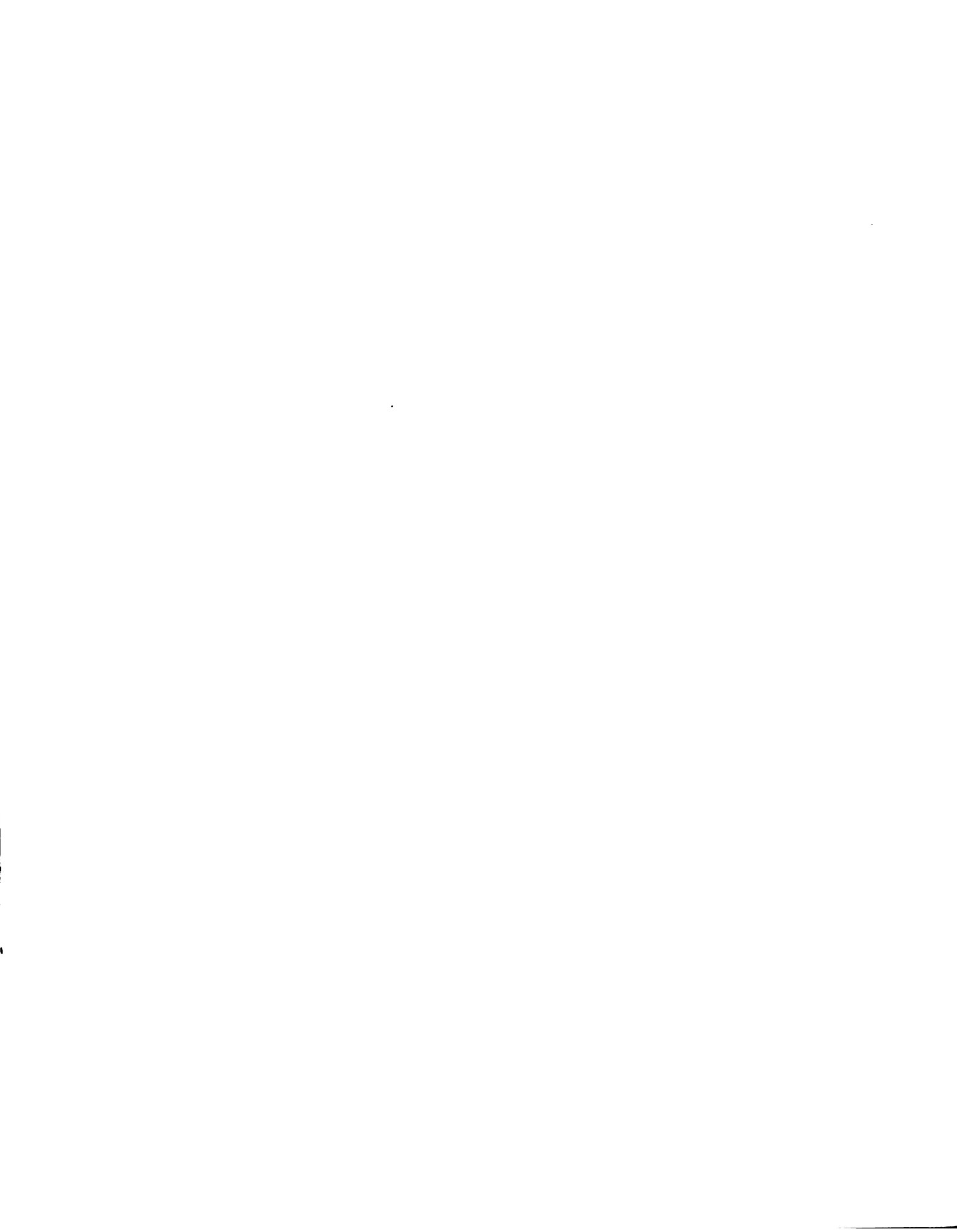
LA 7. Participación de los Institutos Descentralizados en los fondos asignados por el Gobierno Nacional para el Sector Agropecuario.

Ejecución Presupuestal (Millones de Pesos).

SECTOR AGROPECUARIO		I C A			INCORA			INDERENA			SCMH			Porcentajes					
Co-riente	1958=100	Co-riente	1958=100	% Sector Agrop.	Co-riente	1958=100	% Sector Agrop.	Co-riente	1958=100	% Sector Agrop.	Co-riente	1958=100	% Sector Agrop.	Ica+In	Ica	Ica+In	Ica+In	Ica+In	Ica+In
157.0	82.0	12.4	6.48	7.90	92.2	48.2	58.73	-	-	-	-	-	-	13.45	-	-	-	-	-
387.6	135.3	25.7	12.30	6.63	100.3	48.0	25.88	-	-	-	-	-	-	25.62	-	-	-	-	-
436.4	181.8	30.4	12.66	6.96	134.2	55.9	30.75	-	-	-	-	-	-	22.65	-	-	-	-	-
475.2	154.4	100.0	32.50	21.04	218.1	83.4	45.90	-	-	-	-	-	-	45.85	-	-	-	-	-
727.9	255.9	86.7	30.49	11.91	275.8	97.0	37.89	-	-	-	-	-	-	31.43	-	-	-	-	-
759.3	246.8	132.3	42.99	17.42	319.7	103.9	42.10	46.3	15.1	6.10	6.0	1.9	7.9	41.38	55.9	55.9	23.5	23.5	23.5
1224.5	300.9	241.6	71.21	19.73	423.4	124.8	34.58	65.0	19.2	5.31	15.0	4.4	1.22	57.06	72.4	72.4	25.0	25.0	25.0
1261.2	333.0	260.6	68.81	20.66	342.6	90.5	27.17	87.1	23.0	6.91	21.0	5.5	1.66	76.03	101.5	101.5	27.6	27.6	27.6
1466.9	343.2	366.1	85.66	24.96	504.6	118.1	34.41	98.7	23.1	6.73	23.7	5.5	1.61	72.53	92.1	92.1	31.7	31.7	31.7
1348.9	260.1	297.1	57.30	22.02	307.0	59.2	22.76	107.0	20.6	7.93	36.7	7.1	2.72	96.80	131.6	131.6	29.9	29.9	29.9
1205.8	182.8	319.7	48.47	26.51	392.9	59.6	32.60	115.3	17.5	9.56	45.2	6.8	3.75	81.32	110.7	110.7	36.1	36.1	36.1
1305.6	159.6	361.4	44.19	27.68	470.3	57.5	36.02	163.6	20.0	12.53	53.0	6.5	4.06	76.85	116.3	116.3	40.2	40.2	40.2

NOTE: Oficinas de Planeación de los Institutos.

A partir de este año el ICA asume funciones de transferencia de tecnología.



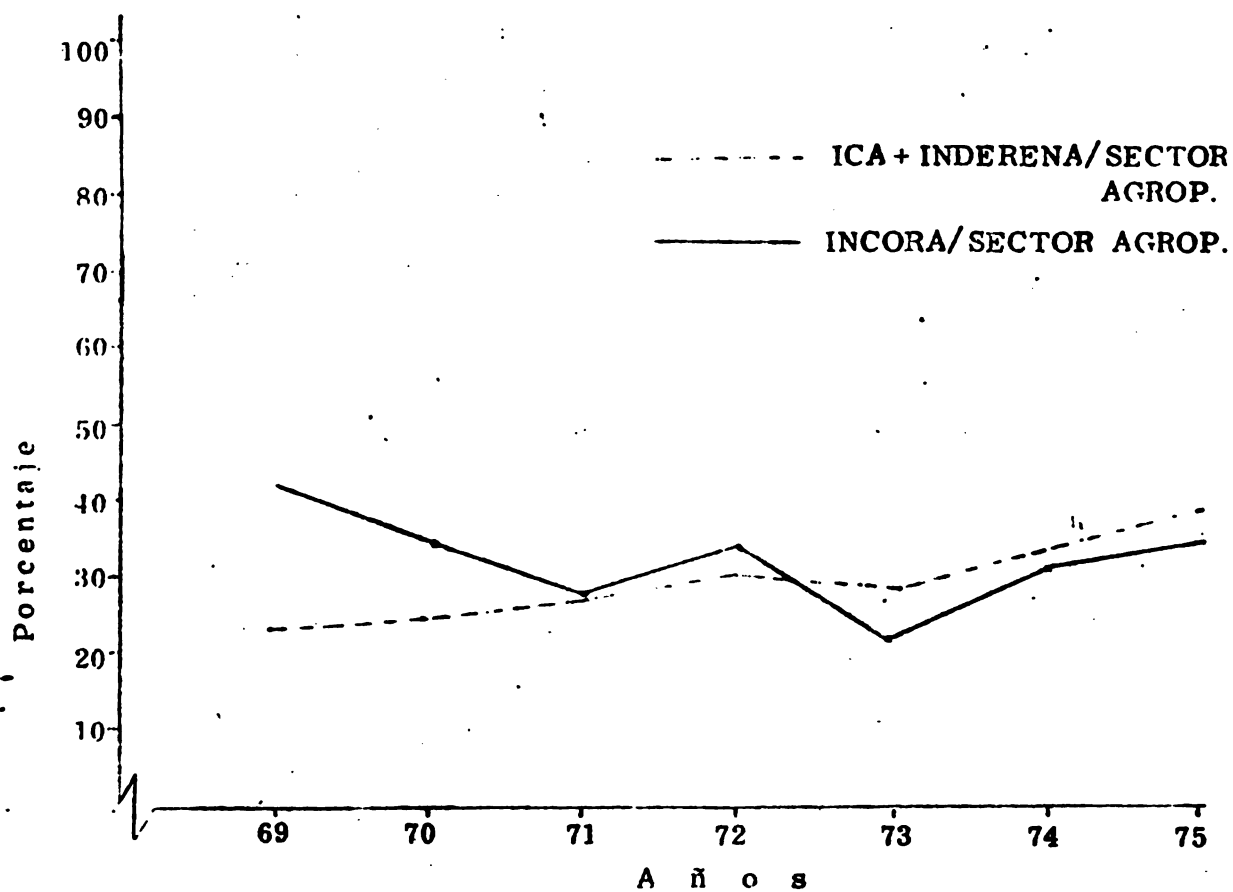
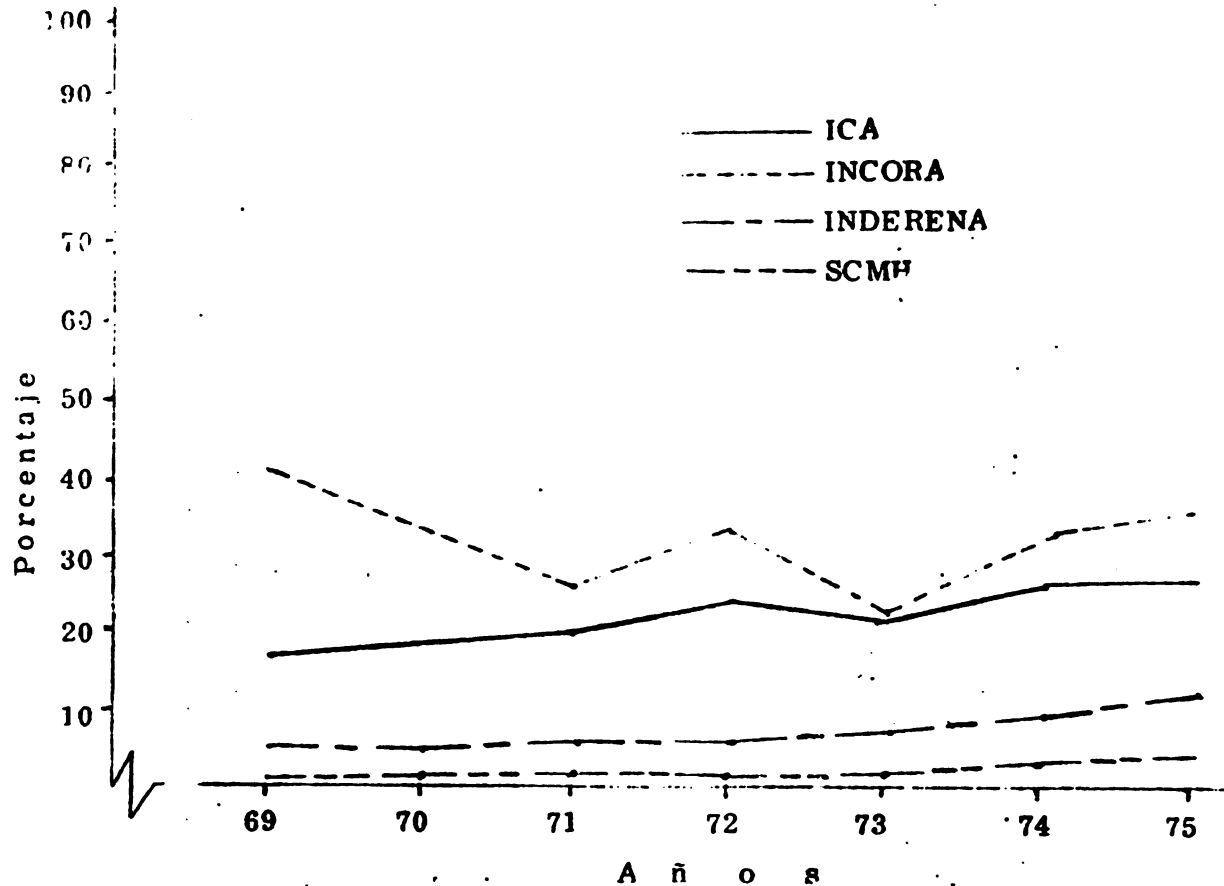


FIGURA 6. Participación porcentual de los Institutos Descentralizados Fondos apropiados por el Gobierno Nacional para el Sector Agropecuario.



en 1975. A su vez, las relaciones entre las participaciones porcentuales del ICA e INDERENA, respecto al INCORA, indican que estos dos Institutos desplazan al INCORA en su participación en el presupuesto del Gobierno para el Sector. A igual conclusión conduce el análisis de la relación entre el valor de los presupuestos ejecutados por ICA e INDERENA y el Presupuesto Nacional ejecutado por el Sector. La relación es creciente pasando de 23.5 por ciento en 1969 a 40.2 por ciento en 1975. Durante el mismo período, los presupuestos ejecutados por ICA e INDERENA en relación con el correspondiente al INCORA, incrementan su relación de 55.9 a 116.3 por ciento. Las estadísticas de la Tabla 8 permiten analizar cuál ha sido el comportamiento de la ejecución presupuestal de los Institutos del Sector Agropecuario, considerando no solamente los recursos provenientes del Presupuesto Nacional sino también los obtenidos a través de recursos propios, tales como préstamos externos, cobro de tarifas, crédito interno, venta de productos, etc. A partir de 1969 el ICA ha incrementado su presupuesto, en pesos de 1958, en 32.4 por ciento, el INDERENA en 44.2 por ciento, mientras que el INCORA lo ha disminuido en 67.0 por ciento.

Las relaciones entre los presupuestos ICA/INCORA, ICA-INDERENA/INCORA son crecientes, aunque de magnitud inferior a las calculadas considerando únicamente los fondos provenientes del Gobierno Nacional*, lo que parece indicar que la política gubernamental para el Sector Agropecuario, ha sido orientada a favorecer programas basados en el cambio tecnológico y el uso intensivo de la tierra.

3. La Asignación de Recursos en el ICA

Los recursos financieros del instituto provienen de las siguientes fuentes:

- Presupuesto Nacional. Recursos asignados por el Gobierno en la ley anual de presupuesto.
- Recursos Propios. Asignados en la venta de productos y subproductos de la investigación y de las pruebas demostrativas comerciales.
- Ley 5a. A partir de 1974 el Gobierno Nacional determinó la creación de un fondo para asistencia técnica al pequeño agricultor, financiado a través del Certificado de Abono Tributario (CAT) por exportación de productos de origen agropecuario, con un uno por ciento adicional al interés comercial de préstamos del Fondo Financiero Agropecuario (FFA) y con un 15 por ciento de las utilidades del FFA al final de cada año. Estos dineros ingresan al ICA para financiar programas de desarrollo rural.

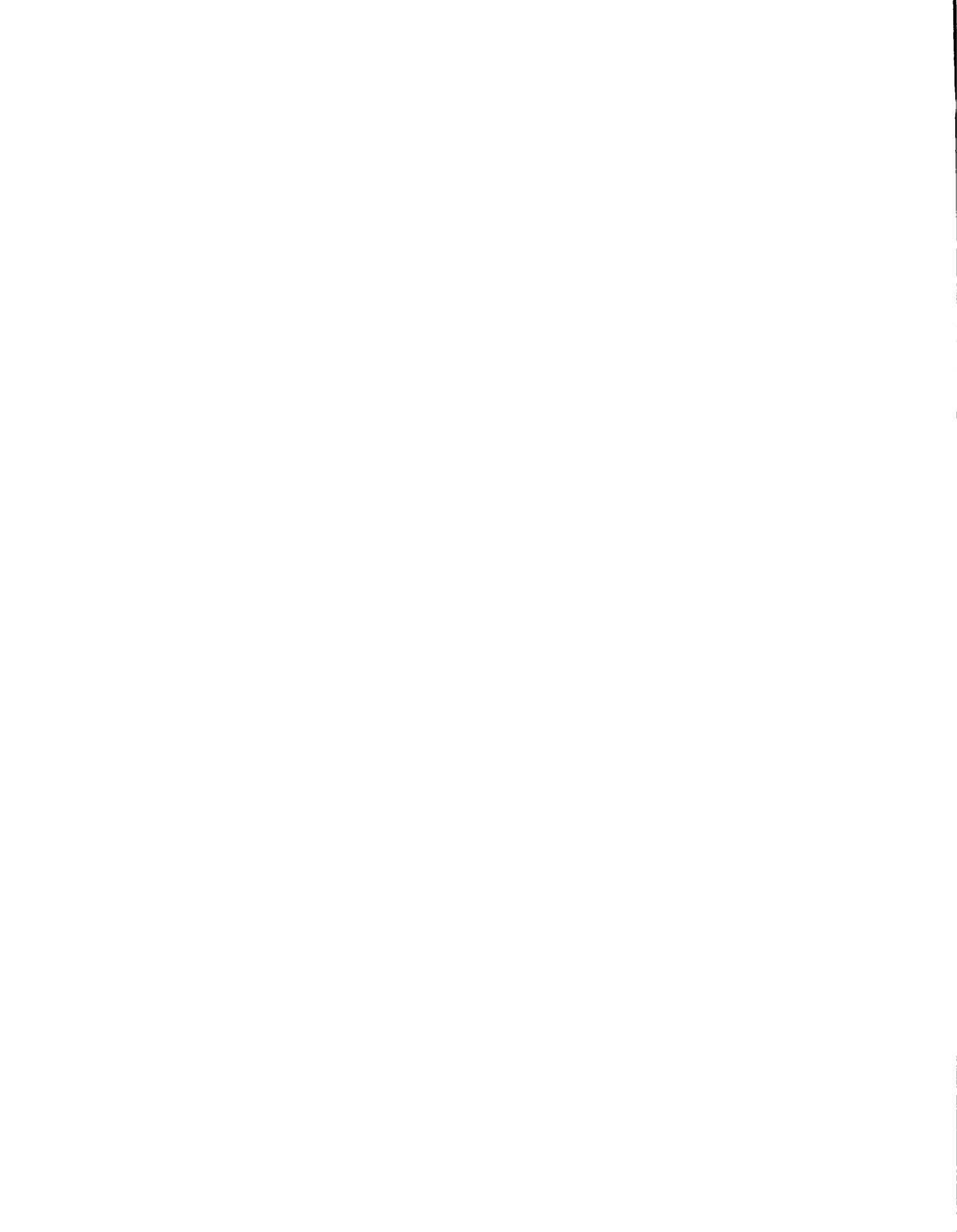
* Debido a un mayor flujo de fondos provenientes de préstamos externos para el INCORA.

TABLA 8. Presupuestos Totales ejecutados por los Institutos Descentralizados del Sector Agropecuario.
(Millones de Pesos).

Año	I C A		I N C O R A		I N D E R E N A		S C M H		I C A		I C A + I N - D E R E N A	
	Co-rrientes	1958=100	Co-rrientes	1958=100	Co-rrientes	1958=100	Co-rrientes	1958=100	Co-rrientes	1958=100	INCORA (%)	ICA+IN-DERENA (%)
1964	34.7	18.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1965	35.9	17.13	298.1	142.7	-	-	-	-	-	12.0	-	-
1966	41.9	17.45	358.0	149.1	-	-	-	-	-	11.7	-	-
1967	112.8	37.40	526.9	201.6	-	-	-	-	-	21.4	-	-
1968	126.7	44.56	717.4	252.2	-	-	-	-	-	17.7	-	-
1969*	209.9	68.21	767.6	249.5	68.9	22.4	16.1	5.2	16.1	27.3	36.3	36.3
1970	294.9	86.92	891.9	262.9	104.5	30.8	15.7	4.6	15.7	33.1	44.8	44.8
1971	330.6	87.29	751.6	198.5	128.5	33.9	22.1	5.8	22.1	44.0	51.1	51.1
1972	480.4	112.40	886.1	207.3	130.1	30.4	25.1	5.9	25.1	54.2	68.9	68.9
1973	424.5	81.87	880.6	169.8	138.9	26.8	40.7	7.8	40.7	48.2	64.0	64.0
1974	561.5	85.13	1034.2	156.8	174.7	26.5	49.1	7.4	49.1	54.3	71.2	71.2
1975	738.9	90.35	1368.6	167.3	264.0	32.3	57.1	7.0	57.1	53.4	73.3	73.3

Fuente: Oficinas de Planeación de los Institutos.

* A partir de este año el ICA asume funciones de transferencia de tecnología.



- Crédito Externo. Principalmente del BID para el período 1971-1976, con destino a Inversiones Físicas en investigación, extensión y sanidad animal.
- Crédito Interno. Se utiliza principalmente para el financiamiento de las pruebas demostrativas comerciales.
- Aportes de Entidades Nacionales e Internacionales. Federación Nacional de Cafeteros, Fundación Ford, USDA, CIID, etc.
- Otros Recursos del Balance

La Tabla 9 y la Figura 7 contienen información referente al comportamiento presupuestal según fuentes de financiamiento.

Los ingresos provenientes del Presupuesto Nacional presentan tendencia ascendente hasta el año 1972 y disminuyen a partir de entonces. La participación del Presupuesto Nacional en los ingresos totales del Instituto ha decrecido, a partir de 1971, en un 30 por ciento. En 1975, el Instituto autofinanció el 50 por ciento de sus requerimientos presupuestales.

- a. Asignación Presupuestal por Programas. Presupuestalmente las actividades del Instituto se clasifican en seis programas: Investigación, Desarrollo Rural, Producción Agrícola, Producción Pecuaria, Funcionamiento y Servicio de la Deuda.

Las Tablas 10, 11 y 12 presentan cifras de gastos, índices de crecimiento y participación porcentual de cada Programa en el presupuesto anual. Su representación gráfica corresponde a la Figura 8.

Desarrollo Rural ha venido en incremento a través del período 1969-1976. Producción Pecuaria prácticamente se ha estabilizado presupuestalmente a partir de 1972; la asignación de recursos a Producción Agrícola es la más baja siendo aún inferior a la correspondiente a gastos de funcionamiento, que en contra de la opinión generalizada ha venido decreciendo. Notorio aumento se produce en el Servicio de la Deuda como resultado del vencimiento de obligaciones de préstamos internacionales.

Los aumentos de gastos en Producción Pecuaria radican principalmente en la campaña de Sanidad Animal que comenzó en 1971 mediante un préstamo suscrito con el BID. Igualmente, el rápido aumento del Servicio de la Deuda es derivado de dicho préstamo y en menor cuantía por amortización de créditos nacionales para demostraciones comerciales.

A partir de 1970, los programas de transferencia de tecnología (Desarrollo Rural, Producción Agrícola, Producción Pecuaria) adquieren cada vez mayor importancia en relación con los de

TABLA 9. ICA: Presupuesto según Fuentes de Financiamiento, 1965-1975. (Millones de Pesos).

Año	Presupuesto Nacional		Recursos Propios y Ley 5a.		Crédito Externo e Interno		Aportes Otras Entidades		Otros		Total		Presupuesto Nacional Total
	Co-riente	1958=100	Co-riente	1958=100	Co-riente	1958=100	Co-riente	1958=100	Co-riente	1958=100	Co-riente	1958=100	
1965	25.8	12.30	3.2	1.53	-	-	2.7	1.29	4.2	2.01	35.9	17.13	0.72
1966	30.4	12.60	6.6	2.75	-	-	3.2	1.33	1.7	0.71	41.9	17.45	0.73
1967	100.0	32.50	5.1	1.95	-	-	3.6	1.38	4.1	1.57	112.8	37.40	0.87
1968	86.7	30.49	8.7	3.06	-	-	5.6	1.97	25.7	9.04	126.7	44.56	0.68
1969	132.3	42.99	9.5	3.09	-	-	19.0	6.17	49.1	15.96	109.9	68.21	0.63
1970	241.6	71.21	21.1	6.22	1.2	0.35	21.2	6.25	9.8	2.89	294.9	86.92	0.82
1971	260.6	68.81	20.2	5.33	3.3	0.87	14.9	3.94	31.6	8.34	330.6	87.29	0.79
1972	366.1	85.66	27.9	6.53	66.2	15.49	11.8	2.76	8.4	1.96	480.4	112.40	0.76
1973	257.1	57.30	36.6	7.06	15.2	2.93	8.6	1.56	67.0	12.92	424.5	81.87	0.70
1974	319.7	48.47	109.3	16.57	72.4	10.98	43.4	6.58	16.7	1.53	561.5	85.13	0.57
1975	311.4	44.19	221.5	27.08	53.1	6.49	51.9	6.35	51.0	6.24	738.9	90.35	0.49

TABLA 10. ICA: Distribución de los gastos por Programas, para el período 1969-1976. (Miles de pesos de 1958).

Programas	1969	1970	A 1971	ñ 1972	o 1973	s. 1974	1975
Investigación	24.210	28.014	29.349	26.944	27.646	27.624	29.624
Desarrollo Rural	7.492	13.510	13.766	14.237	17.627	15.411	14.107
Producción Agrícola	4.274	6.975	6.438	7.221	7.387	6.591	6.378
Producción Pecuaria	5.690	7.899	12.003	13.601	14.541	12.131	12.912
Funcionamiento	12.788	12.839	11.138	12.589	11.956	9.301	10.511
Servicio de la Deuda	-	-	1.518	466	1.060	1.879	3.491
Total	54.454	69.237	74.212	75.058	80.217	72.937	77.023

Fuente: El ICA y su contribución al Desarrollo Agropecuario 1974-1976. Estadísticas Internas, Oficina de Planeación
Excluye Crédito Externo, Construcciones y Administración de Centros y Estaciones

TABLA 11. ICA: Indices de crecimiento de gastos por Programas.
1969=100. (Precios de 1958)

Programas	A ñ o s						
	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
Investigación	100	115.7	121.2	111.3	114.2	114.1	122.3
Desarrollo Rural	100	180.3	183.7	190.0	235.3	205.7	188.3
Producción Agrícola	100	163.2	150.6	168.9	172.8	154.2	149.2
Producción Pecuaria	100	138.8	210.9	239.0	255.5	213.2	226.9
Funcionamiento	100	100.4	87.1	98.4	93.4	72.7	82.2
Servicio de la Deuda	-	-	100.0	20.7	69.8	123.7	229.9
Total	100	127.1	136.3	137.8	147.3	133.9	141.4

TABLA 12. IGA: Participación porcentual de los Programas en el gasto anual. (1958 = 100) (Porcentaje)

Programas	A ñ o s							
	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976*
Investigación	44.5	40.5	39.5	35.9	34.4	37.9	38.4	27.9
Desarrollo Rural	13.7	19.5	18.5	18.9	21.9	21.2	18.3	27.7
Producción Agrícola	7.8	10.1	8.7	9.6	9.2	9.1	8.3	6.8
Producción Pecuaria	10.5	11.4	16.2	18.1	18.1	16.6	16.8	16.3
Funcionamiento	23.5	18.5	15.0	16.8	14.9	12.7	13.7	11.1
Servicio de la Deuda	-	-	2.1	0.7	1.5	2.5	4.5	10.2
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

* Presupuestado.

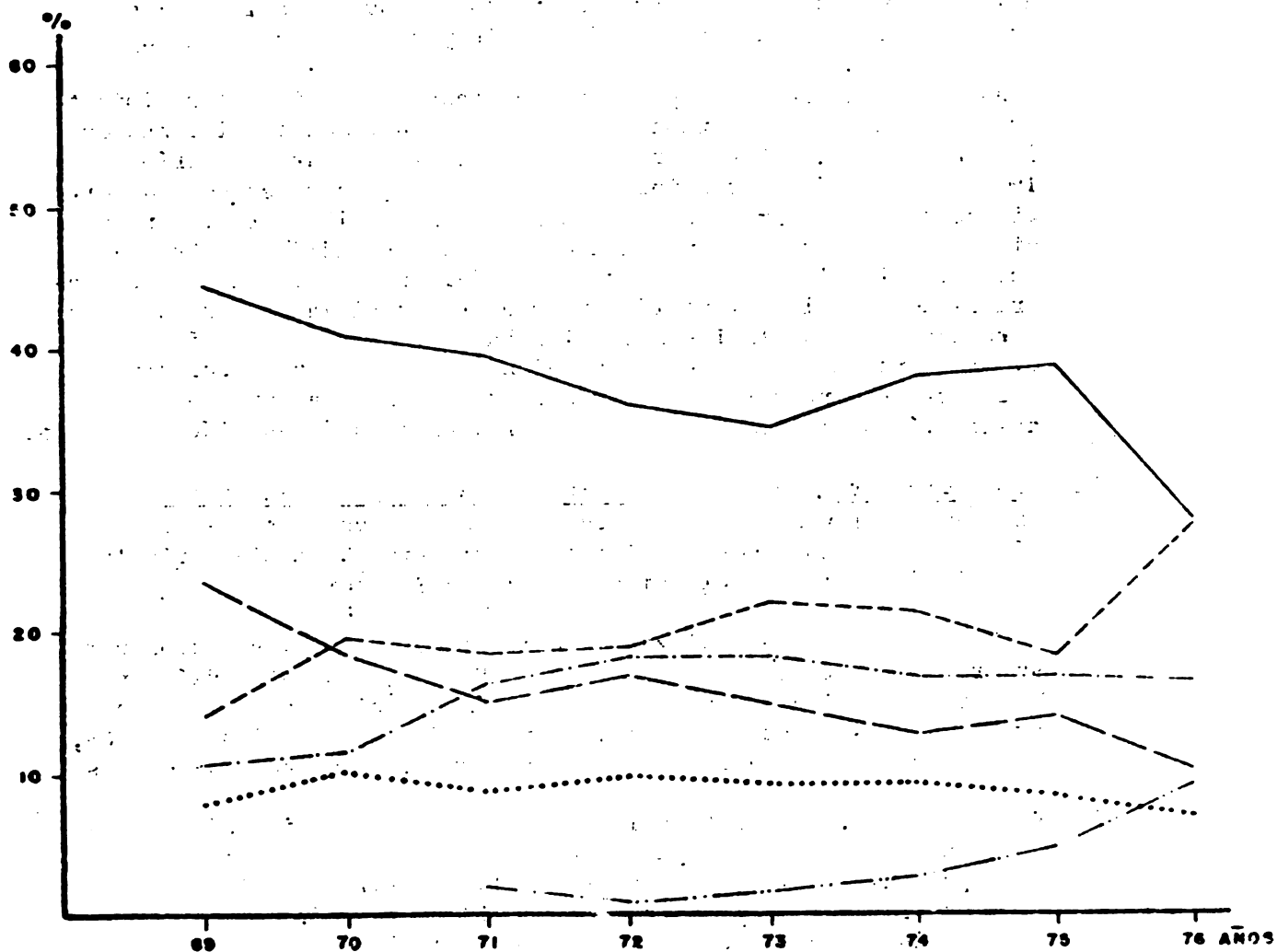


FIGURA 8. ICA: Distribución Presupuestal por Programas.

generación de tecnología (Investigación), reflejando las prioridades del Gobierno Nacional en sus programas de desarrollo. Gráficamente la situación se presenta en la Figura 9, en la cual se aprecia cómo la brecha entre programas de investigación y los de transferencia ha cambiado de dirección y se hace cada vez mayor.

Finalmente, la Tabla 13 presenta las tasas promedio de crecimiento en los gastos por programa. El promedio anual de crecimiento en los gastos del Instituto fue de 6.8 por ciento para el período 1969-1975. Los mayores incrementos en gastos corresponden a Servicio de la Deuda, Producción Pecuaria y Desarrollo Rural. Producción Agrícola crece a una tasa cercana al promedio, mientras que Investigación lo hace muy por debajo del promedio. Parece que las prioridades en la asignación presupuestal reflejan la creencia generalizada de que la Investigación ha producido tecnología suficiente para satisfacer la demanda existente y en consecuencia, es necesario reforzar los programas de transferencia para lograr la aplicación de las recomendaciones provenientes de esa investigación.

- b. Asignación Presupuestal a los Subprogramas de Investigación. El programa de Investigación se compone de los subprogramas de Agronomía, Ciencias Animales, Medicina Veterinaria, Economía Agrícola, Ingeniería Agrícola, Ciencias Sociales y Educación.

La Tabla 14 permite analizar el comportamiento de los gastos por subprograma durante el período 1969-1975. La investigación en Medicina Veterinaria ha recibido la máxima prioridad con un incremento presupuestal del 259.1 por ciento, en relación con 1969, le siguen en importancia Ingeniería Agrícola y Ciencias Sociales.

En contraste, la investigación en Agronomía ha venido siendo desplazada, lo que se refleja en una disminución de la asignación presupuestal del 15.7 por ciento de 1969 a 1975. La investigación en Ciencias Animales se ha reducido en un 37.6 por ciento. El énfasis en la capacitación de técnicos al servicio del Instituto ha disminuído notoriamente, la apropiación presupuestal para este fin ha decrecido en 32.9 por ciento en los últimos seis años.

En términos porcentuales (Tabla 15), Agronomía tiene la mayor participación presupuestal, pero su tasa de crecimiento es de las más bajas. Medicina Veterinaria e Ingeniería Agrícola presentan las tasas más altas de variación en la participación porcentual en el presupuesto. Ciencias Animales y Educación presentan tasas negativas de incremento presupuestal.

- c. Asignación Presupuestal por Cultivo o Especie Animal. Los diferentes cultivos y especies animales sobre los cuales el ICA ha realizado investigación en los últimos siete años, se clasificaron en los catorce grupos de la Tabla 16. Los presupuestos anuales ejecutados para cada grupo se presentan en la Tabla 17, en la cual los números entre paréntesis indican la prioridad correspondiente de acuerdo a la magnitud presupuestal.

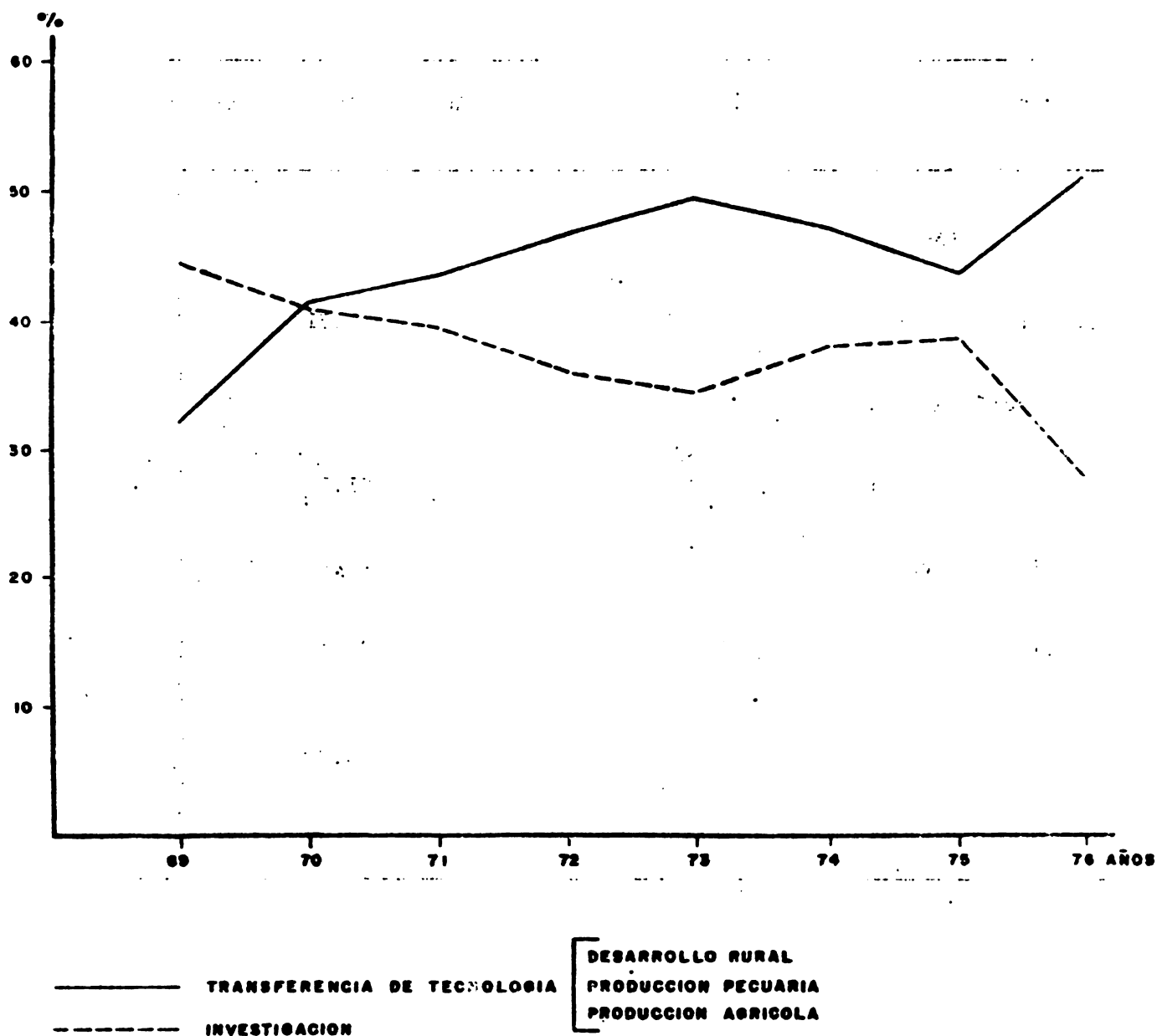


FIGURA 9. Investigación vs. Transferencia de Tecnología
Participación Porcentual en el Presupuesto ICA.

TABLA 13. ICA: Tasas de aumento de Gastos por Programas, 1969-1975.

Programa	Aumento Anual Promedio (%)
Investigación	3.71
Desarrollo Rural	14.71
Producción Agrícola	8.20
Producción Pecuaria	21.15
Funcionamiento	-2.96
Servicio de la Deuda	21.65
Total	6.80

TABLA 14. ICA: Gastos de Investigación por Subprogramas, para el período 1969-1975.
(Millones de Pesos. 1958=100).

Año	Agronomía	Ciencias Animales	Medicina Veterinaria	Economía Agrícola	Ingeniería Agrícola	Ciencias Sociales	Educación
1969	11.468.9	6.392.2	673.0	380.5	646.4	422.5	4.126.4
1970	13.593.3	6.017.9	1.402.3	443.8	911.6	496.6	5.040.5
1971	13.371.5	6.464.7	1.467.4	990.7	990.7	656.4	5.581.9
1972	11.452.3	4.772.1	1.566.4	729.7	1.160.0	556.4	5.436.3
1973	10.774.1	3.728.8	3.770.0	669.2	745.4	560.6	2.094.3
1974	8.705.9	3.208.4	2.269.1	482.4	838.2	556.4	3.872.5
1975	9.666.4	3.991.8	1.743.6	362.4	1.030.1	556.6	2.768.5
<hr/>							
Aumento:							
1969/1975	-1.802.5	-2.400.4	1.070.6	-18.1	383.7	134.1	-1,357.9
<hr/>							
% de 1975 sobre 1969	84.3	62.4	259.1	95.2	159.4	131.7	67.1

Excluye: Manejo de Centros y Estaciones, Dirección y Oficina de Biometría.

TABLA 15. ICA: Participación porcentual de los diferentes Subprogramas en el periodo 1969-1975.

Subprogramas	1969	1975	Variación
Agronomía	47.6	48.1	0.50
Ciencias Animales	26.5	19.8	-6.70
Medicina Veterinaria	2.8	8.7	5.90
Economía Agrícola	1.6	1.8	0.20
Ingeniería Agrícola	2.7	5.1	2.40
Ciencias Sociales	1.8	2.7	0.90
Educación	17.0	13.8	-3.20
Totales	100.0	100.0	0.00

TABLA 16. ICA: Clasificación de cultivos y especies animales por Sectores de Investigación.

Sector	Subsector	Cultivo o Especie Animal
I. AGRICOLA	-Cereales	Arroz riego y secano, trigo, maíz y sorgo, avena y cebada.
	-Fibras Textiles	Algodón.
	-Raíces y Tubérculos	Yuca, ñame, papa.
	-Leguminosas de Grano y Oleaginosas Anuales	Frijol, arveja, soya, ajonjolí.
	-Hortalizas y frutales	Hortalizas, frutales, plátano y banano.
	-Cultivos Industriales	Cacao, caña, tabaco, palma africana, cocotero.
	-Pastos y Forrajes	Pastos y Forrajes
	-Disciplinas de Apoyo	Fisiología vegetal, fitopatología, entomología, suelos.
II. PECUARIO	-Bovinos de Carne	Bovinos de carne.
	-Bovinos de Leche	Bovinos de Leche
	-Aves	Aves
	-Porcinos	Porcinos
	-Ovinos y Caprinos	Ovinos y Caprinos
	-Disciplinas de Apoyo	Fisiología, nutrición, toxicología, parasitología, patología, microbiología, epidemiología, enfermedades virales

TABLA 17. Gastos en Investigación por Subsectores Agrícolas y Pecuarios, 1969-1975. Miles de pesos (1958 = 100).

Año	Sector Agrícola							Sector Pecuario						
	Cereales	Fibras Textiles	Rafices y Tubérculos	Leguminosas y Oleas	Hortalizas y Frutas	Cultivos Industriales	Pastos y Forrajes	Disciplinas de Apoyo	Bovinos Carne	Bovinos Leche	Aves	Porcinos	Ovinos y Caprinos	Disciplinas de Apoyo
1969	3037.3 (2)	516.1 (14)	759.5 (11)	810.5 (9)	1023.4 (7)	1736.4 (3)	956.4 (8)	3350.7 (1)	1159.9 (6)	1644.4 (4)	535.9 (13)	746.5 (10)	547.9 (12)	1411.0 (5)
1970	3004.4 (2)	713.2 (11)	891.5 (8)	852.3 (10)	1079.3 (7)	2470.8 (3)	879.2 (9)	3677.0 (1)	1096.1 (6)	1717.5 (5)	705.6 (12)	679.3 (13)	611.2 (14)	1731.0 (4)
1971	2461.0 (2)	893.3 (11)	124.1 (5)	1002.6 (14)	1090.6 (9)	2395.5 (3)	1203.6 (7)	3977.5 (1)	1822.0 (5)	1764.7 (6)	615.8 (12)	545.5 (14)	592.8 (13)	2350.2 (4)
1972	2285.6 (2)	570.4 (7)	947.3 (7)	660.5 (7)	1194.4 (6)	2100.8 (3)	590.0 (12)	3021.3 (1)	827.8 (8)	1241.0 (5)	635.2 (10)	601.8 (11)	440.8 (14)	1806.4 (4)
1973	2192.3 (2)	424.3 (12)	675.0 (8)	578.6 (9)	838.2 (6)	1840.5 (3)	424.3 (11)	2595.0 (1)	1060.7 (5)	771.4 (7)	385.7 (13)	482.2 (10)	298.9 (14)	2412.9 (4)
1974	2061.7 (2)	312.6 (13)	648.6 (7)	521.8 (8)	759.7 (6)	1574.7 (4)	330.6 (12)	2771.2 (1)	568.1 (9)	831.3 (5)	368.5 (11)	388.6 (10)	296.1 (14)	1662.8 (3)
1975	1780.3 (3)	302.6 (13)	686.4 (7)	460.9 (10)	385.1 (12)	1738.6 (4)	442.1 (11)	2847.5 (1)	778.9 (6)	822.0 (5)	651.4 (8)	526.1 (9)	269.1 (14)	1886.2 (2)



Para determinar las prioridades en la investigación realizada se asignó puntaje de acuerdo con la posición ocupada cada año por el grupo de cultivos o especie animal en relación con el presupuesto ejecutado*. El resultado permite definir prioridades así:

	<u>Puntaje</u>	<u>Prioridad</u>
Disciplinas de Apoyo (Agrícola)	98	1
Cereales	90	2
Cultivos Industriales	82	3
Disciplinas de Apoyo (Pecuaria)	79	4
Bovinos Leche	68	5
Bovinos Carne	60	6
Hortalizas y Frutales	52	7
Raíces y Tuberculos	49	8
Leguminosas y Oleaginosas	40	9
Pastos y Forrajes	35	10
Porcinos	28	11
Aves	26	12
Fibras Textiles	18	13
Ovinos	10	14

Aplicando igual metodología se identifican las siguientes prioridades dentro de cada sector:

<u>Sector</u>	<u>Subsector</u>	<u>Puntaje</u>	<u>Prioridad</u>
<u>Agrícola:</u>	Disciplinas de Apoyo	56	1
	Cereales	49	2
	Cultivos Industriales	42	3
	Hortalizas y Frutales	33	4
	Raíces y Tubérculos	26	5
	Pastos y Forrajes	20	6
	Leguminosas y Oleaginosas	19	7
	Fibras Textiles	8	8

* Se aplicó la siguiente escala:

<u>Clasificación</u> <u>Anual</u>	<u>Puntaje</u>	<u>Clasificación</u> <u>Anual</u>	<u>Puntaje</u>
1	14	8	7
2	13	9	6
3	12	10	5
4	11	11	4
5	10	12	3
6	9	13	2
7	8	14	1

<u>Sector</u>	<u>Subsector</u>	<u>Puntaje</u>	<u>Prioridad</u>
Pecuario:	Disciplinas de Apoyo	55	1
	Bovinos de Leche	48	2
	Bovinos de Carne	44	3
	Aves	31	4
	Porcinos	30	5
	Ovinos Caprinos	23	6

Tanto a nivel general como de sector se destaca la alta prioridad asignada a las disciplinas de apoyo, cereales y cultivos industriales, bovinos de leche y bovinos de carne. La prioridad concedida a las disciplinas de apoyo se explica en la parte agrícola por la incidencia creciente de plagas y enfermedades y el aumento de la resistencia de los patógenos. En la parte pecuaria, las disciplinas de apoyo se incrementan a raíz de las campañas de sanidad animal financiadas por el BID, que implican una demanda adicional por servicios de laboratorio.

El énfasis en cultivos industriales se inicia en 1968 como resultado de la reestructuración del sector agropecuario que asignó al ICA la investigación en tabaco, palma africana y cocotero.

Para analizar el comportamiento presupuestal para los subsectores identificados como prioritarios se convirtieron las cifras anuales a índices, tomando como base 1960 para la parte agrícola y 1969 para el sector pecuario (Tabla 18).

La representación gráfica de los índices obtenidos permite identificar un patrón de comportamiento en los gastos a través del tiempo, consistente en una etapa de crecimiento hasta 1970-71 y una fuerte disminución a partir de entonces. (Figuras 10, 11, 12).

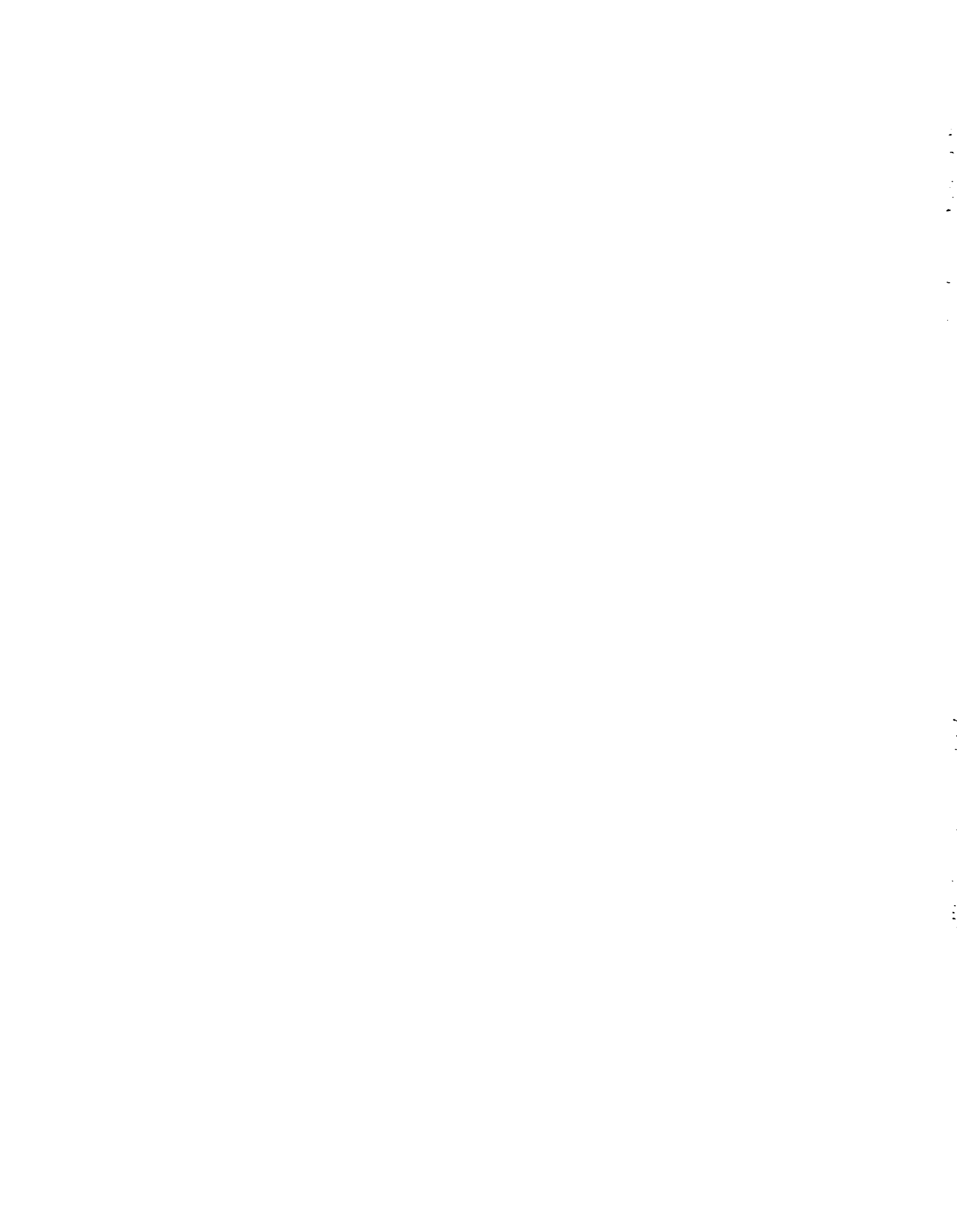
4. Posibles Causas de la Reducción de Recursos Financieros para la Investigación

La disminución de recursos financieros para la investigación coincide con los descensos en el presupuesto asignado por el Gobierno Nacional al ICA. Sin embargo, también se ha demostrado que la disminución en la participación proporcional de la Subgerencia de Investigación en el presupuesto del Instituto ha sido a un ritmo mayor que el de disminución en los recursos financieros del ICA. En otros términos, la investigación viene siendo desplazada por los programas de desarrollo rural, producción agrícola y producción pecuaria. Algunas de las posibles causas de este desplazamiento se analizan a continuación.

- a. La Brecha Tecnológica. La existencia de una amplia brecha tecnológica, definida como la diferencia entre los rendimientos experimentales y los obtenidos a nivel agricultor, implica una oferta tecnológica superior a la demanda y justifica el incremento de recursos con destino a programas encargados de transferencia tecnológica, disminuyendo el énfasis dado a la investigación.

TABLA 18. ICA: Indices de Gastos en Investigación Agrícola y Pecuaria por Subsectores, 1960-1975.

Año	Sector Agrícola			Sector Pecuario		
	Cereales	Cultivos Industriales	Disciplinas de Apoyo	Bovinos Carne	Bovinos Leche	Disciplinas de Apoyo
1960	100.0	100.0	100.0			
1961	105.9	93.6	119.9			
1962	101.0	114.6	80.6			
1963	76.2	46.6	87.2			
1964	106.4	427.2	151.2			
1965	155.4	425.6	202.4			
1966	141.8	472.1	178.6			
1967	217.4	684.2	291.6			
1968	234.4	689.9	389.0			
1969	350.7	2831.3	567.6	100.0	100.0	100.0
1970	346.9	4024.1	622.9	94.5	104.4	122.7
1971	284.2	3901.5	673.8	157.1	107.3	166.6
1972	263.9	3421.5	511.8	71.4	75.5	128.0
1973	253.1	2997.5	439.6	91.4	46.9	100.0
1974	238.1	2564.6	469.4	49.0	50.5	117.8
1975	205.6	2831.6	482.4	67.1	50.0	133.7



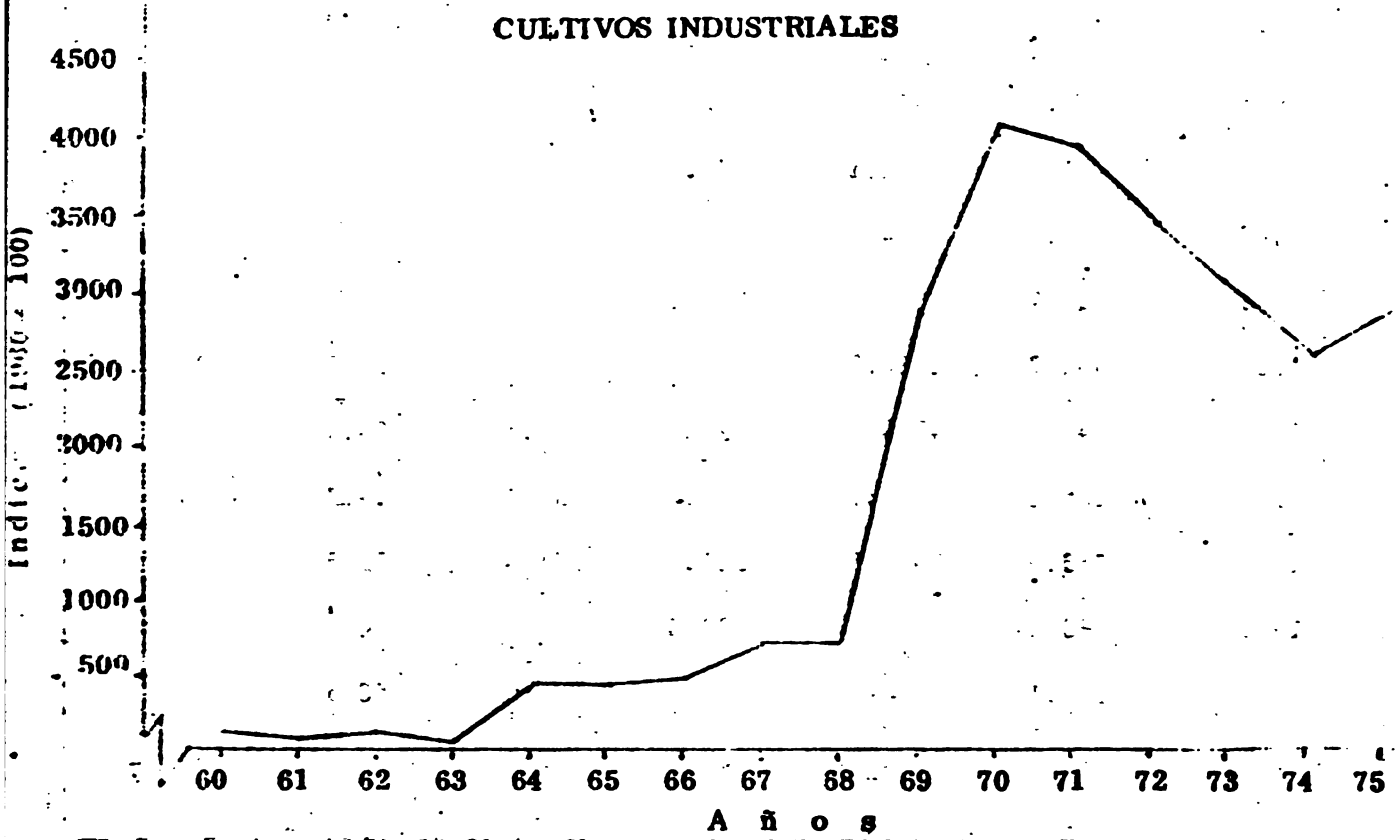
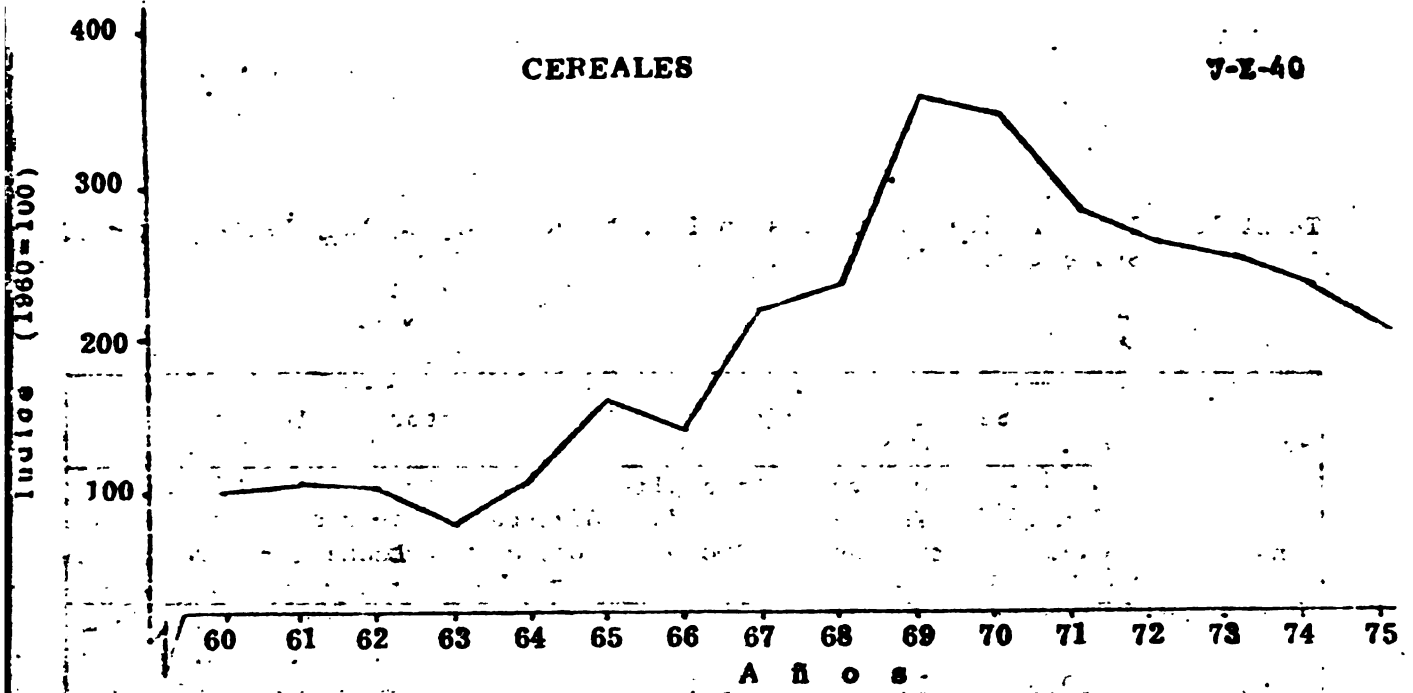
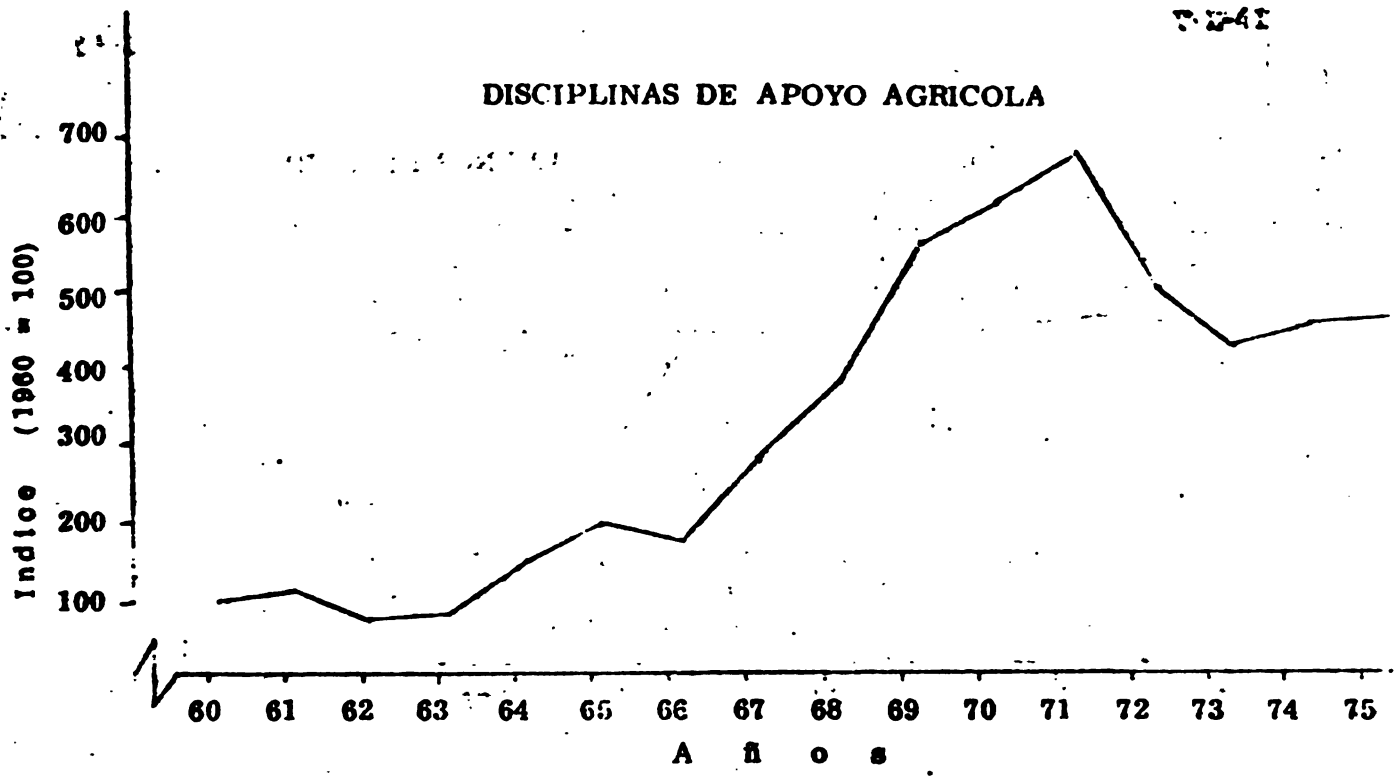


FIGURA 11. ICA: Comportamiento de los Gastos de Investigación en Cereales y Cultivos Industriales.

DISCIPLINAS DE APOYO AGRICOLA



DISCIPLINAS DE APOYO PECUARIO

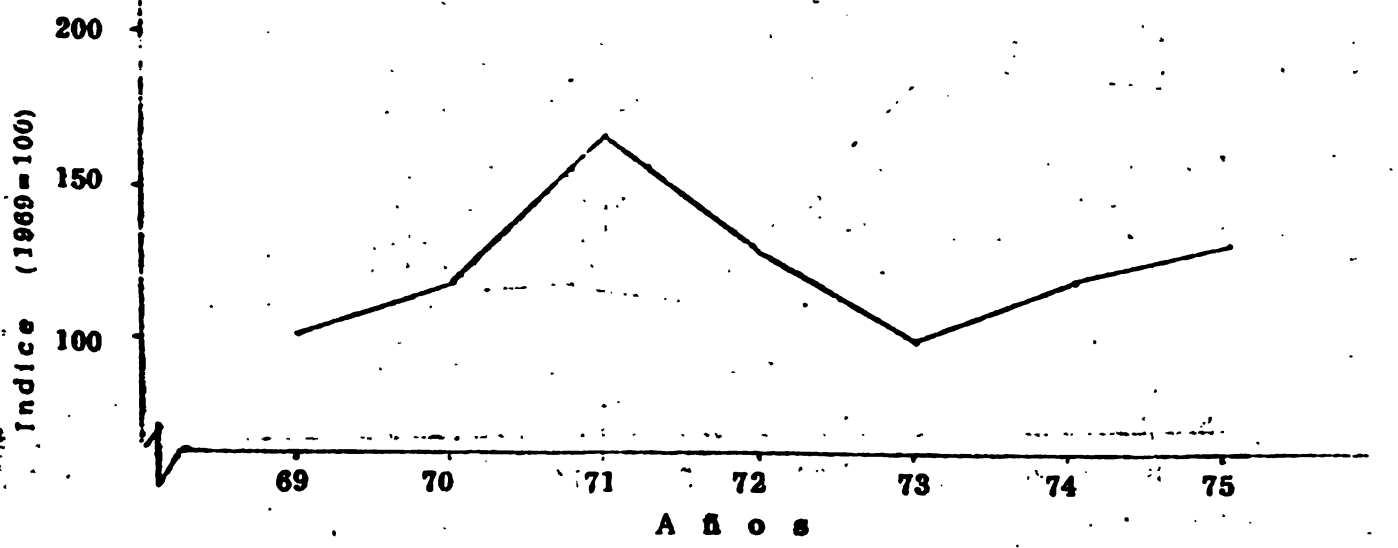


FIGURA 10. ICA: Comportamiento de los Gastos de Investigación en Disciplinas de Apoyo.

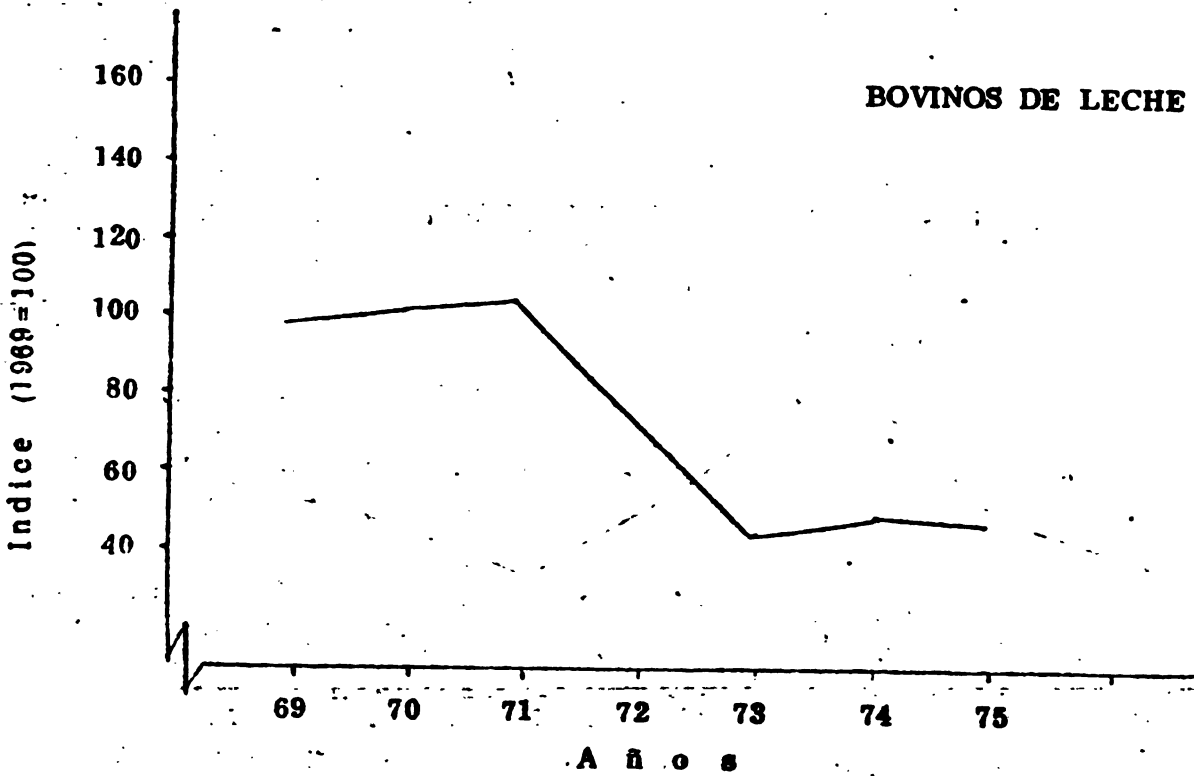
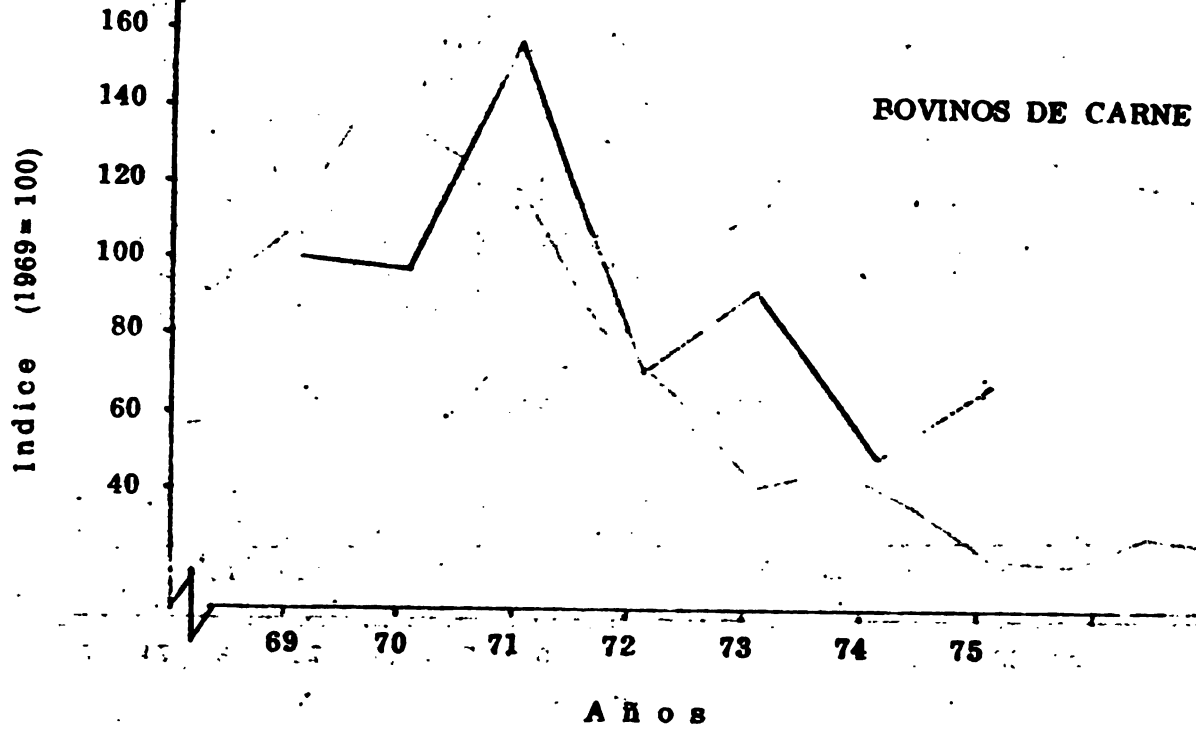


FIGURA 12. ICA: Comportamiento de los Gastos de Investigación en Bovinos de Carne y Bovinos de Leche.

Si la magnitud de la brecha tecnológica hubiese sido en realidad el criterio a aplicado para determinar la magnitud de los recursos asignados a investigación, las apropiaciones para productos en los que la brecha tecnológica es amplia, como en maíz, deberían haberse reducido en mayor proporción que para aquellos productos con menor brecha relativa, como arroz de riego (Tablas 19, 20; Figura 13).

La Tabla 21 indica que ése no ha sido el caso y no parece existir relación estrecha entre la magnitud de la brecha tecnológica y los recursos asignados.

Por otra parte, la brecha tecnológica puede ser real o imaginada. La diferencia en rendimientos obtenidos a niveles experimental y de campo no es sólo el resultado del cambio en la calidad de los insumos o prácticas utilizadas sino también del aumento en las cantidades empleadas de los insumos complementarios, que en general se aplican a un nivel superior en los ensayos experimentales.

En la Figura 14 el agricultor se localiza en el punto A de la función de producción correspondiente a su sistema de cultivo utilizando la cantidad X_1 de insumo y obteniendo un nivel de producción Y_1 . Por su parte el investigador se ubica en el punto C de la función de producción correspondiente a un cambio tecnológico, utiliza una cantidad X_2 de insumo y obtiene un nivel de producción Y_2 . La brecha tecnológica estaría estimada por la magnitud $(Y_2 - Y_1)$, pero en realidad debería calcularse en base a la producción obtenida utilizando el insumo mejorado y cantidades iguales a las que usa el agricultor de los demás insumos. En ese caso, el investigador trabajaría en el punto B y el rendimiento obtenido corresponde a Y_3 . La magnitud de la brecha sería $(Y_3 - Y_1)$. La diferencia $(Y_2 - Y_3)$ representa una sobreestimación de la brecha tecnológica.

Debe mencionarse también que los rendimientos a nivel experimental pueden estar sobreestimados, en parte debido al supuesto implícito de rendimientos a escala, que se aplica al proyectar los obtenidos en parcelas experimentales generalmente de tamaño reducido.

Nuestra impresión general es que la brecha está sobreestimada en la mayoría de los casos y que se hace indispensable diseñar una metodología para depurarla y hacer comparables los datos de rendimientos comerciales, de subsistencia y experimentales.

Si la brecha, después de depurada, es aún considerable, ello puede deberse a una o más de las situaciones siguientes:

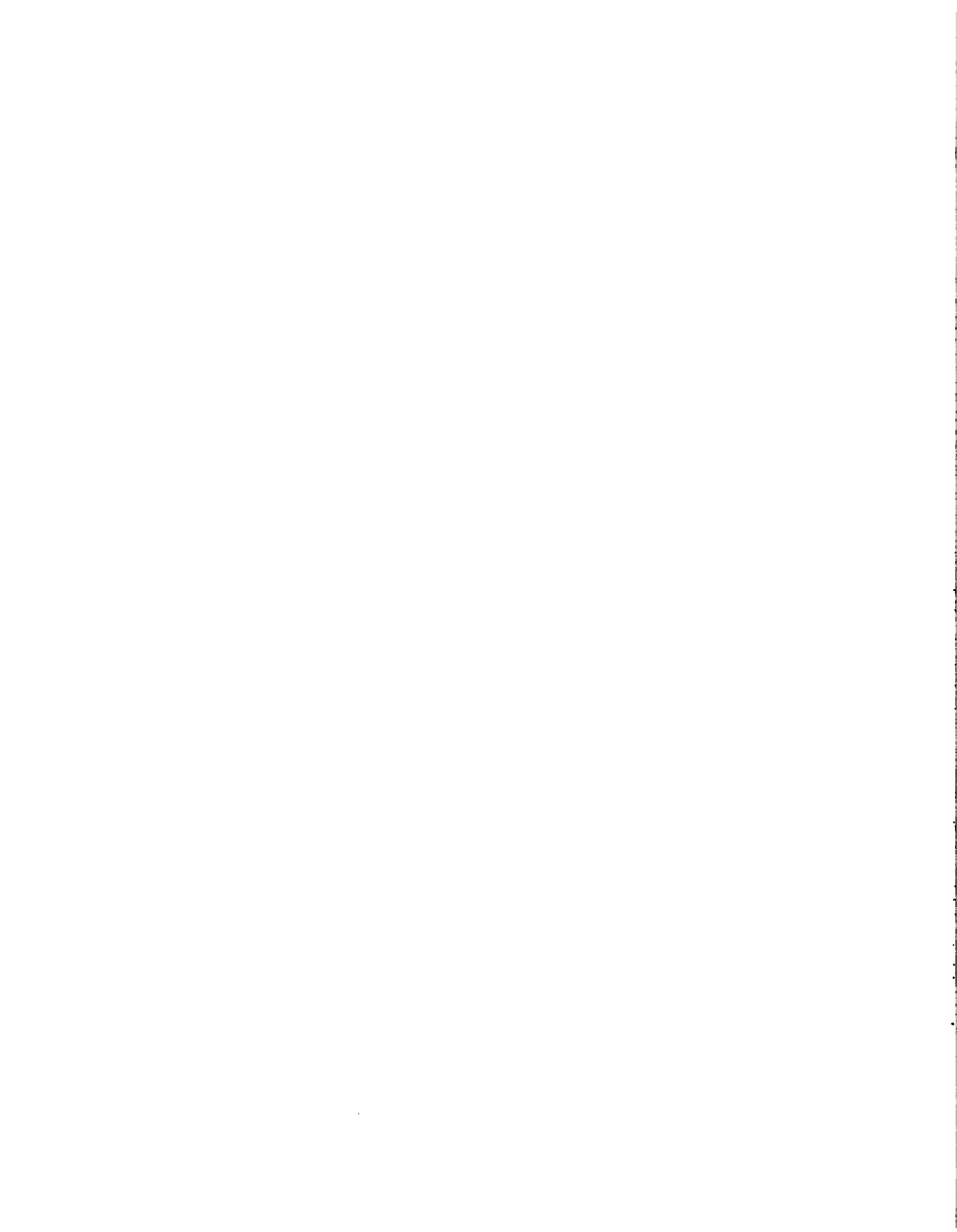


TABLA 19. ICA: La Brecha Tecnológica en Maíz.

Año	Rendimientos Kg./Ha.			Rendimiento Experimental
	Promedio Nacional	Sector Tradicional	Sector Moderno	
1967	1.100	1.000	1.075	5.660
1968	1.100	1.000	1.075	3.614
1969	1.300	1.000	1.293	5.075
1970	1.325	1.000	2.100	6.000
1971	1.228	1.000	2.100	7.762
1972	1.291	1.000	2.100	-
1973	1.774	1.100	2.400	4.750
1974	1.388	1.000	2.400	6.800
1975	1.261	1.100	2.400	6.600

TABLA 20. ICA: La Brecha Tecnológica en Arroz.

Año	Rendimiento Kg./ha.			(Arroz Cáscara)	
	Promedio Nacional	Sector		Sector Moderno	Rendimiento Experimental
		Tradicional			
1961	2.000	1.545	2.604	3.976	
1962	2.100	1.500	2.822	4.688	
1963	2.200	1.486	2.981	6.083	
1964	2.000	1.206	3.100	6.063	
1965	1.800	1.126	3.049	4.687	
1966	1.900	1.435	2.994	3.409	
1967	2.300	1.551	3.468	5.463	
1968	2.900	1.668	4.289	7.948	
1969	2.600	1.637	4.092	7.227	
1970	2.729	1.637	4.945	6.132	
1971	3.523	1.590	5.060	5.652	
1972	3.863	1.555	5.174		
1973	3.956	1.540	5.322		
1974	4.345	1.600	5.350		
1975	4.333	1.600	5.260		

SM : Sector Moderno
 PN : Promedio Nacional
 ST : Sector Tradicional

V-7-66

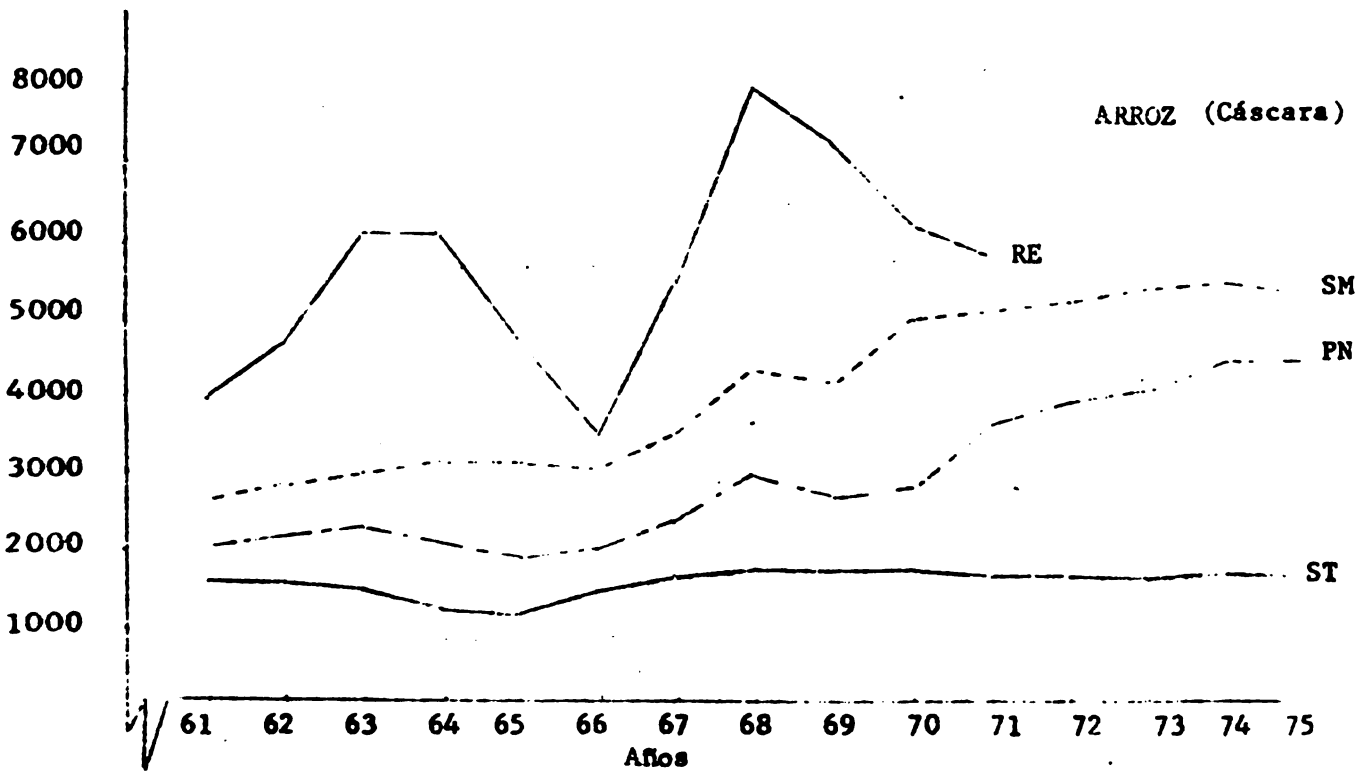
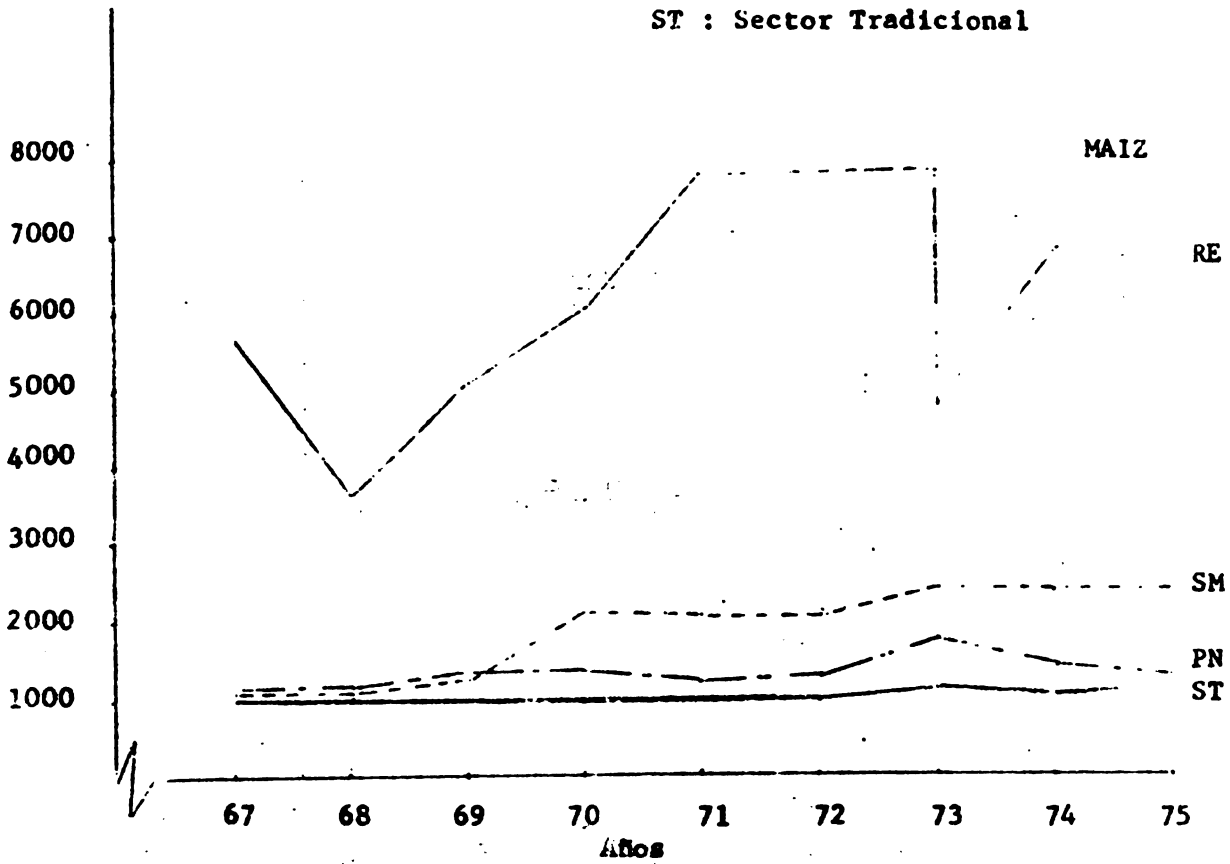


FIGURA 13. ICA: La Brecha Tecnológica.

TABLA 21. ICA: Magnitud de la brecha tecnológica y cambios en la asignación de recursos para investigación.

Cultivo	Rendimiento Kg./Ha.		Magnitud de la Brecha*	Aumento en Recursos 1970 - 1975 (%)
	Promedio Nacional 1974-1975	Potencial Inmediato		
Algodón	1.527	2.100	38.0	2.0
Ajonjolí	516	700	35.7	30.3
Arroz riego	4.338	4.500	3.7	43.1
Cebada	1.625	2.000	23.1	43.9
Frijol	647	1.000	54.6	30.3
Maíz	1.300	3.000	130.8	41.8
Papa	10.268	15.000	46.1	85.6
Sorgo	2.363	2.900	22.7	41.8
Soya	1.961	2.600	32.6	41.8
Trigo	1.297	2.000	54.2	43.9
Yuca	9.333	25.000	167.9	85.6
Cacao	396	600	51.5	177.0

* Expresada como porcentaje, así:

$$100 \times \frac{\text{Rendimiento potencial} - \text{Rendimiento promedio nacional}}{\text{Rendimiento promedio nacional}}$$

- 1) La tecnología generada no es conocida por el agricultor, en cuyo caso el problema se convierte en uno de transferencia de tecnología.
- 2) La adopción de la tecnología mejorada puede verse afectada negativamente por factores diferentes a los estrictamente tecnológicos, tales como disponibilidad de tierra, crédito, mercadeo, etc., y en este caso, las diferencias en rendimientos podrían eliminarse al remover los obstáculos institucionales en cuyo caso la oferta de tecnología podría llegar a ser inferior a la demanda por la misma.
- 3) La tecnología generada es conocida por el agricultor, pero a éste no le interesa, por ser menos rentable que la que está utilizando.

En conclusión, el uso de la magnitud de la brecha tecnológica como criterio para asignar recursos a investigación podría llevar a equivocaciones, ya que una brecha amplia no siempre implica un exceso de oferta tecnológica. Aún en el caso C, la existencia de una amplia brecha señala la necesidad de continuar la investigación para adecuar los resultados obtenidos a las condiciones bajo las cuales opera el agricultor.

Finalmente, debe considerarse que la tecnología requiere tiempo para su creación y es por su naturaleza un bien sujeto a depreciación u obsolescencia en el tiempo. Ello quiere decir que la tecnología hoy existente es el producto de varios años de esfuerzo y la reducción en su financiación difiere las soluciones a problemas limitantes de la producción.

- b. Baja Productividad de la Investigación. Una de las posibles causas en la disminución de recursos asignados para investigación es la creencia de que sus rendimientos no son proporcionales a la inversión que en ella realiza el Estado. Para que esta hipótesis sea cierta se requiere que el costo marginal de la investigación sea superior a su valor marginal. Es por lo tanto necesario aplicar un criterio económico que permita estimar los beneficios de la investigación, relacionarlos con los costos y averiguar el nivel de rentabilidad o de utilidades recibidas por cada peso invertido. La rentabilidad social* del capital es un buen indicador sobre el buen o mal uso de los recursos destinados a la investigación.

* Entendiendo por rentabilidad social el nivel de utilidades que la sociedad recibe por inversiones en investigación, hechas por el Estado a través del ICA.

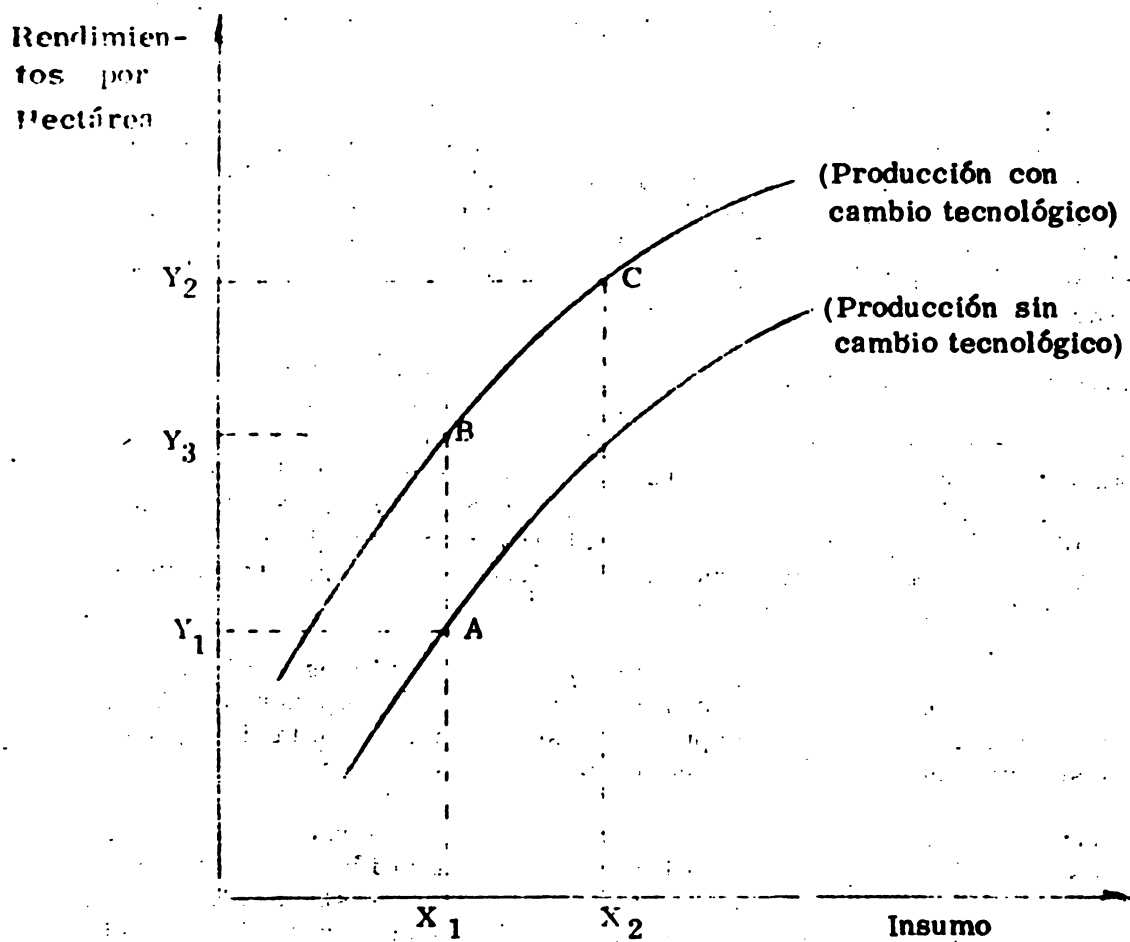
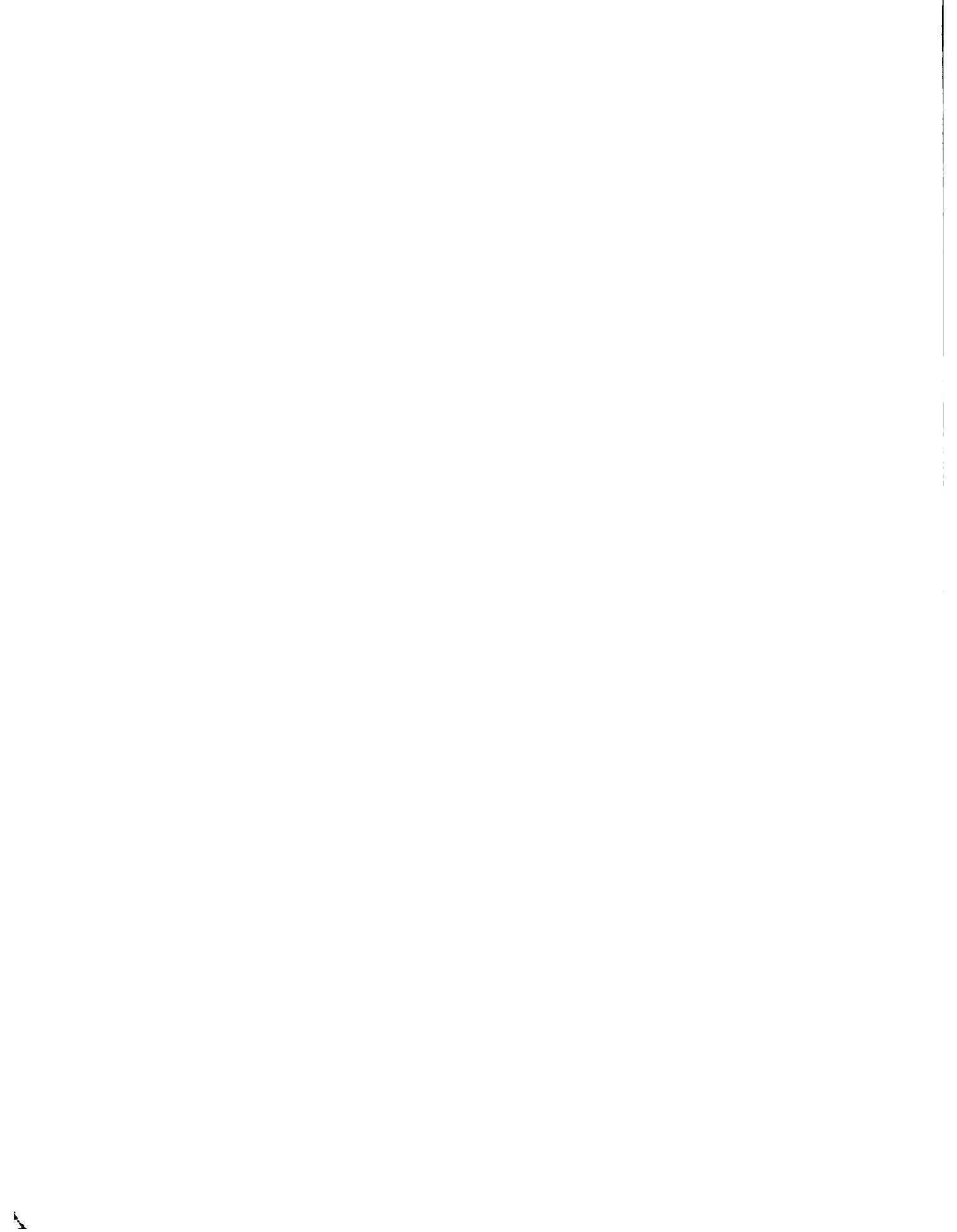


FIGURA 14. Ilustración de la Brecha Tecnológica.



El cálculo de la rentabilidad social de las inversiones en investigación, hechas por el Gobierno a través del ICA, se realizó mediante la estimación de costos y beneficios sociales de la investigación en arroz, soya, algodón y cebada*.

Las tasas de retorno estimadas fueron de 53 por ciento en arroz, 79 por ciento en soya, 255 por ciento en algodón y 53.1 por ciento en cebada (Tabla 22).

Los resultados de la investigación han sido favorables en términos económicos, recuperando varias veces las inversiones del Gobierno en el ICA. Al observar la Tabla 23 se aprecia cómo los beneficios de la investigación en sólo tres cultivos, han representado entre 1964 y 1971 el 82.2 por ciento del presupuesto total asignado al ICA y 1.87 veces los recursos totales dedicados a investigación en el mismo período.

Gráficamente puede mostrarse que los beneficios sociales de la investigación han sido superiores a los costos de la misma. Para ello, se toma como producto de la investigación el porcentaje de aumento en productividad resultante de la nueva tecnología generada en relación con la utilizada corrientemente (K). Se estiman también los costos y beneficios sociales correspondientes y mediante un gráfico de dispersión se deduce la forma de las curvas respectivas (Tabla 24, Figura 15).

Es claro que para el ejemplo (arroz), los beneficios sociales crecen a una tasa superior a los costos, lo que implica que incrementos adicionales en presupuesto resultarán en beneficios sociales superiores a los costos adicionales ocasionados.

En consecuencia, la hipótesis de rendimientos decrecientes de la investigación como justificación de la disminución en presupuestos asignados no tiene validez y por el contrario existe evidencia de rendimientos crecientes y de subinversión en esta actividad básica para el desarrollo agropecuario.

* Jaramillo, F. "Evaluación económica de las inversiones en la investigación sobre el cultivo de la cebada". ICA. Boletín de Investigación No. 42, 1976.

Ardila, J. "Rentabilidad social de las inversiones en investigación de arroz en Colombia". Tesis M.S. UN-ICA, 1973.

Montes, G. "Evaluación de un programa de investigación agrícola: el caso de la soya". Tesis M.S. Universidad de los Andes, 1973.

Rocha, A. "Rentabilidad de las inversiones en investigación de algodón". Tesis M.S. UN-ICA, 1973.

TABLA 22. ICA: Costos, beneficios y rentabilidad derivados de la investigación en cuatro cultivos*.

Cultivo	Costos Totales (Miles de pesos)	Beneficios Totales Estimados (Miles de pesos)	Tasa interna de retorno (Porcentaje)
Arroz	14.1	144.1	53.0
Algodón	3.8	230.4	255.0
Soya	1.3	22.5	79.0
Cebada	161.7	751.6	53.3

* Arroz, algodón y soya, a precios de 1958; y cebada a precios de 1972.

TABLA 23. ICA: Presupuesto ejecutado y beneficios estimados de la investigación en arroz, soya y algodón, 1964-1971 (a precios de 1958). Miles de pesos.

AÑO	Presupuesto Total ICA	Presupuesto Total Investigación	Beneficios estimados de la Investigación en arroz, soya y algodón
1964	18.167	9.937	40.806
1965	17.189	14.935	29.902
1966	17.458	12.494	29.600
1967	43.421	20.000	22.084
1968	44.579	27.219	53.867
1969	68.224	32.242	55.858
1970	90.126	33.330	57.719
1971	131.824	38.815	64.552
Total	430.990	188.972	354.388

TABLA 24. ICA: Investigación en arroz: costos, incrementos en productividad y beneficios, 1964-1971.

Año	Costos (Miles de pesos de 1958)	Incrementos en productividad (K)	Beneficios estimados (Miles de pesos de 1958)
1964	445.3	1.38	15.160.9
1965	537.7	-0.14	7.852.1
1966	518.9	0.01	477.7
1967	855.6	1.05	7.916.6
1968	936.7	15.26	89.283.9
1969	2.073.7	15.78	91.311.5
1970	2.778.7	19.16	124.024.6
1971	4.165.1	24.40	195.940.9

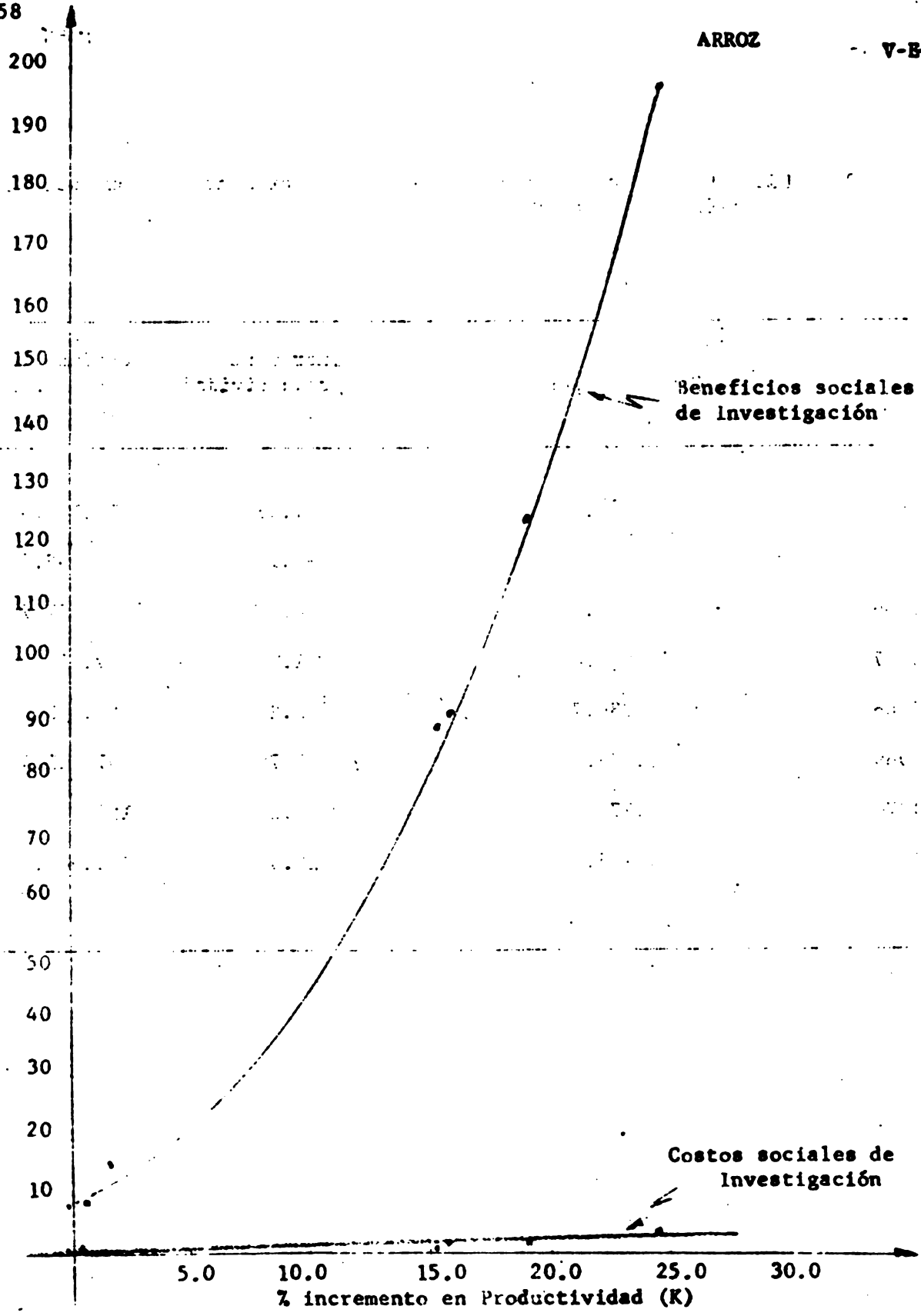


FIGURA 15. ICA: Costos y Beneficios de la Investigación en Arroz.

- c. Equilibrio entre Oferta y Demanda por Alimentos. El desplazamiento de la oferta agregada de alimentos ha sido suficiente para satisfacer la demanda, y en consecuencia el Estado asigna mayor prioridad en sus inversiones a otros sectores de la economía que presentan problemas más urgentes de resolver en el corto plazo. Lo anterior implica que los rendimientos de la inversión en el sector agropecuario, y por lo tanto en investigación, son inferiores a los obtenidos en otros sectores (educación, salud, etc.)

La Tabla 25 presenta los índices de crecimiento de producción de alimentos durante el período 1973-1975 cuyos valores sugieren tendencia a la autosuficiencia en la producción de alimentos, lo que daría base para aplicar el criterio expuesto para la asignación de recursos del Estado.

La perspectiva de autosuficiencia en alimentos cambia sin embargo, cuando se considera la producción de alimentos per-cápita y las características de la demanda a largo plazo. El índice de producción per-cápita para el período 1969-1973 se redujo de 97 a 94, tomando 1961-1965 como base; mientras que la población creció a una tasa del 3.3 por ciento anual. Para 1980 la tasa de aumento en la producción se estima en 2.9 por ciento y la de la población en 3.9 por ciento*, indicando un déficit de oferta alimenticia.

Si se considera la tecnología como un bien sujeto a depreciación, la disminución de presupuestos para investigación implica una capacidad cada vez menor para actualizar la tecnología generada, de tal manera que se puede hacer frente con éxito a problemas de producción, tales como nuevas plagas y enfermedades que inciden en la oferta adecuada de productos agropecuarios para satisfacer una demanda creciente por los mismos.

Además, debe tenerse en cuenta que los índices de crecimiento de la producción se explican no solamente por factores tecnológicos sino también por uso de mayores cantidades de insumos (tierra, capital, etc.) Si principalmente los aumentos en producción han sido logrados por aumentos en la superficie cosechada, ciertamente a largo plazo, cuando el límite de frontera agrícola sea alcanzado por los diferentes cultivos, se presentarán dificultades para satisfacer la demanda por alimentos, a menos que a través de la investigación se encuentren sistemas de producción que permitan incrementar los rendimientos por unidad de superficie.

TABLA 25. Colombia. Índices de Producción de alimentos, 1973-1975.
(Base 1971-1972=100).

Cultivo	A ñ o s			Promedio
	1973	1974	1975	
Ajonjolí	60.6	57.6	69.3	62.5
Algodón	91.1	114.4	109.2	104.9
Arroz	124.5	166.6	174.5	155.2
Cebada	79.4	94.4	118.7	97.5
Frijol común	123.2	132.7	160.8	138.9
Frijol caraota	58.7	100.6	177.4	112.2
Maíz	90.9	97.4	88.9	92.4
Papa	122.4	112.3	114.5	116.4
Soya	94.7	111.1	164.6	123.4
Sorgo	124.6	149.7	149.0	141.1
Trigo	118.5	96.2	63.6	92.7
Cacao	112.8	117.9	123.5	118.0
Yuca	115.1	122.2	122.2	119.8
Cafía	105.3	114.6	129.6	116.5
Banano	95.1	148.4	196.2	146.5

FUENTE: Adaptado del Ministerio de Agricultura, Programas Agrícolas.

La Tabla 26 muestra cómo las tasas de rentabilidad de la inversión estimadas para investigación agropecuaria son superiores a las obtenidas por inversiones alternativas en educación, desvirtuando el posible argumento para reducir las apropiaciones presupuestales del Estado para investigación.

d. Otras Explicaciones. Algunas hipótesis adicionales en relación con las reducciones en las asignaciones presupuestales para investigación, son:

- 1) Es más económico incrementar la oferta de alimentos a través de disminución de pérdidas de post-cosecha que por medio de generación de nueva tecnología de cultivo. Bajo este criterio se da prioridad presupuestal a los programas de comercialización sobre los de investigación.
- 2) Puede garantizarse una adecuada oferta de alimentos a través de importaciones con un costo inferior al que implica la investigación necesaria para incrementar los niveles nacionales de productividad. Parece existir alguna evidencia al respecto si se considera que la correlación entre el presupuesto nacional asignado al ICA, el valor de las importaciones de alimentos es negativa.
- 3) Los presupuestos asignados para los centros internacionales de investigación justifica la disminución de los recursos que asignan los países a sus propios centros, puesto que la tecnología que aquellos generan es aplicable a las condiciones particulares de cada país.

La discusión de cada una de estas hipótesis constituye de por sí un proyecto de investigación y en consecuencia, están fuera de los objetivos del presente trabajo.

D. Resumen y Conclusiones

El estudio analiza el proceso de asignación de recursos para la investigación agropecuaria en Colombia presentando las cifras presupuestales ejecutadas a partir de 1960, identificando prioridades en la asignación de los recursos y las posibles causas para el decrecimiento en los fondos financieros dedicados a la investigación.

La asignación de recursos para investigación se produce dentro de un esquema nacional de planeación, en el cual participan el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), el Departamento Nacional de Planeación (DNP), la Oficina de Planeación del Sector Agropecuario (ÓPSA), los Institutos descentralizados del Sector y finalmente los diversos niveles de decisión dentro del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

TABLA 26. Tasas de rentabilidad de la inversión en Investigación Agropecuaria y Educación

Inversión	Porcentaje de Rentabilidad
Educación Primaria*	29
Educación Secundaria*	23
Educación Universitaria*	7
Investigación en Cebada**	53
Investigación en Arroz***	53
Investigación en Soya****	79
Investigación en Trigo*****	12
Investigación en Algodón*****	255

FUENTES:

- * Urrutia, M. "La educación como factor de movilidad social". Revista del Banco de la República. Abril, 1974. Bogotá.
- ** Jaramillo, F. "Evaluación económica de las inversiones en la investigación sobre el cultivo de la cebada". ICA, Boletín de investigación No. 42. 1976.
- *** Ardila, J. "Rentabilidad social de las inversiones en investigación de arroz en Colombia". Tesis M.S. UN-ICA, 1973.
- **** Montes, G. "Evaluación de un programa de investigación agrícola: el caso de la soya". Tesis M.S. Universidad de los Andes, 1973.
- ***** Trujillo, C. "Rendimiento económico de la investigación en trigo". Tesis M.S. UN-ICA, 1974.
- ***** Rocha, A. "Rentabilidad de las inversiones en investigación en algodón". Tesis M.S. UN-ICA, 1973.

La participación del Sector Agropecuario en el presupuesto nacional decrece 11 por ciento en términos absolutos y 53.3 por ciento en valor real, durante el período 1972-1975. El Sector Agropecuario no ha sido prioritario en inversiones del Estado, bien sea considerando las asignaciones provenientes del Presupuesto Nacional o los ingresos totales del Sector. La asignación de recursos a los institutos descentralizados del Sector indica que el INCORA ha venido siendo desplazado en su participación proporcional en los recursos del Sector por parte del ICA, el INDERENA y el SQMH.

El presupuesto del ICA se redujo en 1.3 por ciento en términos absolutos y en 48.4 por ciento en pesos constantes de 1958 durante el período 1972-1975. Sin embargo, su participación porcentual en el presupuesto del Sector Agropecuario se incrementa de 17.4 a 27.7 por ciento en el período 1969-1975.

A partir de 1969 el ICA incrementa su presupuesto, en pesos de 1958, en 32.4 por ciento; el INDERENA en 44.2 por ciento; mientras que el INCOPA lo ha disminuido en 67.0 por ciento. La política gubernamental para el Sector Agropecuario se ha orientado a favorecer programas basados en el cambio tecnológico y el uso intensivo de la tierra.

La asignación de recursos en el ICA indica un cambio de prioridad de investigación hacia los programas relacionados con transferencia de tecnología: desarrollo rural, producción pecuaria y producción agrícola.

Dentro de la investigación, en el período 1969-1975, han recibido prioridad presupuestal Medicina Veterinaria, Ingeniería Agrícola y Ciencias Sociales. La investigación en Agronomía ha venido siendo desplazada, lo que se refleja en una disminución presupuestal del 15.7 por ciento. Lo mismo ocurre en Ciencias Animales en donde la reducción ha sido del 37.6 por ciento. Las Disciplinas de Apoyo han recibido el mayor énfasis tanto en la parte agrícola como pecuaria. Los Cereales, Cultivos Industriales, Hortalizas y Frutales, y las Raíces y Tubérculos, son los grupos de cultivos que se destacan por la cuota presupuestal recibida. En la parte pecuaria, el orden prioritario por especies indica que los Bovinos de Leche y los Bovinos de Carne han recibido la mayor atención.

En general, se observa un patrón de comportamiento de los gastos, tanto para cultivos como para especies animales, conformado por una etapa de crecimiento hasta 1971 y una notoria disminución a partir de entonces.

Se hace un análisis de algunas posibles causas de la reducción de los recursos financieros asignados a la investigación. La existencia de una amplia brecha tecnológica, no aparece estrechamente correlacionada con las asignaciones presupuestales para investigación en cultivos. Además, el uso de la magnitud de la brecha tecnológica como criterio de asignación de recursos puede llevar a equivocaciones, puesto que una brecha amplia no siempre implica exceso de oferta tecnológica.

La rentabilidad social de las inversiones en investigación para arroz, soya, algodón, trigo y cebada, son superiores a las obtenidas por inversiones en educación y de una magnitud que indica rendimientos crecientes, desvirtuando así la hipótesis de que la baja productividad de la investigación justifica la disminución en los presupuestos que se le asignan.

Otras posibles razones para disminuir los fondos con destino a investigación, tales como la existencia de una oferta adecuada de alimentos, la posibilidad de importar productos agropecuarios a costos reducidos, la más alta rentabilidad potencial de inversiones en el mejoramiento de los sistemas de comercialización y la posible sustitución de la investigación en los Centros Nacionales por la realizada en Centros Internacionales, se discuten brevemente y se plantean como temas para futuros trabajos. Ninguno de ellos, sin embargo, aparece a primera vista como argumento suficientemente fuerte para respaldar mayores recortes presupuestales que implicarían la paralización de una actividad básica para el desarrollo del Sector Agropecuario del país.

LA CUANTIFICACION AGREGADA DEL CAMBIO TECNOLOGICO EN COLOMBIA

Jorge Ardila V.*

I. Introducción

Siempre se ha considerado al cambio tecnológico como un factor esencial y clave en el proceso de Desarrollo Económico de un país. Existen diferentes apreciaciones sobre la participación del cambio tecnológico en el Desarrollo, pero es necesario tener alguna idea de su cuantificación, con el fin de juzgar su importancia, y establecer criterios que permitan asignarle los recursos suficientes para que cumpla su papel.

Actualmente se está trabajando bastante en la definición de metodologías que permitan medir el cambio, y en Colombia ya se han hecho algunos trabajos, aunque solamente a nivel de producto. Este trabajo pretende establecer en forma agregada la contribución del cambio tecnológico al desarrollo del país, con énfasis en el Sector Agropecuario, al tiempo que presenta algunas consideraciones sobre las dificultades metodológicas para la obtención de los resultados.

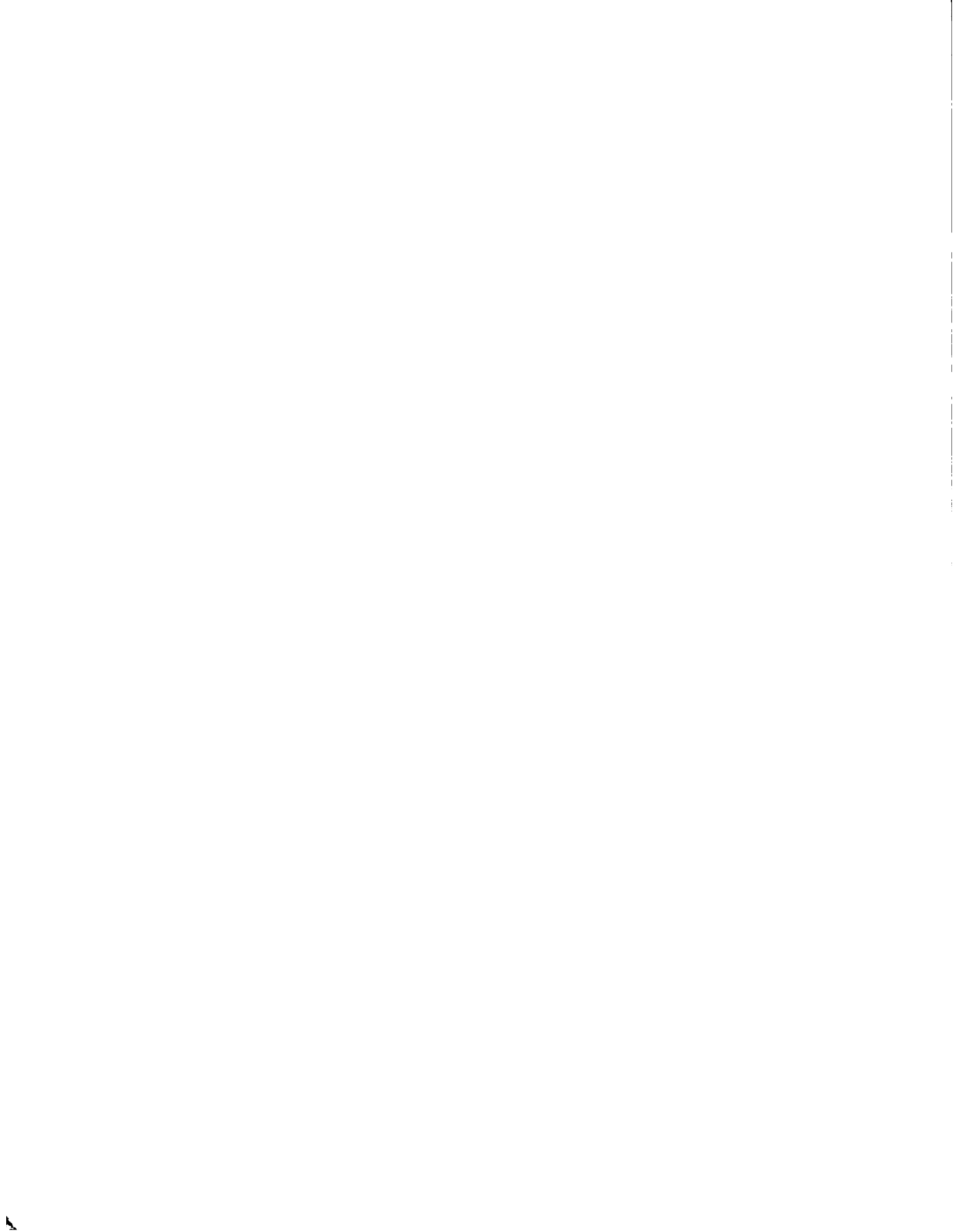
Para medir el cambio tecnológico es imperativo partir de una definición del mismo. Algunos autores definen la tecnología como "Un conocimiento útil, perteneciente al arte de la producción"^{**}, lo cual implica, desde el punto de vista del conocimiento, involucrar las actividades cognoscitivas creativas de investigación, invención y desarrollo, junto con el proceso de absorción de ese nuevo conocimiento en el proceso productivo. Desde el punto de vista de producción, el cambio tecnológico implica un cambio o salto en la función de producción, que básicamente permite dos cosas:

- a. Producir más con el mismo volumen de insumos.
- b. Producir lo mismo con un volumen inferior de insumos.

Como se podrá apreciar, el cambio tecnológico implica "necesariamente" que los costos unitarios de producción serán inferiores a la situación existente antes de realizar el cambio tecnológico. Esta medida de los costos unitarios de producción es particularmente importante en la agricultura de subsistencia, ya que los precios de los factores no corresponden en todos los casos a una economía de mercado, siendo por tanto necesario involucrar en el análisis el costo de oportunidad de la mano de obra familiar y la tierra principalmente.

* Director Dirección de Planeación ICA

** Kennedy y Thirlwall, p. 12.



De acuerdo a la definición anterior, el cambio tecnológico siempre se identifica con la ampliación de las fronteras o posibilidades de producción existentes y no debe ser confundido con la difusión o transferencia de tecnología, pues ésta, en estricto sentido, no cambia las posibilidades de producción, o mejor, no cambia la técnica existente. Por ejemplo, la introducción de una técnica "ya conocida" pero no usada, no representa un cambio tecnológico, pues no está alterando la tecnología existente, y por consiguiente no está ampliando las fronteras de producción.

La transferencia de tecnología lo que hace es, dentro de las posibilidades de producción existentes, aumentar la producción, mientras que el cambio tecnológico "amplía" las fronteras de producción, mediante incrementos en el conocimiento.

Como se podrá observar, la medición del cambio tecnológico en un sentido estricto es bastante difícil, por la separación o diferenciación entre mejoramientos en eficiencia debidos a movimientos hacia las fronteras de producción y mejoramientos debidos a la expansión de las fronteras de producción por incrementos en conocimientos.

Las metodologías seguidas hasta ahora han cuantificado el cambio tecnológico a nivel de producto por sus efectos en el valor de la producción, de acuerdo a la metodología inicial establecida por Griliches, con algunas modificaciones no sustanciales. A nivel agregado, se ha medido su contribución por medio de la cuantificación del impacto en el crecimiento del Ingreso Nacional, o por el crecimiento de factores productivos, dejando el cambio tecnológico como un residuo.

La metodología que aquí se utilizará será la de análisis agregado, con la esperanza de que en un futuro no lejano se pueda ampliar el análisis a la cuantificación de los efectos secundarios del cambio tecnológico en Colombia, principalmente en el empleo y en el ingreso.

II. La Importancia del Cambio Tecnológico

A. Esclareciendo la realidad

No se pone en duda el papel que la agricultura debe jugar en la economía de los países en Desarrollo. Además de mejorar el estado nutricional de las gentes, el sector agropecuario debe estar en capacidad de proveer los alimentos necesarios para una población en constante crecimiento, suministrar un sinnúmero de materias primas para la industria, producir cultivos de exportación para la obtención de divisas extranjeras, suministrar mano de obra para la expansión industrial mediante el aumento de la eficiencia, etc.

Sin embargo, debido a la existencia de una agricultura de subsistencia, y por sus mismas características, no se puede esperar que ésta satisfaga por sí misma los requisitos arriba esbozados. Schultz, en un análisis detallado de los factores asociados con la transformación de la agricultura llega a la conclusión de que la agricultura tradicional está en un estado de equilibrio en el que los factores de producción se usan tan eficientemente como es posible, de acuerdo con las circunstancias. Por ello, el crecimiento económico real no se puede lograr simplemente aumentando los factores tradicionales de producción, a no ser que se produzca una recombinación de los factores que resulte en la obtención de economías de escala, lo cual requiere elementos tecnológicos nuevos como un mejoramiento en la calidad de nuevos insumos agrícolas que produzcan ganancias elevadas, como por ejemplo fertilizantes, variedades mejoradas, plaguicidas, etc.

Para efectos del presente trabajo se entenderá en general como cambio tecnológico el traslado al productor de los hallazgos o ampliaciones de la frontera de posibilidades de producción. En general parece existir evidencia de que a nivel de producto, por lo menos para el caso de soya, arroz, papa y algodón, el cambio tecnológico en Colombia ha sido exitoso económicamente. A nivel experimental no existe duda de que la frontera de posibilidades de producción en Colombia para el Sector Agropecuario se ha ampliado.

Al observar la realidad colombiana, se puede concluir que aún para algunos productos los mayores incrementos en producción se logran mediante aumentos considerables en las cantidades de factores, en especial tierra, mientras que para otros la mayor contribución parece ser el aumento en rendimientos, el cual puede involucrar cambios tecnológicos.

En un trabajo recientemente realizado^{2*}, para los 8 productos agrícolas más importantes en el consumo en Colombia, las tasas reales de crecimiento en la producción durante el período 1950-1975 fueron bastante dispares, como se puede observar a continuación:

* Ardila, Romano, p. 21 s.s.

<u>Producto</u>	<u>Tasa de crecimiento anual en la producción</u>
Trigo	-3.72
Caña panela	-0.87
Maíz	-0.01
Yuca	+2.70
Plátano	+2.69
Papa	+3.08
Azúcar	+7.09
Arroz	+7.07

Igualmente, al realizar el análisis de las causas de los aumentos en producción, se llegó a los siguientes datos, también dispares:

<u>Cultivo</u>	<u>% de cambio en producción debido a:</u>	
	<u>Superficie*</u>	<u>Rendimiento*</u>
Maíz	-	100.0
Papa	83.0	17.0
Panela	-	100.0
Arroz	36.0	64.0
Trigo	-	100.0
Yuca	16.0	84.0
Plátano	100.0	-
Azúcar	29.0	71.0

Debido a que los resultados por productos son muy dispares, es difícil por no decir aventurado, establecer si para el Sector Agropecuario como un todo el cambio tecnológico ha sido favorable o no. Es factible caer en una falacia de composición, ya que lo que es cierto para un producto no necesariamente es cierto para todos. De ahí la importancia de establecer en una forma agregada el valor de la contribución del cambio tecnológico.

Prácticamente en Colombia la totalidad de los trabajos hechos se ha centrado en el análisis del cambio tecnológico a nivel de producto, convirtiéndose casi en una avalancha de datos (soya, trigo, arroz, algodón, maíz, papa, frijol, etc.), pero a nivel agregado es poco lo que se ha hecho, por lo cual es difícil por ejemplo hacer comparaciones de la contribución del cambio tecnológico por sectores económicos.

B. Efectos del Cambio Tecnológico

Los efectos del cambio tecnológico se pueden clasificar en dos grandes categorías, a saber: directos e indirectos. Los efectos directos se relacionan principalmente con aquellos que pueden ser cuantificados, como los siguientes:

* En los casos en que se presentó al final de la serie una disminución en superficie, todo el aumento se asignó a rendimientos (caso de Maíz, Panela y Trigo) y viceversa (Plátano).

1. Aumento en la oferta de alimentos.

Tanto por unidad de superficie, como por unidad de tiempo. Además de ser más productivas, las nuevas variedades generalmente acortan el período vegetativo, haciendo posible un mayor número de cosechas del mismo producto en el mismo tiempo, permitiendo introducir una cosecha adicional de un mismo producto o de otro en el mismo período de tiempo.

2. Contribución al mejoramiento de la nutrición.

Directamente se puede identificar mediante el cambio en el valor nutritivo del alimento (ej. maíz opaco) e indirectamente en la introducción y mayor productividad de especies nuevas, de alto valor nutritivo (soya), o también mediante cambios genéticos que modifican el aspecto físico de la planta, haciéndola más aceptable por el consumidor.

3. Contribución a la formación de capital.

La tecnología hace posible una mayor formación de capital, mediante la creación de un excedente económico que puede ser invertido en otras áreas de la economía y por medio de transferencias de poder adquisitivo a otros sectores a través de disminución en los precios relativos de los alimentos.

En cuanto a efectos indirectos o de difícil cuantificación, mas no por ello menos importantes, se pueden mencionar los siguientes:

a. Mantenimiento de los rendimientos. La mayor parte de las evaluaciones que sobre cambio tecnológico se han hecho, se basan en la cuantificación de los aumentos en rendimientos. Sin embargo, existen tecnologías, en especial relacionadas con aspectos entomológicos y fitopatológicos que, aunque no aumentan los rendimientos hacen posible que la planta alcance su potencial mediante la eliminación de plagas y enfermedades limitantes, de carácter severo o moderado. Estas pérdidas que se evitan tienen un sentido parecido en su concepto al de excedente de precios (la producción hubiera sido menor si no se hubiera evitado el problema, mas los rendimientos no se aumentaron, sino que alcanzaron de nuevo el nivel que tenían antes de presentarse la plaga o enfermedad).

Igual tratamiento pueden tener tecnologías que se relacionan con la mejoría en la calidad de los productos (por ejemplo una mejor calidad de la fibra de algodón), que tampoco tiene en comienzo efectos directos sobre el rendimiento, o tecnologías que disminuyen el riesgo de producción (variedades resistentes a heladas en el caso de papa), o el riesgo de insumos (variedades que no requieren fertilización adicional a la natural del suelo).

Dentro de esta categoría se encuentra un capítulo excepcional que llevan a cabo en forma continua los investigadores y que aparentemente no tiene efectos previsibles o aplicabilidad inmediata, y es el mantenimiento, aumento y evaluación permanente de las colecciones y bancos de germoplasma. En estos bancos, que representan realmente una reserva no sólo nacional sino de carácter mundial en muchos casos, se encuentran materiales que económicamente no tienen significación por su escaso rendimiento en producción, pero que en una dimensión biológica guardan fuentes genéticas de resistencia a problemas potenciales de plagas y enfermedades, éstos sí limitantes en términos económicos. La cultura de producción de alimentos en el mundo y en nuestro país tiende a concentrar cada vez en un menor número de productos la base alimenticia, aumentando con ello notablemente la probabilidad de una catástrofe, por la eventual presencia de plagas y enfermedades resistentes a los controles hoy conocidos. Ciertamente esta labor debería ser reforzada continuamente, por representar una garantía de supervivencia de nuestra población y por qué no decirlo, de una parte importante de la humanidad.

- b. Los efectos indirectos pueden llegar a ser tan importantes como los efectos directos, tanto cuantitativa como cualitativamente. La insensibilidad al fotoperíodo brinda una gran flexibilidad en las épocas de siembra, pues hace posible cultivar en zonas donde antes no era posible; por consiguiente, la tasa de adopción se acelera, ya que el rango de adaptación de la nueva tecnología es mayor. En algunos casos este adelanto hace posible también sembrar una cosecha extra y se han dado casos en que las variedades mejoradas fueron inferiores a los rendimientos de las variedades nativas o locales; pero aún así las han sembrado, por su menor período vegetativo, lo cual les puede dar ventaja sobre las tradicionales si se utiliza como unidad de medida el producto por unidad de superficie y de tiempo.

Otro de los efectos indirectos importante es la liberación de recursos para otros usos. A veces, la nueva tecnología hace posible que la producción de autoconsumo sea obtenida en una menor superficie, lo cual libera tierra que puede eventualmente utilizarse en producir alimentos para vender en el mercado.

Existen además de los anteriores, otros efectos que son importantes desde el punto de vista económico, como la distribución de ingresos y el empleo, si se quiere tener una visión completa del cambio que se puede lograr. La distribución del ingreso se puede mirar no sólo desde el punto de vista de sectores (productores y consumidores), sino desde el punto de vista personal, distribución que se puede calcular a partir de la apropiación de beneficios de la tecnología entre factores de producción.

III. Metodología del presente trabajo. Supuestos y limitaciones

A. Forma de cálculo

Aunque se han presentado modificaciones a la metodología inicialmente utilizada por Solow³, en general será la utilizada en el presente trabajo, con la intención de introducir posteriormente algunas modificaciones, para establecer comparaciones entre los resultados logrados por diferentes métodos.

Básicamente Solow introduce un método sencillo para separar variaciones en rendimiento per cápita debidas a cambios tecnológicos, de las debidas a cambios en la disponibilidad de capital per cápita.

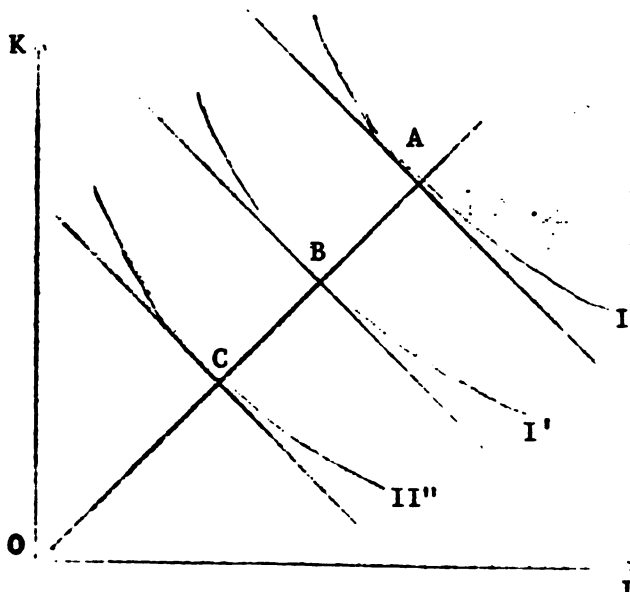
Matemáticamente, si Q representa el producto, K el insumo capital y L el trabajo (capital y trabajo en unidades físicas), entonces la función de producción agregada se puede escribir en la forma siguiente:

$$(1) Q = f(K, L; t)$$

La variable t, tiempo, se toma como indicativa de influjos sistemáticos no tenidos en cuenta en la relación, o dicho de otra forma, se introduce como una variable que mide la variación sistemática continua acerca de la cual no existen datos disponibles. Inicialmente se toma como una variable artificial para cada año, a fin de separar año por año esos efectos sistemáticos que Solow identifica como debidos al cambio tecnológico. En este sentido, el cambio tecnológico se tomará como cualquier clase de desplazamiento en la función de producción.

Definida la función de producción en la forma ilustrada arriba, Solow comienza con el caso especial de cambio tecnológico neutral, o sea aquel en el cual, para una relación K/L, la tasa marginal de sustitución de L por K es invariable*

* Dada la Figura, la pendiente de la Isocuanta en los puntos A, B y C es la misma.



Si las tasas marginales de sustitución permanecen invariables, y sólo cambia el volumen de producción obtenido, la función de producción se puede escribir así:

$$(2) \quad Q = A(t) f(K, L)$$

Donde $A(t)$ mide el efecto acumulativo de los cambios en el tiempo. Si se toma la diferencial total de (2) y se divide por Q , se obtendría*:

$$(3) \quad \frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\dot{A}}{A} + A \frac{\partial f}{\partial K} \frac{\dot{K}}{Q} + A \frac{\partial f}{\partial L} \frac{\dot{L}}{Q}$$

donde los puntos representan derivadas respecto al tiempo. Si definimos

$$W_K = \frac{\partial Q}{\partial K} \cdot \frac{K}{Q} \quad \text{y}$$

$$W_L = \frac{\partial Q}{\partial L} \cdot \frac{L}{Q} \quad ,$$

tendremos:

$$(4) \quad \frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\dot{A}}{A} + W_K \frac{\dot{K}}{K} + W_L \frac{\dot{L}}{L}$$

Si se tienen series de tiempo sobre las participaciones relativas del capital (W_K) y del trabajo (W_L), así como de $\frac{\dot{Q}}{Q}$, $\frac{\dot{K}}{K}$ y $\frac{\dot{L}}{L}$, se puede entonces estimar $\frac{\dot{A}}{A}$ y $A(t)$

En realidad, debido a que se está usando una función de producción Cobb-Douglas, implícitamente se está trabajando con los supuestos de rendimientos constantes a escala, participación constante de los factores, elasticidad de sustitución unitaria y con una función homogénea de grado 1. (Para mayor explicación ver el Anexo No. 1). Finalmente supone cambio tecnológico neutral.

$$* \quad \frac{dQ}{dt} = A + \frac{\partial Q}{\partial K} \cdot \frac{\partial K}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial L} \cdot \frac{\partial L}{\partial t}$$

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\dot{A}}{A} + \frac{\partial Q}{\partial K} \cdot \frac{K}{Q} \frac{\dot{K}}{K} + \frac{\partial Q}{\partial L} \cdot \frac{L}{Q} \frac{\dot{L}}{L}$$

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\dot{A}}{A} + W_K \frac{\dot{K}}{K} + W_L \frac{\dot{L}}{L}$$

Dado que se está trabajando con una función de la forma $Q = PL^\alpha K^B$, ésta se puede estimar empíricamente mediante el uso de técnicas estadísticas comunes, o mediante la técnica de participación de factores, asumiendo en este caso que $(\alpha + B) = 1$, ésta última a usarse en el presente trabajo.

Además, si $\frac{Q}{L} = q$, $\frac{K}{L} = k$ y $WL = 1 - WK$,

$$\dot{q} = \frac{L \frac{\partial Q}{\partial t} - Q \frac{\partial L}{\partial t}}{L^2} = \frac{L\dot{Q} - Q\dot{L}}{L^2} = \frac{L\dot{Q}}{L^2} - \frac{Q\dot{L}}{L^2} =$$

$$= \frac{\dot{Q}}{L} - \frac{Q}{L} \frac{\dot{L}}{L} = \frac{\dot{Q}}{L} - q \frac{\dot{L}}{L} \quad (\div 1/q)$$

$$\frac{\dot{q}}{q} = \frac{\dot{Q}}{Lq} - \frac{\dot{L}}{L} = \frac{\dot{Q}}{Q} - \frac{\dot{L}}{L}$$

En consecuencia, (4) quedará así:

$$(5) \quad \frac{\dot{q}}{q} + \frac{\dot{L}}{L} = \frac{\dot{A}}{A} + WK \left(\frac{\dot{k}}{k} + \frac{\dot{L}}{L} \right) + (1 - WK) \frac{\dot{L}}{L}$$

$$\frac{\dot{q}}{q} = \frac{\dot{A}}{A} + WK \frac{\dot{k}}{k} \quad \therefore \quad \frac{\dot{A}}{A} = \frac{\dot{q}}{q} - WK \frac{\dot{k}}{k} \quad (6)$$

De acuerdo con estas operaciones, el índice de cambio tecnológico (6) será una función de las series de producto por hora hombre $\left(\frac{q}{q}\right)$, capital por hora hombre $\left(\frac{k}{k}\right)$ y la participación del capital en la producción.

B. Explicación Gráfica de los supuestos

Si los retornos son constantes, implican que la función es homogénea de grado 1. Entonces, la función se puede explicar así:

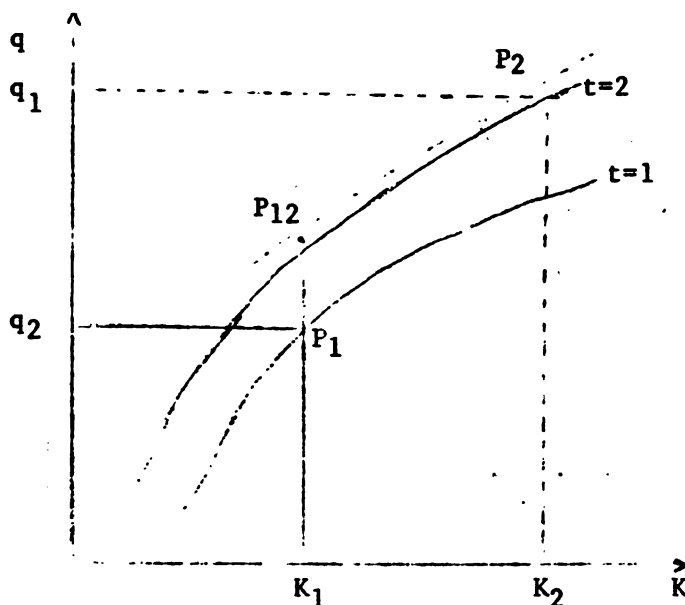
$$\frac{1}{L} Q = \frac{\Delta t}{L} f \left(\frac{K}{L}, \frac{L}{L} \right) = A(t) (k, 1) \quad k = \frac{K}{L}$$

O sea que la función se puede definir solamente por la relación $\frac{K}{L}$, donde $A(t)$ es el parámetro de cambio que identifica una curva dentro de la familia de curvas. Si la función se representa por un gráfico de q contra K , para dos periodos de tiempo, $(t = 1, 2)$ y se observan puntos en el plano (q, k) , sus movimientos estarán formados de desplazamientos a lo largo de la curva y de cambios en la curva. Los puntos observados, corregidos con respecto al cambio tecnológico, permitirán encontrar la función de producción. Para el

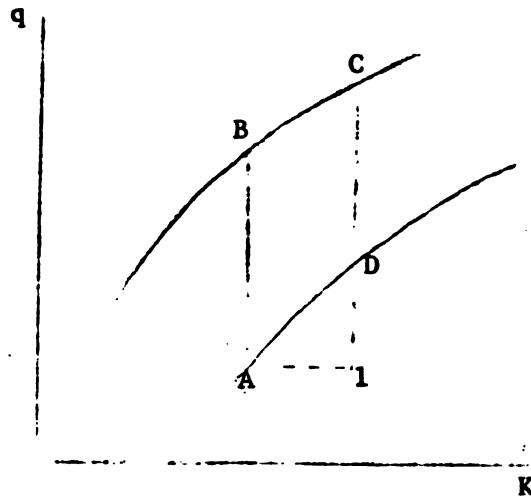
punto del segundo período, el punto P_2 corregido corresponderá al punto P_{12} . En este caso, la estimación de $A(t)$ será $\frac{P_{12} - P_1}{q_1}$. Esto implica que q se ha

dividido por $A(t)$, para obtener una sola curva para K/L . Si L se deja constante, se podrá saber como cambia q para cada valor de K .

Debido a que K/L es un punto en la función, cada valor de $A(t)$ definirá un punto en una función diferente.



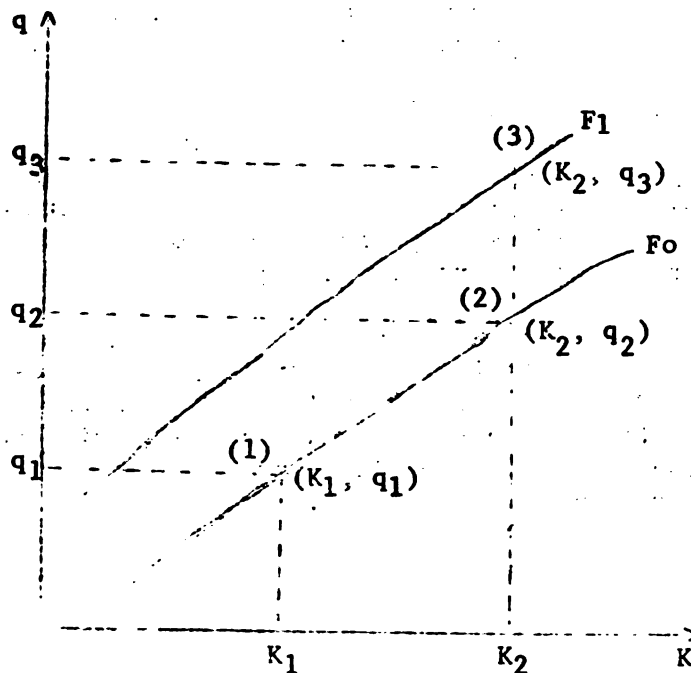
Siendo neutral el cambio, las cantidades de los insumos no interesan, sólo la relación K/L y el parámetro de cambio $A(t)$; éste último solamente indicará cambios en la calidad de los insumos, y no en su cantidad. Como también se está suponiendo el Teorema de Euler, el cual supone que el producto se explica totalmente por las cantidades de los insumos, se entiende que el resto de la producción se explica como un cambio en la calidad de los insumos. En consecuencia, dado que la cantidad de K y L no importa, cualquier cambio en la función será atribuido al cambio tecnológico. Si Q no presenta CRS y por consiguiente no es homogénea de grado uno, no se podrá decir que solo interesa la relación K/L , ya que su aumento igual en ambos factores puede ocasionar su mayor efecto en la producción, no debido a cambio tecnológico. Además, si toda la producción se agota para pagar los insumos, $A(t)$ será el factor de descuento que iguale producción a insumos, y esto es lo que, en forma obligada, asimila Solow como cambio tecnológico.



Gráficamente, el paso AD no cuenta puesto que las cantidades no importan. En consecuencia, sólo queda el paso AB, cuya diferencia se explica toda por $A(t)$.

Al tener estimativos aislados del factor de cambio $A(t)$, se podrán observar todos los valores en relación con un solo miembro de la familia de curvas, pues se tomará $\frac{q}{A(t)}$ contra $K(t)$, en cuyo caso se puede entrar a discutir la forma de $f(K, 1)$ y reconstruir la función de producción agregada.

En la Figura 3, el paso del punto (1) al (3) se compone del movimiento de capital ($k_2 - k_1$) y el movimiento de F_0 a F_1 , igual a $(q_3 - q_1)$. Este movimiento de F_0 a F_1 tiene en realidad una sobreestimación de $(q_2 - q_1)$. Por consiguiente, deberá descontarse algún porcentaje del aumento de capital del incremento del producto (Hombre/año), para obtener una idea del cambio tecnológico.



Como consecuencia de lo anterior,

$$\Delta A(t) = (q_3 - q_1) - (q_2 - q_1)$$

$\Delta A(t) = (q_3 - q_1) - \frac{K}{Q} \Delta K$, expresión que es similar o equivalente a

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{q}{q} - Wk \frac{K}{K}, \text{ ya que } (q_2 - q_1) = \frac{K}{Q} \Delta K$$

Esta sobreestimación del capital $(q_2 - q_1)$, que debe descontarse del cambio total, puede ser la razón de INGRESOS DE CAPITAL AL INGRESO TOTAL, o sea que supone hallar la participación del capital en el ingreso (o producto total). Entonces, $(q_2 - q_1) = \Delta K \frac{\partial F}{\partial K}$, en donde $\frac{\partial F}{\partial K}$ es el coeficiente que indica la participación de F que es explicado por cambios en capital (donde

$Q = F(K, L)$. Dado que F es homogénea de grado 1, $q = F(K, L)$, luego $dq = \frac{\partial F}{\partial k} dk$.

IV. Resultados para Colombia

Como se vió anteriormente, se requieren 3 series de tiempo, a saber:

- Producto por unidad de trabajo
- Capital por unidad de trabajo
- Participación del capital en el ingreso.

A. Series de Trabajo

Dado que tanto el producto como el capital se expresan por unidad de trabajo, se presentan en primer lugar los cálculos para esta variable.

De acuerdo a la metodología de trabajo empleada por el DANE, la población económicamente activa (PEA) está formada de Empleadores (Em), Empleados (E), Obreros (Ob), Trabajadores independientes (TI), ayudantes familiares (AF), y otros (O), no definidos. Igualmente, la oferta real de trabajo está estimada por la relación $(PEA - 1/2 Em)$, ya que se considera que no todos los empleadores forman parte de la oferta de trabajo.

La población económicamente activa se halló (Ver Tabla No. 1) por medio de interpolaciones y extrapolaciones geométricas, usando las tasas de crecimiento intercensal. Después de calcular la PEA, se procedió a estimar los empleados efectivamente, de acuerdo a la demanda promedio anual, tomando en cuenta todos los meses, estimada por DANE para los años 50, 60 y 70. Entre años se usó el criterio empleado para PEA.

TABLA No. 1. Población Rural efectivamente empleada en Colombia, y días de trabajo para el período 1950 - 1974.

Años	(1) PEA	(2) Empleados efectiva- mente	% de fuerza de trabajo empleada	Días de trabajo (Miles)
1950	-	1.281.9***	63.2	358.932.0
1951	2.023.2*	1.310.1	64.7	366.828.0
1952	2.050.2	1.338.9	65.3	374.892.0
1953	2.077.5	1.368.4	65.8	383.152.0
1954	2.105.2	1.398.5	66.4	391.580.0
1955	2.133.3	1.429.2	67.0	400.176.0
1956	2.161.7	1.460.7	67.6	408.996.0
1957	2.190.5	1.492.8	68.1	417.984.0
1958	2.219.7	1.525.7	68.7	427.196.0
1959	2.249.3	1.559.2	69.3	436.576.0
1960	2.279.3	1.596.0***	70.0	446.880.0
1961	2.309.7	1.619.1	70.1	453.348.0
1962	2.340.5	1.642.6	70.2	459.928.0
1963	2.371.7	1.666.4	70.2	466.592.0
1964	2.405.2*	1.690.6	70.3	473.368.0
1965	2.441.3	1.715.1	70.2	480.228.0
1966	2.477.9	1.739.9	70.2	487.172.0
1967	2.515.0	1.765.2	70.2	494.256.0
1968	2.552.8	1.790.8	70.1	501.424.0
1969	2.591.1	1.816.8	70.1	508.704.0
1970	2.625.7**	1.843.2***	70.2	516.096.0
1971	2.669.4	1.865.9	69.9	522.452.0
1972	2.709.4	1.890.7	69.8	529.396.0
1973	2.750.0	1.915.6	69.6	536.368.0
1974	2.791.3	1.940.5	69.5	543.340.0

* Tomado de resultados censales, en: DANE, La Agricultura en Colombia, 1950-1972, p. 89.

** Estimada por DANE, op.cit., p. 115.

*** Estimada por DANE con base en censos.

(1) La población económicamente activa (PEA) se halló por medio de interpolaciones y extrapolaciones geométricas usando las tasas de crecimiento intercensal, según: $P_t = P_o (1+r)^t$; P_o = Población inicial, P_t la final y r = tasa geométrica intercensal.

(2) Corresponde a la Demanda promedio anual, tomando en cuenta todos los meses, estimada por DANE, op. cit. para los años 50, 60, 70. Entre años se completó la serie usando el mismo criterio de (1).



Debe apreciarse que de la población económicamente activa, sólo entre el 60 y 70% está empleada. En consecuencia, el campo presenta porcentajes de desempleo bastante elevados.

Para efectos prácticos, los datos se han tomado en días/hombre, ya que en el campo colombiano la jornada no está regularizada. En muchos sitios se trabaja no por jornal sino por volumen, como en la zona cafetera, donde generalmente se paga por arrobadas* cosechadas más que por horas de trabajo**. En la Costa Atlántica y zonas cálidas del Valle del Magdalena, donde el sol es más fuerte, el campesino por lo general comienza su trabajo entre las 3 y 4 de la madrugada, terminando al medio día. También se trabaja los días sábados, y es común aún en algunos sitios en los días de fiesta realizar una faena de trabajo algo menor, llamada con frecuencia "la fatiga". Por todas estas razones se ha asumido que el campesino en promedio trabaja 280 días al año, jornada considerablemente más elevada que la de la ciudad. De acuerdo con la información, los jornales trabajados en 1974 estarían alrededor de 543.3 millones. Igualmente, la fuerza de trabajo estaría creciendo entre 1950 y 1974 a una tasa de 1.41% promedio anual.

B. Series de Producto

Se tomó en cuenta el PIB del Sector Agropecuario a precios constantes de mercado, usando como deflactor (1958 = 100) el Índice de Precios implícitos en el Producto Interno Bruto.

Se ha excluido de los cálculos los conceptos de Silvicultura, caza, tala y corta, pues no existen bases para descontar la mano de obra que trabaja en esas actividades. Los datos se presentan en la Tabla No. 2, donde adicionalmente se presentan los cálculos para el café. Debe anotarse que la importancia del café en la Economía colombiana ha disminuído algo (hasta 1974), aunque no apreciablemente. Además, es notable, como se puede observar en el cuadro a continuación, la recuperación del café para los últimos años, en relación con la tasa de crecimiento del PIB. Debido al atraso en la presentación de las cifras para las cuentas nacionales no se presentan los datos para los últimos años, pero es evidente que la tasa de crecimiento en el Producto real ha venido en aumento.

Tasas anuales de crecimiento

Concepto	1950 - 1960	1960 - 1970	1970 - 1974
PIB total	3.07	3.56	4.10
PIB sin café	3.08	3.92	4.15
Café	3.00	1.70	3.78

* Una arroba igual a 12.5 Kgs.

** Dado que el efecto del café en la Economía colombiana es bien importante, se pensó en un momento determinado excluir o separar el efecto del café en estos cálculos, pero no fue posible por deficiencias en la información disponible.

TABLA No. 2. PIB del Sector Agropecuario Colombiano para el Período 1950-1974. Efecto del Café (En Millones de Pesos)

Año	(1) PIB Sector Agropecuario a p. constantes m. de 1958	(2) Valor nominal café	(3) Vr. real café a p.c.m. 1958 = 100	(4)=(1) - (3) PIB Agropecuario p. c.m 1958 sin café	(5) % del café sobre (1)
1950	5.553.3	498.9	982.1	4.571.2	18.0
1951	5.622.4	566.2	991.6	4.630.8	
1952	6.005.8	807.2	1.396.5	4.609.3	
1953	6.017.7	805.6	1.288.9	4.728.8	
1954	6.178.1	1.142.9	1.523.9	4.654.2	
1955	6.327.2	931.9	1.305.2	5.022.0	
1956	6.528.1	1.095.4	1.370.9	5.157.2	
1957	6.928.1	1.328.6	1.430.1	5.498.0	
1958	7.146.2	1.674.8	1.674.8	5.471.4	
1959	7.504.8	1.313.0	1.257.7	6.247.1	
1960	7.512.5	1.490.4	1.320.1	6.192.4	17.5
1961	7.807.6	1.476.4	1.223.2	6.584.4	
1962	8.002.7	1.546.7	1.245.3	6.817.4	
1963	8.107.3	1.784.7	1.168.8	6.938.5	
1964	8.564.0	2.335.3	1.213.8	7.350.2	
1965	8.559.6	2.461.9	1.208.0	7.351.6	
1966	8.847.2	2.675.3	1.150.7	7.696.5	
1967	9.300.5	2.900.2	1.150.9	8.149.6	
1968	9.791.0	3.241.4	1.208.1	8.582.9	
1969	10.134.0	3.592.8	1.236.3	8.897.7	
1970	10.661.0	4.952.4	1.562.8	9.098.2	14.6
1971	10.936.6	4.664.2	1.310.2	9.626.4	
1972	11.495.1	5.554.1	1.334.1	10.161.0	
1973	11.750.6	10.310.0*	1.906.4	9.844.2	
1974	12.518.8	12.746.0*	1.813.1	10.705.7	14.4

(1) Cuentas Nacionales. Banco de la República, excluye pesca, caza y silvicultura, tala y corta.

(2) La Agricultura en Colombia, 1950-1972. DANE.

* Estimados

C. Series de Capital

Solow toma el estimativo de bienes de capital en existencia y hace la distinción entre capital inerte y en uso, el último de los cuales lo obtiene restando al total de capital un porcentaje de desempleo igual al del trabajo.

En nuestro caso, la serie de capital en el Sector Agropecuario se ha tomado con base en los avalúos catastrales del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Estos avalúos consideran para cada predio las siguientes categorías:

1. Terrenos
2. Elementos permanentes: plantaciones de árboles frutales, cafetales, cacaoales, bosques, tierras irrigadas y sin riego, pastos naturales y artificiales, vías de comunicación, aguas y otros.
3. Construcciones
4. Instalaciones varias y máquinas
5. Anexos y servidumbres

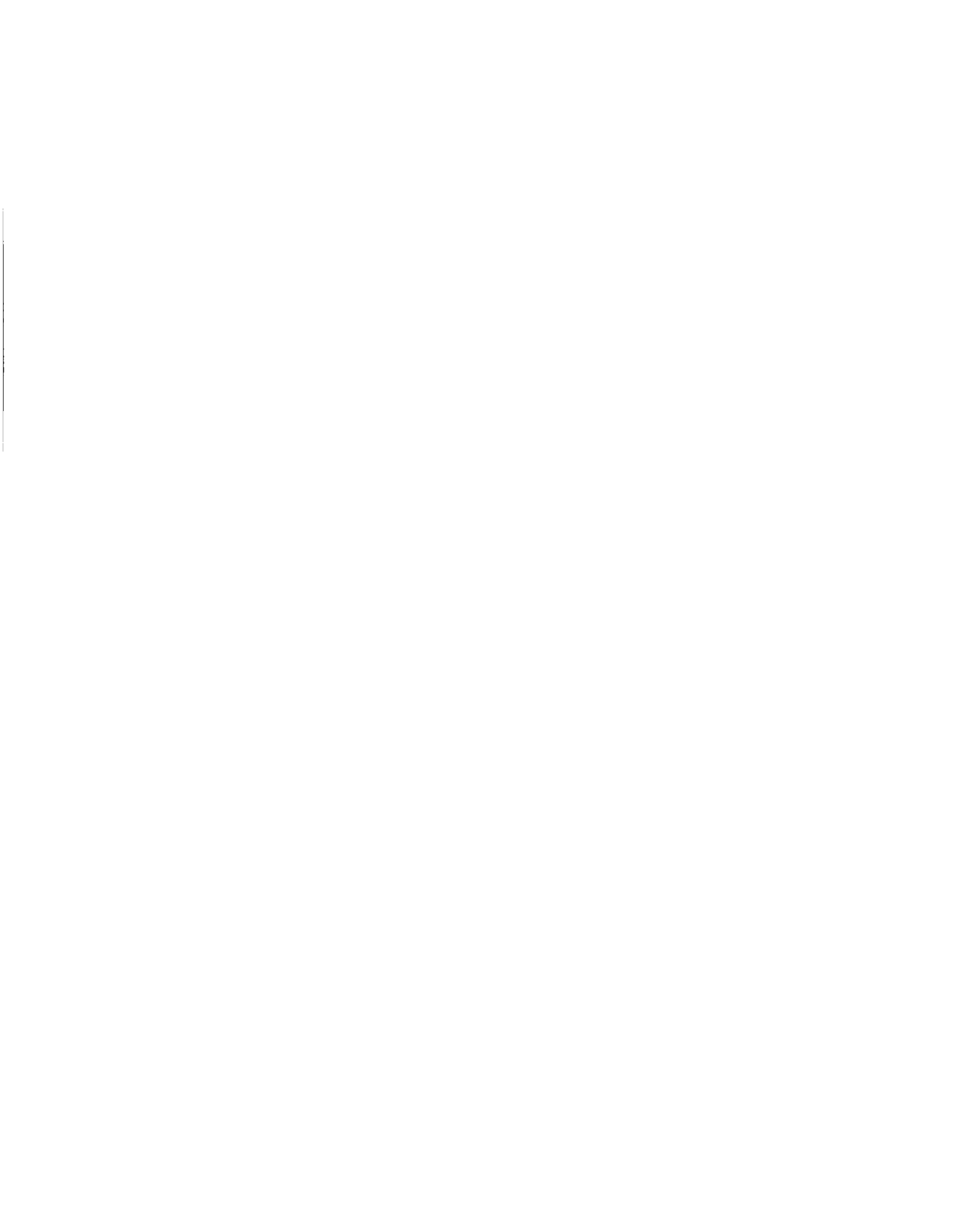
Se considera que en el caso de las construcciones no representan capital inerte, ya que en el agro las construcciones generalmente desempeñan funciones productivas de apoyo. En consecuencia, el valor de las construcciones se considera capital productivo en su totalidad.

En Colombia, generalmente los avalúos catastrales están notablemente atrasados, en relación con la época de su publicación o presentación. Se considera, de acuerdo a opiniones de oficiales del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, que el retraso en promedio es de 2 años y medio. En consecuencia, datos publicados en el año de 1974 corresponderían a avalúos de mitad de año de 1971. Para efectos prácticos, se considerará que los datos publicados en 1974 corresponderán a avalúos practicados en enero de 1972.

Otro problema asociado con las cifras catastrales se relaciona con el hecho de que en realidad no son representativos de los valores de mercado por razones que tienen que ver con una tasa de inflación anual bastante rápida, además del atraso respectivo.

Adicionalmente debe observarse que estas cifras catastrales frecuentemente tienden a estar subvaluadas, como expresión de los propietarios del temor a pagar más impuestos, lo cual los lleva a disminuir los valores reales de mercado. Para corrección de esta subvaluación, y de acuerdo a Harberger y funcionarios del Agustín Codazzi, se ajustaron las cifras en un 20%.

Debido a que los datos catastrales solamente fueron obtenidos para dos años, la serie completa de capital se construirá interpolando de acuerdo a la tasa de crecimiento entre los dos años, 9, 8% anual.



Otro problema asociado con los datos catastrales es el hecho de que las cifras de Antioquia no están incluidas en el Catastro Nacional, ya que se manejan en forma independiente, por razones no muy claras. Esto ha obligado a estimar su contribución al valor nacional, mediante el supuesto de que la proporción que Antioquia representa en el valor de la propiedad raíz de Colombia es igual a la proporción que representa en el capital agrícola. Para estos efectos se estimó en un 20.5% del total, con base en las cifras estimadas por Harberger⁴. (Ver Tabla No. 3).

D. Participación del Capital

La participación del capital en el ingreso nacional es un dato bastante difícil de calcular, debido a que las Cuentas Nacionales de Colombia no separan explícitamente las remuneraciones al capital. Lo hacen pero sólo para salarios y sueldos. Sin embargo, al restar del Ingreso Nacional la participación del trabajo, no sería correcto tomar el saldo como la participación del capital en el Ingreso Nacional, pues una parte del Ingreso de las unidades familiares, procedente de la propiedad y de empresas no constituidas en sociedades de capital, corresponde a una remuneración o compensación por el trabajo del individuo y de los miembros de su familia. Esta compensación aparece en las Cuentas Nacionales como utilidades de empresa, pero debe ser sumada a las retribuciones al trabajo antes de considerar que la participación del capital corresponde al resto del Ingreso Nacional.

Para realizar lo anterior, me he apoyado bastante en Harberger, quien lo primero que hace es calcular la retribución al trabajo atribuible a propietarios, obreros independientes y miembros de familia que no reciben salarios.

Para propietarios, estima que en promedio tienen un ingreso laboral equivalente al 120% de los ingresos promedios de los trabajadores empleados en la agricultura; en cuanto al obrero independiente, valora su trabajo en un promedio del 80% del de los trabajadores empleados y finalmente para los miembros de familia que no reciben salarios, estima su ingreso en un 50% de la misma cifra de referencia. Bajo estos supuestos, genera para los tres grupos en conjunto un ingreso laboral imputado equivalente al 110% de los sueldos y salarios pagados en la agricultura en 1964. Este porcentaje lo aplica a los sueldos y salarios totales, para obtener las cifras del ingreso laboral imputado en el Sector. En este caso he repetido los cálculos en términos nominales, de acuerdo a los pasos seguidos en las Tablas Nos. 4 y 5.

E. Cálculo del Efecto del Cambio Tecnológico en el PIB

Con los datos elaborados en los numerales anteriores, se construye la Tabla No. 6 donde las series de Producto y Capital se expresan por unidad de trabajo. Hecho ésto, en las Tablas Nos. 7 y 8 se calcula el efecto $A(t)$, expresado en índice. Este índice es utilizado en la Tabla No.9 para obtener una serie de PIB neta de cambio tecnológico, a partir de la cual se calculan los aumentos en el PIB debidos a cambios en la intensidad de capital o a incrementos en productividad. Adicionalmente las Gráficas Nos. 4 y 5 permiten identificar en los últimos años un efecto realmente espectacular del cambio tecnológico, en especial a partir de 1965.



TABLA No. 3. Colombia, Stock de Capital Agrícola.

Años	Sin Antioquia Vr. stock capital (Billones)	Vr. atribui- ble a Antioquia (Billones)	Valor total	Vr. corregi- do por sub- valuación (20.0%)	Vr. corre- gido a pre- cios de 1958
1950	8.155.5	2.103.0	10.258.5	12.310.2	23.009.7
1951	8.954.7	2.309.0	11.263.7	13.516.4	22.909.1
1952	9.832.3	2.535.4	12.367.7	14.841.2	24.776.6
1953	10.795.8	2.783.8	13.579.6	16.295.5	25.948.2
1954	11.853.8	3.056.6	14.910.4	17.892.5	25.597.3
1955	13.015.5	3.356.2	16.371.7	19.646.0	28.146.1
1956	14.291.0	3.685.1	17.976.1	21.571.3	28.647.1
1957	15.691.5	4.046.2	19.737.7	23.685.2	26.853.9
1958	17.229.3	4.442.7	21.672.0	26.006.4	26.006.4
1959	18.917.8	4.878.1	23.795.9	28.555.1	26.787.1
1960	20.771.7	5.356.2	26.127.9	31.353.5	27.098.9
1961	22.807.4	5.881.1	28.688.5	34.426.2	27.496.9
1962	25.042.5	6.457.4	31.499.9	37.799.9	28.314.5
1963	27.496.6	7.090.3	34.586.9	41.504.3	25.230.6
1964	30.191.3	7.785.1	37.976.4	45.571.7	23.803.7
1965	33.150.1	8.548.1	41.698.2	50.037.8	23.952.9
1966	36.398.8	9.385.8	45.784.6	54.961.5	22.882.7
1967	39.965.8	10.305.6	50.271.4	60.325.7	23.088.3
1968	43.882.5	11.315.5	55.198.0	66.237.6	23.290.3
1969	48.183.0	12.424.5	60.607.5	72.729.0	23.636.3
1970	52.904.9	13.642.0	66.546.9	79.856.3	23.535.6
1971	58.089.6	14.979.0	73.068.6	87.682.3	23.153.5
1972	63.886.1	16.473.7	80.359.8	96.431.8	22.562.4
1973	70.146.9	18.088.0	88.234.9	105.881.9	19.528.9
1974	77.021.3	19.860.7	96.882.0	116.258.4	17.354.6
1975	84.569.4	21.807.1	106.376.5	127.651.8	15.379.7

TABLA NO. 4. Ingreso laboral imputado en el Sector Agropecuario. 1950-1974.
(Millones de Pesos).

Años	Total sueldos y salarios pagados Sector Agropecuario (1)*	Ingresos impu- tados al factor trabajo-Sector Agropecuario = (1) x 1.1 (2)	Total de ingreso atribuible al trabajo = (1) + (2) (3)
1950	1.064.6	1.171.06	2.235.66
1951	1.208.3	1.329.13	2.537.43
1952	1.220.6	1.342.66	2.563.26
1953	1.338.7	1.472.57	2.811.27
1954	1.503.7	1.654.07	3.157.77
1955	1.569.5	1.726.45	3.295.95
1956	1.631.6	1.794.76	3.426.34
1957	1.837.4	2.021.14	3.858.54
1958	2.111.9	2.323.09	4.434.99
1959	2.350.0	2.585.00	4.935.00
1960	2.668.8	2.935.68	5.604.48
1961	3.029.0	3.331.90	6.360.90
1962	3.357.3	3.693.03	7.050.33
1963	4.360.4	4.796.44	9.156.84
1964	4.979.2	5.477.12	10.456.32
1965	5.936.0	6.529.60	12.465.60
1966	6.560.3	7.216.33	13.776.63
1967	7.429.3	8.172.23	15.601.53
1968	7.945.0	8.739.50	16.684.50
1969	9.218.1	10.139.91	19.358.01
1970	9.909.6	10.900.56	20.810.16
1971	11.145.2	12.259.72	23.404.92
1972	12.695.7	13.965.27	26.660.97
1973	15.165.9	16.682.49	31.848.39
1974	20.138.5	22.152.35	42.290.85

* Excluye Pesca y Caza, Silvicultura, tala y corta.

TABLA No. 5. Cálculo de la participación del capital en el Ingreso Nacional para el Sector Agropecuario (1950-1974) -(Millones de Pesos)

Años	Ingreso Nacional correspondiente al Sector Agropecuario (1)	Total de ingreso atribuible al capital (1) - (3) de la Tabla (a) (2)	Porcentaje del ingreso nacional atribuible al capital (2) % (1) (3)
1950	2.283.5	47.84	2.09
1951	3.210.7	673.27	20.97
1952	3.470.6	907.34	26.14
1953	3.760.2	948.93	25.24
1954	4.631.6	1.473.83	31.82
1955	4.514.9	1.218.95	27.00
1956	5.213.3	1.786.96	34.28
1957	6.437.0	2.578.46	40.05
1958	7.146.2	2.711.21	37.94
1959	7.837.6	2.902.60	37.03
1960	8.482.0	2.877.52	33.93
1961	9.419.8	3.058.90	32.47
1962	10.011.6	2.961.27	29.58
1963	12.379.7	3.240.86	26.14
1964	16.477.5	6.021.28	36.54
1965	17.447.6	4.982.00	28.55
1966	20.570.1	6.793.47	33.02
1967	23.435.9	7.834.37	33.43
1968	26.648.9	9.964.40	37.39
1969	29.781.4	10.423.39	35.00
1970	33.002.8	12.192.64	36.94
1971	37.584.5	14.179.58	37.73
1972	46.692.7	20.031.73	42.90
1973	63.676.8	31.828.41	49.98
1974	83.864.0	41.573.15	49.57

* Corresponde al Ingreso Interno Bruto Real. Fuente, Cuentas Nacionales.

TABLA No. 6. Datos Básicos para el Cálculo de A(t).

Años	Stock del capital (Billones) 1	Participación del capital en el ingreso (%) 2 (WK)	PIB. Agrop. por día/hombre 1958 = 100 3 (q)	Capital empleado por día/hombre 1958=100 4 (K)
1950	12.310.2	0.0209	15.47	64.11
1951	13.516.4	0.2097	15.33	62.40
1952	14.841.2	0.2614	16.02	66.09
1953	16.295.5	0.2524	15.71	67.72
1954	17.892.5	0.3182	15.78	65.37
1955	19.646.0	0.2700	15.81	70.33
1956	21.571.3	0.3428	15.96	70.04
1957	23.685.2	0.4005	15.62	64.25
1958	26.006.4	0.3794	16.73	60.88
1959	28.555.1	0.3703	17.19	61.36
1960	31.353.5	0.3393	16.79	60.64
1961	34.426.2	0.3247	17.22	60.65
1962	37.799.9	0.2958	17.53	61.56
1963	41.504.3	0.2614	17.38	54.07
1964	45.571.7	0.3654	18.09	50.30
1965	50.037.8	0.2855	17.82	49.88
1966	54.941.5	0.3302	18.16	46.97
1967	60.325.7	0.3343	18.82	46.71
1968	66.237.6	0.3739	19.53	46.45
1969	72.729.0	0.3500	19.92	46.46
1970	79.856.3	0.3694	20.66	45.60
1971	87.682.3	0.3773	20.93	44.32
1972	96.431.8	0.4290	21.71	42.62
1973	105.881.9	0.4998	21.91	36.43
1974	116.258.4	0.4957	23.04	31.94
1975*	127.651.8			

* Estimado.

TABLA No. 7. Cálculo de $\frac{\Delta(A)}{A}$.

Años	$\Delta Q/Q$	WK	$\frac{\Delta K}{K}$	$\frac{\Delta A}{A}$
1950	-0.0090	0.0209	-0.0270	-0.0084
1951	0.0450	0.2097	0.0591	0.0326
1952	-0.0194	0.2614	0.0247	-0.0258
1953	0.0045	0.2524	0.0347	0.0133
1954	0.0019	0.3182	0.0759	-0.0222
1955	0.0095	0.2700	-0.0041	0.0106
1956	-0.0213	0.3428	-0.0827	0.0070
1957	0.0711	0.4005	0.0721	0.0422
1958	0.0275	0.3794	0.0079	0.0245
1959	-0.0233	0.3703	-0.0117	-0.0190
1960	0.0256	0.3393	0.0002	0.0255
1961	0.0180	0.3247	0.0150	0.0131
1962	-0.0086	0.2958	-0.1217	0.0274
1963	0.0408	0.2614	-0.0697	0.0590
1964	-0.0149	0.3654	-0.0084	-0.0120
1965	0.0191	0.2855	-0.0583	0.0357
1966	0.0363	0.3302	-0.0055	0.0381
1967	0.0377	0.3343	-0.0056	0.0396
1968	0.0199	0.3739	0.0002	0.0198
1969	0.0371	0.3500	-0.0185	0.0436
1970	0.0131	0.3694	-0.0281	0.0235
1971	0.0373	0.3773	-0.0384	0.0518
1972	0.0092	0.4290	-0.1452	0.0715
1973	0.0516	0.4998	-0.1232	0.1132

NOTA: $\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta Q}{Q} - WK \frac{\Delta K}{K}$

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_1}, \text{ etc. } \dots$$

$$\frac{\Delta K}{K} = \frac{K_2 - K_1}{K_1}, \text{ etc. } \dots$$

TABLA No. 8. Cálculo de A(t).

Años	$\Delta A/A$	A (t)
1950	-0.0084	1.0000
1951	0.0326	0.9916
1952	-0.0258	1.0242
1953	0.0133	0.9984
1954	-0.0222	1.0117
1955	0.0106	0.9895
1956	0.0070	1.0001
1957	0.0422	1.0071
1958	0.0245	1.0493
1959	-0.0190	1.0738
1960	0.0255	1.0548
1961	0.0131	1.0803
1962	0.0274	1.0934
1963	0.0590	1.1208
1964	-0.0120	1.1798
1965	0.0357	1.1678
1966	0.0381	1.2035
1967	0.0396	1.2416
1968	0.0198	1.2812
1969	0.0436	1.3010
1970	0.0235	1.3446
1971	0.0518	1.3681
1972	0.0715	1.4199
1973	0.1132	1.4914
1974		1.6046

Calculadas según:

$$A(t_2) = A(t_1) + \left[1 + \frac{\Delta A(t_1)}{A(t_1)} \right] = -0.0084 + \left[1 + 0 \right] = 0.9916$$

$$A(t_3) = A(t_2) + \left[1 + \frac{\Delta A(t_2)}{A(t_2)} \right] = 0.0326 + \left[1 + \frac{(-0.0084)}{0.9916} \right] = 1.0242$$

$$A(t_4) = A(t_3) + \left[1 + \frac{\Delta A(t_3)}{A(t_3)} \right] = -0.0258 + \left[1 + \frac{0.0242}{1.0242} \right] = 0.9984$$

TABLA No. 9. Colombia, Incremento en el PIB agrícola debido a incrementos en la intensidad de capital y en productividad (con respecto a 1950).

Años	(1958 = 100)		Aumentos en el PIB*	
	<u>PIB Agropecuario</u>	<u>Día/Hombre</u>	<u>Debidos a:</u>	
	Total	Neto de Cambio Tecnológico	Intensidad de Capital	Incrementos en productividad
1950	15.47		-	-
1951	15.33	15.46	-0.01	-0.13
1952	16.02	15.64	0.17	0.38
1953	15.71	15.73	0.26	-0.02
1954	15.78	15.59	0.12	0.19
1955	15.81	15.96	0.51	-0.17
1956	15.96	15.95	0.48	0.01
1957	15.62	15.51	0.04	0.11
1958	16.73	15.94	0.47	0.79
1959	17.19	16.01	0.54	1.18
1960	16.79	15.91	0.44	0.88
1961	17.22	15.94	0.47	1.28
1962	17.53	16.03	0.56	1.50
1963	17.38	15.50	0.03	1.88
1964	18.09	16.33	-0.14	2.76
1965	17.82	15.26	-0.21	2.56
1966	18.16	15.09	-0.38	3.07
1967	18.82	15.16	-0.31	3.66
1968	19.53	15.24	-0.23	4.29
1969	19.92	15.31	-0.16	4.61
1970	20.66	15.36	-0.11	5.30
1971	20.93	15.30	-0.17	5.63
1972	21.71	15.29	-0.18	6.42
1973	21.91	14.69	-0.78	7.22
1974	23.04	14.36	-0.11	8.68

* Calculados así: $(PIB_1 - PIB_{1950}) = \text{Cambio total} = A$
 $(PIB_{\text{Neto}_1} - PIB_{1950}) = \text{Cambio debido a capital} = B$
 $(A - B) = \text{Cambio debido a productividad.}$

El resultado definitivo para los 25 años muestra un cambio acumulativo hacia arriba en la función de producción de alrededor del 50% hasta 1973, o sea 1.75 anual en promedio acumulativo anual.

El PIB por día/hombre aumentó de \$15.47 a \$21.91; esta última cifra dividida por 1,4914 que es el valor en 1973 de $A(t)$ (y factor de cambio en 23 años), da un PIB corregido a neto de cambio tecnológico de \$14.69.

En esta forma, del aumento total ($21.91 - 15.47 = 8.44$), más del 100.0% o sea 7.22 ($21.91 - 14.69$) se debe al cambio tecnológico. Tan fuerte es el resultado, que el PIB corregido en 1973 es inferior al de 1950, lo cual no es posible, pues indicaría una participación negativa del capital; los aumentos relativos en capital deberían ser tan grandes en relación con la dotación de otros factores, que implicaría una fuerte reducción en su productividad marginal. Igualmente, si los otros factores relativamente disminuyen rápidamente, se aumenta relativamente el capital y desde este punto de vista su productividad también disminuye. De todas maneras, dado un nivel tecnológico constante es muy improbable que se presente una disminución a largo plazo en el PIB mas aún en un país como Colombia donde tradicionalmente el precio del capital agrícola ha sido siempre elevado en relación con el de otros factores.

Las consideraciones arriba esbozadas estarían indicando errores de cálculo en la serie de capital, y también la posibilidad de que gran parte del efecto tecnológico estuviera explicado por el aumento en la frontera extensiva de la tierra. Si las variables no se corrigen de base por tierra, y si esta aumenta en forma desmesurada, (agregando la no separación de su efecto en las otras variables), implícitamente gran parte del aumento en el PIB podría estar explicado por el aumento en tierra, y dado que ($\alpha + B = 1$), la participación del cambio tecnológico (rendimientos) debe ser exagerado en el supuesto de que la serie de capital esté bien, para compensar la escasa contribución del capital.

Finalmente, los errores o inconsistencias pueden explicarse por el modelo utilizado. Es decir, es posible que la elasticidad sustitución no sea 1, y puede que si se hubiera presentado sustitución de capital por trabajo en algún grado, y desde ese punto de vista la relación no sería constante. En esta forma realmente se estarían comparando dos puntos de una misma curva, con la consiguiente sobreestimación de los cambios en productividad. Thirsk⁵, con un modelo de tres factores estimó elasticidades parciales de sustitución y para mano de obra y capital encontró que el valor de 1.5 podría ser el más indicado; en consecuencia, este resultado sugiere una participación decreciente de la mano de obra, para Colombia.

Debido a los fuertes supuestos que se hicieron, es posible también que ($\alpha + B$) > 1 y en consecuencia, parte de los resultados se estarían explicando, además del cambio tecnológico, por economías de escala.

Vale la pena hacer otras consideraciones además de las anteriores, que también pueden influir en los resultados, mas como una expresión del modelo utilizado que como una deficiencia interna del mismo, así:

- a. Por la misma definición del cambio tecnológico, pueden haberse presentado cambios en la dotación de recursos diferentes a modificaciones en su calidad. En consecuencia, es posible que parte de los aumentos en el producto por hora/hombre se deban a estos cambios, y no totalmente a una modificación o incremento en su calidad. Esta anotación tiene una connotación análoga a la de la corrección de base de tierra, pero implicaría la construcción de un índice de insumos, para expresar todas las variables en una misma base o paquete cuantitativo de insumos.
- b. La variable trabajo o mano de obra no está ajustada por cambios positivos en su destreza, como un producto de una mayor educación o de incrementos en su experiencia. Estos cambios se pueden considerar como un efecto exógeno al cambio tecnológico, el cual ha obrado sobre la capacidad empresarial sólo en una pequeña parte del total de incremento en la eficiencia productiva de la mano de obra.
- c. Cambios Institucionales. Es bien sabido que la estructura de la tenencia de la tierra influye en los resultados de la agricultura. Generalmente se considera que un cambio del régimen de aparcería o arrendamiento a la propiedad legal de la tierra trae efectos benéficos en la expresión de la producción, ya sea por estímulos inherentes a este régimen o porque el agricultor puede realizar mejoramientos en el predio que rinden efectos a largo plazo. Por esta razón, los cambios institucionales que afectarían los cálculos se pueden asociar más que todo con Reforma Agraria, aunque se estima que para el caso de Colombia este efecto no ha sido significativo. Desde otro ángulo, la tasa de adopción de tecnología está influido también por la estructura de la propiedad. De varios trabajos realizados en Colombia se puede concluir que la tasa de adopción tecnológica es superior para cultivos que tienen propiedades más grandes y un menor número de propietarios, como puede ser el caso del arroz, por comparación con cultivos como el trigo, donde la mayor parte de la producción se realiza en base a propiedades pequeñas, donde, por la correlación que el tamaño tiene con el ingreso y éste con la educación, se puede inferir una menor capacidad empresarial así como un nivel educativo más bajo.

F. Nuevos Ajustes y Resultados

Como una consecuencia de las observaciones hechas, se llevarán a cabo las siguientes correcciones:

- a. Corrección de la serie de capital.
- b. Expresión de todas las variables en unidades por hectárea.

Con base en estas correcciones se estimará de nuevo el efecto residual del cambio tecnológico, y finalmente la estimación de una función de producción agregada y comparación con los resultados obtenidos anteriormente.

BIBLIOGRAFIA

- (1) KENNEDY, CH.; THIRLWALL, A. P. - 1972 "Journey in Applied Economics: Technical Progress" in: The economic Journal, March, 1972.
- (2) ARDILA, J.; ROMANO, L. 1977. "Progreso Técnico y Perspectivas de Producción de Alimentos en Colombia". Mayo, 1977, Bogotá.
- (3) SCHULTZ, T. W. "Transforming Traditional Agriculture" Yale University Press, New Haven, 1964.
- (4) SOLOW, R. M. "Technical Change and the Aggregate Production Function". Review of Economics and Statistics, Aug., 1957.
- (5) HARBERGER, C., ARNOLD. "La Tasa de Rendimiento del Capital en Colombia". Publicado en la Revista de Planeación y Desarrollo. Vol. I, Oct. 1969, No. 3, Pags. 13-42.
- (6) THIRSK, W. "Factor Substitution in Colombian Agriculture". A.J.A.E., Vol. 56, No. 1, Feb. 1974. Pags. 73 ss.

ANEXO No. 1

EXPLICACION DE IMPUESTOS IMPLICITOS
EN LOS CALCULOS

A. Con Respecto a la Función de Producción Cobb-Douglas

1. Y es una función solamente de K

Dada la función de la forma $Y = AK^\alpha L^{(1-\alpha)}$ $0 < \alpha < 1$

$$\frac{Y}{L} = \frac{AK^\alpha L^{(1-\alpha)}}{L} = AK^\alpha L^{-\alpha} = A \left(\frac{K}{L}\right)^\alpha = AK^\alpha$$

$\therefore Y = AK^\alpha$. Esta conclusión significa que la producción es independiente de la escala absoluta de operación de la firma. Por consiguiente, se puede demostrar también que las productividades marginales del capital ($FK = \partial F / \partial K$) y del trabajo ($FL = \frac{\partial F}{\partial L}$) solo dependen de K.

$$\frac{\partial Y}{\partial K} = \alpha AK^{\alpha-1} L^{(1-\alpha)} = \alpha A \left(\frac{K}{L}\right)^{\alpha-1} = \alpha AK^{\alpha-1}$$

$$\frac{\partial Y}{\partial L} = (1-\alpha) AK^\alpha L^{-\alpha} = (1-\alpha) A \left(\frac{K}{L}\right)^\alpha = (1-\alpha) AK^\alpha$$

2. La Función Cobb-Douglas es homogénea de grado ($\alpha + B$)

Para la función utilizada $Y = AK^\alpha L^{(1-\alpha)}$, $(\alpha + B) = 1$; ésto implica que la sumatoria de las elasticidades es 1, y que los rendimientos son constantes a escala.

Elasticidad producción del capital = NYK

Elasticidad producción del trabajo = NYL

$$NYK = \frac{(\partial Y / \partial K) K}{Y} = \frac{\alpha A \left(\frac{L}{K}\right)^{\alpha-1} (K)}{AK^\alpha L^{1-\alpha}} = \frac{\alpha AK^\alpha L^{1-\alpha}}{AK^\alpha L^{1-\alpha}} = \alpha$$

$$NYL = \frac{(\partial Y / \partial L) L}{Y} = \frac{(1-\alpha) A \left(\frac{K}{L}\right)^\alpha L}{AK^\alpha L^{1-\alpha}} = \frac{(1-\alpha) AK^\alpha L^{1-\alpha}}{AK^\alpha L^{1-\alpha}} = (1-\alpha)$$

$$NYK + NYL = \alpha + (1-\alpha) = 1$$

3. Si se asume competencia perfecta en productos y factores, la participación relativa de los factores (SK, SL) es completamente independiente de las cantidades relativas y absolutas de los factores. En este caso, SK = NYK y SL = NYL.

4. La elasticidad de sustitución tiene valor unitario ($\sigma = 1$), que también implica que la participación de los factores es constante.

La elasticidad de sustitución (σ) se puede definir como el porcentaje de cambio en la razón de factores debido a un porcentaje de cambio en la tasa marginal de sustitución de los mismos. Por consiguiente,

$$\sigma = \frac{\Delta(K/L)/K/L}{\frac{\Delta(FK/FL)}{FK/FL}} = \frac{\Delta(K/L) (FK/FL)}{\Delta(FK/FL) (K/L)}$$

σ mide la facilidad relativa con la cual los factores de producción pueden ser sustituidos uno por otro.

Con respecto a la tasa marginal de sustitución (MRTS), que es una relación de productividades marginales, si es de L por K, al sustituir mano de obra por capital disminuirá. Si unidades adicionales de mano de obra son agregadas a una cantidad fija de capital, FL disminuirá; igual ocurriría con FL si la cantidad del insumo fija (K) es disminuida, ya que esto implicará un aumento relativo en la mano de obra. Estos cambios en MRTS son debidos a un cambio en la relación K/L; la relación entre MRTS y K/L, medida en términos porcentuales, da lugar a σ .

σ se puede escribir en términos de diferenciales, así:

$$\sigma = \frac{d(K/L) (FK/FL)}{d(FK/FL) (K/L)}$$

Expandiendo las diferenciales se tendrá:

$$d(K/L) = \frac{LdK - KdL}{L^2} = \frac{dK}{L} - \frac{KdL}{L^2}$$

$$\begin{aligned} d(FK/FL) &= \left(\frac{FL FKK - FK FLK}{FL^2} \right) dK + \left(\frac{FL FKL - FK FLL}{FL^2} \right) dL \\ &= \left(\frac{FKK}{FL} - \frac{FK FLK}{FL^2} \right) dK + \left(\frac{FKL}{FL} - \frac{FK FLL}{FL^2} \right) dL \end{aligned}$$

Dado que el grado de la función es 1, los rendimientos de esta función son constantes a escala, o sea que el producto crecerá en la misma proporción que sean aumentados K y L. Esto supone también que el Teorema de Euler, o sea que:

$$F = FKK + FLL$$

Es decir, que la función puede ser escrita como una suma de términos, cada uno de los cuales siendo el producto del factor por su correspondiente producto marginal. Económicamente esto significa que bajo estas condiciones, si a cada factor se le paga el valor de su producto marginal, el producto total será agotado exactamente por la participación de los factores. (Equilibrio competitivo).

Entonces,

$$FK = F_{KK} K + F_{KL} L$$

$$\text{Luego, } F_{KK} K + F_{KL} L = 0$$

$$\text{Similarmente, } F_{LL} L + F_{LK} K = 0$$

$$\text{pero } F_{KK} K = -L F_{KL}$$

$$\therefore \frac{F_{KK}}{FL} = -\frac{F_{KL} \cdot L}{K FL}$$

$$\text{y } F_{LL} L = -F_{LK} K$$

$$\therefore \frac{F_{KL}}{FL^2} \cdot F_{LL} = -\frac{F_{LK} \cdot K}{L} \left(\frac{FK}{FL^2} \right)$$

Entonces,

$$\begin{aligned} d \left(\frac{FK}{FL} \right) &= \left[-\frac{F_{KL} \cdot L}{KFL} - \frac{F_{KL} F_{LK}}{FL^2} \right] dK + \left[\frac{F_{KL}}{FL} + \frac{F_{LK} \cdot FK \cdot K}{LFL^2} \right] dL \\ &= -\frac{F_{KL}}{FL^2 \cdot K} \left[LFL + FK \cdot K \right] dK + \frac{F_{LK}}{FL^2 \cdot L} \left[FL \cdot L + FK \cdot K \right] dL \end{aligned}$$

Aplicando el Teorema de Euler y teniendo en cuenta que $F_{LK} = F_{KL}$,

$$\begin{aligned} d \left(\frac{FK}{FL} \right) &= -\frac{F_{KL}}{F^2 L} \left[(FL \cdot L + FK \cdot K) \frac{dK}{K} - (FL \cdot L + FK \cdot K) \frac{dL}{L} \right] \\ &= -\frac{F_{KL}}{F^2 L} \left(\frac{dK}{K} - \frac{dL}{L} \right) \end{aligned}$$

Ahora, sustituyendo los valores de $d(K/L)$ y de $d \left(\frac{FK}{FL} \right)$, se tiene

$$\begin{aligned} \left(\frac{d(K/L)}{d(FK/FL)} \right) &= -\frac{d(K/L) (FK/FL)}{d(FK/FL) (K/L)} \frac{\left[\left(\frac{dK}{L} \right) - \left(\frac{K}{L^2} \right) dL \right] \left(\frac{FK}{FL} \right)}{\left(\frac{F_{KL}}{F^2 L} \right) \left[\left(\frac{dK}{K} \right) - \left(\frac{dL}{L} \right) \right] \left(\frac{K}{L} \right)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\left[\left(\frac{K}{L} \right) - \left(\frac{K}{L^2} \right) dL \right] (FK FL)}{F K L \left[\left(\frac{dK}{K} \right) - \left(\frac{dL}{L} \right) \right] \left(\frac{K}{L} \right)} = \frac{\left(\frac{dK}{L} - \frac{K dL}{L^2} \right) (FK FL)}{F K L \left[\left(\frac{dK}{K} \right) - \left(\frac{dL}{L} \right) \right] \left(\frac{K}{L} \right)} \\
&= \frac{\left(\frac{L^2 dK - L.K.dL}{L^3} \right) FK FL}{F K L \left(\frac{L dK - K dL}{K.L} \right) \left(\frac{K}{L} \right)} = \frac{\left(\frac{1}{L^2} \right) (L dK - K dL) (FK FL)}{F \frac{FK L}{K L} (L dK - K dL) \left(\frac{K}{L} \right)} \\
&= \frac{\frac{1}{L^2} (FK FL)}{F \frac{FK L \cdot K}{K.L^2}} = \frac{FK FL}{F K L} = \zeta
\end{aligned}$$

Esta última expresión corresponde al valor de ζ para una función de producción Cobb-Douglas, donde $\zeta = 1$ como se verá a continuación:

$$\begin{aligned}
FKL &= \frac{\partial^\alpha A \frac{K}{L}^{\alpha-1}}{\partial L} = \alpha AK^\alpha \frac{\partial (L^{1-\alpha})}{\partial L} \\
&= \alpha AK^{\alpha-1} (1-\alpha) L^{-\alpha}
\end{aligned}$$

Por consiguiente,

$$\zeta = \frac{\alpha A (K/L)^{\alpha-1} (1-\alpha) A (K/L)^\alpha}{\alpha AK^{\alpha-1} L^{1-\alpha} \alpha AK^{\alpha-1} (1-\alpha) L^{-\alpha}} = \frac{\alpha AK^{\alpha-1} L^{1-\alpha} (1-\alpha) AK^\alpha L^{-\alpha}}{\alpha AK^{\alpha-1} L^{1-\alpha} \alpha AK^{\alpha-1} (1-\alpha) L^{-\alpha}}$$

$$\zeta = 1, \text{ Q. E. P. D.}$$

Asimismo, se puede demostrar que la participación de los factores es constante (Factor - Shares):

$$\text{Participación del capital} = SK = \frac{FK K}{F}$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial SK}{\partial K} &= \left(\frac{1}{F} \right) \left(\frac{\partial FK K}{\partial K} \right) + FK.K \frac{\partial (1/F)}{\partial K} = \left(\frac{1}{F} \right) \left(\frac{FK \partial K}{\partial K} + KFK + K.FK \right) \frac{\partial (1/F)}{\partial K} \\
&= \left(\frac{1}{F} \right) (FK + K.FK) + (K.FK) \left(-\frac{FK}{F^2} \right)
\end{aligned}$$

dato que

$$\frac{\partial (1/F)}{\partial K} = \frac{F \cdot \frac{\partial 1}{\partial F} - 1 \cdot FK}{F^2} = \frac{-FK}{F^2}$$

$$\frac{\partial SK}{\partial K} = \frac{1}{F} (FK + K \cdot FKK) - \frac{F^2 K \cdot K}{F^2} = \frac{FK + K \cdot FKK}{F} - \frac{F^2 K \cdot K}{F^2} =$$

$$= \frac{F^2 (FK + K \cdot FKK) - F \cdot F^2 K \cdot K}{F^3} = \frac{1}{F^2} (F \cdot FK + F \cdot FKK \cdot K - F^2 K \cdot K)$$

Usando el Teorema de Euler ($F = KFK + LFL$), según el cual

$FK = KFKK + FK + FKL$. L, y la condición vista anteriormente de que

$0 = FKK \cdot K + L \cdot FKL$, donde $FKL = FLK$, se tendrá:

$$\frac{\partial SK}{\partial K} = \frac{1}{F^2} \left[F (K \cdot FKK + FK + FKL \cdot L) + (F \cdot FKK \cdot K) - (F^2 K \cdot K) \right] =$$

$$= \frac{1}{F^2} \left[F (FKK \cdot K + L \cdot FKL + FK) - F \cdot FKL \cdot L - FK \cdot K (KFKK + FK + FKL \cdot L) \right] =$$

$$= \frac{1}{F^2} \left[F \cdot FKK \cdot K + F \cdot FKL \cdot L + FFK - F \cdot FKL \cdot L - FK \cdot K^2 \cdot FKK - KF^2 K - KFK \cdot L \cdot FKL \right] =$$

$$= \frac{1}{F^2} \left[F \cdot FKK \cdot K + F \cdot FKL \cdot L + FFK - F \cdot FKL \cdot L - FK \cdot K^2 \cdot FKK - KF^2 K - KFK \cdot L \cdot FKL \right] =$$

$$= \frac{1}{F^2} \left[F \cdot FKK \cdot K + F \cdot FK - FK \cdot K^2 \cdot FKK - F^2 K \cdot K - KFKL \cdot FKL \right] =$$

$$= \frac{1}{F^2} \left[-F \cdot FKL \cdot L + F \cdot FK + FK \cdot K \cdot L \cdot FKL - F^2 K \cdot K - KFK \cdot L \cdot FKL \right] =$$

$$= \frac{1}{F^2} \left[-F \cdot FLK \cdot L + FK (F - F \cdot K \cdot K) \right] =$$

$$= \frac{1}{F^2} \left[-F \cdot FLK \cdot L + FK (KFK + LFL - KFK) \right] = \frac{1}{F^2} \left[-F \cdot FLK \cdot L + FK + FL \cdot L \right] =$$

$$= \frac{L \cdot F \cdot FLK}{F^2} \left(-1 + \frac{FK \cdot FL}{F \cdot FLK} \right) =$$

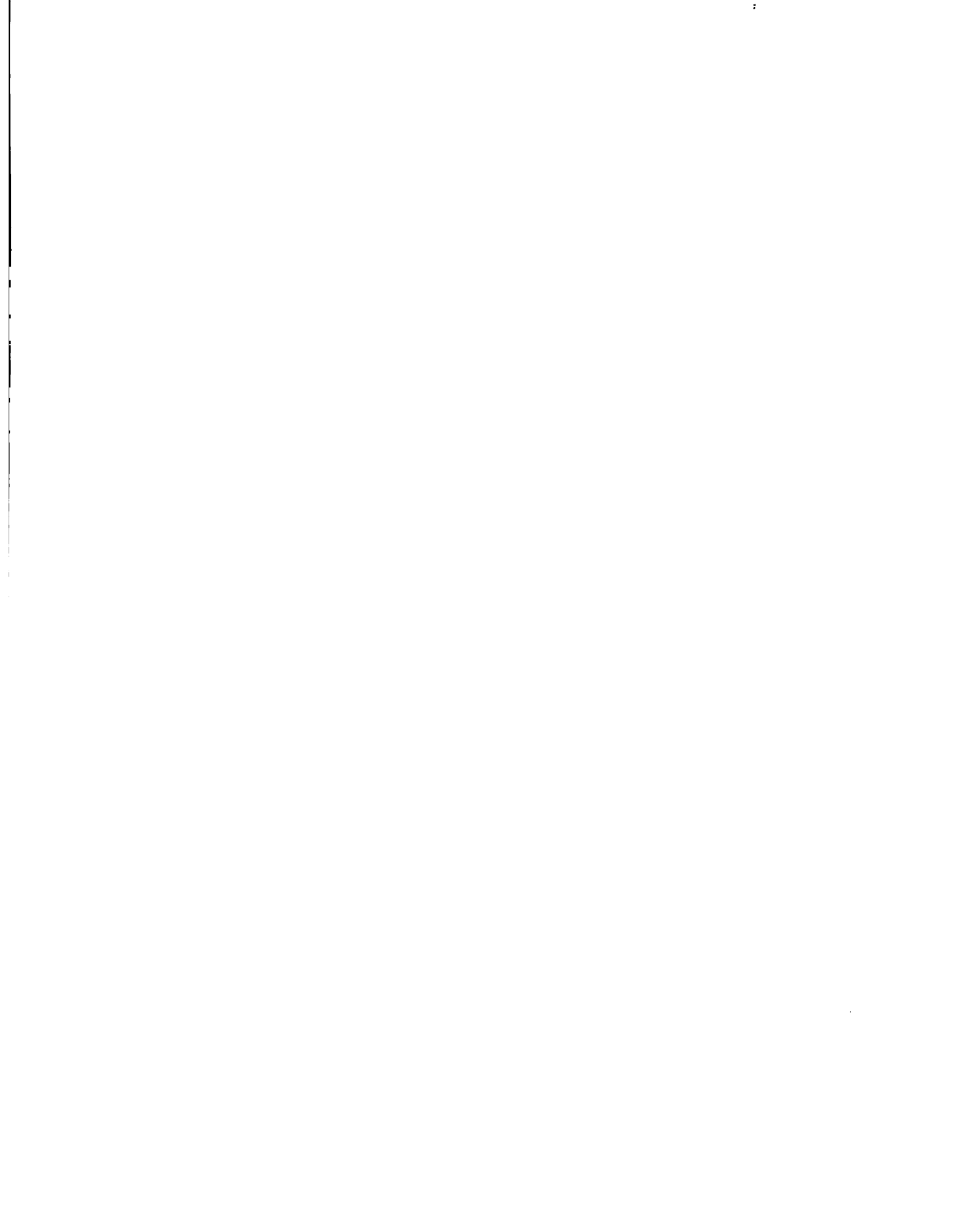


$$= A (\sigma - 1), \text{ donde } A = \frac{L \cdot F \cdot FLK}{F^2}$$

dado que $\sigma = 1$, $\frac{\partial SK}{\partial K} = 0$, Q.E.A.D. Igual ocurre para SL, luego la participación de los factores es constante y para este caso $SK + SL = 1$

B. Cambio Tecnológico Neutral

Es neutral el cambio, si a una relación constante K/L, la tasa marginal de sustitución de L por K no cambia. Las pendientes de las isoquantas no cambian, y en este caso sólo interesa la relación K/L (C.R.S.)



**NOTAS PARA EL ANALISIS DE LOS INSTRUMENTOS Y CONTENIDO
DE LA POLITICA TECNOLÓGICA PARA EL SECTOR AGROPECUARIO**

Eduardo Trigo*
Martín Píffero*
Raúl Fiorentino*

A. Introducción

A partir de la segunda guerra mundial la sociedad industrial tomó conciencia sobre la importancia del conocimiento (tecnología) como fuente de crecimiento económico y como instrumento para el mejoramiento del bienestar humano. Esta nueva conciencia, unida a la creciente participación de la inversión pública en la actividad innovativa, crearon la necesidad de instrumentar mecanismos que indujeran el cambio tecnológico en la dirección de asegurar una eficiente utilización de los recursos materiales y humanos disponibles. Las propuestas dirigidas a mejorar la organización de la actividad innovativa, desarrolladas como respuesta a estos problemas y los adelantos metodológicos vinculados a la misma, tienen particular relevancia para los países en desarrollo donde las propias condiciones de producción y el rezago relativo en el desarrollo tecnológico hacen imprescindible que los recursos disponibles sean utilizados eficientemente.

Durante los últimos años ha surgido con mayor claridad la importancia del rol del Estado en el proceso tecnológico y consecuentemente, se ha progresado en la identificación y análisis de los instrumentos de política que conforman la política tecnológica.

La importancia del Estado se hace evidente a partir de la creciente conceptualización del fenómeno tecnológico como un fenómeno endógeno al funcionamiento de la economía y a la sociedad en su conjunto. En este sentido, el Estado se plantea como el principal lugar institucional donde se reflejan los conflictos intersectoriales que la no neutralidad del cambio técnico genera dentro de la sociedad. Estos conflictos se reflejan en la forma y contenido de los instrumentos de política económica y de la política científico-técnica que el Estado define para el sector agropecuario. Estos dos elementos, la política económica y la científico-técnica, los cuales componen la política tecnológica, pueden visualizarse como las hojas de una tijera, actuando el primero a nivel de transformación de la demanda potencial -definida por las características estructurales de las unidades de producción- en demanda efectiva por tecnología y el segundo como determinante esencial de la oferta. En este sentido ambos elementos afectarán tanto la intensidad como el contenido del proceso tecnológico.

* Integrantes del equipo de Coordinación de PROTAAL. IICA, Oficina en Colombia.

Los instrumentos económicos dentro de la política tecnológica se refieren básicamente a aquellos que afectan el marco económico dentro del cual operan las unidades productivas del sector privado, tales como la política impositiva, de precios y crédito, etc. y que condicionan de manera importante la demanda y adopción de nuevos conocimientos tecnológicos. En un sentido amplio, estos instrumentos también actúan aunque de manera indirecta, sobre la oferta de tecnología. En primer lugar, el marco económico específico al determinar, al menos parcialmente, la adopción de tecnología afectará la importancia y vigor de las demandas que el sector usuario ejercerá sobre las instituciones generadoras. En segundo lugar, al condicionar la rentabilidad de la nueva tecnología también afectará el interés y grado con que las empresas de mayor tamaño, los sectores oligopólicos y los sectores productivos agrupados en federaciones, asumirán actividades vinculadas a la generación y difusión de tecnología.

La política científico-técnica por su parte compone el conjunto de instrumentos a través de los cuales el Estado afecta principalmente el proceso de oferta de nueva tecnología y por este motivo, constituye el punto sobre el que se concentran estas notas.

El trabajo consta de cinco secciones y un anexo. La segunda sección está dirigida a mostrar la importancia y necesidad de la participación del Estado en el proceso tecnológico, particularmente en la definición de la intensidad y características cualitativas de la oferta de tecnología. La tercera sección presenta en forma resumida, los componentes esenciales del proceso tecnológico y sus interrelaciones con particular énfasis en los componentes de la oferta. En la cuarta sección se describen los instrumentos de la política tecnológica y se caracterizan los efectos de dichos instrumentos sobre los distintos componentes del proceso tecnológico. La quinta y última sección presenta algunos comentarios a modo de conclusión. Finalmente el anexo está dirigido a presentar un conjunto de elementos conceptuales útiles para la correcta definición en un sentido normativo de los elementos cualitativos del proceso innovativo.

B. Necesidad de la Participación del Estado en el Proceso innovativo

La literatura científica provee abundantes indicaciones para considerar que a partir de la revolución industrial del siglo XVII y más particularmente como consecuencia del progreso científico característico del siglo XX, los adelantos en el campo de la tecnología se convirtieron en la principal fuente de crecimiento económico de los países desarrollados. Por ejemplo, estimaciones hechas por Estados Unidos sugieren que alrededor del 70% del crecimiento de la productividad por hombre empleado logrado en este siglo se debió al perfeccionamiento del sistema productivo. Sin embargo, este desarrollo tecnológico de carácter autónomo no ha sido replicado en los países de menor desarrollo relativo.

Por otra parte, el cambio tecnológico tiene, además del efecto descrito, un cúmulo de otros efectos de carácter socio-económico de gran trascendencia. La discusión de estos efectos y su contrapartida en cuanto a la selección de senderos tecnológicos socialmente óptimos es un tema de más reciente e incompleto tratamiento.

Estos dos hechos sugieren la importancia del análisis de los instrumentos de política tecnológica como una contribución al diseño de políticas que promuevan un adecuado proceso tecnológico, tanto, en cuanto a su intensidad como a sus características cualitativas.

El origen y desarrollo inicial de las actividades de investigación está íntimamente vinculado al desarrollo de las ciencias exactas y biológicas, las cuales en razón de su preeminencia y prestigio imprimieron ciertas concepciones organizativas y metodológicas al conjunto de la actividad científica. Esto explica, al menos en parte, el hecho de que en los países desarrollados del mundo occidental la concepción liberal de la ciencia logró imponerse sin mayor discusión, hasta mediados del siglo XIX, a la organización rígidamente planificada instrumentada en los países socialistas. Como consecuencia de ello y sin perjuicio de ciertos casos aislados donde la actividad innovativa se organizó en torno a objetivos como, por ejemplo, la investigación agrícola desarrollada por Gran Bretaña en sus colonias, la mayor parte de la actividad científica estaba fundamentalmente determinada por la iniciativa individual de los investigadores*

Esta concepción individualista, o los principios en que ella se apoya, comenzaron a ser cuestionados desde las ciencias sociales y tecnológicas a partir de la evidencia de que el conocimiento que se refiere a cuestiones directamente vinculadas al funcionamiento de la sociedad, incluyendo las relaciones técnicas de producción, tienen, no sólo un alto grado de absole- cencia, sino también un considerable contenido valorativo. Asimismo, la interrelación de la investigación desarrollada en distintos países y la variedad cada vez más grande de problemas a ser analizados llamaron la atención sobre las ventajas de evitar duplicaciones a través de un ordenamiento de la actividad innovativa.

Por otra parte, y éste es seguramente el argumento central, los propios logros de la ciencia y su clara traducción en beneficios concretos a la humanidad, o por lo menos a grupos de intereses o países específicos quienes se beneficiaron de la tecnología como fuente de poder económico o bélico, fue creando conciencia sobre la utilidad concreta de la actividad científica.

La primera exposición clara de estas cuestiones fue hecha en los medios académicos por Bernal quien genera así la ya tradicional polémica alrededor de las ventajas de una ciencia libre (liberal) defendida por argumentos como los de Polanyi, quien plantea que todo intento de canalizar la investigación científica en la dirección de prioridades socialmente deseables asfixiaría el espíritu creador y tendría consecuencia pernicioso para la ciencia misma**

Una ciencia planificada implica definir con claridad las opciones en torno a dos cuestiones centrales: (a) los objetivos de desarrollo y su vinculación a resultados probables de distintas actividades de investigación lo cual

* Ver Scobie

** Ver Furni

permite seleccionar áreas y temas (objetivos) prioritarios para la actividad innovativa, (actividad que nosotros llamaremos planeación) y (b) los mecanismos organizativos de la actividad de investigación por los cuales se logra la coordinación y más eficiente uso de los recursos utilizados en relación a los objetivos seleccionados (actividad que nosotros denominaremos programación)*

En este sentido la difusión del "Big Science" en el período post-bélico en la mayoría de los países desarrollados, especialmente Estados Unidos en los campos de la tecnología bélica y algunos otros, es decir, la organización de la ciencia en torno a grandes proyectos con objetivos predeterminados implica dos cosas. En primer lugar la creación de un novedoso y efectivo sistema de organización (programación) de la actividad a partir de objetivos (prioridades) predeterminados. En segundo lugar y como consecuencia de lo anterior la creación de diversos mecanismos, aunque sea de carácter informal, para la selección de dichos objetivos (planificación). Este proceso de selección, al menos en el caso de los grandes objetivos, quedó enmarcado dentro del proceso político y de la dirección del Estado como representante de los intereses de la comunidad.**.

Sin embargo, esta tendencia organizativa tiene menor impacto en la investigación vinculada al sector agropecuario donde la mayor parte de la actividad innovativa queda enmarcada en la concepción de "ciencia individualista", característica de las instituciones universitarias. Posibles explicaciones a este fenómeno son la naturaleza de dicha investigación y las corrientes predominantes de opinión en los medios académicos.

Con respecto a esto último la teoría de la innovación inducida introducida por Hicks, Fellner y otros y expandida y operacionalizada para el caso del sector agropecuario por Hayami y Ruttan propone que las economías de mercado particularmente las de los países desarrollados cuentan con un conjunto de mecanismos institucionales, esencialmente el mercado, que guían el proceso innovativo en la dirección de lograr un óptimo uso de los recursos disponibles y por lo tanto un máximo crecimiento económico. La importancia de esta propuesta radica en que implica que el concepto de la mano invisible de Adam Smith es extendible al proceso de generación tecnológica en el sentido de que el libre funcionamiento de los mercados asegura una óptima asignación de los recursos dedicados a la investigación.

La evidencia empírica utilizada por Hayami y Ruttan en apoyo de esta proposición se basa en mostrar, a partir de una comparación entre países, que en cada uno de los países analizados la utilización de tecnologías ahorradoras de mano de obra (maquinaria agrícola) y ahorradoras de tierra, (fertilizantes) y consecuentemente la productividad de dichos factores está correlacionada a la disponibilidad relativa de dichos factores de la producción.

* Terminología tomada de Jean-Jaques Salomón.

** Para una interesante discusión de este tema, aunque en otro contexto donde se critica esta concepción liberal del estado ver Galbraith.

El corolario natural de esta evidencia y de la argumentación presentada es que la planificación de la actividad innovativa es innecesaria. Sin embargo, un análisis más desagregado de la información referente a América Latina sugiere por el contrario, la ineffectividad de los mecanismos de inducción mencionados.

La primer evidencia que se puede utilizar en apoyo de esta hipótesis se refiere a los propios datos utilizados por Hayami y Ruttan. La comparación de las cifras de productividad del trabajo correspondientes a los países Latinoamericanos incluidos en el análisis-Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Paraguay, Perú y Venezuela-muestra las cifras extremas de 5.0 correspondiente al Paraguay y 12.0 para Chile*. La homogeneidad de estas dos cifras extremas contrasta fuertemente con la gran dispersión mostrada por las cifras correspondientes a India y Nueva Zelandia que son 2.1 y 141.8 respectivamente. La homogeneidad de las cifras referentes a la productividad de la tierra para para los países Americanos es también evidente si se comparan las cifras extremas para dichos países, 0.27 para México y 0.94 para Paraguay, con la correspondiente a Taiwan, que es 10.24. Esta homogeneidad en la productividad de la tierra a pesar de la considerable variabilidad en la disponibilidad relativa de este factor entre los países considerados sugiere que los mecanismos de inducción no fueron eficientes en los países Latinoamericanos.

Esta evidencia es confirmada por un análisis más desagregado de las cifras de producción y productividad de la tierra de cultivos seleccionados, las cuales muestran una notable variabilidad tanto entre países para un mismo cultivo como entre cultivos dentro de un mismo país, variabilidad que no puede ser explicada por diferencias en los recursos naturales utilizados. Ejemplos de notables diferencias en la tasa de incremento de la producción de cultivos seleccionados en distintos países son: papa en Colombia (3%) con respecto a Perú (menos de 1%); trigo en México y Brasil (más del 3%) y en Colombia (-2%), frijoles en Argentina (más del 3%) y en el Brasil (0%).

Sin embargo, el punto más importante a resaltar se refiere a la variabilidad observable con respecto a la variación de la productividad de la tierra (rendimientos por hectárea). Ejemplos interesantes de esta variabilidad son los siguientes: Colombia tuvo un alto aumento en los rendimientos del arroz y papa, siendo muy bajas para el trigo y maíz; Brasil tuvo rápidos aumentos en maíz y bajos en arroz y frijol. Por otra parte, si se analizan las tasas de crecimiento de los rendimientos de un producto en distintos países puede verse, por ejemplo, que en el caso de la papa los mismos aumentaron rápidamente en Colombia y Argentina y casi nada en Perú. En el caso del maíz aumentaron considerablemente en Brasil y Argentina pero muy poco en la región andina, incluyendo Colombia. En el caso del arroz aumentaron en Colombia más no en Brasil, etc.. Por lo menos parte de esta variabilidad se explica por la intensidad relativa en el uso de factores variables (capital y trabajo). Por ejemplo, el arroz en Colombia es producido con una alta utilización de tecnología capital intensiva mientras que el maíz no. En Brasil y México, la producción de trigo se ha extendido en base a la tecnología capital intensiva, mientras que el maíz es todavía un cultivo producido con tecnología, mano de obra intensiva; el frijol es producido en Argentina con tecnología capitalista y en

* Excluyendo Argentina. Las cifras de productividad están expresadas en términos de trabajadores masculinos en unidades de producción de trigo.

Brasil con tecnologías intensivas en mano de obra. Otros ejemplos de este tipo donde la intensidad relativa en el uso de factores de la tecnología aplicada, no guarda una relación con la disponibilidad relativa de factores con que el país cuenta, pueden mencionarse.

La considerable variabilidad indicada en las cifras mencionadas sugieren, a nuestro juicio, que los mecanismos de inducción han sido relativamente ineficientes para conducir el cambio tecnológico y dirigirlo a una meta socialmente óptima. En general, parecería que con pocas excepciones la naturaleza de la tecnología que ha prevalecido en cada situación no ha estado relacionada con la relativa escasez de la tierra o de otros factores de la producción.

Los argumentos precedentes no implican, necesariamente, que los mecanismos de inducción no existan. Ellos ciertamente existen; sin embargo, en América Latina han operado en un contexto diferente y, han tenido efectos diferentes. La ausencia de mecanismos de inducción adecuados implicaría que la definición e instrumentación de acciones explícitas que guíen el cambio tecnológico, en la dirección deseada, es una actividad socialmente necesaria*. En este sentido, el instrumentar estrategias socialmente deseables para el desarrollo tecnológico y la producción de alimentos, son temas de fundamental importancia.

C. Los componentes del Proceso Tecnológico y sus relaciones con las Políticas Estatales

El proceso tecnológico puede, de manera sintética, ser visualizado como el resultado de la interacción entre dos componentes básicos, el sistema de generación-transferencia tecnológica y el sistema productivo. El primer componente representa esencialmente el componente de oferta del proceso, mientras que el segundo se refiere principalmente al factor de demanda por los nuevos conocimientos tecnológicos. (Cuadro No. 1)

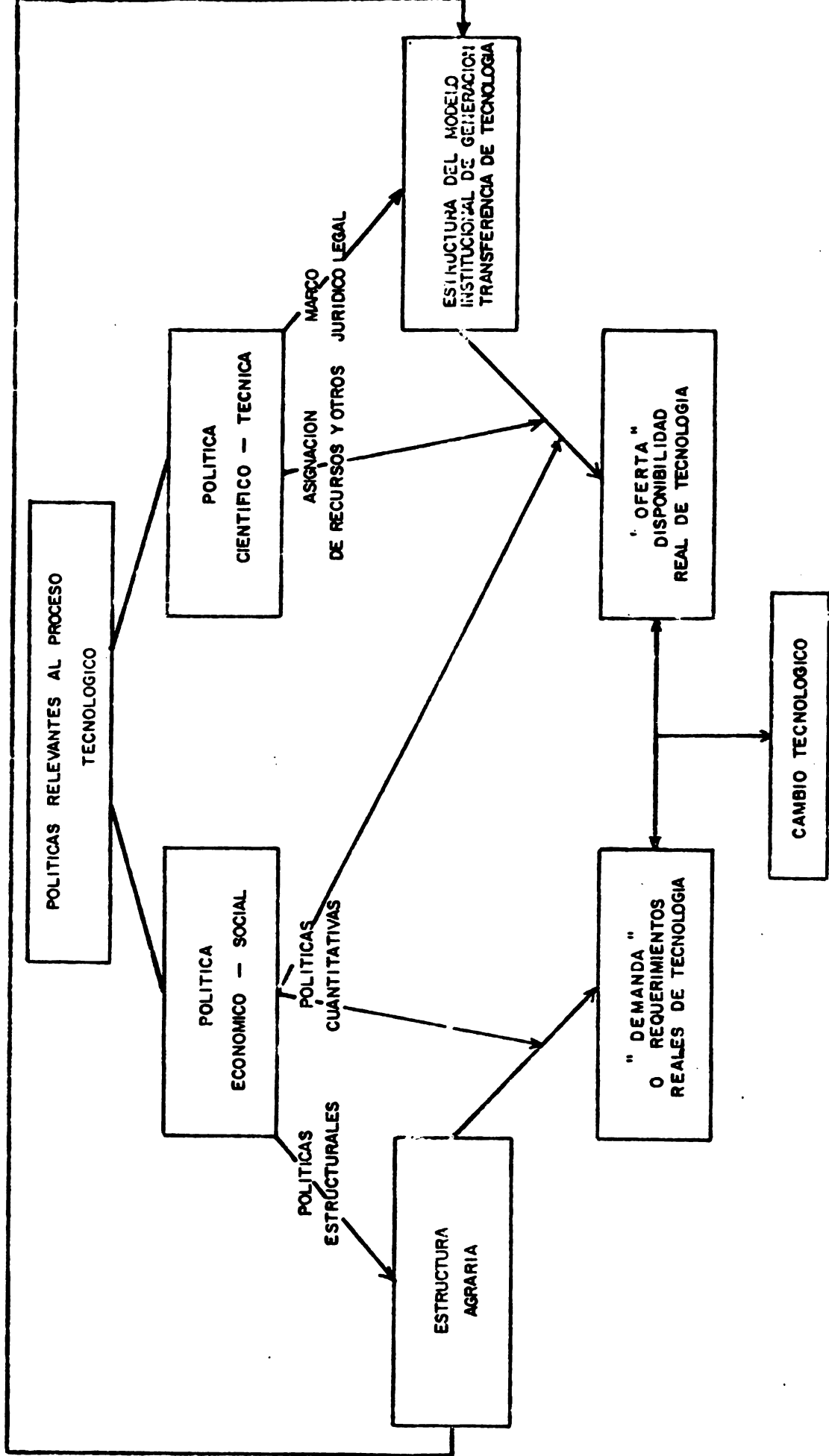
La performance del proceso, en términos de incorporación de nueva tecnología y progreso tecnológico dependerá de la naturaleza de las interrelaciones entre ambos componentes y que resultan de las características estructurales de cada sistema y de las pautas de comportamiento a través de las cuales los participantes en cada uno, tomen las decisiones referidas a las variables tecnológicas principalmente qué tecnología generar y qué tecnología incorporar al proceso productivo. Ambos aspectos están directamente influenciados por la acción del Estado vía los distintos instrumentos que componen la política tecnológica.

La estructura del sistema productivo se explicita a partir de la estructura y formas de organización de los recursos productivos (tipos de empresa) y define, desde el punto de vista tecnológico, un conjunto de requerimientos que podrían ser denominados estructurales. Estos se transforman, frente a un determinado contexto económico, en los requerimientos o "demandas" reales por

* Para una discusión de este tema ver: Piñeiro, M., Trigo, E. y Fiorentino, R., Enero 1978

GRAFICO N° 1

COMPONENTES DEL PROCESO TECNOLÓGICO Y SU RELACION CON LAS POLÍTICAS DEL ESTADO

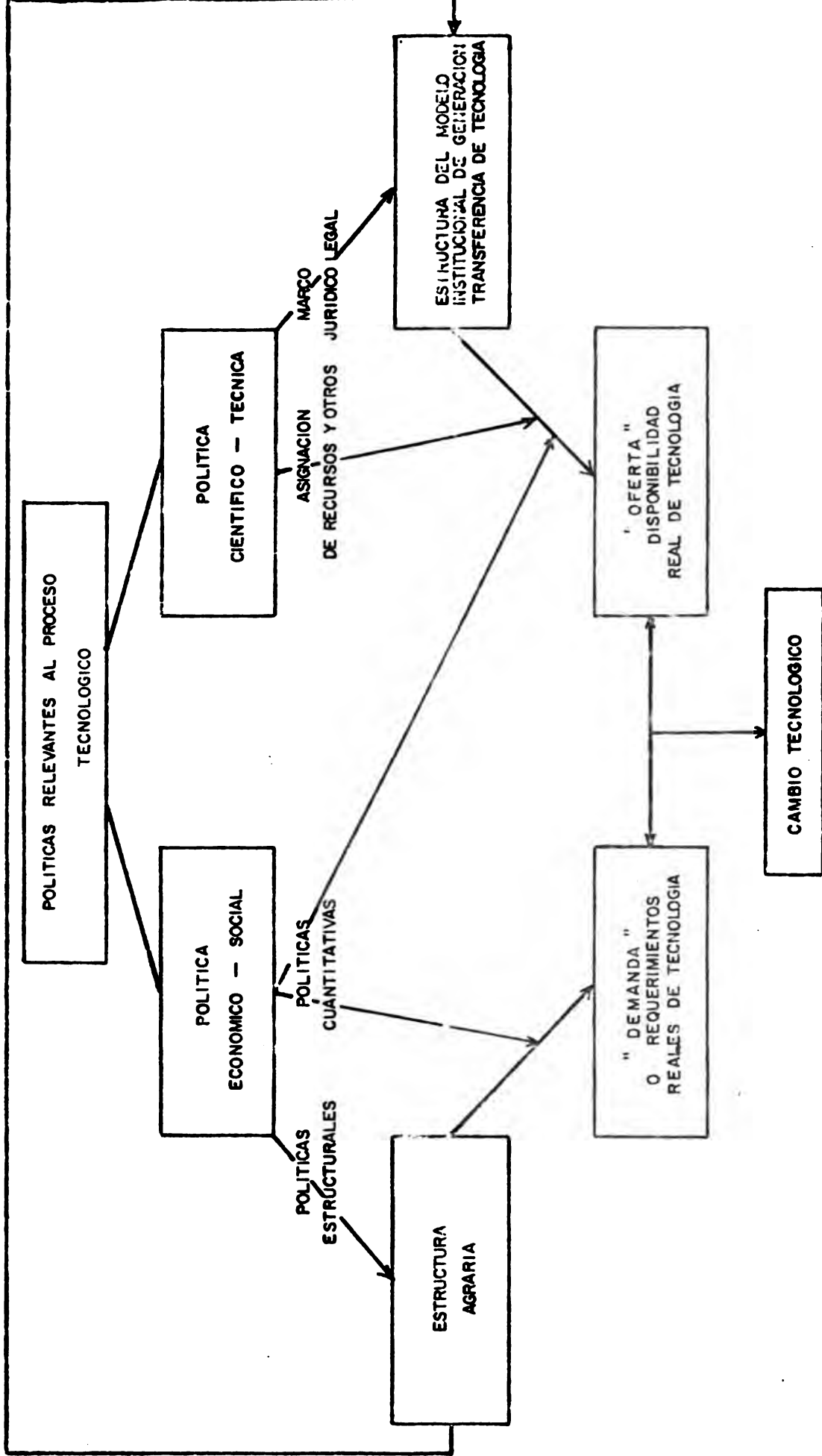


— UNION POR SEGUIMIENTO, INDICA PERTENENCIA

→ INDICA INCIDENCIA SOBRE, DETERMINACION

GRAFICO N° 1

COMPONENTES DEL PROCESO TECNOLÓGICO Y SU RELACION CON LAS POLÍTICAS DEL ESTADO



— UNIÓN POR SEGUIMIENTO, INDICA PERTENENCIA

→ INDICA INCIDENCIA SOBRE, DETERMINACIÓN

Tecnología de las unidades de producción*.

Las políticas estatales respecto del sistema productivo actúan por un lado a nivel de los aspectos estructurales, en tanto ciertas políticas pueden modificar dichas características, por ejemplo políticas de reforma agraria u organización campesina, y por otro, inciden sobre los aspectos de comportamiento a través de la modificación que las políticas económicas de tipo cuantitativo, precios, créditos, impuestos, determinan en el contexto económico dentro del cual se mueven las unidades de producción, y a partir de donde toman sus decisiones referidas a la cantidad y tipo de tecnología a incorporar al proceso productivo.

Con respecto al sistema de generación-transferencia tecnología, a través del cual se define la disponibilidad, en cuanto a cantidad y tipo de tecnología los aspectos estructurales se refieren a la naturaleza organizativa-institucional del sistema o modelo institucional a partir del cual se desarrollan las actividades de generación de nuevos conocimientos.

Estas características, que principalmente se refieren al grado y tipo de participación del Estado en las actividades de generación tecnológica y la funcionalidad de las organizaciones que el mismo crea o promueve a tal efecto, actúan como condicionantes del proceso en lo referido a la selección del contenido del cambio tecnológico deseado, es decir, la asignación de prioridades y recursos entre las distintas actividades de investigación. Ambos aspectos están sujetos de manera directa o indirecta a la naturaleza de la política científico-técnica que el Estado defina para el sector agropecuario.

El sistema institucional de generación-tecnológica puede identificarse como integrado por dos componentes básicos:

- a. El marco jurídico-legal que regula las actividades de creación de nueva tecnología; y
- b. El sistema organizacional de generación-transferencia, que es el marco organizativo funcional dentro del cual se desarrolla el proceso innovativo.

El Marco Jurídico-Legal constituye el conjunto de normas y procedimientos que regulan el rol de los distintos componentes funcionales que determinan la oferta de tecnología y sus interrelaciones. El elemento central de este marco lo compone la ubicación del proceso innovativo respecto del modelo de desarrollo que el país adopte, es decir, el grado de subordinación que los objetivos "guía" de dicho proceso tengan respecto a los objetivos globales o

* Los aspectos específicos referidos a las características estructurales del sistema de producción no serán tratadas con mayor detalle ya que, tal como se plantea en la Introducción a estas notas, el objetivo central de las mismas es el análisis de los aspectos referidos en los instrumentos de política tecnológica que actúan a nivel de la oferta. Para un tratamiento más detallado de los componentes de demanda del modelo, ver Píñero y Trigo, Abril de 1977.

estrategia de desarrollo del país. Desde un punto de vista general, este conjunto de normas y procedimientos compone la explicitación conceptual de la política científico-técnica en lo referido al marco estructural a partir del cual se desarrollan las actividades de generación de nuevos conocimientos. En este sentido, por un lado, ubica el proceso innovativo dentro del complejo de instrumentos y políticas de desarrollo que integran la estrategia global adoptadas y, por otro, especifica el rol que sus distintos componentes -a los que nos referimos con detalle más adelante- juegan como parte de la misma*.

El segundo componente del sistema institucional, el sistema organizacional de generación-transferencia, está integrado por las organizaciones responsables de la generación-difusión de tecnología agropecuaria. Estas son de cuatro tipos principales:

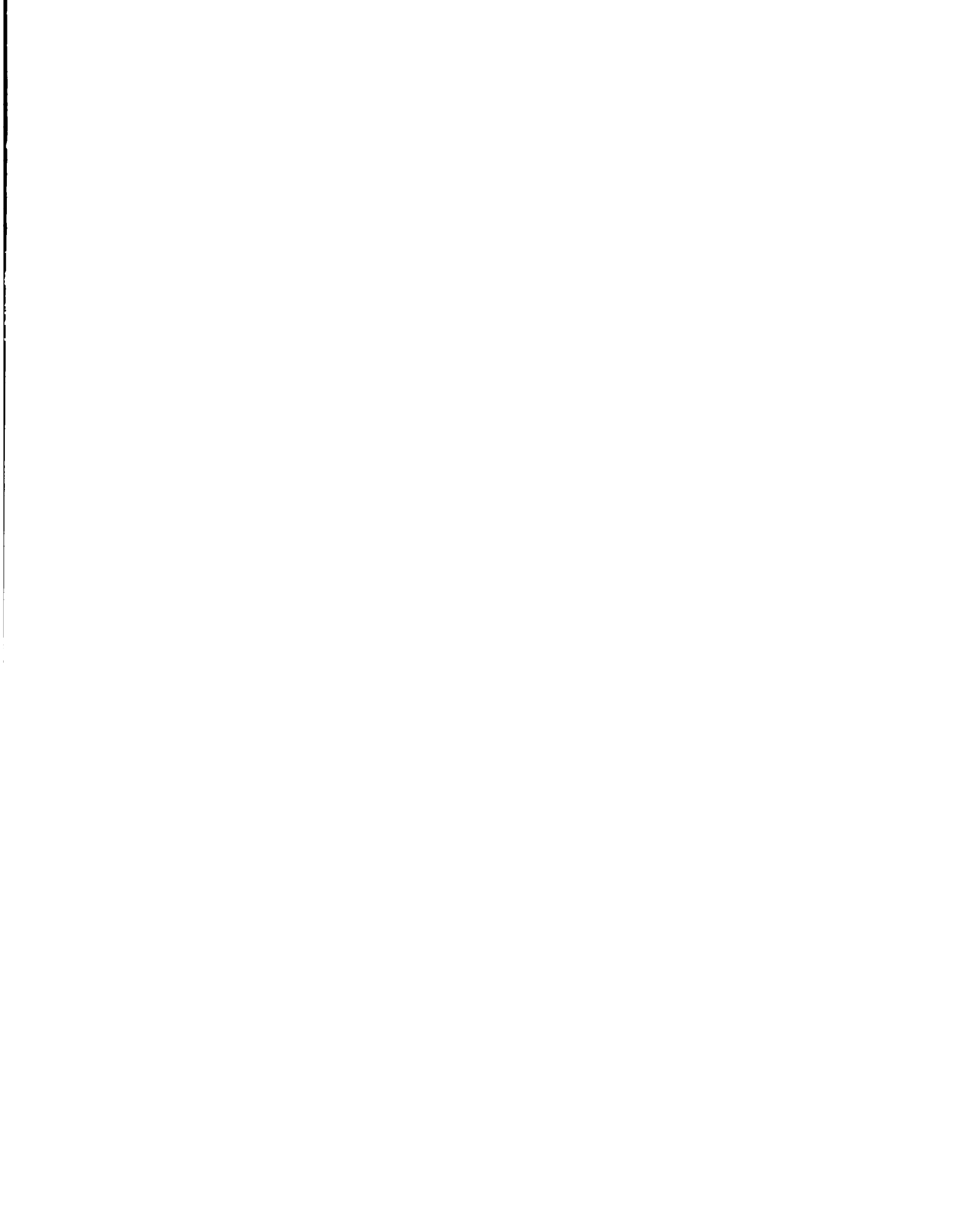
- a. Organizaciones del Estado
- b. Organizaciones para-públicas (privadas sin fines de lucro)
- c. Centros internacionales; y
- d. empresas privadas, productoras de insumos y bienes de capital

La conceptualización del esquema de interrelaciones existentes entre los distintos tipos de organizaciones, especialmente en cuanto a su relación con la oferta de tecnología, puede ser enfocada a partir de un análisis de los componentes funcionales del propio proceso innovativo. En este sentido el proceso innovativo puede ser, en términos generales, descompuesto en dos tipos de actividades, cada una de ellas con características diferenciadas en cuanto a su objeto y producto**. Estas actividades son:

- a. La investigación básica, cuyo objeto son los principios de la ciencia y su producto, nuevos conocimientos; y
- b. La investigación aplicada que incluye las actividades que normalmente se identifican como de "Investigación y Desarrollo" (I&D)

* En términos de componentes específicos del marco jurídico-legal al que estamos haciendo referencia podemos mencionar a las leyes de patentes que regulan la actividad innovativa privada, y a través de ésta la incorporación de tecnología generada externamente, las leyes constitutivas de los organismos tecnológicos de carácter público, en cuanto determinan la ubicación de éstos respecto del resto del aparato del Estado, y la legislación de planeamiento como ordenamiento de tipo global.

** Una discusión más extensa de los conceptos referentes a los componentes del proceso innovativo tratados en esta sección pueden ser encontrados en Píffero y Trigo, agosto de 1977.



y que pueden ser descompuestas a su vez en: (1) actividades orientadas a la transformación de los resultados de la investigación básica en nuevos bienes y servicios y cuyo producto toma la forma de nuevos (o mejorados) insumos y bienes de capital (I&D-1), y (2) actividades orientadas al perfeccionamiento de los procesos productivos, cuyo producto son nuevas formas de organización de dichos procesos tendientes a un mejor y más eficiente uso de los recursos dentro del marco de disponibilidad de limitaciones en que se mueve cada unidad de producción en particular (I&D-2). En este sentido la gran diversidad del medio agropecuario, tanto en términos de estructura productiva -tipos de empresa, disponibilidad y acceso a los recursos de la producción, etc.- como en términos ecológicos, determina que sea necesario el desarrollo de un conjunto de actividades de tipo adaptativo a esas condiciones antes que la innovación (nuevas semillas, fertilizantes, maquinaria, etc.) pueda considerarse como tecnología adoptable, es decir, como parte de lo que podríamos visualizar como "oferta de tecnología".

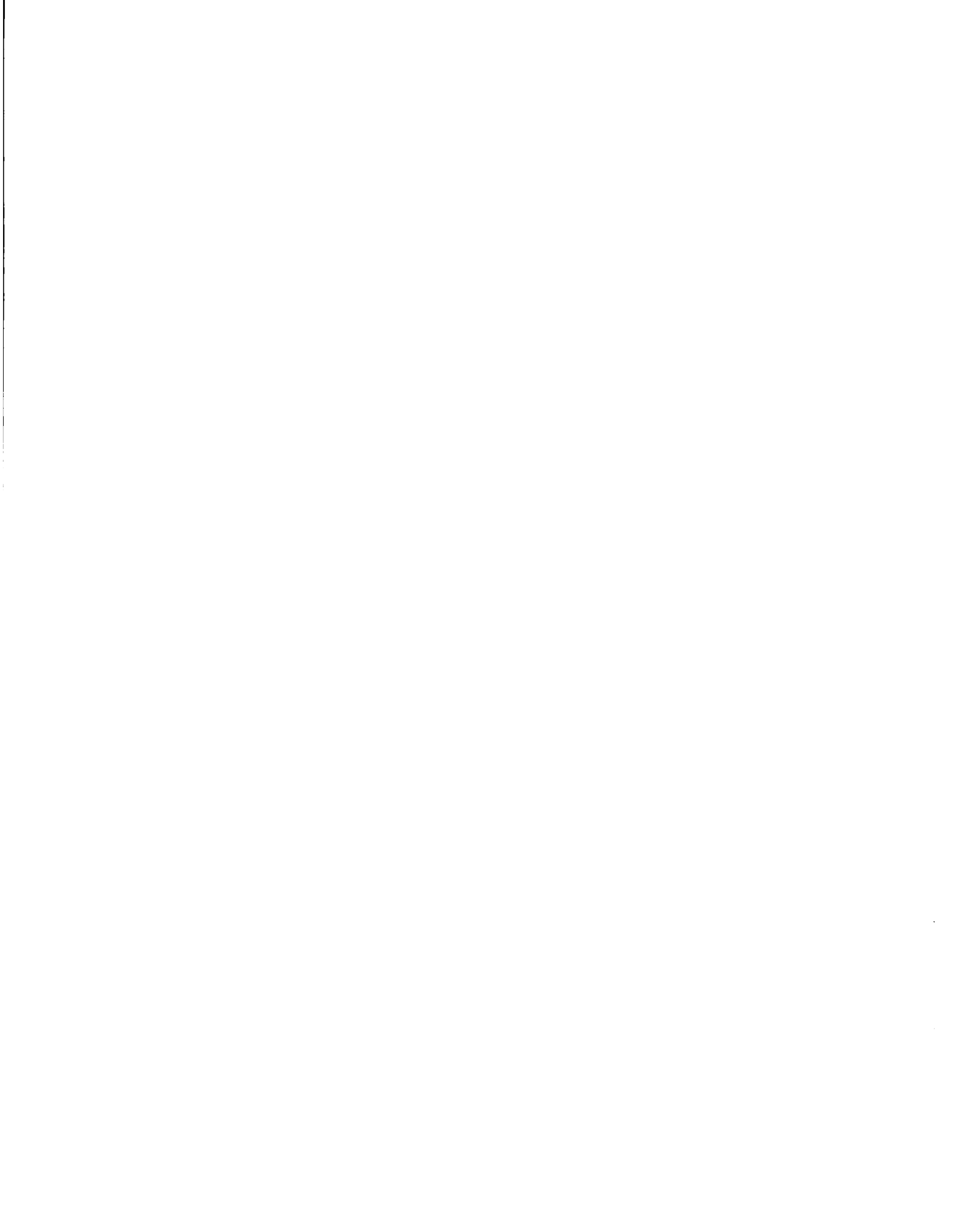
Estas actividades pueden concebirse, desde el punto de vista operativo y en referencia con la oferta de tecnología a nivel de las unidades de producción, como secuenciales y asociadas a tipos diferenciados de organizaciones tecnológicas.

La secuencialidad del proceso se da básicamente a través de las interrelaciones existentes entre las actividades de I&D y las de investigación básicas.

Los resultados de la investigación básica determinan lo que podríamos llamar un techo para las actividades de investigación aplicada las que reciben esos resultados como insumos y las transforman en conocimientos de utilización directa dentro de los procesos productivos. En un sentido secuencial puede visualizarse a los nuevos conocimientos resultantes de la investigación básica actuando como impulsos iniciales a partir de los cuales la investigación aplicada va generando innovaciones tecnológicas. Este proceso progresa hasta un cierto punto en que al acercarse a la "frontera del conocimiento", los costos marginales de desarrollar una nueva innovación son mayores que los beneficios potenciales de la misma; en este estudio, nuevos conocimientos básicos son necesarios para regenerar el ciclo. Así visualizado el proceso innovativo presenta discontinuidades, siendo el ritmo de generación de nuevos conocimientos básicos el origen de las mismas*.

La especificidad organizacional está determinada por algunas características propias del proceso de generación de nuevos conocimientos y del propio sector agropecuario e implica una cierta asociación entre la naturaleza institucional de las organizaciones tecnológicas y el tipo de actividad que cada organización desarrolla. En términos generales las actividades del (I&D-1)

* Ver Arndt, Darlymple y Ruttan.



podrían asignarse a los organismos de carácter privado mientras las de investigación básica y las de I&D-2 son asumidas básicamente por los organismos de carácter público. Esto esquematiza relaciones de tipo general pero de ninguna manera absoluta. Por una parte no es raro que en las actividades de I&D-1 también participen, especialmente a nivel del desarrollo inicial de nuevas variedades, los organismos públicos o cuasi públicos (organizaciones de productores, etc.) y por otra, estas actividades constituyen el punto central de atención de los Centros Internacionales de Investigación Agropecuaria, los que de ninguna manera pueden ser asimilados a la empresa privada productora de insumos y bienes de capital. Lo que interesa resaltar es que dadas ciertas características propias del proceso de generación de nuevos conocimientos y de la organización del sector agropecuario, existen asociaciones naturales entre el tipo de organización y la naturaleza de la participación de las mismas dentro del proceso tecnológico. En base a esta conceptualización la oferta de tecnología puede, desde el punto de vista organizativo-funcional, visualizarse de acuerdo al esquema presentado en el Gráfico No. 2.

Habiendo discutido las interrelaciones entre los distintos componentes del proceso tecnológico y las políticas del Estado respecto del mismo, en la sección siguiente, profundizaremos sobre los instrumentos específicos que forman la política tecnológica en sus dos componentes, la política científico-técnica y la política económica.

D. La Política Tecnológica

Tal como se ha mencionado en la sección anterior, la política tecnológica está integrada por dos grupos de instrumentos marcadamente diferenciados, tanto por su naturaleza intrínseca como por su grado de especificidad respecto al proceso tecnológico.

El primer grupo de instrumentos que hemos denominado Política Científico-Técnica, incluye aquellos instrumentos dirigidos específicamente al proceso tecnológico en general, y particularmente a la oferta de tecnología, a través de su impacto sobre la organización institucional del sistema de generación-transferencia y el proceso de selección del contenido de la investigación. El segundo grupo se refiere a un conjunto de instrumentos de carácter más general, que integran la política económico-social y que por su propia naturaleza tienen efectos que trascienden al fenómeno tecnológico. Estos instrumentos afectan el proceso tecnológico de manera indirecta principalmente a través de su incidencia sobre la definición de la demanda real por tecnología.

Dado que este trabajo está dirigido al análisis de las políticas del Estado que afectan el proceso de generación-transferencia de tecnología, en esta sección nos concentraremos en el desarrollo de los instrumentos incluidos en el primer grupo, comenzando por una discusión general de algunos de los aspectos particulares del sector agropecuario que afectan la conformación y manejo de la política científico-técnica por parte del Estado.

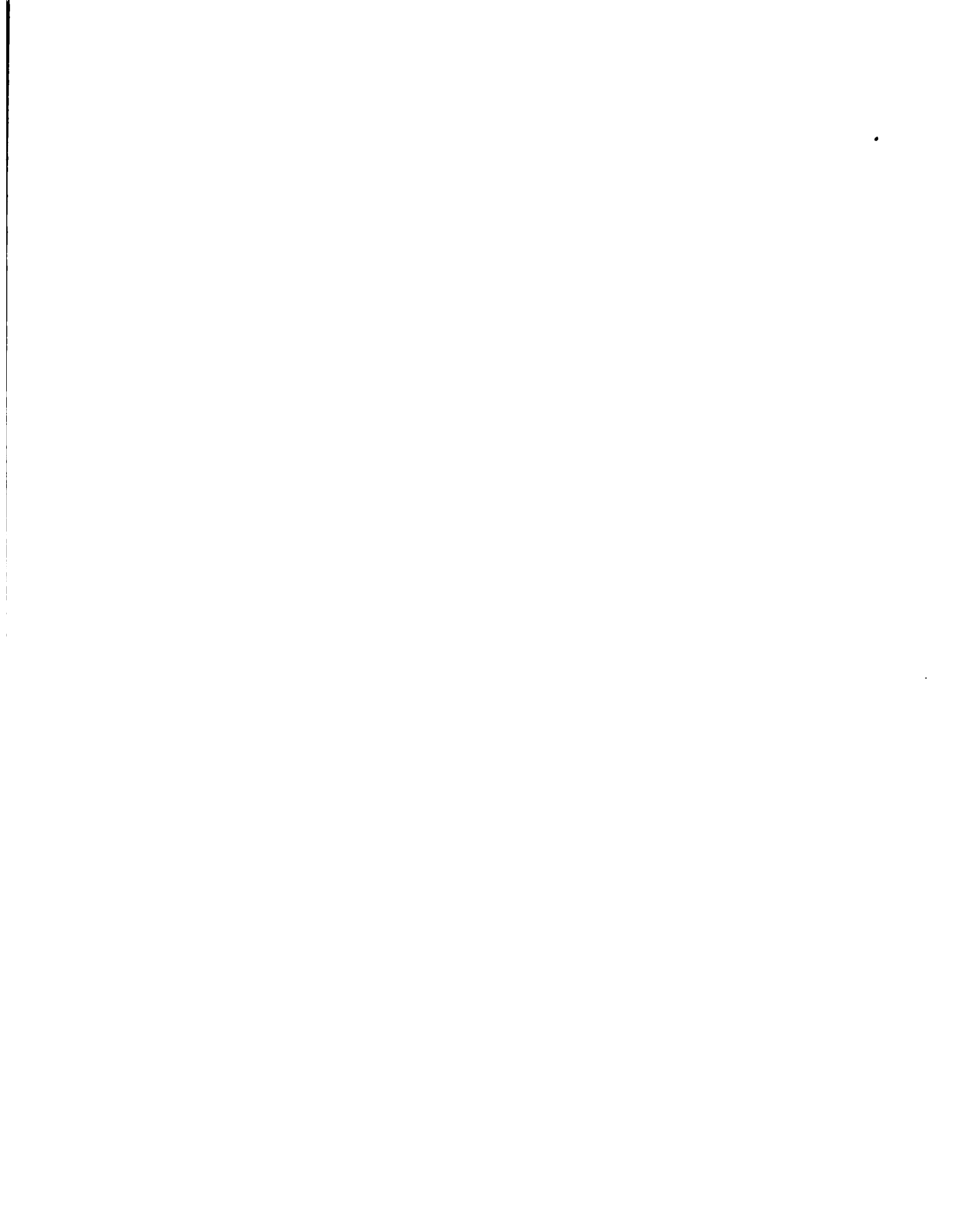
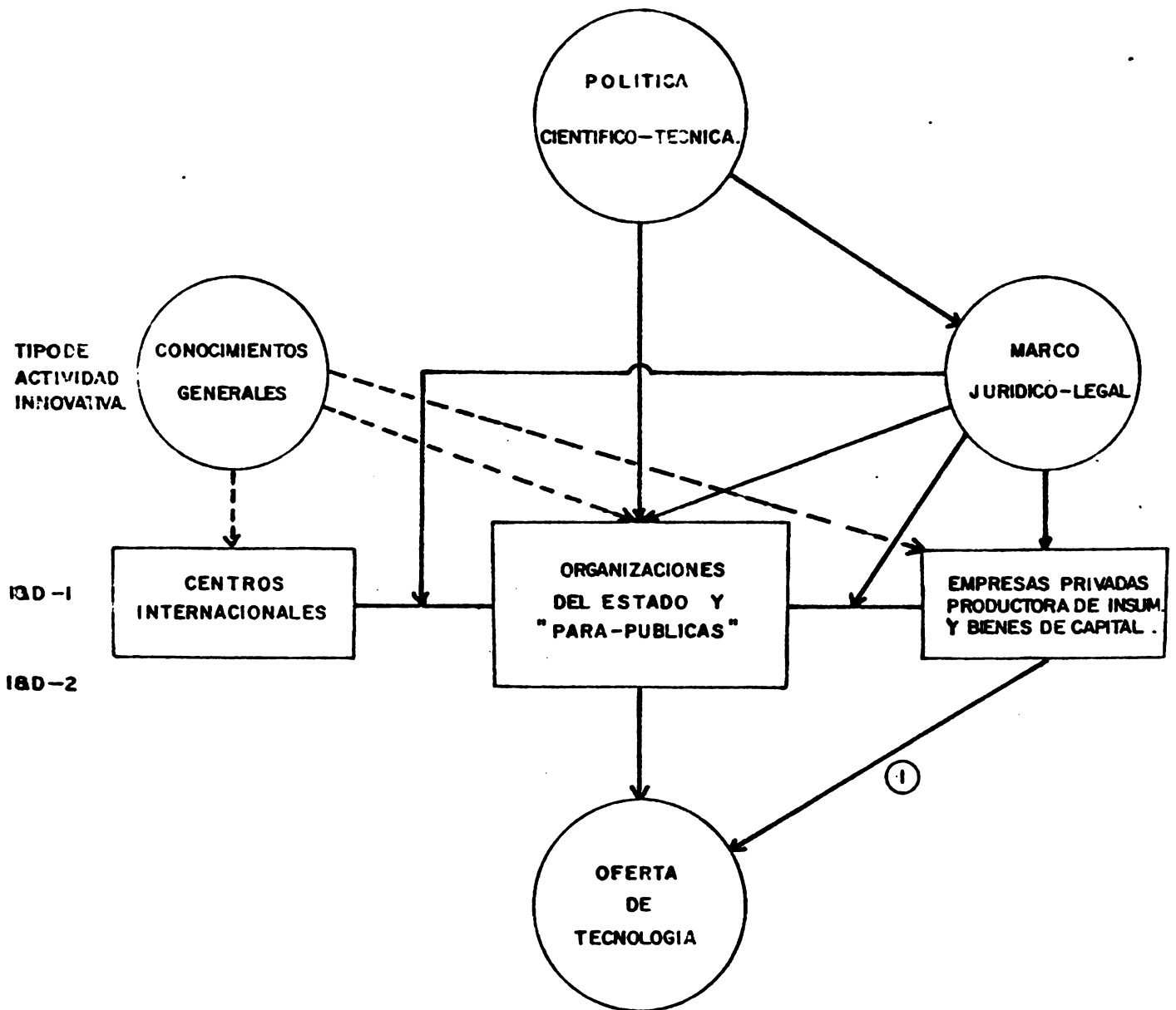
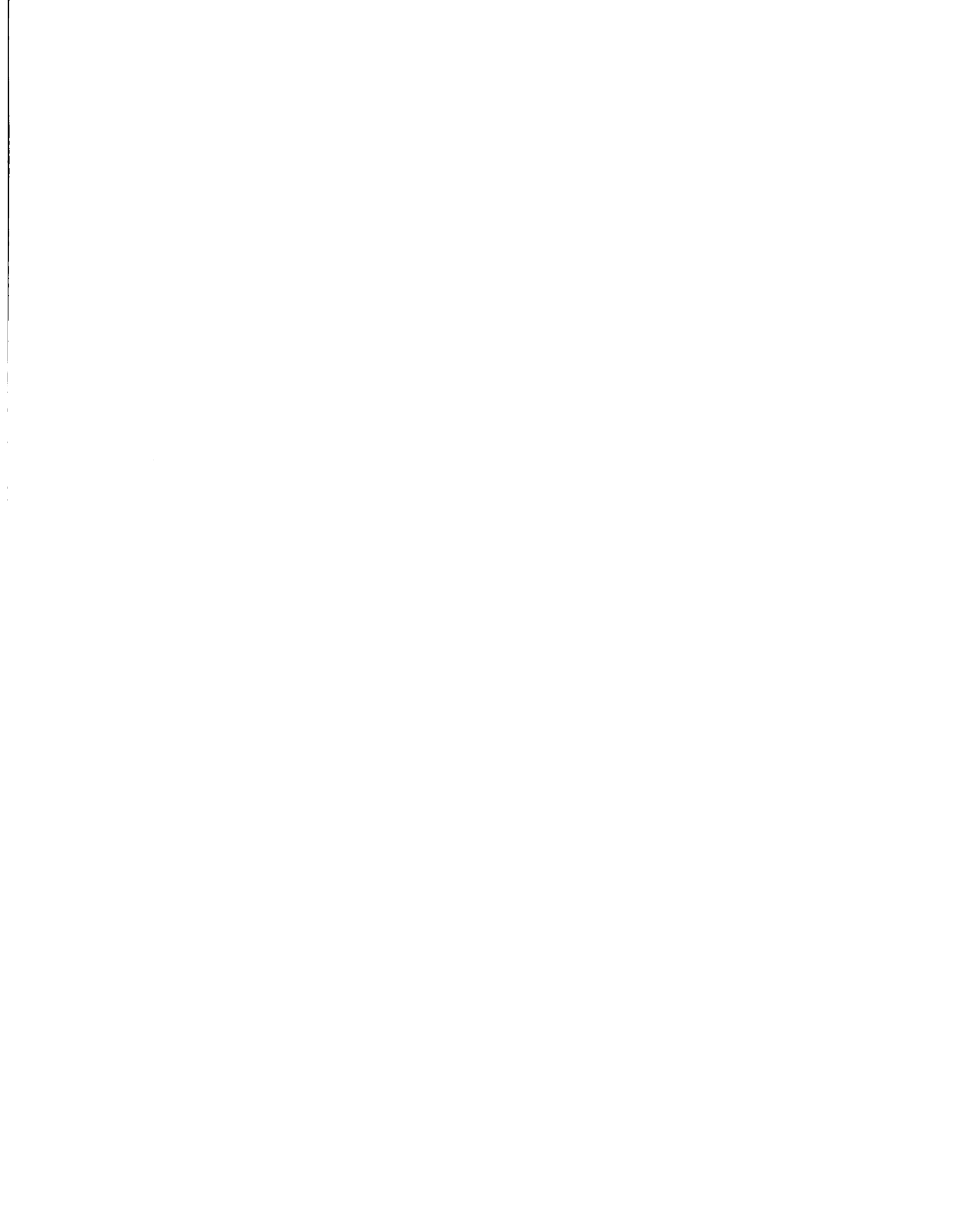


GRAFICO Nº 2

OFERTA DE TECNOLOGIA: ESQUEMA ORGANIZATIVO FUNCIONAL



1 - EL EFECTO DIRECTO SE PLANTEA A NIVEL DE AQUELLAS SITUACIONES EN LAS QUE -
LOS DESARROLLOS ADAPTATIVOS O NO SON NECESARIOS O PUEDEN SER ENCARADOS DI-
RECTAMENTE A NIVEL DE UNIDAD DE PRODUCCION.



1. Elementos Estructurales que condicionan la efectividad de la Política Científico-Técnica en la definición de la oferta de Tecnología

Si bien el Estado dispone de un conjunto de instrumentos que le permiten influir sobre las características del modelo organizacional de generación-transferencia de tecnología, esta capacidad reconoce ciertos límites. Estos se originan en un conjunto de características propias del proceso de generación de nuevos conocimientos y de la organización industrial del sector agropecuario, las cuales, por una parte, limitan las alternativas de organización institucional, definiendo por ejemplo la necesidad de un cierto grado de participación estatal en el desarrollo de la actividad innovativa, y por otra, imponen desde el punto de vista de la efectividad del sistema un conjunto de restricciones en lo referido a los componentes organizativo-funcionales del proceso. En los párrafos siguientes discutimos con algún detalle estos aspectos y sus relaciones con los instrumentos de la política científico-técnica.

- a. Atributos del Producto de la Investigación Agropecuaria. En términos generales la nueva información o conocimientos, producto de la investigación, puede concebirse como un "bien público", es decir, como un bien disponible sin diferenciación para todos aquellos que deseen utilizarlo, siendo difícil la apropiación de los beneficios sociales de su producción y consumo por parte de quienes los producen.

Estas características están presentes en el caso de la investigación agropecuaria determinando así la necesidad de la participación del Estado en la generación de nuevos conocimientos. La imposibilidad de apropiar beneficios en forma privada reduce el interés de las firmas privadas en generar este tipo de "bienes". Sin embargo, esto que puede considerarse como cierto en términos generales y es ampliamente aceptado en la literatura sobre investigación agropecuaria, debe ser sujeto a cierta calificación, particularmente en referencia a algunos tipos de investigación aplicada. En el caso de las actividades de I&D-1, que tienen como producto nuevos conocimientos incorporados en insumos y bienes de capital utilizables en el proceso productivo, los beneficios potenciales de las mismas pueden, de existir los arreglos institucionales adecuados, ser apropiados por parte de quienes generen dichos nuevos conocimientos. En este sentido, en su desarrollo existirá, y de hecho existe, actividad privada, siendo mayor su incidencia cuanto mayor sea la protección que el marco institucional -leyes de patente, etc.- conceda al inventor. En cambio, en la investigación básica o en las de I&D-2 la propia naturaleza de los conocimientos generados hacen prácticamente imposible esta protección.

En la realidad en muchos casos los arreglos institucionales son suficientes para otorgar una protección adecuada al inventor aún en el caso de las actividades de I&D-1. Por lo tanto, las mismas

deben ser asumidas por el Estado o por organizaciones privadas sin fines de lucro*.

- b. Características de la Función de Producción de Nuevos Conocimientos. Dos características de la función de producción de nuevos conocimientos condicionan de manera significativa la naturaleza organizativa del proceso innovativo en el sector agropecuario. Estas son: (a) la naturaleza de los recursos utilizados por el proceso de generación de nuevos conocimientos y (b) el carácter estocástico del mismo en cuanto a la obtención de nuevos conocimientos a partir de actividades de investigación**.

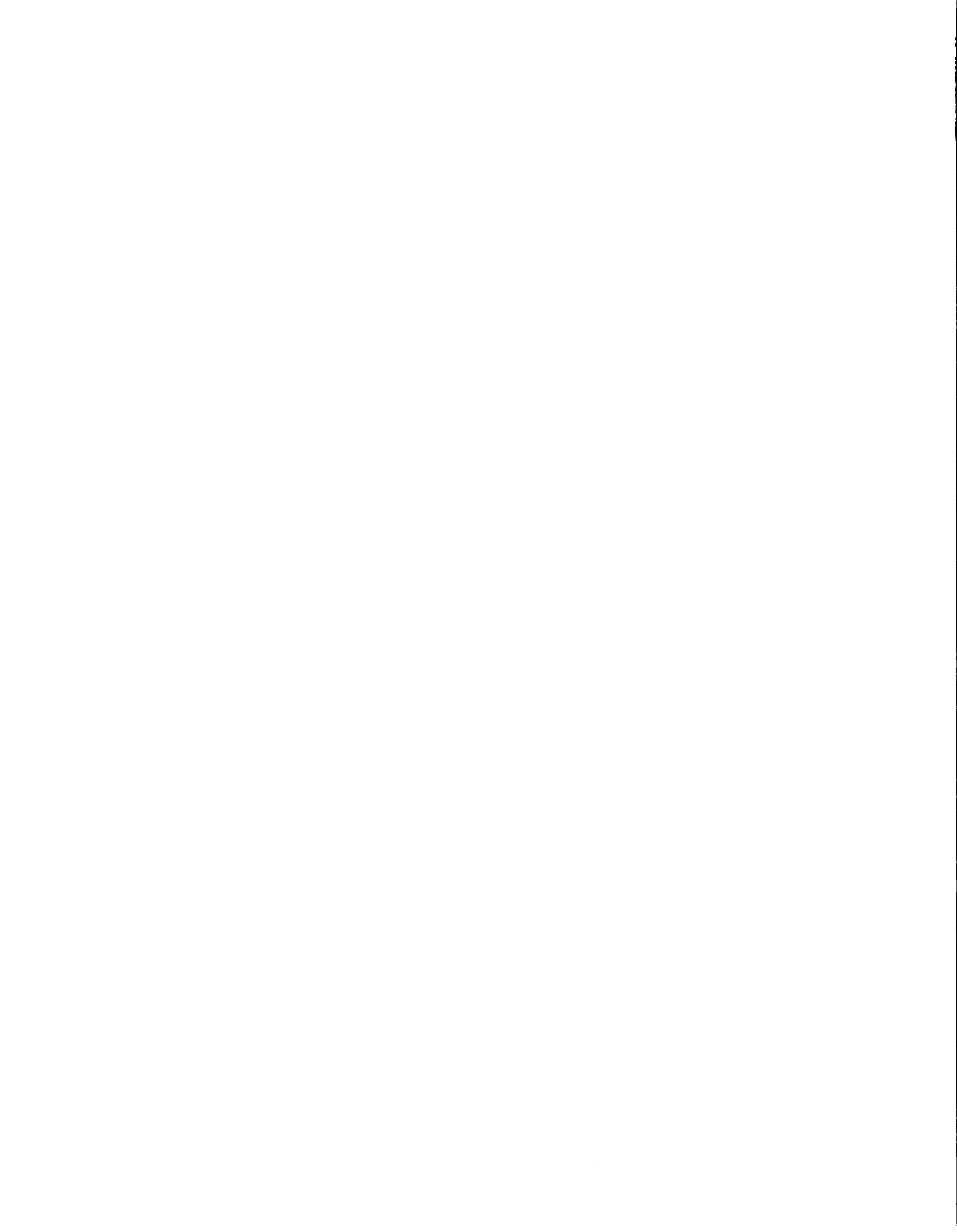
El proceso de investigación requiere de la utilización de recursos escasos de los cuales el capital humano, en la forma de personal de investigación capacitado, puede identificarse como el factor crítico limitante***. En este sentido las posibilidades de generación de nuevos conocimientos tecnológicos en cualquier momento del tiempo se encuentran condicionados por el nivel del Stock acumulado de personal científico capacitado. Este, a su vez, es altamente dependiente de la capacidad de la infraestructura de capacitación, particularmente a nivel de post-grado, y de la política estatal en la materia.

Por otra parte, el hecho de que los recursos humanos de investigación constituyen el principal insumo a la producción de nuevos conocimientos, afecta de manera significativa la forma de la función de producción -en cuanto a la existencia de economías de escala- y a través de ésta las características organizativas del proceso innovativo***. En primer lugar la infraestructura física, edificio, equipos, etc., pueden ser mejor utilizados una vez alcanzada cierta masa crítica de investigadores. En segundo lugar, la interacción entre investigadores, tanto de la misma como de diferentes disciplinas, posibilita una más efectiva discusión de ideas y el aprovechamiento de los avances en los restantes campos

* La insuficiencia de protección puede deberse no sólo a imperfecciones del arreglo institucional sino también derivarse de que por la propia naturaleza de la materia investigada, las posibilidades de un nivel de protección efectiva adecuada son muy bajas. Por ejemplo, en el caso de las especies de polinización cerrada, la posibilidad de su reproducción casi continua hace de que quien los origine no pueda recibir protección efectiva sino para su primer período de comercialización.

** Ver Hayamin y Yamada, y T.W. Schultz. (1971)

*** Ver R.E. Evenson, y T.W. Schultz, 1964



dentro de las actividades de cada campo en particular. Por este motivo, núcleos de investigación eficientes requieren de ciertos niveles mínimos de integración vertical y horizontal*.

Desde el punto de vista de la inversión privada, estas características de la función de producción de nuevos conocimientos determinan por un lado, un alto grado de riesgo en este tipo de actividades y por otro, dado los intereses restringidos de la misma -definidos en términos de los mercados en que operan-, dificultades en alcanzar los niveles mínimos de masa crítica de investigación para obtener las economías de escala mencionadas.

- c. La Organización Industrial del Sector Agropecuario: El interés en el desarrollo de actividades de investigación por parte de los distintos sectores productivos -privados y Estado- dependerá, aparte de los aspectos discutidos en los párrafos anteriores, de la capacidad de apropiación por parte de los distintos grupos, de los beneficios económicos resultantes del uso de los nuevos conocimientos como insumos del proceso productivo.

Esta capacidad está básicamente determinada por la magnitud del excedente del sector productor, la cual depende de: (a) la organización de la industria que utiliza los nuevos conocimientos como insumos, y (b) la elasticidad de la demanda por el producto de dicha industria**.

Cuanto mayor sea la elasticidad de la demanda del producto final, mayor será la apropiación de los beneficios generados por parte del sector productor usuario de la nueva tecnología. Por lo tanto, en estas condiciones, el sector productor estará fuertemente interesado en el desarrollo de nueva tecnología sin importar demasiado las características particulares (tipo de tecnología) que la misma tenga.

Sin embargo, y a pesar de este interés, el sector productivo estará tanto más interesado en privatizar la generación de tecnología cuanto más fuertemente oligopólica sea la estructura de la oferta, ya que bajo condiciones de atomización de la misma, será virtualmente imposible estructurar mecanismos institucionales que permitan socializar los costos de la investigación.

Bajo condiciones de demanda parcialmente inelástica, los beneficios de la incorporación de nueva tecnología se repartirán entre consumidores y productores en proporciones que también dependerán del tipo de tecnología generada, y de las posibilidades de

* Ver R.E. Evenson; y T. W. Schultz, (1964)

** El Anexo de este trabajo trata, en detalle, este aspecto.

regular la producción por parte del sector productor. En este sentido cuanto mayor sea la concentración del sector productor, mayor será el interés y las posibilidades de que el mismo asuma las tareas de investigación, a fin de controlar la intensidad y el contenido del proceso innovativo.

Estas características del proceso innovativo, más el hecho de que una buena parte de la producción agropecuaria se da a partir de un gran número de empresas pequeñas con poco grado de organización, determina la necesidad de que el Estado asuma un rol de importancia en el proceso de generación-tecnológica.

La importancia del Estado en el proceso tecnológico determina que la naturaleza del mismo en el sector agropecuario dependa, además de las condiciones económicas imperantes y de las características estructurales del sector, de la configuración organizativo-funcional que el Estado adopte para el desarrollo de las actividades de generación-transferencia, las cuales estarán básicamente determinadas por las definiciones de política científico-técnica que se adopten*. La naturaleza y elementos centrales de la política científico-técnica son el objeto de la sección siguiente.

2. Los Instrumentos de la Política Científico-Técnica.

En el apartado previo hemos desarrollado un conjunto de argumentos referidos a los factores que afectan la organización institucional del proceso de generación de nuevos conocimientos, en general y en lo referido al sector agropecuario, en particular. De lo planteado, surge que en el caso del sector agropecuario ciertos aspectos de su organización y algunas características genéricas del proceso de generación de nuevos conocimientos, determinan que el Estado deba asumir un papel activo dentro del mismo. Esta participación se da tanto en forma directa como a través de la creación de las condiciones necesarias, para la participación del sector privado en la generación de nueva tecnología. En este sentido, y teniendo en cuenta ciertas características de la tecnología, particularmente la no-neutralidad de la misma, la naturaleza de la oferta, en cuanto a cantidad y tipo de tecnología, dependerá del grado de participación e independencia relativa, en la selección de las prioridades de investigación, que cada componente del sistema institucional tenga. Este dependerá de un conjunto de aspectos que podríamos llamar "naturales", a partir de los cuales se define la política científico-técnica. En

* El hecho de que en el sector agropecuario las actividades de investigación se desarrollen fuera de la unidad de producción, es decir, fuera de la unidad usuaria de la tecnología, determina que sea necesario el desarrollo de una infraestructura de comunicación entre el aparato de generación, de manera de que los nuevos conocimientos tecnológicos puedan ser difundidos a nivel de los usuarios potenciales de los mismos. (Pineiro y Trigo, agosto 1977)

los párrafos siguientes nos concentraremos en la discusión de cuáles son los componentes específicos de dicha política, particularmente de los que hacen a la definición institucional del marco -estructura organizativo-funcional- a partir del cual se desarrollan las actividades que componen el proceso innovativo.

En términos de instrumentos específicamente referidos a la naturaleza del sistema institucional de generación de conocimientos tecnológicos los mismos pueden ser agrupados en dos grandes categorías: (a) aquellos que afectan la estructura y organización institucional; (b) aquellos que afectan la capacidad operativa del sistema.

- a. Instrumentos que afectan la Estructura y Organización Institucional del Sistema de Generación-Transferencia de Tecnología. Dentro de este grupo se incluyen, por un lado, aquellos instrumentos que operan a nivel de la definición del grado de participación de cada sector -público y privado- en el proceso de generación de tecnología, y por otro, aquellos que hacen a la naturaleza de la organización que el Estado adopta para el desarrollo de las actividades que decida asumir.

El primer sub-conjunto de instrumentos trata básicamente de los aspectos referidos a los atributos del producto de la investigación (su carácter de "bien público"), de la naturaleza estocástica y de la función de producción de nuevos conocimientos y la estructura de organización industrial. Estos aspectos, tal como planteamos arriba, afectan el interés y posibilidades del desarrollo de ciertas actividades de investigación por parte del sector privado. Los instrumentos están entonces definidos en función de la modificación de estas condiciones; como manera de interesar o desincentivar el interés privado que en base a las mismas pudiera existir. En términos de instrumentos específicos se pueden mencionar:

1. Orientados a modificar el carácter de "bien público" de los resultados de la investigación: leyes de Patentes y de propiedad intelectual.
2. Orientados a modificar el carácter estocástico de la función de producción de nuevos conocimientos: esquemas de subsidio a las actividades de investigación y políticas de incorporación de nueva tecnología generada externamente.
3. Orientados a modificar las características de la organización industrial del sector agropecuario o a limitar la incidencia de las mismas; políticas de control de precios, políticas impositivas, políticas antimonopolio.

En base a la utilización de estos instrumentos, el Estado definirá de manera indirecta la necesidad de su participación directa en el proceso de generación de nuevos conocimientos.

El segundo subconjunto de instrumentos de política incluye aquellos que afectan la organización que el Estado adopte para la generación tecnológica.

Dicha organización institucional determinará por un lado, la posibilidad de un desarrollo eficiente de la actividad innovativa y por otro la posibilidad de la utilización de la tecnología como variable manejable dentro de la estrategia de desarrollo que se adopte.

Respecto de la forma organizativa, es necesario destacar que las características estructurales del sector agropecuario de cada caso, en particular, y algunos de los aspectos propios del proceso de generación de nuevos conocimientos, tales como las posibilidades de economías de escala derivadas de la integración de actividades de distintos niveles y la interacción entre los investigadores, determinarán para distintas formas organizativas distintos grados de eficiencia potencial.

En este sentido ambos factores tienen efectos contrapuestos. Las características del sector agropecuario, principalmente en sus aspectos de diferencias regionales y la existencia de distintos tipos de productores con características y requerimientos tecnológicos altamente diferenciados, demandaría organizaciones con altos grados de descentralización y especificidad en sus actividades. En cambio, las posibilidades de economías de escala demandan centralización para su efectivización.

Por otra parte, independientemente de cual sea la estructura organizativo-funcional que se adopte, la ubicación de los organismos tecnológicos dentro del cuadro institucional del sector agropecuario determinará el grado de dependencia que los mismos tengan, en sus decisiones operativas, respecto del resto del aparato público y de las políticas globales del Estado. Esto determinará la posibilidad de la utilización de la variable tecnológica como variable "activa" dentro del paquete de políticas sectoriales.

En base a estas consideraciones los instrumentos específicos que, a este respecto, se pueden mencionar son:

- Leyes constitutivas y asignación de funciones a los organismos tecnológicos.

- Organigrama del aparato público agropecuario.

b. Instrumentos que afectan la Capacidad Operativa del Sistema de Generación-Transferencia de Tecnología. La generación de nuevos conocimientos utiliza, como ya vimos en la sección anterior, a los recursos humanos de investigación y los recursos financieros como los principales insumos del proceso. La capacidad de generación dependerá del nivel de ambos tipos de recursos con que cuenta el sistema. Sin embargo, dadas las características del propio proceso, el nivel y capacidad de los recursos humanos actuará como principal factor limitante de la capacidad de producción del mismo. Esto no significa, de manera alguna, desconocer ni disminuir la importancia de los recursos financieros, pero si a plantear el carácter de condición necesaria que un adecuado nivel de recursos humanos, tanto en términos de cantidad como de nivel

de capacitación y estabilidad en el tiempo, tiene para la efectividad del proceso en su conjunto.

Dentro de este marco los instrumentos respecto de la capacidad de generación del sistema pueden agruparse, en:

1. La política de recursos humanos de investigación, incluyendo las políticas de educación y capacitación a los distintos niveles (primario, secundario, universitario y post-grado), la política de becas, las políticas respecto del uso de personal extranjero, migración y repatriación de personal nacional, la política de promoción del personal científico y las políticas salariales.

2. Las políticas de asignación de recursos públicos a la investigación, incluyendo la asignación de recursos intersectorial y específica dentro del sector agropecuario.

3. Las políticas estatales que afectan la asignación de recursos privados a la investigación, incluyendo las políticas de subsidios, reglamentación de constitución de fundaciones y grupos privados de investigación.

4. Las políticas de captación de recursos externos a ser dedicados a la investigación.

Finalmente, un último aspecto vinculado a la capacidad de generación del sistema se refiere a las relaciones entre el aparato de generación de nuevo conocimiento a nivel nacional y sus equivalentes a nivel internacional, organismos nacionales y privados de otros países y centros internacionales de investigación agropecuaria. De la misma manera que planteamos la existencia de economías de escala a partir de la interacción de las actividades de investigación en distintas ramas y entre investigadores, a nivel del sistema institucional en su conjunto, el mantenimiento de relaciones con organismos de otros países o internacionales dedicados a actividades de investigación afectará la capacidad de generación del mismo, ya sea a través de la posibilidad de profundizaciones en determinados temas a partir de nuevos conocimientos generados externamente, o bien, vía la incorporación directa de ciertos tipos de conocimientos. En este sentido y a nivel de instrumentos específicos se pueden mencionar la política de intercambio científico, la política respecto de proyectos de investigación bilaterales o multilaterales y las políticas globales de participación del aparato nacional de investigación dentro de la comunidad internacional.

El conjunto de instrumentos a que nos hemos referido en los párrafos anteriores representa, aunque de manera no taxativa, el conjunto de alternativas de que el Estado dispone para "modelizar" la organización institucional de las actividades de generación de nuevos conocimientos y afectar, a través de la misma, el comportamiento de dicho proceso. Sin embargo, es necesario resaltar que si bien cada instrumento apunta a un aspecto que es susceptible de modificación a través de decisiones de política, este proceso no puede concebirse como carente de límites. Cada instrumento está orientado hacia alguno de los aspectos que en la sección anterior identificamos como determinantes "naturales" de la organización institucional de la actividad innovativa. Estos

aspectos pueden considerarse como modificables, sin embargo, cada uno presenta un nivel diferente de posibilidades de modificación y, por lo tanto, los instrumentos asociados a cada uno tienen diferentes grados de efectividad en lo que respecta a su utilidad para la instrumentación de la política global.

En este sentido, las leyes de patentes y de propiedad intelectual si bien constituyen un instrumento de alta especificidad, dadas las características de una proporción importante de los nuevos conocimientos tecnológicos útiles al proceso agropecuario -particularmente las tecnologías agronómicas-, los que son de difícil si no imposible protección, tienen un bajo grado de efectividad. Prácticas tales como rotación de cultivos, distancias y densidades de siembra, etc. son muy fácilmente copiables, y por lo tanto el desarrollo de esquemas para proteger a quien las desarrolla implica esfuerzos altamente costosos y en cualquier caso de dudosa efectividad.

El manejo de subsidios como mecanismo para disminuir los riesgos implícitos en las inversiones privadas en investigación, puede considerarse como un mecanismo efectivo en términos de incentivar el interés del sector privado. Sin embargo, presenta limitaciones en cuanto a la posibilidad de influir significativamente en la selección de las prioridades para dichas inversiones. Estas limitaciones no pueden considerarse como absolutas, ya que las mismas pueden ser evitadas a través de la instrumentación de sistemas de concesión de subsidios de carácter específico, es decir, para ciertos tipos de proyectos solamente. Esta alternativa presenta el problema de la necesidad de contar con el aparato necesario para la evaluación de cada proyecto en particular, lo que genera altos costos y dificultades operativas de cierta magnitud.

Las políticas orientadas a la modificación de las características de la organización industrial del sector, presentan también problemas en su instrumentación. La efectividad de las mismas en términos de objetivos de política científico-técnica no puede ser analizada en términos genéricos ya que las posibilidades de alterar el comportamiento monopolístico de una industria dependen en gran medida de las condiciones y características particulares dentro de las cuales la misma desarrolla sus actividades. Sin embargo, en términos generales, puede decirse que este conjunto de instrumentos apunta a aspectos que sobrepasan el ámbito de la política científico-técnica y hacen al comportamiento productivo global del sector, siendo por lo tanto difícil su manejo en términos circunscritos a la política científico-técnica exclusivamente.

Los restantes instrumentos mencionados, aquellos que hacen a la naturaleza y tipo de organización que el Estado adopta para el desarrollo de la actividad innovativa y las orientadas a la determinación de la capacidad operativa del sistema de generación de tecnología, son esencialmente instrumentos de recurso exclusivo del Estado y altamente referidos a la política científico-técnica, como tales, su manejo presenta limitaciones de menor magnitud que en los casos anteriores. El mismo dependerá, en términos de la utilización o no de cada instrumento y de la intensidad con que los mismos se apliquen, básicamente del tipo de política global de ciencia y tecnología que se adopte.

y del nivel de recursos con que el Estado cuente o decida asignar a su implementación para el sector agropecuario.

- c. Resumen de las Relaciones entre los Instrumentos de Política Científico-Técnica y la Oferta de Tecnología. Al referirnos a los componentes del sistema institucional de generación tecnológica, el cual fue planteado como el principal determinante de la naturaleza de la oferta de tecnología, identificamos al marco jurídico-legal y al sistema organizacional de generación-transferencia como los principales elementos a través de los cuales la política tecnológica actúa a nivel de la oferta de tecnología.

Ambos elementos interactúan entre sí conformando el marco estructural a partir del cual se desarrollan las actividades de generación-transferencia. El marco jurídico legal representa el componente conceptual del modelo e incorpora el conjunto de normas legales, reglamentaciones, procedimientos en que determinarán la configuración del sistema organizacional de generación-transferencia, a través del cual se desarrollarán el proceso innovativo y vía éste, las características de la oferta en cuanto a cantidad y tipo de tecnología generada.

En un sentido instrumental estas relaciones se dan vía a los instrumentos discutidos en las secciones anteriores y que presentamos esquemáticamente en el cuadro No. 1, en donde cada uno es ubicado de acuerdo a su nivel y de los objetivos perseguidos.

3. Los Instrumentos de la Política Económica y sus Efectos sobre el Proceso Tecnológico.

Es útil recordar que, en el contexto del marco analítico elegido, los términos "política económica" para el sector agropecuario engloban un conjunto amplio de actividades del Estado, dirigidas al sector y, en consecuencia, una gama aún más amplia de instrumentos de política. Entre estos últimos se destacan: (a) aquellos instrumentos que afectan características "estructurales" del sector agropecuario (vale decir, características sólo modificables en un período de tiempo prolongado), tales como medidas de reforma agraria, desarrollo de infraestructura vial y comercial, etc.; y (b) aquellos que afectan características "de comportamiento" del sector agropecuario, y cuya acción puede ser revertida en el corto plazo a partir de relativamente rápidas decisiones de gobierno. En este último quedan incluidas, en términos generales, los instrumentos de política agraria especialmente relacionados con la política "coyuntural" de incentivos a la producción (política de precios de insumos y productos, crediticia e impositiva). Claramente se incluyen en ambos grupos instrumentos relacionados específicamente con aspectos sociales de la política del Estado, tales como las leyes de salarios rurales, de abastecimientos urbano, etc.

Cuadro No. 1**Instrumentos de Política Científico-Técnica y su Relación con los Componentes del Sistema Institucional de Generación-Transferencia de Tecnología**Tipos de InstrumentosAspectos que Afectan

<u>Definiciones de Política</u>		<u>Aspectos que Afectan</u>
<u>Instrumentos Legales</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Declaraciones de alto nivel político relacionadas a la ubicación de la variable tecnológica dentro de la estrategia de desarrollo adoptada, - Planes de desarrollo 	Ubicación del proceso tecnológico dentro de la estrategia de desarrollo.
<u>Estructura Organizacional de los Organismos Tecnológicos</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Leyes de patentes y propiedad intelectual - Mecanismos y reglamentaciones de subsidios a la investigación - Acuerdos de incorporación de tecnología extranjera - Mecanismos y reglamentaciones de control de precios - Sistemas impositivos - Leyes antimonopolio - Leyes constitutivas de los Organismos tecnológicos - Organigrama del sector público 	Estructura y Organización Institucional del sistema de generación-transferencia de tecnología.
	<ul style="list-style-type: none"> - Reglamentación del proceso de asignación presupuestaria - Leyes educacionales - Política de recursos humanos - Escalafón del personal de investigación - etc. 	Capacidad operativa del sistema
	<ul style="list-style-type: none"> - Organigramas de los organismos tecnológicos - Mecanismos y procedimientos operativos - Mecanismos internos de Programación y asignación de recursos - Acuerdos nacionales e internacionales de cooperación técnica. 	Operación del proceso de generación-transferencia de tecnología

La diversidad de estos instrumentos de política conduce a efectos de naturaleza variada sobre el proceso tecnológico. El marco conceptual provisto en el Gráfico No. 1 es apropiado para caracterizar dichos efectos en términos de los componentes específicos del proceso innovativo afectado por las diversas políticas e instrumentos. Estos últimos inciden en el proceso de adopción de innovaciones y el proceso de generación, si bien con mayor intensidad en el caso primero. La naturaleza diversa de estos instrumentos incide sobre aspectos diferenciados dentro de cada proceso, que es necesario analizar con especificidad.

- a. La Política Económica y la Adopción de Innovaciones Tecnológicas
 Los instrumentos de política económica que afectan características estructurales del sector agropecuario e influyen centralmente en el proceso de adopción son: (1) las medidas legales que afectan la estructura agraria (régimen de tenencia) y las relaciones de producción; y (2) la política de inversiones del Estado, que afecta las condiciones de infraestructura comercial y de comunicaciones del sector productor. Cada uno de ellos es discutido brevemente a continuación.

En la medida en que las modificaciones en la estructura agraria impliquen modificaciones profundas en el régimen de tenencia, ellas afectan la disponibilidad relativa de factores en las empresas agropecuarias (relaciones trabajo-tierra, trabajo-capital, etc.), e influyen por extensión en el tipo de tecnología, en cuanto a "sesgos" o requerimientos de factores. Tecnologías "congruentes" con la estructura agraria primitiva dejarán de serlo con respecto a la nueva*. En adición, modificaciones en las expectativas de renta de los productos agrícolas podrán ocasionar una actitud diferente con respecto al proceso innovativo, y en consecuencia, afectar su intensidad.

Cuando adicionalmente las modificaciones en la estructura agraria afectan la forma de relación de las empresas con los mercados de factores y productos, ellos afectan ocasionalmente el modo de captación de excedentes por parte de las empresas y en consecuencia la demanda por tecnología. Empresas grandes que "controlan" mercados locales de trabajo y producto tenderán a rechazar innovaciones ahorradoras de tierra (que aumenten incontrolablemente su producción) e intensivas en mano de obra (que reduzcan la oferta de trabajo), y a favorecer limitadamente innovaciones ahorradoras del último factor**. Modificaciones en el régimen de tenencia y en la disponibilidad "social" de factores en la región implicarán modificaciones en el relacionamiento con los respectivos mercados e indirectamente con el proceso de adopción.

Las políticas del Estado que afectan la infraestructura comercial y de comunicaciones, a diferencia de las anteriores, influyen centralmente en la

* Ver, por ejemplo, de Janvry y Martínez para el caso argentino.

** Un ejemplo de este tipo de comportamiento, en referencia al caso de la hacienda Latinoamericana, puede encontrarse en Pifneiro y Trigo, abril de 1977.

facilidad de acceso a los mercados de insumos y de productos, la seguridad de la inversión, y en consecuencia, la intensidad del proceso de adopción.

-Las políticas de incentivos a la producción (precios, crédito, etc.) afectan en forma coyuntural la rentabilidad de las innovaciones tecnológicas ofrecidas a los productores y, en consecuencia, las condiciones de demanda por las mismas y la intensidad del proceso de adopción. Asimismo, las políticas de precios y de créditos "orientados", afectan los precios relativos de los factores que influyen en la naturaleza del proceso de adopción, afectando el tipo de tecnología demandada.

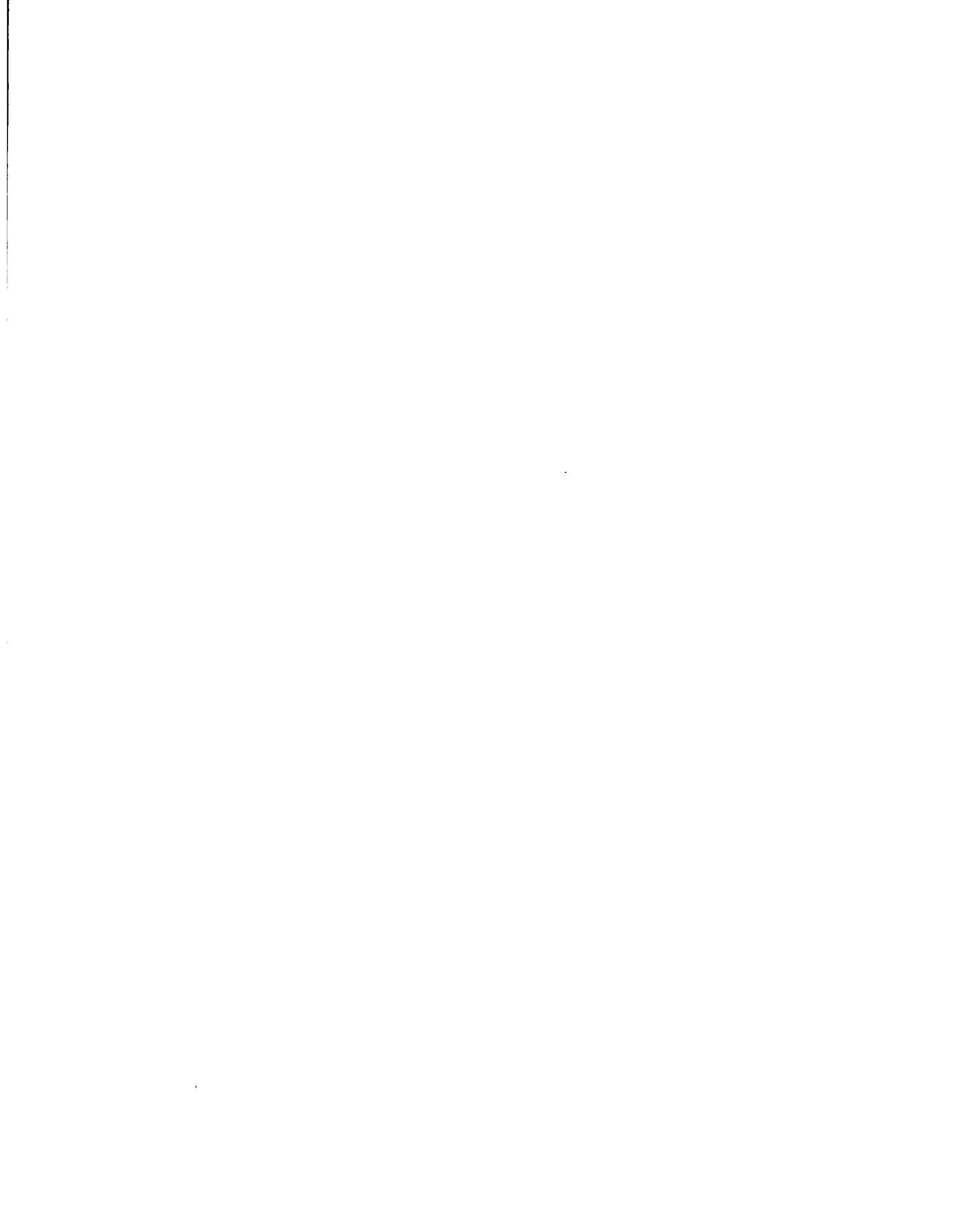
- b. La Política Económica y la Generación de Tecnología. Los efectos de la política económica sobre el proceso de generación, son "inducidos" por modificaciones previas en la naturaleza de la demanda por innovaciones causadas por la política del Estado. Ellos son en consecuencia efectos "Indirectos", cuya intensidad en el sector agrario latinoamericano es tema de debate (Pineiro, Trigo y Fiorentino, 1978).

En este contexto la política económica afecta la rentabilidad anticipada de ciertos tipos de innovaciones e indirectamente el esfuerzo innovativo de las instituciones científicas y empresas privadas en esa dirección. Reca (1975), señala que las modificaciones en los precios relativos entre granos y fertilizantes afectan en Argentina la actividad innovativa en el área de fertilización química en dicho país. Similares proposiciones han sido presentadas por Hayami y Ruttan, de Janvry y Martínez.

La misma naturaleza de estos efectos parece indicar que ellos escasamente afectan la estructura y organización del sistema institucional de generación de innovaciones, que depende con exclusividad de la política científico-técnica (véase el Gráfico No. 1), como se indica claramente en la sección previa.

E. Comentarios Finales

El objetivo de estas notas ha sido el de explicitar los instrumentos que componen la política tecnológica, su funcionamiento e intrrelaciones con los distintos componentes del proceso tecnológico. En este sentido se ha planteado la existencia de dos grupos de instrumentos marcadamente diferenciados, tanto desde el punto de vista de su especificidad respecto del proceso tecnológico, como en lo referido al nivel de su incidencia. El primero integra lo que hemos denominado la política científico-técnica y se concentra en los aspectos referidos a la oferta de tecnología, a través de su incidencia sobre la conformación del esquema organizativo-institucional, a partir del cual, se desarrollan las actividades de generación y difusión de los nuevos conocimientos tecnológicos. El segundo agrupa un conjunto de instrumentos de tipo más general, que podríamos incluir dentro de la política socio-económica, y que actúan de manera indirecta sobre el proceso tecnológico. Su impacto opera principalmente a nivel de la demanda por tecnología, en tanto a través de ellos se conforma el marco socio-económico dentro del cual la unidad de producción toma sus decisiones en materia tecnológica. Sin embargo estos instrumentos



también inciden sobre la oferta vía las presiones de los distintos grupos de productores dirigidas a orientar las actividades de generación en la dirección de aquellas tecnologías más rentables, dado el contexto económico, definido por los instrumentos de política económica.

En términos del manejo de los instrumentos mencionados, caben los siguientes comentarios. En primer lugar, es necesario resaltar la importancia que el adecuado manejo de los mismos tiene para que el proceso de desarrollo tecnológico se de con la intensidad y contenido socialmente adecuados. Esta importancia se desprende del rol particular que el Estado juega en el proceso innovativo agropecuario. Tal como ha sido mencionado en las secciones previas, a diferencia de lo que ocurre en otros sectores de la economía, ciertas características propias del sector agropecuario determinan la necesidad de la participación directa del Estado en el proceso de generación y difusión de nuevos conocimientos tecnológicos. La naturaleza y efectividad de esta participación, la cual se da, vía el sistema institucional que se promueve y en la dirección que los criterios de asignación de recursos adoptado imponga, será resultado directo de la forma y el contenido que se le de al manejo de los distintos instrumentos de la política tecnológica.

Un segundo aspecto se refiere o deriva de la especificidad de los distintos tipos de instrumentos mencionados. Los componentes de la política científico-técnica son específicos en términos del proceso tecnológico. En cambio los instrumentos de política económica responden a demandas de carácter más general que surgen de un marco de objetivos que trascienden los de la política tecnológica. Este hecho resalta la necesidad de lograr una cuidadosa articulación del conjunto de los instrumentos de política tecnológica en términos de los objetivos específicos que la guían.

Finalmente, un último comentario se dirige a las limitaciones existentes respecto del manejo de los distintos instrumentos. Tal como se planteó en la sección "C" de estas notas, existe un conjunto de elementos derivados de las propias características del proceso de generación de nuevos conocimientos y de las condiciones estructurales del sector agropecuario, que condicionan tanto la naturaleza organizativa e institucional del proceso como la posibilidad de orientar al mismo en determinadas direcciones. Estas características fueron analizadas en términos de resaltar cómo las mismas inducen, por un lado, la necesidad de un cierto grado y forma de participación del Estado en el proceso innovativo, y por otro, imponen ciertas restricciones objetivas al manejo de los distintos instrumentos de política y a la propia efectividad de los mismos.



Anexo No. 1**SELECCION DE LAS CARACTERISTICAS CUALITATIVAS
DEL PROCESO TECNOLOGICO**Introducción

En las secciones anteriores se han presentado y descrito los instrumentos de política con los cuales el Estado cuenta, para intervenir en el proceso innovativo. También se argumentó, particularmente en el caso de los instrumentos que afectan el modelo institucional de generación tecnológica, que un conjunto de condiciones estructurales del proceso innovativo y del sector agropecuario determinan, por un lado, la necesidad de un cierto grado de participación del Estado y, por otro condicionan la naturaleza de dicha participación.

El conjunto de instrumentos de política tecnológica descritos afectan no sólo la intensidad del proceso innovativo sino también sus características cualitativas, consecuentemente, la naturaleza del sendero tecnológico seguido.

Este anexo está dirigido al tratamiento de elementos conceptuales que pueden ser utilizados en la definición de un sendero tecnológico socialmente óptimo. Naturalmente la selección de los instrumentos de política tecnológica que pueden ser utilizados con este fin, dependerán en un alto grado de los elementos estructurales del modelo institucional de generación tecnológica existente y de las características de organización industrial del propio sector agropecuario.

Los Objetivos de Desarrollo como Marco de referencia para la definición del contenido del Proceso Innovativo

En la sección "B" de estas notas, se ha argumentado sobre la necesidad de la intervención del Estado en la definición de prioridades de investigación. En este sentido la lógica de la selección de prioridades tecnológicas se basa en privilegiar aquellas técnicas que mejor se ajusten; en cuanto a sus efectos económicos, a las condiciones imperantes en la economía y a los objetivos de desarrollo, seleccionados.

La selección de un sendero tecnológico óptimo, particularmente en lo que se refiere a la selección de prioridades de investigación, se asemeja conceptualmente a la evaluación social de proyectos de inversión. El punto central de esta evaluación es comparar los beneficios netos esperados de distintas alternativas de cambio tecnológico con los costos implícitos en el desarrollo y difusión de dicha tecnología.



Los elementos centrales de una evaluación de este tipo, tiene dos componentes. En primer lugar, es necesario identificar y estimar adecuadamente tanto los beneficios como los costos asociados a cada una de las alternativas tecnológicas existentes. La evaluación de los beneficios netos es generalmente de una considerable complejidad en cualquier evaluación social de proyectos, pero es particularmente compleja en el caso de la evaluación de alternativas tecnológicas por las propias características del proceso innovativo y la complejidad y diversidad de sus efectos económicos.

En segundo lugar, es necesario estimar y evaluar las probabilidades de que un programa o proyecto de investigación determinado genere nueva tecnología del tipo deseado.

El resto de esta sección estará dedicada a presentar algunos elementos básicos para la consideración del primero de los puntos mencionados.

La tarea de vincular los proyectos de investigación concretos a los objetivos de desarrollo seleccionados es de una enorme complejidad conceptual y empírica. La misma puede dividirse en tres etapas. Una primera etapa consiste en determinar a partir de los objetivos globales del desarrollo, cuáles son las contribuciones deseadas del sector agropecuario. Estas, que a su vez se convertirán en las metas o prioridades para el desarrollo del sector, definirán los campos de otros instrumentos de política. Esta etapa de la planeación normalmente será función específica de los organismos de planeación, los cuales darán este tipo de directiva a las instituciones tecnológicas. La existencia de estas directivas, o su definición por las propias instituciones tecnológicas, son un paso insoslayable del proceso de asignación de prioridades para la investigación.

La segunda etapa se refiere más específicamente a la actividad innovativa. En esta segunda etapa será necesario establecer objetivos tecnológicos específicos, tales como productos prioritarios, tipos de tecnología, etc., en términos de las prioridades de carácter más general establecidas en la primera etapa.

Finalmente, una tercera etapa propia de las instituciones de investigación, consistirá en distinguir qué tipo de conocimiento contribuirá mejor a la generación de cierto tipo de tecnología y las formas de lograr dicho conocimiento.

La definición de los objetivos de desarrollo de carácter general y de los más específicos para el sector agropecuario, es tarea específica de los organismos de planeación y dependerán de las condiciones particulares de cada economía y de las definiciones político-ideológico de cada gobierno.

Sin embargo, en los países de América Latina, incluyendo a Colombia, los objetivos de crecimiento, distribución del ingreso, generación de empleo, aumento de las exportaciones de origen agropecuario son temas generalmente incluidos entre los objetivos definidos para el sector agropecuario.

Estos objetivos permitirán, por un lado, priorizar ciertos productos cuyo aumento de la producción puede, de manera clara, contribuir a dichos objetivos. Sin embargo, el tema central es analizar en qué medida distintos tipos de técnicas contribuyen, al menos potencialmente, al logro de los mismos.

A fin de evaluar este tema en la sección siguiente, se presenta con cierto detalle, una descripción de los efectos económicos de la tecnología agropecuaria.

La Tecnología Agropecuaria y el Desarrollo Económico. La no Neutralidad del cambio Tecnológico*

1. Efectos Macroeconómicos de la Tecnología. El Problema de la Dependencia Tecnológica

La importancia de la tecnología como generadora de excedentes económicos y como transformadora de la estructura productiva, ha sido ampliamente estudiada en la literatura económica**. Inversamente, su importancia como instrumento de dominación económica ha sido resaltada recién, a partir de principios de la década del 60, retomando una discusión iniciada muchos años antes, sobre todo en la literatura marxista***.

Los efectos macroeconómicos de la innovación tecnológica, cuando son analizados dentro del contexto global de una economía cerrada, son inevitablemente, un aumento de la capacidad productiva total y la generación de excedentes económicos. Asimismo, dependiendo de los sesgos de dicha tecnología en el sentido de Hicks, provocará una modificación de la demanda inducida de los factores de la producción y consecuentemente una modificación de las cantidades utilizadas de ambos factores, de sus precios o de ambas cosas simultáneamente.

Por ejemplo, en el caso del factor trabajo, dado que hay un precio (salario) mínimo, ya sea de carácter institucional (salario básico) o de subsistencia, una tecnología capital intensiva podrá provocar desempleo****.

En este marco de referencia, la dependencia tecnológica puede ser definida como la incapacidad de un país para utilizar en beneficio propio las ventajas y beneficios derivados del desarrollo tecnológico mundial.

* Esta sección y las subsiguientes han sido tomadas de Píneiro, Martínez y Armelin.

** Para una revisión, ver por ejemplo, Hanh y Mathews.

*** Ver por ejemplo, Sunkel

**** Este es uno de los componentes del fenómeno más general identificado en la literatura como desempleo estructural.

Esta dependencia tecnológica tiene dos expresiones fundamentales vinculadas a los efectos económicos ya descritos, derivados del progreso tecnológico. Por un lado, la captación y transferencia de excedentes económicos desde los países de la periferia a los países centrales responsables de la generación de la tecnología y generalmente de los bienes de capital en los cuales la tecnología viene incorporada. Un segundo tipo de dependencia es la adopción de tecnologías generadas en otros países y adaptadas a otras circunstancias económicas, lo cual resulta en el desarrollo de una estructura productiva inadecuada para la dotación de recursos y nivel de desarrollo del país dependiente.

Esta dependencia tecnológica se origina en dos procesos confluientes. En primer lugar la tecnología desarrollada en los países centrales, que representan el conocimiento universal de carácter tecnológico, es generada en respuesta a los problemas propios de dichas economías. Por lo tanto, las técnicas generadas no incluyen el universo de técnicas posibles sino por el contrario un subconjunto adecuado a las condiciones de precios y disponibilidad de factores de las economías donde se generan. Adicionalmente, el mismo proceso de selección e incorporación de estas técnicas en los países de menor desarrollo está marcado por el "efecto demostración" de las economías centrales. Esta discusión sólo intenta resaltar la necesidad de que el país desarrolle su "sendero tecnológico óptimo" desde un punto de vista macroeconómico y que instrumente su política económica para que dicho sendero sea incorporado al proceso productivo.

2. Impactos Económicos del Progreso Tecnológico en el Sector Agropecuario*

- a. Características de los efectos económicos de la Tecnología en el sector agropecuario. Esta sección analiza los efectos económicos del cambio tecnológico en el sector agropecuario. En este contexto más reducido, la argumentación global anterior puede ser refinada en una serie de direcciones. En particular los efectos distributivos de la nueva tecnología pueden ser analizados con más detalle, identificando los sectores involucrados y especificando algunos de los factores que determinan los mecanismos de apropiación del excedente generado. Para un análisis detallado

* El instrumental económico utilizado para ilustrar los efectos económicos de la tecnología se apoya en un conjunto de supuestos con respecto al funcionamiento de la economía que, tal como se verá en la sección siguiente, son en general, cuestionables. En este sentido la discusión presentada y particularmente las áreas en los gráficos deben tomarse como una ilustración de la dirección general en que los efectos de la tecnología se manifiestan y no como mediciones exactas del efecto.

de los efectos económicos del progreso tecnológico en el sector agropecuario es conveniente resaltar algunas características diferenciales con respecto al análisis global hecho previamente. Estas características diferenciales son:

- El proceso de generación y difusión tecnológica aparece en una proporción importante separado del propio proceso productivo y concentrado en el Estado y en unas pocas empresas cuyo producto es la propia tecnología. La incorporación de dicha tecnología al proceso productivo dependerá de las decisiones de un número grande de empresas individuales que se comportarán influenciadas por la política económica que es externa a ellas;
- El sector agropecuario depende de un insumo, la tierra, no reproducible y disponible en cantidades finitas. Por el contrario la oferta de capital y trabajo, factores que pueden fluir de otros sectores de la economía, debe considerarse elástica.

Dentro de este marco, los efectos económicos de la tecnología pueden clasificarse en los siguientes tres grupos fundamentales:

1. Aumentos de la producción agropecuaria. En general, toda nueva técnica incrementará la producción tanto en un sentido estático, es decir, a partir de los recursos ya comprometidos en el proceso productivo, como después del proceso de ajuste por el cual las cantidades y proporciones de los insumos utilizados se adecúan a la nueva estructura productiva implícita en la técnica incorporada. Excepciones parciales a esta regla general están representadas por técnicas tales como la mecanización agrícola que implican esencialmente cambios en la proporción en que dos factores son combinados (capital y trabajo) pero sin efectar significativamente el nivel de producción global.

2. Utilización de Factores. La cantidad de cada factor utilizada en el proceso productivo, suponiendo un comportamiento capitalista por parte de las unidades de producción, es función de su productividad marginal (demanda inducida) y de la elasticidad de su oferta. Nuevas técnicas incorporadas al proceso productivo afectarán las productividades marginales de los factores (no necesariamente de todos) y por lo tanto tenderán a afectar no sólo la proporción en que son utilizados sino también las cantidades absolutas utilizadas. Esto último también dependerá de la demanda que enfrente el sector por sus productos. Esta característica del cambio tecnológico puede implicar la relajación de la restricción que el factor más escaso impone sobre la capacidad de producción sectorial. Este efecto es importante en el sector agropecuario dada la disponibilidad limitada de la tierra y su importancia será creciente cuanto menor sea la elasticidad de sustitución entre los factores de la producción.

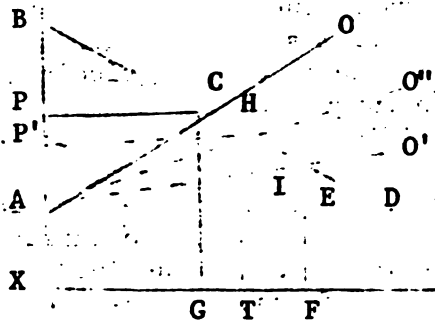
3. Generación de excedentes y mecanismos de apropiación del mismo. Toda nueva técnica adoptada por las unidades de producción; siempre y cuando las mismas adopten dicha tecnología guiadas por criterios de aumentar sus beneficios, implicará la generación de excedentes económicos*.

Estos excedentes se distribuirán entre los distintos sectores que participen en el proceso económico en función de ciertas características internas a la tecnología y de factores que caracterizan el propio proceso económico. Así, será importante: (1) la capacidad de la tecnología de aumentar la producción y la elasticidad de la demanda del producto final; (2) los sesgos de la tecnología, es decir, el efecto que causa sobre la demanda inducida de los factores en relación a la oferta de dichos factores; y finalmente (3) el marco institucional dentro del cual se desarrolla el proceso económico.

A fin de describir algunos aspectos relevantes del proceso de generación y apropiación de excedentes como consecuencia del cambio tecnológico, tomaremos como ejemplo un proceso productivo relativamente simple tal como la producción de un cereal.

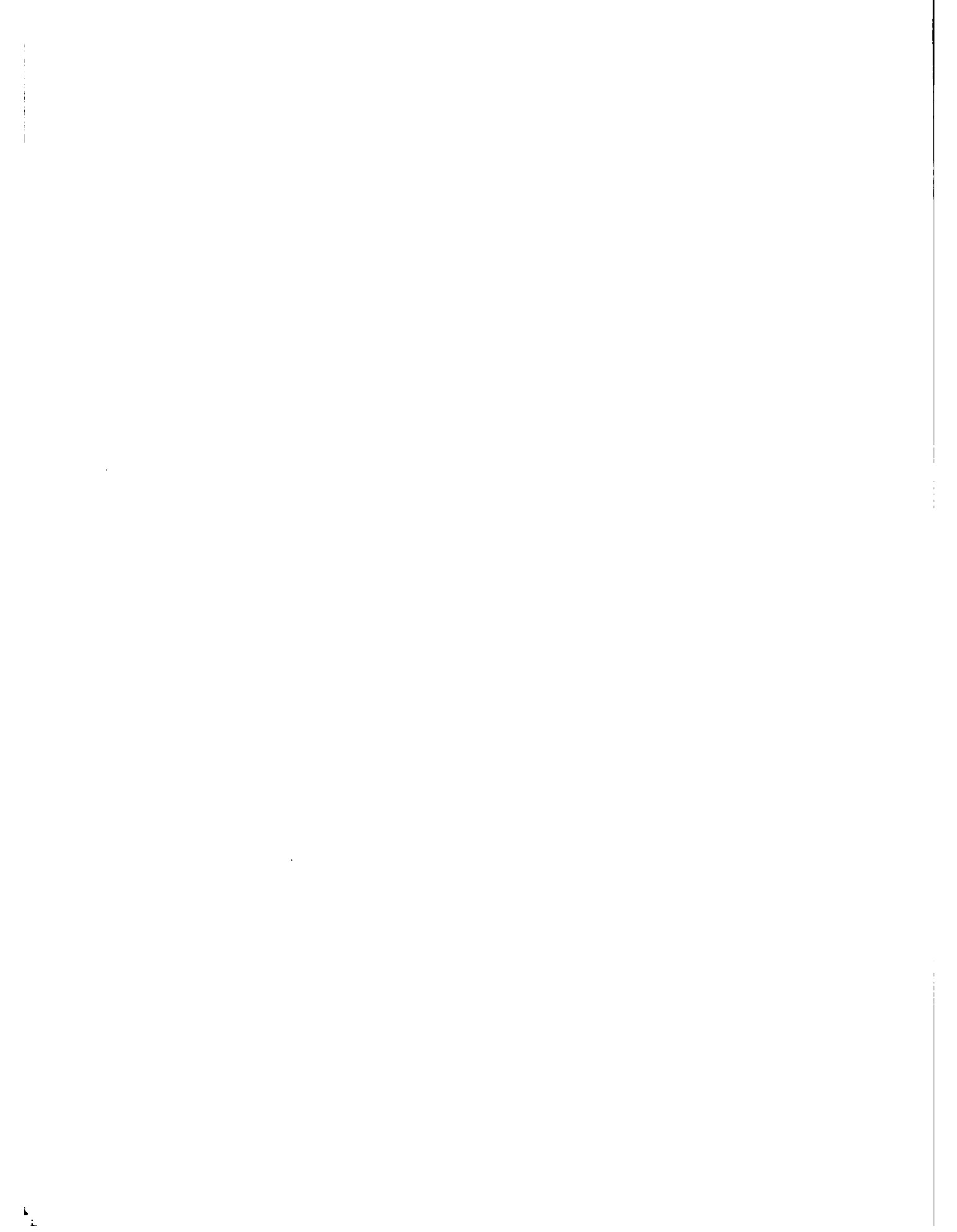
El Gráfico No. 1 representa una curva de demanda BD y una curva de oferta AO**.

Gráfico No. 1



* Definiremos conceptualmente a los excedentes económicos como la diferencia entre la utilidad social reflejada por la curva de demanda aportada por los bienes finales producidos y el costo social de producir dichos bienes. Por tanto, la afirmación en el texto es correcta bajo supuestos razonables sobre la estructura y funcionamiento de los mercados de bienes finales y sobre la inexistencia de externalidades o costos sociales asociados al proceso productivo.

** La curva de oferta está definida excluyendo todo concepto de retribución al factor tierra. Por otra parte, el factor tierra está definido como variable; por lo tanto, la pendiente de la curva de oferta (costos marginales crecientes) está indicando incorporación de tierra de calidad decreciente y rendimientos decrecientes de los factores variables en la tierra ya en producción.



Dadas estas curvas de oferta y de demanda, en un sistema de mercado, el precio de equilibrio será P y la cantidad producida y comercializada XG . Por otra parte, la utilidad total derivada por los consumidores de esta cantidad del bien será el área $XBCG$, mientras el costo social de producir dicha cantidad de trigo será $XACG$, la diferencia, el área ABC , es el excedente económico*.

Supongamos ahora la aparición de una nueva técnica que de ser adoptada -bajo el supuesto de cualquier nuevo insumo asociado a la nueva técnica es cobrado el costo de producción, es decir que el mercado del insumo tecnológico es un mercado perfecto- desplazaría la curva de costos marginales a AO' . Esta nueva curva de oferta es una curva de oferta potencial. En caso de producirse, el nuevo excedente económico será el área ABE superior al anterior excedente económico en el área ACE . Por lo tanto, esta área ACE es el excedente económico generado por el nuevo conocimiento tecnológico.

Tal como puede verse en el gráfico, la magnitud del excedente generado dependerá de la elasticidad de la demanda del bien y de la naturaleza del desplazamiento de la curva de oferta. La forma y magnitud de este desplazamiento de la oferta dependerá de la elasticidad de la oferta de los insumos utilizados, de la elasticidad de sustitución de factores en el proceso productivo y fundamentalmente de la naturaleza de la técnica que provoca dicho desplazamiento. Así a título de ejemplo podemos decir que técnicas que aumentan notablemente los rendimientos por hectárea, tal como los fertilizantes, tenderán a desplazar la curva de oferta haciéndola más elástica (más horizontal). Por otra parte, técnicas que implican fundamentalmente una disminución de los costos variables y una sustitución de factores, tal como el mejoramiento de la maquinaria agrícola, tenderán a hacerla menos elástica (más vertical).

Veremos que hay 5 grupos sociales que compiten por la captación de dicho excedente. Estos son: (1) los productores de los insumos específicos necesarios para instrumentar la nueva técnica en los casos en que la misma aparece incorporada a un nuevo insumo específico (semilla híbrida, maquinaria, etc.); (2) el productor agropecuario (tomado como empresario capitalista); (3) el terrateniente; (4) el asalariado rural; y por último (5) el consumidor.

* Es importante tener presente que la curva de demanda está definida en términos de demanda efectiva y por lo tanto surge de una estructura de ingreso determinada. En la medida que dicha distribución del ingreso presente sesgos pronunciados, esta demanda efectiva no representa adecuadamente la utilidad brindada por el producto al conjunto de la sociedad. Por este motivo, para productos "normales", el excedente del consumidor está subestimado como consecuencia del sesgo existente en la distribución del ingreso.



i. El Productor Agropecuario en relación al Productor del insumo estratégico. Hemos dicho que la curva AO' en el Gráfico No. 1 representa la curva de oferta potencial a partir de la incorporación de la nueva técnica al proceso productivo, lo cual resultaría en la generación del excedente adicional representado por el área ACE. Sin embargo, si dicha técnica está incorporada a un insumo determinado, y dado que el conocimiento científico necesario para producirlo está protegido a través del sistema de patentes, los proveedores del mismo tendrán cierto grado de poder oligopólico. Por lo tanto, el mercado del insumo no será un mercado perfecto y los proveedores tendrán ganancias extraordinarias.

Cualquier aumento del precio del insumo crítico más allá de su costo de producción implicará una menor adopción tecnológica y consecuentemente un menor desplazamiento de la curva de oferta potencial, digamos a AO'' . En esta nueva situación, el excedente adicional efectivamente generado por la incorporación de la nueva técnica al proceso productivo, está representado por el área ACH. Sin embargo, no todo el excedente representado por AHE se habrá realmente perdido ya que una parte de él será apropiado por la empresa proveedora del insumo crítico en forma de ganancias extraordinarias*. La magnitud relativa de la parte apropiada por esta última, dependerá de la posibilidad legal y material de mantener la propiedad en forma más o menos exclusiva, del bien asociado a la nueva tecnología.

Por lo tanto, la generación de ganancias extraordinarias por parte de los propietarios del insumo crítico tiene dos efectos. Por un lado la producción no aumentará en la medida de lo posible ya que la posición de equilibrio implica una producción igual a XI, inferior a la potencial igual a XF. De forma concomitante, el excedente efectivamente generado será menor que el potencial.

ii. Impactos de la Tecnología sobre la Distribución del Ingreso entre los Factores de la Producción. El proceso de incorporación de la nueva tecnología al proceso productivo es de naturaleza dinámica implicando un permanente reajuste en las cantidades utilizadas y si la oferta de éstos no es perfectamente elástica, del precio de los mismos hasta lograr un nuevo punto de equilibrio teórico. Durante este proceso la curva de oferta AO en el Gráfico 1 se irá desplazando progresivamente hasta convertirse en AO'' **.

Este proceso que implica cambios estructurales afectará la distribución funcional del ingreso entre los factores de la producción y por lo tanto entre los distintos grupos sociales que pueden identificarse como los propietarios de dichos factores de la producción, es decir, asalariados,

* El área AHI es una medición no rigurosa del excedente apropiado por las empresas vendedoras de los insumos ya que presupone una proporcionalidad entre el costo de la producción del producto final y el grado de incorporación de la nueva tecnología. La diferencia entre el área AHE y la cantidad de excedente captado por estas empresas se perderá definitivamente para la sociedad como consecuencia de la actitud "monopolista" de estas últimas.

** Es importante notar que la posición final de AO'' y su forma están parcialmente determinadas por la elasticidad de oferta de los insumos.



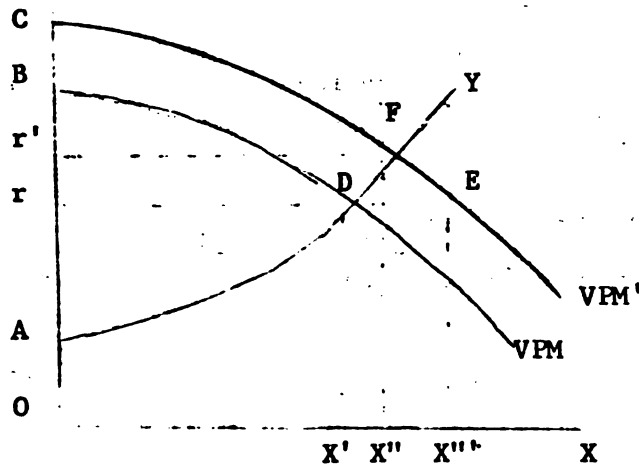
propietarios del factor tierra y capitalistas (asimilados a la categoría de productor) donde el empresario o productor puede ser miembro de más de uno de los tres grupos.

El efecto sobre la distribución funcional del ingreso será consecuencia del impacto que la incorporación de la nueva tecnología al proceso productivo tenga sobre la productividad marginal de cada uno de los factores. Esta variación implicaría una alteración de la posición de equilibrio de maximización de beneficios donde el valor de la productividad marginal (VPM) de cada insumo es igual a su precio. El Gráfico No. 2 presenta la curva del valor de la productividad marginal del factor variable* antes (VPM) y después (VPM') de la incorporación de la nueva tecnología. Si la oferta del factor en cuestión es perfectamente elástica, este desplazamiento de la curva VPM provocará un aumento potencial en el uso de dicho factor de X' a X'' y por lo tanto la retribución total del mismo será $O r E X''$. Por otra parte el área rCE será la renta imputada al factor fijo, es decir fundamentalmente la tierra**.

Puede verse que en la nueva posición de equilibrio la renta imputada ha sido incrementada en el área $BCED$ con respecto a la renta imputada antes de la incorporación de la nueva tecnología (rBD)***.

Sin embargo, en un análisis de carácter sectorial la oferta del capital y el trabajo no puede considerarse perfectamente elástica para cualquier cantidad demandada.

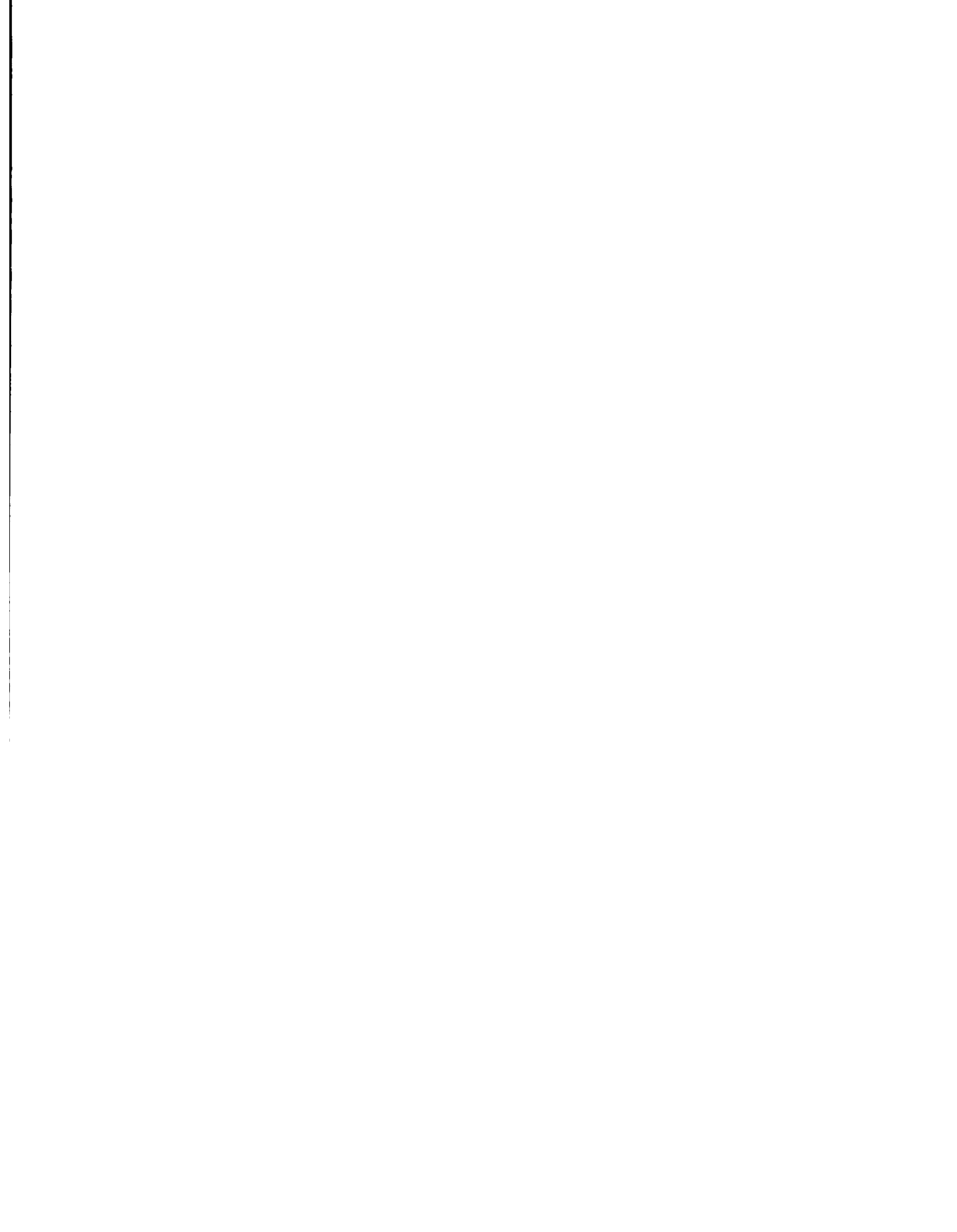
Gráfico No. 2



* Vamos a suponer para simplificar el análisis gráfico, que hay un solo factor variable que se combina con cantidades finitas de tierra tomado como factor fijo.

** Estamos suponiendo, a fin de simplificar el análisis, que el factor empresarial no es un factor fijo y por lo tanto no compite con la tierra por el excedente.

*** Nótese que esta renta imputada a la tierra es el área APC en el Gráfico No. 1.



En el gráfico No. 2 si la curva de oferta del factor variable es AY el desplazamiento de VPM a VPM' implicará un aumento potencial en la utilización de dicho factor de X a X' y, en la nueva posición de equilibrio, un aumento de su precio de r a r'. En este caso la renta imputada a la tierra incrementará de manera sustancialmente menor ya que deberá compartir con el factor variable el excedente generado por la incorporación de la nueva tecnología. Puede verse que la forma en que dichos excedentes se comparten dependerá de: (1) las características internas de la tecnología que determina cuál factor tendrá un incremento de su productividad; (2) la forma de las curvas de oferta de los factores lo cual, a su vez, estará fuertemente condicionado por el contexto económico e institucional en el cual la actividad se desenvuelve.

iii. Participación del excedente generado entre el sector productor y el sector consumidor. Al comienzo de esta sección se comparó en el Gráfico No. 1 la curva de oferta real, antes de la aparición de la nueva técnica (AO), con la curva de oferta potencial bajo el supuesto que la nueva técnica es incorporada al proceso productivo bajo condiciones de mercados perfectos para todos los insumos incluyendo el insumo que incorpora la nueva técnica. A partir de ahí se señaló que dado que los proveedores del insumo estratégico se comportan en forma oligopólica y que la oferta de capital y trabajo es, en general, inelástica, la curva de oferta real estará desplazada hacia arriba con respecto a la potencial.

Esta curva de oferta y la curva de demanda del producto determinan el excedente generado a partir del proceso productivo agropecuario, que será repartido entre el sector consumidor y el sector productor representado por los factores fijos, es decir la tierra y parcialmente la capacidad empresarial.

Esta nueva partición del excedente puede ser de suma importancia para países exportadores ya que, en ese caso, los consumidores pueden asociarse conceptualmente a intereses extra-nacionales. Por lo tanto, el excedente captado por los consumidores no sería más que una transferencia de ingresos fuera del país.

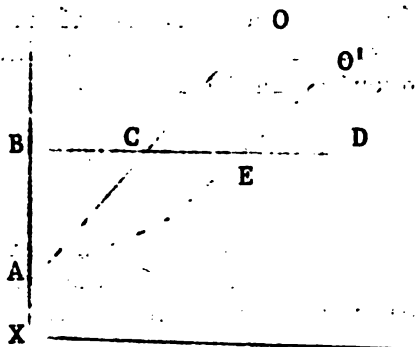
En el Gráfico No. 1 previo a la incorporación de la nueva técnica el excedente captado por los consumidores está dado por PBC*, mientras que el captado por la producción agropecuaria es APC**. Con la incorporación de la

* El excedente del consumidor se define como la diferencia entre lo que éste estaba dispuesto a pagar para obtener una cantidad determinada de un bien y lo realmente pagado. En la posición de equilibrio antes de la adopción de la técnica el primero está dado por XBCG y el segundo por XPCG. Por lo tanto el área PBC representa el excedente del consumidor.

** El excedente del productor se define como la diferencia entre los ingresos totales y los costos totales. El primero está dado por la cantidad producida multiplicada por el precio (área XPCG) mientras que el segundo por el área debajo de la curva de costos marginales (curva de oferta) que en este caso es el área XACG. Por lo tanto el área APC representa el excedente del productor.

nueva técnica y el consecuente desplazamiento de la curva de oferta el excedente captado por los consumidores será $P'BH$, obviamente mayor que el anterior y el excedente captado por la producción será $AP'H$.*

Gráfico No. 3



El Gráfico No. 3 presenta un análisis similar al descrito pero donde la demanda por el producto final es perfectamente elástica. En este caso el excedente del consumidor es cero antes y después de la adopción de la nueva técnica, mientras que el excedente de la producción aumenta en el área ACE.

El resultado indica claramente el impacto potencial del cambio tecnológico sobre la distribución del ingreso entre la producción y los consumidores. Con una demanda perfectamente elástica los beneficios derivados de la adopción de la nueva técnica serán apropiados por el sector productor. Por otra parte, con una demanda inelástica, los mismos serán compartidos entre consumidores y la producción. Cuanto más inelástica sea la demanda una mayor proporción de los mismos será captada por los consumidores.

Este proceso de reasignación del excedente económico puede ser de tal magnitud que la posición del sector agropecuario desmejora en términos absolutos, es decir, que el excedente económico captado por el conjunto de los factores fijos, la renta de la tierra y la retribución empresarial, sea al final del proceso de adopción tecnológica, menor que al inicio del mismo.

4. Algunas consideraciones sobre la dinámica del proceso y la distribución intrasectorial de los excedentes generados.

El análisis previo, de carácter estático y parcial, se basa en comparar posiciones de equilibrio antes y después de la incorporación de una nueva técnica al proceso productivo.

* Nótese que esta medición del excedente es similar al área $r'CE$ del Gráfico No. 2.

Este análisis oculta la dinámica del proceso de adopción compuesto por un conjunto de decisiones a nivel de cada una de las unidades microeconómicas de producción que resulta en una progresiva adopción de la nueva técnica.

La existencia de estas decisiones individuales o independientes explica por qué el sector agropecuario puede adoptar un conjunto de técnicas que, en última instancia y dada la inelasticidad de la demanda de algunos productos, pueden implicar una disminución del excedente económico captado por el conjunto del sector productor. Esta situación resulta del hecho que cada unidad de producción, al analizar la conveniencia individual de la adopción de una nueva técnica, lo hará teniendo en cuenta el precio vigente y sin considerar la posible disminución del precio como consecuencia de la propia adopción tecnológica.

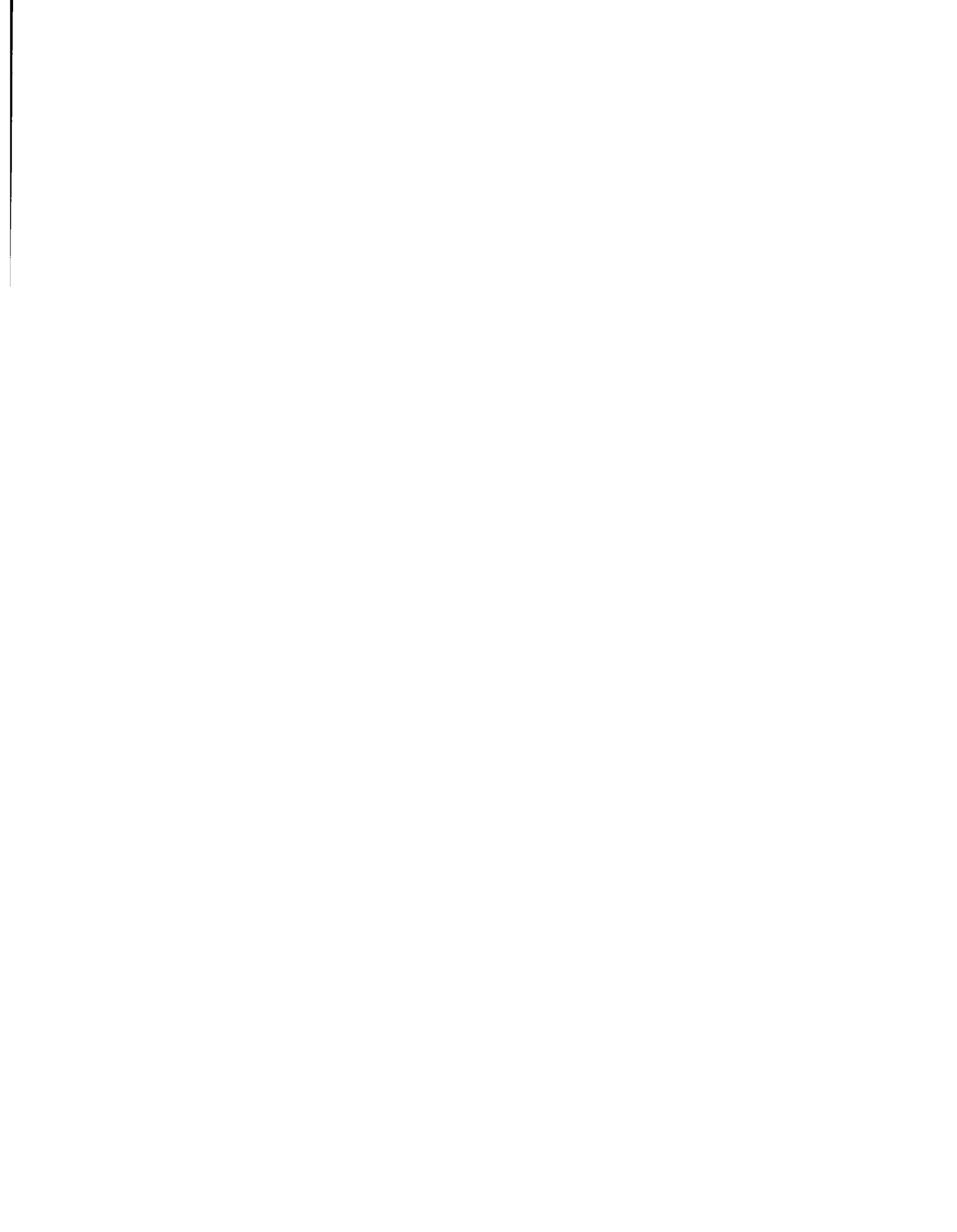
Por otra parte, en un proceso de ajuste de este tipo, los productores que van a la vanguardia del proceso de adopción tecnológica conseguirán postergar indefinidamente la pérdida de sus ingresos reales a costa de los que no adoptan, provocando un nuevo sesgo en la distribución del ingreso intra-sectorial. Este fenómeno tiene una importancia trascendental dado que la capacidad de adopción no es el resultado de los deseos y motivaciones individuales de los productores, sino que lo es de la capacidad real que tienen para hacerlo, lo cual es consecuencia de la situación diferencial en cuanto a dotación de recursos, capacidad financiera, nivel cultural inicial, etc., de cada uno y que son restricciones objetivas que ningún productor puede resolver por sí mismo*.

Otro aspecto de particular importancia que es interesante resaltar es el posible "efecto tijera" que surge potencialmente de la integración vertical de ciertas industrias agropecuarias o de la integración transnacional en un esquema de división internacional del trabajo. El caso de los fertilizantes fosforados puede ser utilizado como ejemplo. Los países consumidores de los productos agropecuarios exportables son simultáneamente proveedores del fertilizante introducido como nueva tecnología o, en el mejor de los casos, de las fábricas y patentes necesarias para la producción nacional. Esta doble inserción en el proceso producción-consumo otorga a dichos países, un doble mecanismo de captación del excedente generado. Por un lado, si la demanda por los productos agropecuarios es inelástica, los aumentos de producción provocarán una disminución del precio del producto agropecuario y, por lo tanto, una transferencia de excedentes a los consumidores del exterior. Por el contrario, si la demanda es elástica y por lo tanto el excedente generado puede ser potencialmente captado por los productores, los proveedores del insumo estratégico captarán, a través de precios oligopólicos, por lo menos una parte de dicho excedente transfiriéndolo al país proveedor.

Una Clasificación de Tecnologías para la Producción Agropecuaria.

La discusión previa plantea de manera conceptual y general los efectos económicos de la tecnología agropecuaria. A los efectos de poder precisar

* Ver por ejemplo, SHEINKERMAN de OBSCHATKO.



la orientación general del sendero tecnológico deseado es conveniente precisar y categorizar los efectos potenciales de distintos tipos de técnicas agropecuarias. Una clasificación de este tipo es la siguiente*:

1. Tecnologías mecánicas (por ejemplo cosechadoras)
2. Tecnologías biológicas (por ejemplo semillas híbridas)
3. Tecnologías químicas (por ejemplo fertilizantes)
4. Tecnologías agronómicas (por ejemplo rotaciones)

Con este agrupamiento es posible reflexionar sobre cuál será el impacto esperado a cada tipo de innovación sobre la generación y distribución del excedente económico y sobre otras variables macroeconómicas consideradas en la sección anterior.

El Cuadro No. 1 resume las características de las cuatro categorías de innovaciones consideradas. El signo en cada caso indica la dirección en la cual el efecto se manifiesta, mientras que el número de signos da una idea de la magnitud relativa de dicho efecto.

Las innovaciones mecánicas esencialmente sustituyen mano de obra en el proceso productivo. Al hacerlo, decrece el cociente mano de obra/tierra, aumentando en consecuencia la productividad media del trabajo, pero tal como ha sido indicado por Sen y otros autores, aunque aumenta considerablemente la productividad de la mano de obra no lleva generalmente a incrementos significativos en los rendimientos por hectárea. Por otra parte el desplazamiento de mano de obra provocado por la mecanización tiene importantes connotaciones sociales particularmente a nivel regional**.

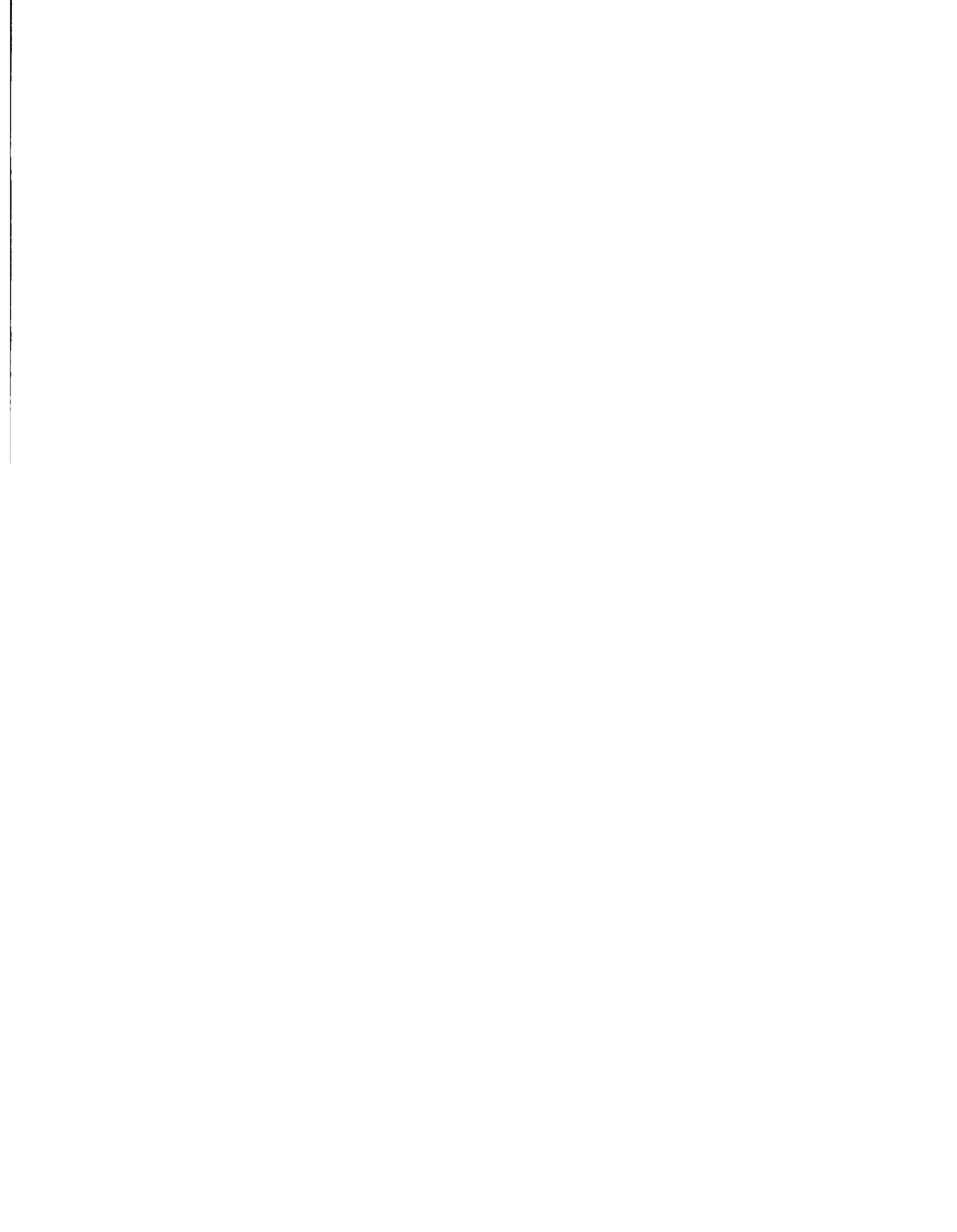
Ya indicamos que los mecanismos de decisión para la generación de innovaciones pueden seguir distintos canales de acuerdo a las condiciones de apropiabilidad privada de los beneficios generados por la investigación. En el caso de las innovaciones mecánicas, ello dependerá en gran medida de la estructura legal-institucional y de la estructura de la industria, ya que no hay nada en la naturaleza de la tecnología que impida que el implemento o la maquinaria agrícola en cuestión sean copiados por cualquiera de las firmas que compiten en el mercado.

Las innovaciones biológicas son relativamente neutrales en requerimiento de tierra, mano de obra y manejo. Son por otra parte, levemente capital intensivas e incrementan solo moderadamente los rendimientos cuando se dan fuera de un paquete tecnológico.

En este grupo las semillas híbridas ejemplifican el caso de una innovación cuyos beneficios son susceptibles de apropiación privada. Esta posibilidad

* Clasificación propuesta por Martínez J. C.

** Ver por ejemplo: SCHMITZ y SECKLER.



Cuadro No. 1. Clasificación de Tecnologías para la Producción Agropecuaria, Sesgo de Factores y Efecto Potencial sobre Rendimientos por hectárea*.

Cambios en la proporción de uso de factores	Innovaciones			
	Mecánicas	Biológicas	Químicas	Agronómicas
Capacidad de apropiación por parte del inventor de los excedentes generados	++	++	+	0
Capital/Tierra (K/T)	++	+	++	+
Trabajo/Tierra (L/T)	--	0	++	++
Capital/Trabajo (K/L)	+++	+	0	-
Manejo "de línea"/T	--	0	++	++
Manejo "staff"/T	+	0	++	+
Incremento en los rendimientos por hectárea	0	+	++	++
Ejemplos	Cosechadoras	Semillas híbridas	Fertilizantes	Prácticas de manejo

* Tomado de Martínez, J. C.

surge de la propia naturaleza interna de la innovación. Las características genéticas de la semilla híbrida son sólo válidas para la primera generación, de forma tal que la semilla no puede ser reproducida (al menos con las mismas características genéticas) por los productores rurales o por las otras empresas semilleras que actúan en el mercado, a menos que las mismas puedan obtener las líneas que constituyen los "padres" de la semilla que va al mercado. Por lo tanto un cierto grado de "secreto industrial", proveerá los prerrequisitos imprescindibles para que la inversión privada en esta clase de investigación genética tenga los necesarios incentivos económicos.

Por otra parte existe un sistema legal de fiscalización y control de criaderos y semilleros que permite consolidar la idea de que ésta es una innovación cuyos beneficios son susceptibles de apropiación privada.

Volviendo al Cuadro No. 1, podemos ver que las innovaciones químicas son fundamentalmente ahorradoras de tierra, permitiendo la sustitución de esta última por capital y trabajo en el proceso productivo e incrementando los rendimientos por hectárea. La nueva asignación de recursos requiere relativamente menos tierra y más capital y mano de obra por unidad de producto. Por lo tanto la generación de excedentes estará fuertemente condicionada a la elasticidad de la demanda. Una demanda elástica implicará amplia generación de excedentes y la distribución de éstos a los factores de la producción. Una demanda inelástica implicará poco o ningún excedente y la captación de éste por el sector consumidor.

Finalmente, las innovaciones agronómicas son ahorradoras de tierra y requerirán más mano de obra. Tal como las innovaciones químicas, las agronómicas serán definitivamente incrementadoras de rendimiento, pero difiriendo en el grado de requerimiento de capital.

En general, los beneficios de la investigación en innovaciones agronómicas no son susceptibles de apropiabilidad privada. Consecuentemente el grueso de la investigación en estas actividades es realizado con fondos públicos a través de los sistemas oficiales de investigación agropecuaria.

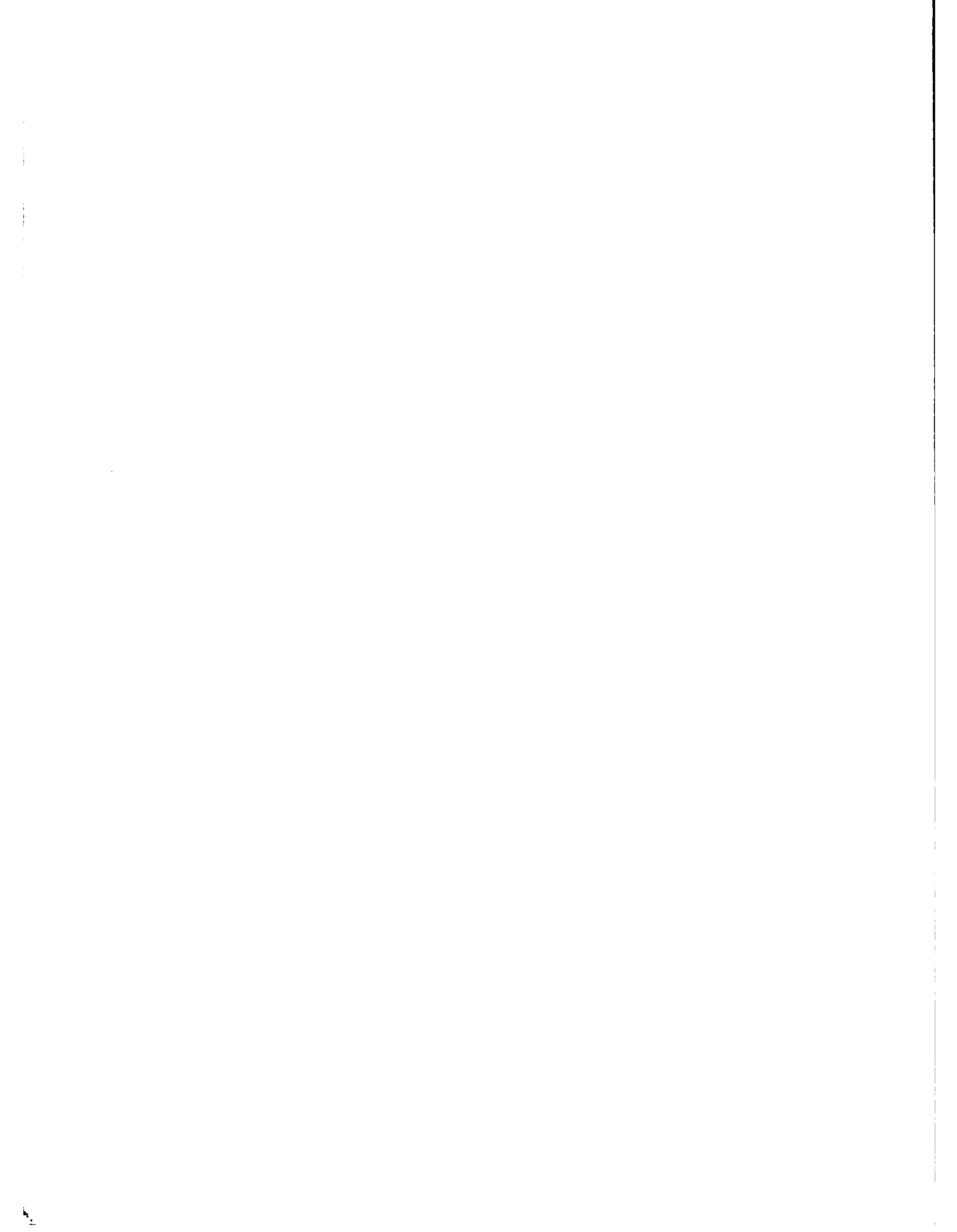
Los "paquetes" de innovaciones integrados por tecnologías provenientes de dos o más de los grupos considerados combinarán los sesgos de factores de sus componentes, dándose en general cierta complementariedad entre los mismos. Esto será así en particular para paquetes de tecnologías biológico-químico-agronómicas en cuyo caso el efecto eventual de interacción reforzará el sesgo de factores resultante de una consideración puramente aditiva de sus componentes. Estos paquetes tenderán a ser ahorradores de tierra y definitivamente incrementadores de rendimientos, requiriendo además un mayor uso de mano de obra y capital. Por otra parte, estos paquetes tecnológicos pueden tener efectos macroeconómicos importantes y no siempre predecibles*.

Dado el alto costo que implica el desarrollo de paquetes tecnológicos de esta naturaleza y el hecho que sólo una pequeña parte de los beneficios sociales puede ser susceptible de apropiación privada, resulta bastante improbable encontrar casos de inversión privada en investigación y desarrollo de paquetes tecnológicos integrales. Esta es una de las razones que explican la prevalencia tradicional de la inversión pública en estas actividades.

Comentarios referentes a la Estimación de los Beneficios de distintas Alternativas Tecnológicas.

Uno de los problemas básicos en la selección de prioridades de investigación es la correcta estimación de los beneficios asociados, en términos de los objetivos de desarrollo que se desean privilegiar, a distintas alternativas tecnológicas.

* Ver por ejemplo, CLEAVER.



Si bien el instrumental utilizado en la sección previa para ilustrar los efectos de la tecnología es de considerable utilidad el conjunto de supuestos implícitos y algunas omisiones introducen sesgos en cuanto a una correcta medición cuantitativa.

Con respecto a este problema parece importante hacer las siguientes consideraciones:

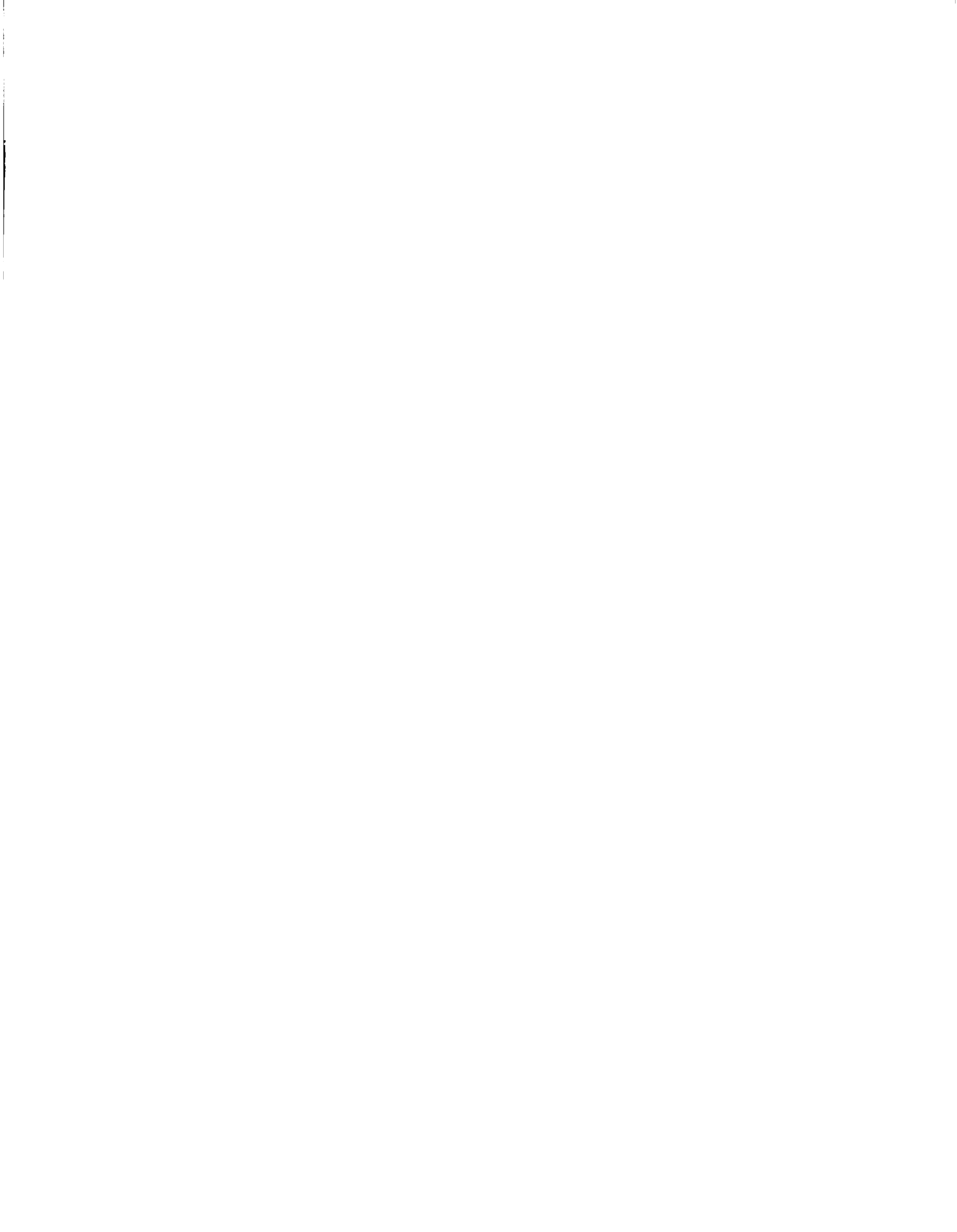
1. La Estimación de los beneficios netos esperados.

El mecanismo usual en la estimación de los beneficios es calcular el impacto esperado sobre la producción de una innovación tecnológica y transformar ésta en un valor económico utilizando para ello el precio esperado del producto. Similarmente la estimación de los costos de adopción necesarios para estimar beneficios netos, se basa en estimar las variaciones en el uso de factores asociado a la adopción de cada tipo de técnica, y expresarlo en términos de valor por medio del proceso de mercado de cada uno de ellos. Este procedimiento implica, sin embargo, el hacer una serie de supuestos con respecto a la economía que son, en el caso de los países de América Latina, generalmente falsos. De estos conviene enfatizar los siguientes: (a) empresas de tamaño mediano que no controlan el mercado; (b) mercados perfectos (competitivos); y (c) perfecta movilidad de factores. En estas condiciones los precios del producto son fiel expresión del valor de cantidades adicionales del producto para la sociedad. Adicionalmente cualquier incremento de la productividad en un producto resultará en aumentos de la producción de ese producto y/o en la liberación de recursos productivos a ser utilizados en la producción de productos alternativos. La importancia relativa de cada uno de estos efectos estará determinada por la forma de la demanda pero, y esto es lo sustantivo, dada la perfecta movilidad de factores y la perfección de los mercados siempre resultará en un aumento del bienestar general.

Sin embargo, las condiciones de producción más difundidas en Latinoamérica no tienen las características descritas. En primer lugar, la estructura de producción no se puede caracterizar como compuesta por empresas de tamaño mediano, que se insertan en mercados competitivos y tienen capacidad de acumulación. La agricultura de subsistencia y el minifundio asociado al latifundio, son sistemas considerablemente difundidos. Mientras que en Canadá (1971) y Estados Unidos (1969) el porcentaje de explotaciones de menos de 5 Has. es de 3.9% y 5.9% respectivamente, los países de la región ostentan porcentajes que van del 15.7% para Argentina (1960) a 86.9% para el Salvador*.

En segundo lugar, los mercados de productos y factores presentan serias imperfecciones, y la infraestructura de comunicaciones es deficiente. Lo cual genera una situación de acceso a los mercados y a la información diferenciada para los distintos tipos de empresas productoras. Así mismo, la movilidad del factor trabajo es restringida y la incapacidad de la economía

* Brasil (1970) 33.6%, Nicaragua (1963) 35.4%, Paraguay (1961) 46.4%, Bolivia (1950) 59.3%, Colombia (1970) 59.5%, México (1960) 66.8%, Ecuador (1968) 74.3%, Guatemala (1964) 74.9%, Perú (1961) 82.9%, según datos del U.S.D.A. (Agriculture in the Americas ERS, USDA 1976).



de generar empleo es un hecho ampliamente reconocido y una preocupación prioritaria.

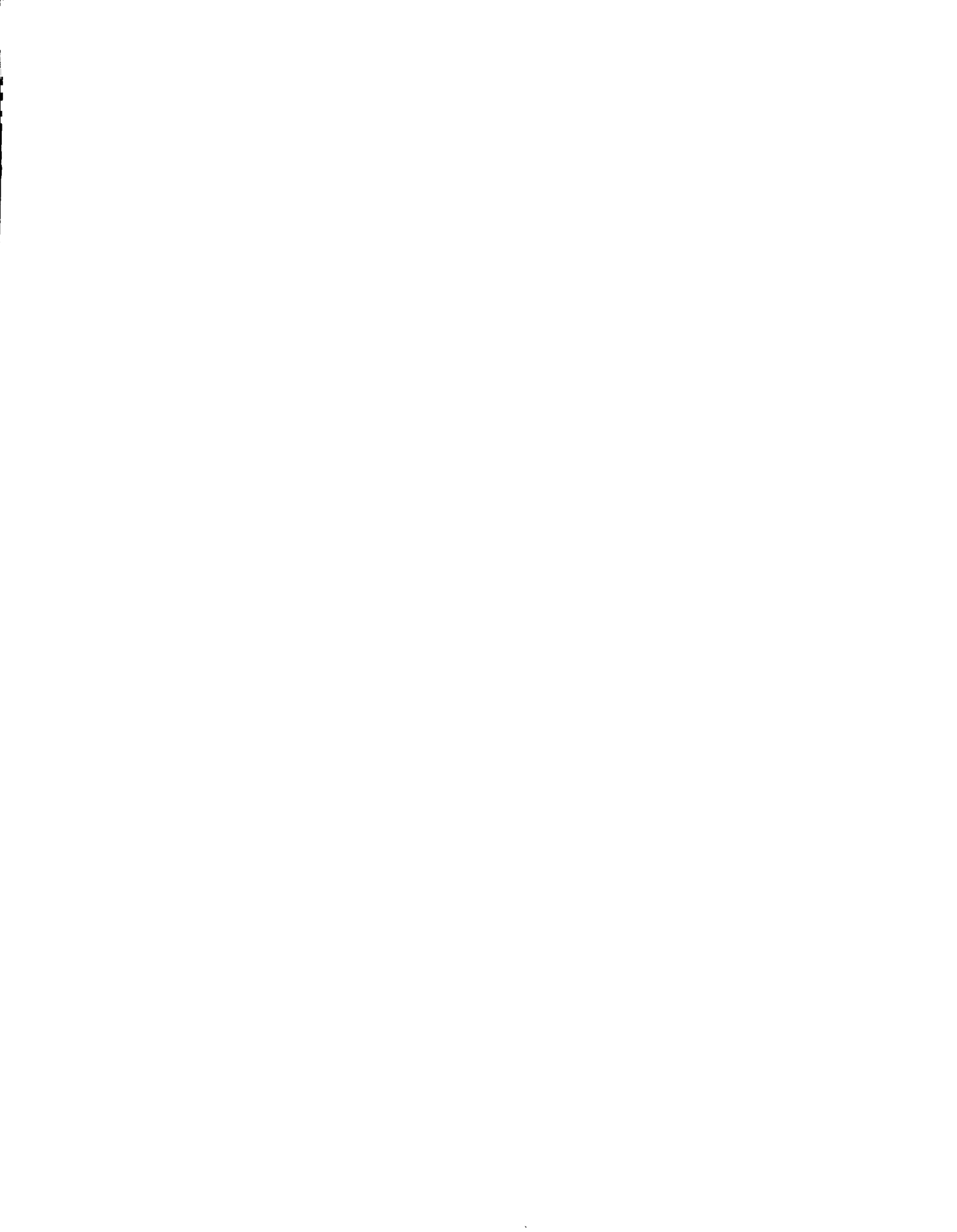
Por otra parte, los excedentes generados como consecuencia de la adopción tecnológica no necesariamente fluyen hacia el sector industrial a través de menores precios al consumidor ni implican un mejoramiento del nivel de vida del agricultor.

Buena parte de dichos excedentes quedan en el sistema de comercialización de carácter oligopsónico que se genera como consecuencia de la propia estructura agraria imperante, o fluyen a manos de los propietarios de la tierra, el factor más escaso, ante la abundancia de mano de obra provista por los propios minifundistas.

El reconocimiento de este conjunto de rigideces estructurales implica la irrelevancia de los precios de mercado como indicadores del "valor social" de los bienes de consumo y de la productividad de los factores de la producción. Esto implica la conveniencia de definir, más allá de los precios de mercado, la disponibilidad relativa de factores y su costo de oportunidad real para la economía. Este precio contable es el que debería usarse en la estimación de los beneficios netos esperados. Simultáneamente la estimación del precio contable del producto ayudaría a estimar más acertadamente el verdadero beneficio bruto de una innovación tecnológica determinada.

2. Restricciones Estructurales y Necesidad de una Desagregación Regional y por tipo de Empresa.

- a. La Dualidad Regional. El desarrollo desigual de las distintas regiones de los países Latinoamericanos puede plantearse como un hecho irrefutable. Esta característica que se ha dado en llamar el "dualismo regional" y que tiene su origen tanto en cuestiones ecológicas como en el propio contexto histórico dentro del cual se da el desarrollo de los sectores agropecuarios de los países es un elemento adicional a incorporarse en la selección de prioridades tecnológicas. De este hecho surge que cada región tenga, desde el punto de vista de sus necesidades tecnológicas, diferentes requerimientos en función de cuales sean los objetivos de desarrollo que cada país adopte.
- b. Diversidad de los tipos de Empresas Agropecuarias. La producción agropecuaria se origina a partir de un universo altamente diferenciado en cuanto a los distintos tipos de empresas que en él participan. Las características distintivas de dichos tipos de empresas se dan tanto en las diferencias existentes en los recursos productivos que las mismas controlan y los diferentes tipos de comportamiento económico definidos a partir del origen funcional de la generación de excedentes como en los distintos contextos económicos que las mismas enfrentan. Esta diversidad, conjuntamente con la no neutralidad del proceso innovativo, planteada anteriormente, determinará que distintas orientaciones e intensidades de dicho proceso tengan, sobre cada tipo de empresa,



efectos diferenciados dependiendo de sus características estructurales particulares*.

La planeación de la actividad innovativa debe considerar que no todas las empresas pueden hacer los ajustes necesarios para adoptar la nueva tecnología, incluyendo cambios adaptativos en su propia estructura productiva. De lo contrario, inadvertidamente, se introduce un sesgo en la actividad innovativa hacia las empresas que realmente tienen esta capacidad de adaptación. Esta situación es la que hace que la tecnología no específica sea sesgada hacia las empresas de mayor tamaño, que son las que enfrentan condiciones favorables para su adopción.

* En este sentido se desea resaltar es que tal como muestran distintos trabajos empíricos para casos particulares (UNRISD, Scobie, Oschatco y de Janvry, etc.), aunque la tecnología sea neutra con respecto a la escala de producción, el acceso a los recursos y el conocimiento no lo es.

BIBLIOGRAFIA

1. ARNDT, T., DARLYMPLE, D. y RUTTAN, V. W. Valuing the productivity of Agricultural Research: Problems and issues. In _____. Resource allocation and Productivity in National and International agricultural research. Minneapolis, University of Minnesota Press, 1977.
2. BERNAL, J. D. The social function of science. New York, McMillan Co., 1939.
3. CLEAVER, H. The contradictions of the green resolution. Estados Unidos, American Economic Review, Vol. 52, 1972.
4. DE JANVRY, A. y MARTINEZ, J. C. Introducción de Innovaciones y Desarrollo Agropecuario Argentino. Económica de la Plata, mayo-agosto, 1972.
5. EVENSON, R. E. Economic aspects of the Organization of Agricultural Research. In Fishel, W. L., ed. Resource allocation in agricultural research. Minneapolis, University of Minnesota Press, 1971.
6. FORNI, F. Política científica y desarrollo. Aportes para una discusión del caso argentino. Casteler, Argentina, INTA-EPGCA. Departamento de Economía, 1975.
7. GALBRAITH, J. K. Power and the useful economist in capitalism. In Silk, L. ed, The moving target. New York, Praeger, 1972.
8. HANN, F. H. y MATTHEWS, R. C. The theory of economic growth: A survey. In Survey of Economic Theory. London, McMillan, 1972.
9. HAYAMI, Y. y YAMADA, S. Agricultural research organization in economic development. A review of the japanese experience. Sao Paulo, Instituto de Pesquisas Económicas, Universidad de Sao Paulo, 1975.
10. HICKS, J. The theory of wages. London, McMillan, 1964.
11. MARTINEZ, J. C. On the Economics of Technical Change: Induced innovation in Argentine Agriculture, Tesis Doctoral Iowa State University, 1973.
12. OBSCHATCO, E. y DE JANVRY, A. Factores limitantes del cambio tecnológico en el sector agropecuario argentino. Argentina, Desarrollo Económico, Vol. I, 1971.
13. PINEIRO, M. y TRIGO, E. Planificación de la investigación agrícola a partir de programas por producto: Algunos comentarios críticos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Publicación Miscelánea No.150, Bogotá, agosto 1977.

14. PIÑEIRO, M. y TRIGO, E. Un marco general para el Análisis del Progreso Tecnológico Agropecuario: Las Situaciones de Cambio Tecnológico. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Publicación Miscelánea No. 149, Bogotá, abril, 1977.
15. _____ y FIORENTINO, R. Ideas for improving the content and process of technology development, adaptation and diffusion in Latin America. Paper prepared for the 144th Annual Meeting of the American Association for the Advancement of Science. Washington, January, 1978.
16. _____, MARTINEZ, J.C. y ARMERLIN, C. Política Tecnológica para el Sector Agropecuario. Serie de investigación No. 18. Departamento de Economía IMTA-EPGCA. Castelar, Argentina.
17. POLANYI, M. The republic of science. In Schilds. ed; Criteria for scientific development. Massachussets, M.I.T., 1968.
18. RECA, L. G. Política Agrícola, Un factor Limitante en el Proceso de Desarrollo. Trabajo presentado en el Seminario de Política Agrícola auspiciado por el Banco Interamericano de Desarrollo, Washington D.C., marzo de 1975.
19. SALOMON, J. J. Creencia y política. México, Siglo XXI, 1974.
20. SCHMITZ, A. y SECKLER, D. Mechanized agriculture and social welfare: The case of the tomatoe harvester. Estados Unidos, American Journal of Agriculture Economic, Vol. 52, 1970.
21. SCHULTZ, T. W. Transforming traditional agriculture. New Haven, Yale University Press, 1964.
22. _____. The allocation of resources to research. In Fishel, W. L. ed. Resource allocation in agricultural research. Minneapolis, University of Minnesota Press, 1971.
23. SCOBIE, G. y POSADA, R. The impact of high yielding rice varieties in Latin America with special reference to Colombia. Cali, CIAT, 1976.
24. SHEINKERMAN DE OBSCHATCO, E. Factores limitantes a la introducción del cambio tecnológico en el sector agropecuario. Tesis MG. Castelar EPGCA, 1971.
25. SUNKEL, O. Política nacional de desarrollo y dependencia externa. In _____. La dominación de América Latina. Amorrortu, 1968.
26. UNRISD. The social and economic implications of large scale. Introduction of new varieties of foodgrain. Geneva, Report 74-1, 1974.

**"GUIAS PARA LA ASIGNACION DE RECURSOS Y DETERMINACION
DE PRIORIDADES EN INVESTIGACION AGROPECUARIA:
PRIMERA ETAPA****

(Versión Preliminar)

Luis Romano Orozco**

I. Introducción

El presente trabajo constituye un primer paso en el esfuerzo de establecer procedimientos generales y específicos sobre la manera de asignar recursos en forma prioritaria entre las diversas actividades que desarrolla el Instituto, dada la necesidad de usar los recursos financieros, humanos y físicos, de tal modo que contribuyan en la mejor forma a los diversos objetivos de la política económica y agrícola, lo cual cobra mayor importancia a medida que dichos recursos son más escasos.

Obviamente la magnitud y naturaleza de un problema de este tipo impone la necesidad de trabajar mediante aproximaciones sucesivas y por etapas, tratando de resolver cada vez parte del problema general. Bajo esas limitaciones, el presente trabajo pretende determinar las prioridades para asignar recursos entre programas de investigación agropecuaria (arroz, maíz, ganado de carne, etc.) desde el punto de vista nacional y proponer guías al personal técnico para que éstos efectúen, en primera instancia, el trabajo de priorizar las actividades que se realizan dentro de un mismo rubro de producción, en forma regional.

En etapas posteriores y como una forma de completar y darle dinamismo al sistema, se deberá emprender el trabajo de determinar un procedimiento que genere suficiente información en base a la cual se refinan las prioridades establecidas y se evalúen continuamente las actividades del Instituto, lo cual redundará en la formación de planes de trabajo de la entidad en base a planes indicativos regionales y nacionales.

II. Objetivos

En síntesis, el presente trabajo tiene los siguientes objetivos:

1. Conceptualizar el problema de la asignación de recursos y determinación de prioridades en investigación agropecuaria.

* Previamente publicado por la Dirección de Planeación del Instituto Colombiano Agropecuario.

** Economista, M.S. Técnico de la Dirección de Planeación, ICA.

2. Determinar un procedimiento sencillo para determinar la asignación de fondos en forma prioritaria entre los programas de investigación a nivel nacional.

3. Establecer las necesidades de información y los procedimientos para mejorar el sistema de asignación de fondos.

4. Establecer la importancia investigativa de varios productos de alguna prioridad, no investigados actualmente.

III. Consideraciones Generales

A. El Problema en General

La organización existente para llevar a cabo investigaciones y otros servicios complementarios dirigidos al desarrollo agropecuario, se deriva de que la sociedad espera obtener una ganancia de tales actividades; o sea, que la demanda por nuevo conocimiento se deriva de la contribución que se espera se haga para alcanzar las metas individuales y colectivas o para la solución de problemas privados y públicos.(1)

Sin embargo, la magnitud en que dichas actividades proporcionan ganancias a la sociedad o satisfacen un conjunto de objetivos y metas, está restringida por la cantidad de fondos que la sociedad misma puede invertir en la realización de las labores de investigación y desarrollo. Ello quiere decir que existe una función social de utilidad con respecto al producto de la investigación agropecuaria, lo cual impone, a su vez, el problema de conocer o interpretar el conjunto de preferencias sociales que maximizan dicha función de acuerdo a las restricciones de recursos prevaletientes.

Per Pinstруп Andersen (2) ha especificado una función social de utilidad de la siguiente forma:

$$U = \sum_{i=1}^n \alpha_i u_i, \quad \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1.0$$

Donde:

U = Utilidad Social de la investigación agropecuaria aplicada.

α_i = Importancia relativa de la meta social i en el conjunto de la función social objetivo.

u_i = Expresión cuantitativa de la utilidad obtenida de la investigación agropecuaria mediante su contribución a la meta social i.

n = Número de metas.

El objetivo global de la investigación agropecuaria debe ser, entonces, maximizar U sujeto a las restricciones de recursos para investigación. Suponiendo, además, que para un período dado hay sólo un conjunto de actividades de investigación que maximizan U sujeto a las restricciones de recursos, tenemos:

$$U(\max.) = \sum_{i=1}^n \alpha_i B_j u_{ij} \quad , \quad \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1.0 \quad \sum_{j=1}^m B_j = K$$

Donde:

U = Como se definió antes.

α_i = Como se definió antes.

B_j = Monto óptimo de recursos asignados a la actividad de investigación j

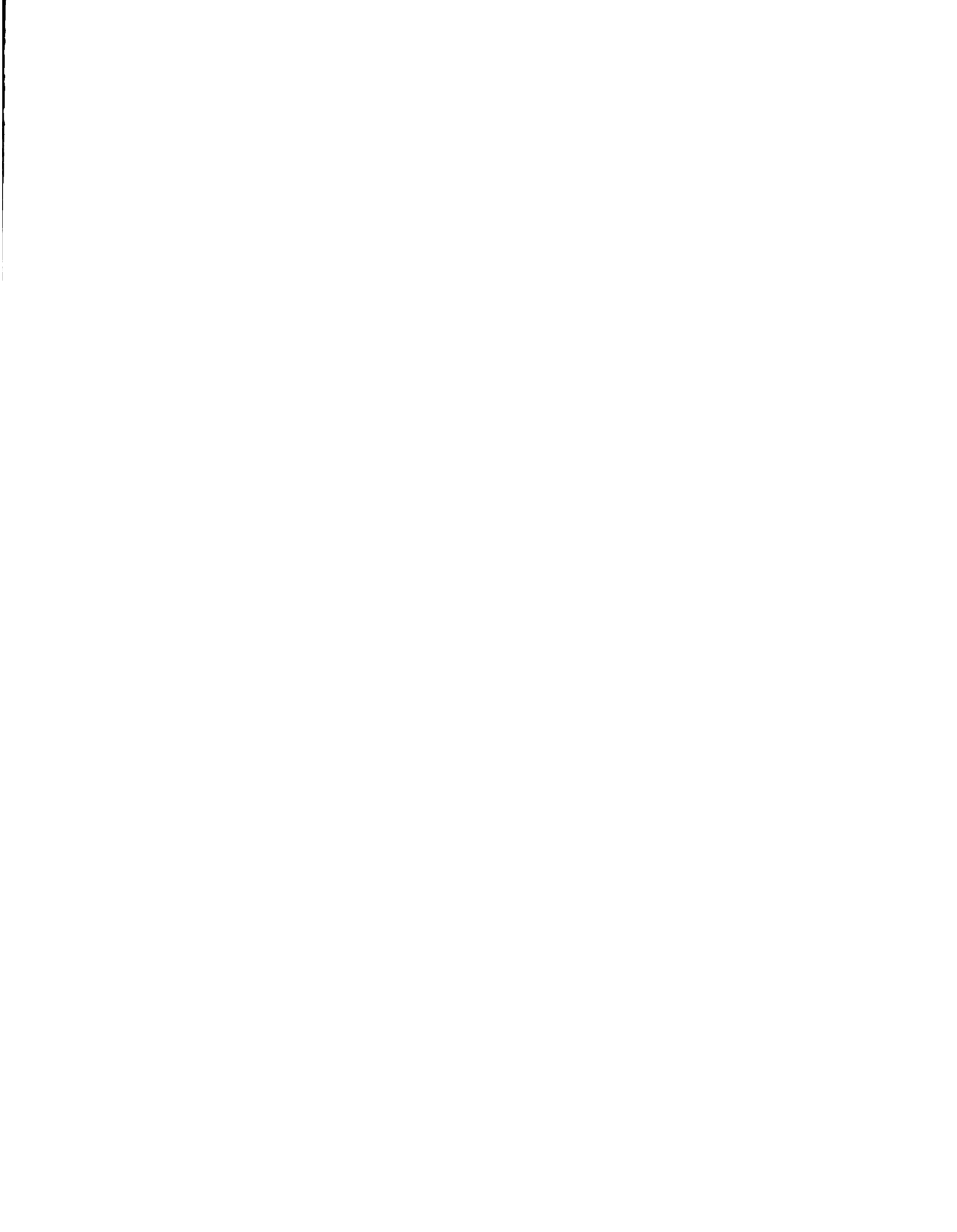
u_{ij} = Expresión cuantitativa de la contribución de la actividad de investigación J a la utilidad social a través de la meta i , por unidad de recursos de investigación.

K = Monto de recursos de investigación disponibles.

m = Número de actividades de investigación.

Como se expresó anteriormente, la existencia de una función social de utilidad con respecto al producto de la investigación agropecuaria impone el problema de interpretar el conjunto de preferencias sociales que maximizan dicha función, de acuerdo a las restricciones de recursos. Sin embargo, cuando las actividades de tipo investigativo y de servicios complementarios de desarrollo agrícola son llevadas a cabo principalmente por el Estado, los objetivos generales se plasman, por lo general, en planes de desarrollo económico y social, los cuales, se supone, contienen las normas y los criterios de preferencia de aquellas actividades que conduzcan a los mejores resultados en términos de bienestar general. Esto quiere decir que se supone que el Estado tiene todos los elementos teóricos y empíricos para interpretar las metas que la sociedad tiene respecto al sector agrícola en general y con respecto a la investigación agropecuaria en particular.

El primer problema es, entonces, establecer los criterios generales de preferencia, explícitos o implícitos en un plan general de desarrollo económico y social. Una vez que éstos se han adoptado, la ordenación de los proyectos según su prioridad será una consecuencia de la aplicación de reglas que incorporen esos criterios mediante ciertos parámetros que relacionen las magnitudes pertinentes; el segundo problema es, por lo tanto, el cálculo de los parámetros para que reflejen adecuadamente los criterios generales adoptados.



En cuanto al problema de conocer las preferencias por bienes sociales, tal como el conocimiento que genera la investigación, es común que se faculte a ciertos funcionarios (legisladores, administradores, técnicos de organismos superiores, etc.) o a ciertas entidades públicas para que tomen las decisiones que se suponen serán en aras del interés general, quienes, además, deberán contar con métodos adecuados para saber lo que la sociedad desea (3).

Todo lo anterior implica que lo primero que es necesario hacer para confeccionar un sistema de asignación de prioridades en actividades de investigación agropecuaria, es interpretar en la mejor forma los planes generales de desarrollo económico y social del país con la esperanza de que éstos, después de diagnosticar la situación actual, expresen una parte sustancial de la demanda social por dichas actividades. De este análisis deben surgir tanto una lista de objetivos o criterios a tener en cuenta en la determinación de prioridades, como su respectiva ponderación; luego habrá que relacionar y calcular los parámetros que reflejen los criterios de preferencia.

Por otra parte, aunque el método señalado de aproximarse al conocimiento de las preferencias sociales en cuanto a las actividades que nos ocupan se acepta como válido, es necesario reconocer que es un sistema imperfecto y que habrá que recurrir, para complementarlo, y en una etapa posterior, a algún tipo de consulta a los usuarios, que permita conocer más a fondo las preferencias de éstos sobre el producto de la investigación. Visto así, el proceso quedará enmarcado dentro de la mecánica de oferta y demanda por tecnología.

El proceso mediante el cual se genera la demanda por nueva tecnología y la respectiva oferta, se comprende analizando el siguiente modelo:

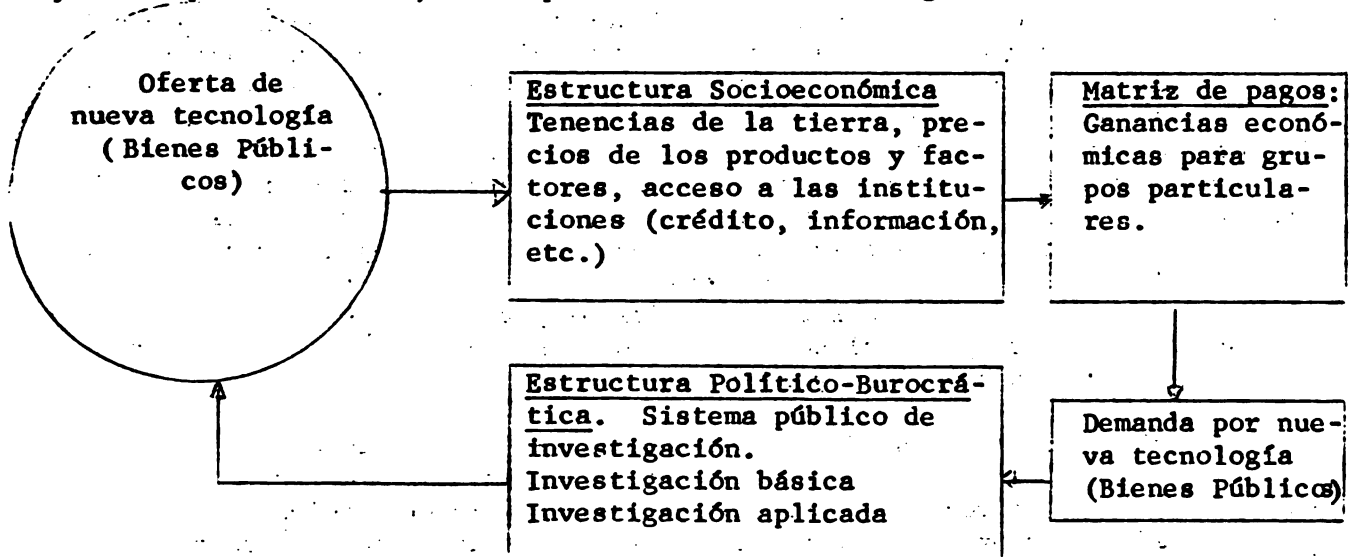
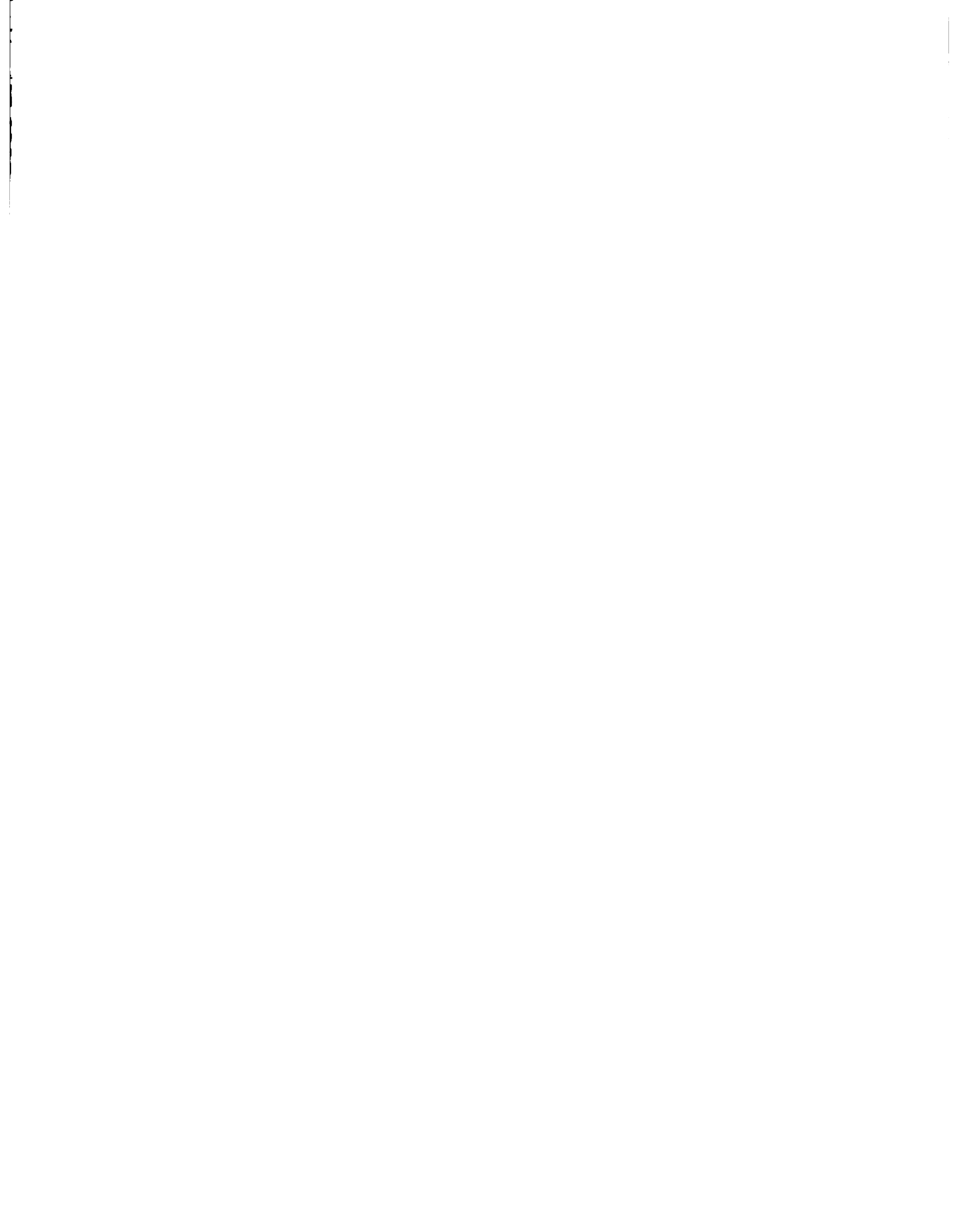


Figura 1. Inducción y Difusión de innovaciones técnicas

Fuente: De Janvry, Alain "The Organization and Productivity of National Research Systems". Citado en: Arndt, T. and Vernon Ruttan. "Resource Allocation and Productivity in National and International Agricultural Research". A Seminar Report. R.T.N., Sep., 1975.



La clave del modelo es la matriz de pago, la cual expresa los intereses particulares de grupos sociales, tales como: agricultores comerciales, terratenientes, agricultores de subsistencia, consumidores, etc., quienes derivan ganancias o pérdidas en ingresos de los bienes públicos como la investigación. La demanda y oferta por investigación se centra en la matriz de pagos la cual es condicionada por la estructura socioeconómica y la político-administrativa (4).

Cada grupo presiona (demanda) a la estructura político-administrativa para que se generen investigaciones según las retribuciones que se esperen. La oferta resultante se filtra a través de la estructura socioeconómica y produce retribuciones específicas a los diferentes grupos, las cuales estarán determinadas por:

1. Las características físicas de la innovación en términos de su capacidad para aumentar la producción o disminuir costos.
2. La difusión de la innovación, la cual, a su vez, es condicionada por la ecología local y por las modalidades sociales e institucionales, como la tenencia de la tierra, el crédito, etc.
3. Los precios, los cuales determinan su rentabilidad relativa. Dichas retribuciones pueden, a su vez, inducir mayor demanda por nuevas investigaciones.

En el caso colombiano, la organización pública para atender parte de la demanda por nueva tecnología y servicios complementarios de desarrollo agrícola es el Instituto Colombiano Agropecuario, en la atención de la cual tiene éste su razón de ser. La demanda por nuevos conocimientos, servicios agropecuarios e insumos mejorados, se materializa bajo tres formas:

- a. Una demanda del propio sector agrícola y del sector de transformación de productos agropecuarios, la cual se expresa individualmente por las asociaciones de campesinos, de productores y de la industria de transformación.
- b. Una demanda de los organismos superiores de decisión en política económica, o sea, la demanda proveniente del sector público (supuestamente representativo del bienestar general), la cual se plasma en los planes generales de desarrollo de la nación.
- c. La tercera forma en que materializa la demanda por investigación es mediante la iniciativa de los investigadores y personal técnico de la institución, con el afán de resolver problemas actuales o futuros, los cuales muchas veces escapan a la visión de los grupos anteriores.

Lo anterior indica evidentemente la formidable tarea que tiene un instituto nacional de investigación como el ICA para interpretar adecuadamente la

demanda por nuevo conocimiento y, por consiguiente, la necesidad de elaborar un sistema para asignar recursos en forma prioritaria. Una dificultad adicional es que la sociedad como un todo tiene multiplicidad de metas y objetivos (algunas veces contradictorias), en la consecución de los cuales se le ha adscrito el cambio técnico un rol instrumental. Así por ejemplo, existen metas del siguiente tipo:

- a. De crecimiento económico, tales como incrementar el ingreso neto del sector agrícola o maximizar la contribución de la agricultura a la economía como un todo.
- b. De bienestar, tal como el incremento del empleo y el ingreso de los trabajadores agrícolas, reducción del precio real de alimentos para los consumidores, mejoramiento de la salud y la nutrición, y,
- c. De equidad, tales como mitigar las diferencias de ingresos y participar de los beneficios del crecimiento a grupos particulares, tales como los pequeños agricultores, o regiones deprimidas.

B. Revisión de Métodos y Experiencias Existentes*

La asignación de recursos, la determinación de prioridades y la evaluación de la investigación agropecuaria ha sido estudiada en dos formas básicas: en forma ex-post y en forma ex-ante. Las principales experiencias en este campo son las siguientes:

1. Análisis Ex-post.

Dentro del análisis ex-post existen dos tipos de métodos o enfoques: el enfoque de los números índices y el enfoque de las funciones de producción.

- a. Enfoque de los Números Índices. El trabajo básico relativo a este enfoque fue el desarrollado por Griliches (5), cuya metodología ha sido utilizada por otros autores, con algunas variantes (6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14).

El enfoque de los números índices estima el cambio en la calidad de los insumos debidos a la investigación agropecuaria, para obtener una medida de los recursos ahorrados en la producción y su valor para la sociedad, o bien del aumento en producción de un conjunto dado de recursos, usando como cuerpo de análisis la teoría del excedente del consumidor y del productor.

* NOTA: Los numerales 1 y 2 han sido adaptados de: Per Pinstrup Andersen. O.p. Cit. Pag. 3 y s.s.



En términos económicos, la introducción de una nueva tecnología produce un traslado de la curva de oferta (Figura 2). La curva S_t representa la situación de oferta con tecnología tradicional; la curva S_n representa la situación de oferta si se usa la nueva tecnología. Con la introducción de la tecnología, la cantidad de producto se incrementa y el precio se reduce, lo cual representa una ganancia para la sociedad, representada por el área OAB.

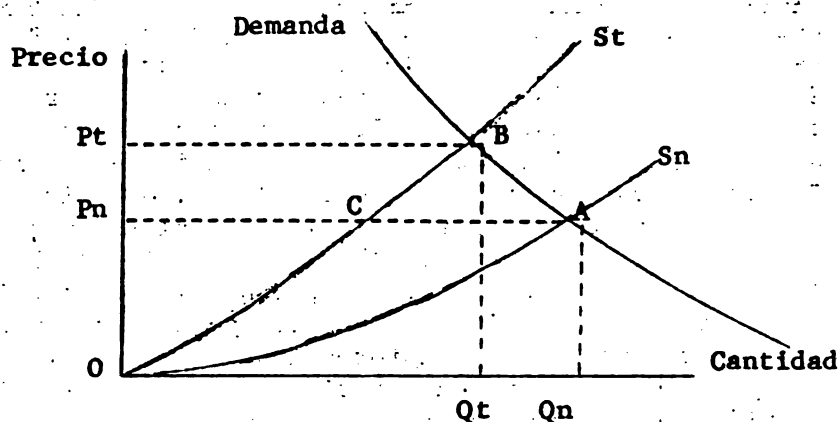


FIGURA 2. Efecto de la nueva tecnología en el traslado de la curva de oferta.

En síntesis, se estiman las corrientes de beneficios y costos actualizados para luego calcular la tasa interna de retorno de fondos invertidos en investigación, tasa esta que se compara con la tasa promedio de rentabilidad social en otros sectores de la economía; con lo anterior se deduce si la investigación ha sido o no rentable para la sociedad, desde el punto de vista de la eficiencia económica.

- b. Enfoque de las funciones de Producción. Este enfoque considera la estimación de una función de producción con datos históricos de insumos y producción, incluyendo a la investigación agropecuaria como una variable independiente separada. Con este método se trata de medir la productividad marginal de la investigación llevada a cabo sobre un bien particular o un conjunto de bienes. Mediante ciertos supuestos es posible convertir el producto marginal así obtenido en una tasa interna de retorno, con lo cual los dos enfoques pueden ser comparables. Ejemplos de este tipo de estudios son los de Evenson (15), Griliches (16) y Sidhu (17).

2. Análisis Ex-ante

Como su nombre lo indica, los análisis de tipo ex-ante pretenden fijar las prioridades en la asignación de fondos en forma anterior a la puesta en marcha de tales actividades, en base a la estimación de su probable impacto.

Los principales sistemas de esta clase son los siguientes:

- a. Sistemas de Planeación, Programación y Presupuestación (PPBS). Este sistema fue implantado en las agencias del gobierno de los Estados Unidos en 1965 y lo sigue el Departamento de Agricultura. En esencia, el sistema obliga a los investigadores a estimar la contribución de esfuerzos alternativos de investigación para conseguir metas sociales más que metas limitadas de investigación. El sistema usa información sobre: (a) el objetivo en términos de tecnología a desarrollarse, medida en tal forma que puede estimarse su progreso ex-post; (b) Consecuencias de la tecnología; (c) magnitud de los beneficios potenciales en términos de metas sociales; (d) probabilidad de éxito y (e) costo y tiempo requerido. Sobre esta base de información se estiman los beneficios netos y los costos para cada actividad de investigación, de acuerdo también a un sistema subjetivo de probabilidades.
- b. Panel de Revisión de Iowa. Es otra técnica que pretende incrementar la contribución de la investigación agrícola al alcance de metas sociales. El sistema consiste en que una serie de científicos de diferentes áreas de investigación estiman los beneficios potenciales o esperados y los costos asociados de cada alternativa de investigación. Los beneficios se estiman en base a tres metas: eficiencia o crecimiento, equidad y seguridad; es una técnica esencialmente cualitativa y depende del buen juicio de los científicos.

Un problema común de estos dos métodos para establecer prioridades investigativas y seleccionar entre proyectos de investigación es la deficiencia en la base informativa y la ausencia de un método cuantitativo completo para analizar la información disponible. Para tratar de corregir estas deficiencias se desarrolló el siguiente sistema:

- c. Sistema de Información para la Asignación de Recursos a la Investigación Agrícola en Minnesota (MARRAIS). El énfasis se coloca en el mejoramiento de la calidad de la información disponible por los Directores de investigación. A los investigadores se les pide que estimen los costos promedios anuales, el tiempo esperado y la probabilidad de éxito para cada proyecto. Estas estimaciones son transformadas en distribuciones de probabilidades subjetivas, para valores presentes de beneficios y costos.

3. Otras Experiencias.

En los últimos años el interés por el tema de diseñar sistemas para asignar recursos a la investigación ha crecido bastante, lo cual se refleja en una serie de seminarios nacionales e internacionales sobre el tema, en la elaboración de tesis de post-grado y en intentos de implantar dichos sistemas en algunos países (Colombia, Ecuador, Venezuela, etc.).

Las características comunes de diseño de estos sistemas son, principalmente, las siguientes:

- a. Determinación de una serie de criterios o variables de selección, bajo el supuesto de que los efectos de la investigación son múltiples, siendo necesario, por lo tanto, estimar dichos efectos sobre varias variables.

Las variables seleccionadas generalmente se refieren a: valor de la producción y área ocupada por el producto en cuestión; distribución del producto por tipo y tamaño de la tierra; balanza de pagos; contribución a la nutrición; aumento del empleo y del ingreso agrícola; estado y potencialidad de los conocimientos técnicos; aumento del bienestar de los consumidores, condiciones de demanda del producto; etc.

- b. Criterios de Ponderación. Bajo el supuesto señalado en el sentido de que la tecnología produce efectos múltiples en el desarrollo y que dichos efectos son de diferente magnitud e importancia, surge la necesidad de ponderar la contribución de cada rubro de producción a cada meta para determinar su importancia relativa.
- c. Diseño de un Índice de Prioridades. Dado que existen diferentes productos y diferentes criterios de ponderación, el paso siguiente es relacionarlos de tal forma que se puedan expresar en una sola magnitud, que luego permite comparar los productos que se investigan y ordenarlos por orden de prioridad.

4. Análisis Crítico de los Métodos y Experiencias.

Los Métodos de tipos ex-post, tanto en su enfoque de los números índices como en el de las funciones de producción, han sido métodos muy útiles para demostrar la productividad y la rentabilidad social de las inversiones efectuadas en algunos productos en que se ha investigado, justificando, entonces, la asignación de fondos a las mismas, por lo menos desde el punto de vista de la eficiencia económica. En teoría, podrían ser útiles también para determinar un orden de prioridades en la asignación de fondos según rubros de producción. Sin embargo, su utilidad se ve limitada porque los rubros de producción a investigar son relativamente numerosos y habría que efectuar laboriosas estimaciones uno por uno.

Además, la ordenación prioritaria que se lograría lo sería fundamentalmente desde el punto de vista de la eficiencia económica (rentabilidad social de las inversiones) dejándose, posiblemente, sin considerar los efectos que producen sobre otras variables del sistema.

Los métodos ex-ante, por definición, prevén el impacto de las alternativas de investigación mediante estimaciones de beneficios y costos o por la contribución de la investigación sobre determinadas metas sociales y económicas. Aunque estos métodos parecen en realidad más adecuados para identificar prioridades de investigación, la dificultad en emplearlos radica en la cantidad de información necesaria para ello, y en los métodos computacionales para manejar dicha información.

Más sencillos de aplicar parecen los sistemas encaminados a diseñar un índice de prioridades, por lo menos en una primera etapa. Su posible defecto consiste en que las ponderaciones asignadas a cada criterio de selección son de todas maneras subjetivas, ya que dependen en gran medida de las preferencias de quien esté realizando el estudio.

IV. El Sistema Propuesto

A. Características del Sistema

1. Naturaleza.

El sistema que aquí se propone tendría básicamente la característica del método que conduce al diseño de un índice de prioridades, como el reseñado en párrafos anteriores, con el cual se pretende tener una metodología que sirva de guía para decisiones futuras sobre asignación de fondos, principalmente a programas de investigación agropecuaria, tratando de indicar en qué rubros se debe poner mayor énfasis. Dicho énfasis dependerá de la interpretación que resulte del análisis de los planes de desarrollo del Gobierno, en cuanto a la importancia relativa de alcanzar determinadas metas.

Es de esperar que los criterios seleccionados contribuyen a:

- a. Medir la importancia relativa de los factores político, económico, social y técnico.
- b. Determinar la relativa efectividad de los proyectos de investigación en relación al crecimiento y avance social y económico.
- c. Guiar la selección de proyectos de investigación para resolver problemas que limitan el desarrollo agrícola.
- d. Reajustar la investigación existente.

- e. Reducir los proyectos de investigación que no son indispensables para el desarrollo agrícola, científico o económico.
- f. Evaluar el total de los factores que afectan la eficiencia de los proyectos de investigación, en términos de su implantación, extensión y utilidad práctica (18).

2. Limitaciones y Alcances del Sistema.

El montaje de un sistema de asignación de determinación de recursos de prioridades es una empresa bastante compleja, tanto conceptual como empíricamente; por ello, lo máximo que se logrará tener será un instrumento imperfecto, pero no por ello sin utilidad como guía para tomar decisiones.

Las limitaciones y alcances del presente esquema son las siguientes:

- a. El Problema de la asignación de fondos y por consiguiente la determinación del uso prioritario de los mismos para una entidad como el ICA, que además de investigación desarrolla actividades de transferencia de tecnología fomento, control educación, sanidad, etc., es un solo problema, pues las restricciones presupuestales afectan todas las áreas de trabajo, en términos relativos.

Adicionalmente, la realización de las anteriores actividades es en Colombia principalmente una función pública y por ello la asignación de recursos y la determinación de prioridades ocurre dentro de un proceso de planeación nacional; como la acción del Estado se ejecuta mediante muchos programas, ello da origen a una competencia por recursos públicos, lo cual determina a su vez, varios niveles de asignación y de decisión en cuanto a las inversiones del Estado, que en síntesis son las siguientes: (19)

- 1) Nivel Intersectorial (Educación Salud, Agricultura, etc.)
- 2) Nivel Sectorial (INCORA, INDERENA, ICA).
- 3) Nivel Institucional (Investigación, Educación, Control, Sanidad, etc. en ICA).
- 4) Nivel de Programa (Arroz, Avena, Ganado de Carne, etc.).
- 5) Nivel de Actividad (Mejoramiento, prácticas de cultivo, manejo, etc.).
- 6) Es posible definir otros niveles, tales como: investigación orientada (básica y aplicada), especulativa y exploratoria; entre tecnologías biológicas vs. mecánicas, químicas o agronómicas; entre problemas entomológicos, fitopatológicos, de suelos, etc.; entre especies vegetales vs. animales, etc.

Las consideraciones anteriores definen la magnitud de la empresa que presentaría un estudio completo para asignar prioridades; por ello, se dará énfasis a la determinación de prioridades entre rubros de producción o programas de investigación y sólo se darán guías muy generales para el nivel de actividad, para uso del personal técnico.

- b. Aunque la selección de criterios y sobre todo sus ponderaciones sufren variaciones en el tiempo, debido a condiciones políticas, se pretende ponderarlos de tal forma que sean los más permanentes posibles, atendiendo de todas maneras los lineamientos del Plan de Desarrollo del país. La permanencia de los criterios y sus ponderaciones surgen de las consideraciones de que los diversos planes gubernamentales coinciden la mayoría de las veces en señalar los objetivos básicos a alcanzar (empleo, distribución de ingresos, producción, comercio exterior, alimentación y nutrición, etc.), cambiando sí las estrategias para alcanzar dichos objetivos.
- c. Al medir la importancia de cada rubro de producción dentro de cada criterio de selección, los productos estudiados serán, en general, aquellos sobre los cuales ya existe suficiente información que permite medir las variables que reflejan dichos criterios. Estos productos seguramente coincidirán con los renglones actualmente en investigación, corriéndose el riesgo de dejar por fuera productos actualmente poco conocidos o consumidos sólo en algunas regiones, pero que en el futuro puedan adquirir importancia económica y social.

Sin embargo, una estructura investigativa dinámica debe tener entre sus labores la investigación llamada exploratoria o especulativa, como una forma de ir previniendo y teniendo soluciones para problemas futuros o para incorporar nuevos rubros a las actividades de investigación, es decir procurar un balance entre problemas urgentes y los de largo plazo.

- d. En su primera etapa, el sistema será de aplicación nacional, debido sobre todo a disponibilidad de información. Sin embargo, la determinación de prioridades a nivel regional debe ser un subproducto lógico del ejercicio que efectúe el personal técnico para determinar prioridades a nivel de actividad y también de la información que generen los sistemas de programación y evaluación de actividades.
- e. La prioridad que se defina a nivel de productos, sólo reflejarán la potencialidad que estos productos tienen para cumplir en mayor grado los objetivos y metas propuestas; el que efectivamente lo hagan dependerá más de la selección prioritaria de actividades investigativas dentro de un mismo producto.



B. El Sistema Propiamente Dicho

El análisis que a continuación se efectúa incluye un examen somero de las políticas públicas para el sector agropecuario, con el objeto de deducir los criterios de selección y su importancia relativa; también incluye el examen empírico de esos criterios y luego la construcción del índice de prioridades para productos agrícolas y especies animales.

1. Análisis de las Políticas Públicas en cuanto al Sector Agropecuario.

Someramente, los objetivos de política agraria establecidos en los tres últimos períodos presidenciales y después de los respectivos diagnósticos, han sido los siguientes:

a. Período Julio 1966 - Julio 1970 ("La Transformación") (20).

1) Aumento de la producción, mejoramiento de la productividad de los bienes agropecuarios destinados al consumo interno, sustitución de importaciones y fomento de exportaciones. Con este objetivo se quería conseguir: mejoramiento de la dieta alimenticia, generar excedentes exportables, autoabastecimiento de materias primas, sustitución de importaciones y mejoramiento de ingreso agrícola.

2) Aumento de la capacidad de empleo y generación de ingresos. Mediante este objetivo se pretendía disminuir la migración rural urbana, aumentar la capacidad de empleo y los ingresos de los pequeños agricultores y, a largo plazo, incorporar al proceso productivo, la población creciente del sector agropecuario.

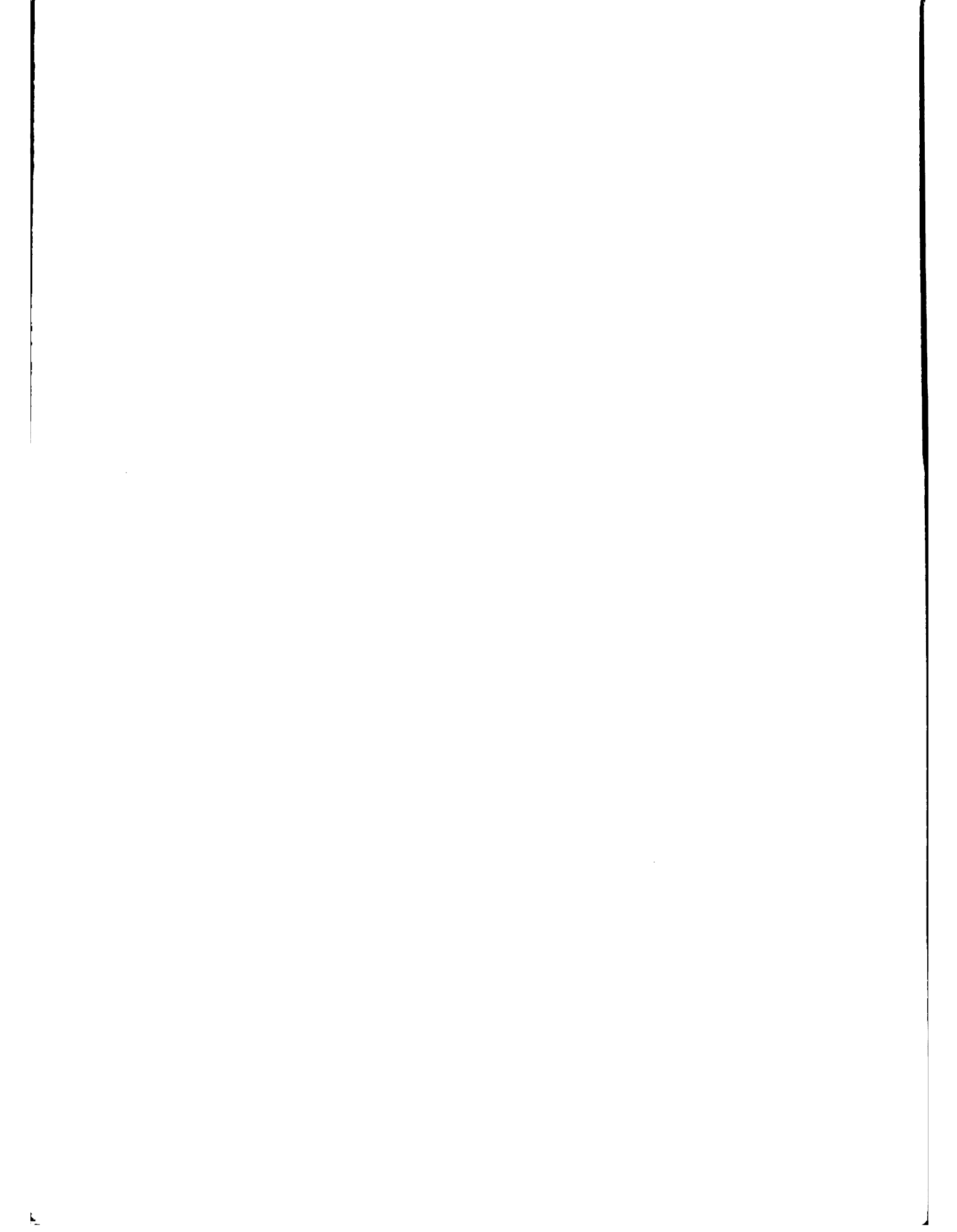
3) Distribución más equitativa del ingreso y de los recursos productivos. Este objetivo está acompañado por la necesidad de producir cambios en la estructura social y la organización a corto y mediano plazo, para lograr una distribución más equitativa de los recursos limitados que tiene el país en cuanto a tierras, crédito, aguas y otros.

A corto plazo se perseguía la especialización de los servicios públicos agropecuarios dentro de objetivos sociales y económicos concretos, canalizados preferentemente hacia el pequeño productor.

4) Mejoramiento de la comercialización y abastecimiento urbano. Para el logro de objetivos anteriores, el gobierno nacional estableció una serie de instrumentos de acción, dentro de los cuales se le adscribió un papel preponderante a la generación y difusión de tecnología agropecuaria.

b. Período Julio 1970 - Julio 1974 ("Las Cuatro Estrategias").

1) Aumento en el empleo productivo y los ingresos. Este objetivo estaba dirigido principalmente al aumento de la generación de empleo y a mejorar los ingresos de los agricultores localizados en el sub-sector tradicional.



2) Distribución equitativa de los recursos productivos y el ingreso.

3) Mejoramiento de la productividad y aumento de la producción de bienes agropecuarios. Se buscaba incrementar la productividad del sector, con miras a lograr aumentos en la producción que permitan satisfacer la demanda nacional y, a la vez, reducir la escasez relativa de divisas mediante el fomento de las exportaciones y la sustitución de importaciones.

4) Mejoramiento de la comercialización.

5) Aumento y diversificación de las exportaciones.

6) Capacitación de los campesinos y promoción de su organización.

7) Adecuado aprovechamiento y conservación de los recursos naturales renovables.

c. Período Julio 1974 - Julio 1978 ("Cómo Cerrar la Brecha"). La política agrícola actual está dividida en dos: política para el sector tradicional y política para el sector moderno.

1) En cuanto a la política para el Sector Tradicional, ésta está enmarcada fundamentalmente en el programa de Desarrollo Rural integrado, como parte del Plan Nacional de Alimentación y Nutrición, con los siguientes objetivos:

- Aumentar en general el potencial humano de la sociedad;
- Aumentar la capacidad de consumo del 50% más pobre de la población y a la vez mejorar la calidad y la capacidad de asimilación de la dieta alimenticia;
- Aumentar el ingreso del productor campesino y el empleo rural; y
- Dotación y titulación de tierras.

2) Los objetivos fundamentales de la política agraria en lo que se refiere al Sector Moderno son:

- Aumentar la producción, en particular la de aquellos alimentos prioritarios en el plan de alimentación y nutrición que se destinará a la producción de alimentos enriquecidos y que son producidos por el sector tradicional.
- Incrementar la producción de bienes exportables, con el fin de garantizar un flujo estable y creciente de divisas y sustituir importaciones; y
- Generar un mayor empleo en el campo.

En resumen, puede notarse que, de una u otra forma, la política agrícola del país en los tres períodos señalados pretende actuar sobre fenómenos como: aumentar la producción y la productividad, aumentar los ingresos, mejorar la distribución de ingresos y de recursos, mejorar la alimentación y la nutrición, generar más empleo, generar excedentes exportables y sustituir importaciones; es decir, siempre han estado presentes los objetivos de crecimiento, equidad, empleo y nutrición.

Lo que posiblemente varía son las estrategias para lograr esos objetivos, correspondiéndole siempre al desarrollo y difusión de innovaciones un rol instrumental muy importante.

2. Criterios de Selección.

La mayor o menor contribución que cada rubro de producción sujeto de investigación haga a las metas de crecimiento, equidad, empleo y nutrición, dependerá de la posición relativa que tenga cada rubro en factores o variables tales como: Valor Bruto de la producción, Superficie cultivada, empleo generado, número de agricultores, nutrición y demanda de alimentos, importaciones-exportaciones, ingreso de los agricultores, potencialidad del uso del suelo, producción tradicional o comercial, tasa de crecimiento de los rendimientos, etc.

El conjunto de criterios o variables anteriores pueden agruparse de diferente manera; para fines de este estudio se seguirá la siguiente clasificación, de acuerdo a la importancia económica, técnica y social. (21).

- a. Criterios Económicos, los cuales definen aproximadamente la importancia económica del rubro de producción, es decir, su contribución al Producto Bruto Nacional.

- 1) Valor Bruto de la Producción. La importancia del valor Bruto de la Producción como criterio de selección está dada por el hecho de que proporciona una idea de la contribución de cada rubro al Producto Nacional Bruto o al Producto Bruto Agropecuario; expresando el valor de la producción a precios corrientes a nivel del productor se refleja también la remuneración a los diferentes factores de la producción que concurren en la actividad productiva del rubro en cuestión, tanto del sector agropecuario como de los otros sectores que venden insumos en la agricultura.

- 2) Balanza Comercial. Este criterio refleja la necesidad de obtener divisas extranjeras en base a productos con posibilidades de exportación, ya sea que existan excedentes exportables del producto, o bien que existan déficits de productos agropecuarios en el mercado mundial y que en un futuro pueda el país generar los excedentes que le permitan participar en dicho mercado. Adicionalmente, es importante también la sustitución de importaciones de productos agropecuarios, para aliviar la presión sobre la balanza de pagos.



3) Crecimiento Futuro de la Demanda. Este criterio refleja la necesidad de satisfacer las necesidades alimenticias básicas de la población, preferiblemente con abastecimiento interno. Su cuantificación se basará en estimaciones a largo plazo, para detectar los posibles déficits en los renglones productivos. Se considerarán más prioritarios aquellos productos con déficits mayores, o bien cuya demanda crezca en mayor porcentaje. Adicionalmente se pueden clasificar los productos de acuerdo a su elasticidad de demanda y darles diferente importancia según se quiera beneficiar más al productor o al consumidor.

b. Criterios Técnicos, que describen el estado actual y futuro del rubro de producción.

1) Superficie Ocupada por el Cultivo. Se trata de establecer la posición relativa del cultivo en cuanto a la superficie, siendo mayor su importancia a medida que es mayor dicha superficie.

2) Potencialidad del Uso del Suelo. Se trata de comparar el uso actual del suelo de cada rubro de producción con la superficie potencial apta para los mismos, de lo cual debe resultar un indicador de expansión de la producción, dándosele mayor importancia a los rubros de mayor porcentaje de potencialidad.

3) Cambios en Rendimientos y Adopción de Tecnología. El cambio en rendimiento en el tiempo es un indicador de la influencia de la tecnología en el total de la producción del país o región en un rubro determinado, expresando uno de los fines primarios de la investigación y transferencia de tecnología, cual es producir más por unidad de tierra.

Al comparar los rendimientos en un período base con los rendimientos actuales, puede resultar un cambio no significativo en aumento de rendimiento o una disminución significativa en los mismos, en cuyo caso indicaría, para cada producto, una demanda potencial por tecnología, lo cual tendría que suplirse mediante investigación o transferencia. Si la diferencia en rendimientos (aumento) es significativa, indicaría un buen desarrollo tecnológico del producto. Lo anterior define una brecha tecnológica en el tiempo.

Por otra parte, pueden compararse diferentes estados tecnológicos para diagnosticar la necesidad de más investigación o más transferencia. Estos estados tecnológicos pueden caracterizarse como:

- Situación actual. Tecnología incorporada ya en el proceso productivo (rendimiento promedio por hectárea).
- Situación de capacidad. La constituye la tecnología disponible a corto plazo, bajo el supuesto de que sea posible su transferencia.
- Situación Potencial. Es la tecnología a largo plazo, susceptible de ser desarrollada por la investigación.

Comparando las tres situaciones anteriores, se llega a lo siguiente:

- Brecha de investigación. Diferencia entre la situación potencial y de capacidad o sea, la diferencia entre la tecnología a largo plazo y la de corto plazo.
- Brecha de transferencia. Diferencia entre la situación de capacidad y la actual (tecnología a corto plazo).

c. Criterios Sociales

- 1) Empleo de Mano de Obra. Se estima el volumen de empleo total generado por cada rubro de producción, ponderado por el empleo por hectárea en el mismo.
- 2) Nutrición. Se trata de definir el aporte de cada rubro a la provisión de calorías y proteínas, fundamentalmente, relacionándolo con la frecuencia en su consumo y la importancia en el gasto familiar.
- 3) Número de Explotaciones o de Productores. Parece obvio darle mayor énfasis a aquellos rubros en donde el número potencial de explotaciones o productores establecidos sea mayor.
- 4) Tamaño de las Explotaciones. Como criterio de equidad, pretende darle mayor énfasis a aquellos rubros que beneficien más a las explotaciones pequeñas, lo que de paso contribuye a las metas de alimentación y nutrición.

3. Construcción del Índice de Prioridades.

A continuación se establece el orden relativo de cada rubro de producción dentro de cada criterio de selección para luego estimar la posición final, ponderando los diferentes criterios. El análisis se dividirá en cultivos y especies animales.

a. Cultivos.

- 1) Ordenamiento según valor de la Producción. Su medición se hará tomando el valor promedio de 5 ó 6 años, en los casos en que la información lo permita, o tomando el valor de los últimos o el último año para los rubros en que la información es deficiente. (Ver Anexo 1).

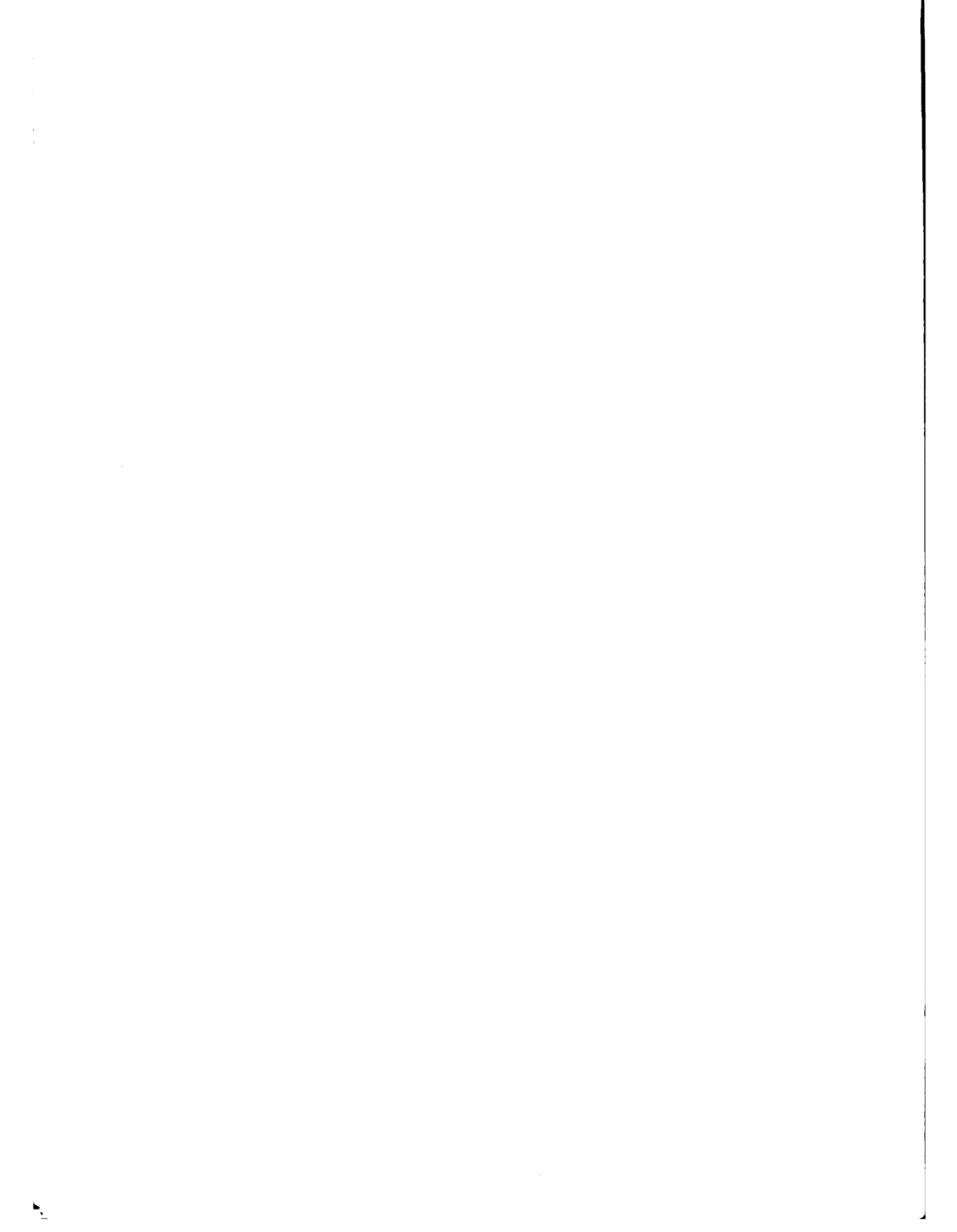


TABLA 1. Valor Promedio Corriente de la Producción por Cultivos.

Cultivos	Valor Promedio Corriente de la Producción (Miles de Pesos)	Ordenación	Participación en el Total
Arroz Cáscara	3.726.716	1	0.1537
Algodón	3.022.697	2	0.1247
Hortalizas (1974)	2.969.000*	3	0.1225
Maíz	2.214.034	4	0.0913
Papa	1.893.378	5	0.0781
Yuca	1.771.430	6	0.0730
Plátano (1970-1972)	1.557.560	7	0.0642
Caña para Panela	1.166.808**	8	0.0481
Palma Africana (1975)	770.083	9	0.0318
Sorgo	765.991	10	0.0316
Frutales (1974)	701.270***	11	0.0289
Frijol Común	566.668	12	0.0233
Soya	546.343	13	0.0225
Tabaco	522.227	14	0.0174
Cacao	401.663	15	0.0166
Banano	395.920	16	0.0163
Cebada	338.702	17	0.0140
Coco (1975)	285.000	18	0.0117
Ñame (1975)	231.000	19	0.0095
Trigo	198.420	20	0.0082
Ajonjolí	164.943	21	0.0068
Caña de Azúcar	95.827****	22	0.0039
Maní (1975)	22.000	23	0.0009
Frijol Caraota (1975)	10.189	24	0.0004
Avena (1975)	3.900	25	0.0002
Fique (1975)	408	26	0.0000
TOTAL	24.241.177		

* Principalmente tomate, cebollas, coliflor, repollo y apio.

** En términos de panela.

*** Incluye, principalmente, cítricos, piña, mango, vid, menores (Papa-ya, guayaba, lulo, fresa, aguacate, frutales de hoja caduca, mora).

**** En términos de caña.

FUENTE: En base a: OPSA, Programas Agrícolas, Evaluación 1975, Programación Estadística. Dic./1975.

Para Plátano: DANE. Separata "La Agricultura en Colombia 1950-1972."

- 2) Balanza Comercial. Aquí debe dársele mayor valor a aquellos productos que están en posibilidades de generar mayores excedentes exportables, por una parte; y por la otra, a los de mayores volúmenes de importación, o sea en aquellos en donde es más necesario sustituir importaciones.

Se tomarán promedios de varios años para ambas variables (sin café). (Ver Anexos 3 y 4).

TABLA 2. Valor Promedio (1970-1975) de las Exportaciones de Productos Agrícolas. (000 U.S.\$).

Producto	Valor	Ordenación	Participación en el total
Azúcar	40.262.6	1	0.3572
Algodón	37.063.9	2	0.3288
Banano	18.910.5	3	0.1677
Tabaco	11.089.9	4	0.0984
Arroz	4.958.6	5	0.0440
Papa	442.2	6	0.0039
TOTAL	112.727.7		

FUENTE: Minagricultura. Cifras del Sector Agropecuario 1976. Anexo Memoria No. 1.

TABLA 3. Valor Promedio (1970-1975) de las Importaciones de Productos Agrícolas (000 U.S.\$).

Producto	Valor	Ordenación	Participación en el total
Trigo	34.315.3	1	0.5643
Cacao	7.337.0	2	0.1207
Soya y Aceite de Soya	4.181.6	3	0.0688
Cebada	3.901.8	4	0.0642
Maíz	2.342.8	5	0.0385
Garbanzos	2.175.0	6	0.0358
Lentejas	2.058.4	7	0.0338
Manzanas frescas	1.981.3	8	0.0326
Avena	1.342.8	9	0.0221
Arvejas frescas	598.3	10	0.0098
Frijoles	428.4	11	0.0070
Ajos frescos	79.8	12	0.0013
Aceite Algodón	30.6	13	0.0005
Arroz	27.9	14	0.0004
Uvas frescas	5.8	15	0.0001
TOTAL	60.806.8		

FUENTE: Minagricultura. Cifras del Sector Agropecuario 1976. Anexo Memoria No. 1.

- 3) Superficie Ocupada por el Cultivo. En el caso en que la información lo permita, se tomarán promedios de superficie ocupada de 5 a 6 años. (Ver Anexo 1).

TABLA 4. Superficie Ocupada por el Cultivo.

Cultivos	Superficie Promedio ocupada (miles Has.)	Ordenación	Participación en el total
Maíz	602.8	1	0.2259
Plátano (1970-1972)	322.0	2	0.1207
Arroz	303.6	3	0.1138
Algodón	250.2	4	0.0938
Caña panelera	186.9	5	0.0700
Yuca	162.7	6	0.0610
Sorgo	119.3	7	0.0447
Papa	88.1	8	0.0330
Fríjol Común	76.7	9	0.0287
Caña Azúcar	73.1	10	0.0274
Soya	61.6	11	0.0230
Cebada	61.2	12	0.0229
Cacao	53.5	13	0.0200
Frutales (1974)	51.5	14	0.0193
Trigo	47.9	15	0.0179
Ajonjolí	40.2	16	0.0151
Hortalizas (1974)	37.0	17	0.0139
Fique (1975)	26.0	18	0.0100
Tabaco	25.6	19	0.0096
Coco (1975)	19.5	20	0.0073
Banano	15.5	21	0.0058
Palma Africana (1975)	15.4	22	0.0058
Fríjol Caraota (1975)	13.7	23	0.0051
Ñame (1975)	11.0	24	0.0041
Maní (1975)	1.9	25	0.0007
Avena (1975)	1.1	26	0.0004
TOTAL	2.668		

FUENTE: OPSA Programas Agrícolas. Evaluac. 1975, Programación 1976. Anexo Estadístico. Dic./75.



- 4) Potencialidad del Uso del Suelo (Potencialidad de Producción). Se toma sustitutamente al criterio anunciado, de la siguiente forma: de acuerdo con los recursos físicos, técnicos, económicos, etc., que existan, hay una potencialidad para la producción de los diferentes renglones agropecuarios. Al comparar las áreas máximas cultivadas durante el sexenio o quinquenio analizado, con los promedios de cada uno de los cultivos, se encuentra un indicador de su potencialidad de expansión. Entre más grande sea el porcentaje de diferencia entre estos dos valores, será más prioritario.

TABLA 5. Mayor Superficie y Superficie Promedio en el Período 1970-1975 .

Cultivos	Mayor Sup. en el período 1970-1975 (miles Has.)	Superf. Ocup. Promedio 1970-1975	Diferencia %	Orde- nación	Partici- pación en total de (3)
	(1)	(2)	(3)	(4)	
Frijol Caraota	24.7	13.7	80.3	1	0.2060
Soya	87.8	61.6	42.5	2	0.1090
Trigo	60.7	47.9	26.7	3	0.0685
Sorgo	151.2	119.3	26.7	3	0.0685
Frijol Común	96.0	76.7	25.2	4	0.0647
Cebada	75.6	61.2	23.5	5	0.0603
Arroz	372.5	308.6	22.7	6	0.0582
Tabaco	31.3	25.6	22.2	7	0.0569
Palma Africana	18.2	15.5	17.4	8	0.0446
Ajonjolí	47.0	40.2	16.9	9	0.0434
Cacao	61.1	53.5	14.2	10	0.0364
Banano	17.6	15.6	13.5	11	0.0346
Algodón	280.7	250.2	12.2	12	0.0313
Yuca	181.5	162.7	11.6	13	0.0298
Maíz	666.5	602.8	10.6	14	0.0272
Caña Azúcar	78.9	73.1	7.9	15	0.0202
Papa	94.1	88.1	6.8	16	0.0174
Caña Panelera	196.9	186.9	5.4	17	0.0138
Plátano (1970-72)	333.0	322.0	3.4	18	0.0087
TOTAL			389.7		

FUENTE: Anexo No. 1

- 5) Cambios en Rendimientos. Se trata de calcular la tasa de cambio en los rendimientos, comparando dos quinquenios, dándole mayor prioridad a aquellos renglones que tienen menores tasas de crecimiento o tasas negativas.

TABLA 6. Cambios Promedio en Rendimiento en Algunos Cultivos.

Cultivos	Rend. Prom. 1965-1969 (Kg./Ha.)	Rend. Prom. (1970 ó 1971)- 1975 (Kg./Ha.)	Tasa de Cambio (%)	Ordena- ción	Partici- pación en el total
Ajonjolí	654	569	-13.0	1	0.0333
Cacao	466	406	-12.9	2	0.0330
Tabaco	1.765	1.627	- 7.9	3	0.0202
Papa	10.804	10.185	- 5.7	4	0.0146
Frijol Común	604	624	3.3	5	-0.0084
Sorgo	2.234	2.379	6.5	6	-0.0166
Cafía Panelera	2.730	3.131	14.7	7	-0.0376
Soya	1.666	1.913	14.8	8	-0.0378
Maíz	1.061	1.228	15.7	9	-0.0402
Trigo	989	1.230	24.4	10	-0.0624
Yuca	6.200	8.111	30.8	11	-0.0788
Cebada	1.193	1.655	38.7	12	-0.0990
Banano	14.500	23.566	62.5	13	-0.1599
Arroz	2.318	4.004	72.7	14	-0.1860
Cafía Azúcar	6.598	11.400	72.8	15	-0.1863
Algodón	872	1.512	73.4	16	-0.1878
TOTAL			390.8		

FUENTE: OPSA. Programas Agrícolas 1975.
ICA. Indicadores Agrícolas 1973.

NOTA: La influencia de esta variable se contabiliza en sentido contrario a las otras; por ello para relacionarla con las demás a través del índice que se calculará más adelante, se le cambia de signo.

- 6) Empleo. Para ordenar los cultivos según su importancia en la generación de empleos, hay que usar dos clases de datos: el total de jornales generados por el cultivo en el año y el uso promedio de jornales por hectárea. Se trata de ponderar la generación total de empleo por los jornales por hectárea, para eliminar el efecto que tiene el tamaño del cultivo. Para ello, se calcula la proporción de los jornales generados por cada cultivo respecto al total generado por todos los cultivos en estudio; el resultado se multiplica por los jornales por hectárea de cada cultivo, con lo cual se obtiene un índice ponderado de la importancia del cultivo en el empleo. A mayor valor del índice, mayor importancia del cultivo en cuanto al empleo.

TABLA 7. Importancia de los Cultivos Según el Volumen total de Empleo Generado y los Jornales por Hectárea.

Cultivos	Vol. de Empleo Generado (miles jornales)	Proporción respecto al total	Jornales por Ha.	Indice (2) x (3)	Participación en el total de (4)
	(1)	(2)	(3)	(4)	
Caña para panela	21.787	0.12	120	14.4	0.1562
Tabaco	7.500	0.04	280*	11.2	0.1215
Yuca	16.500	0.09	100	9.0	0.0976
Maíz	33.140	0.18	45	8.1	0.0879
Hortalizas	7.400	0.04	200	8.0	0.0868
Cacao	9.300	0.05	127	6.4	0.0694
Frutales	7.800	0.04	150	6.0	0.0651
Plátano	19.200	0.10	60	6.0	0.0651
Papa	9.900	0.05	110	5.5	0.0600
Algodón	16.800	0.09	60	5.4	0.0590
Banano	4.250	0.02	180**	3.6	0.0391
Arroz	12.938	0.07	35	2.4	0.0260
Fique	2.706	0.015	104	1.6	0.0175
Palma Africana	1.900	0.010	110***	1.1	0.0120
Frijol Común	4.300	0.02	45	0.9	0.0098
Ñame	1.397	0.007	127	0.9	0.0098
Soya	2.630	0.014	30	0.4	0.0043
Caña de Azúcar	975	0.005	80****	0.4	0.0043
Ajonjolí	1.040	0.006	25	0.2	0.0021
Trigo	841	0.005	29	0.2	0.0021
Caraota	741	0.004	53	0.2	0.0021
Coco	480	0.003	48*****	0.15	0.0016
Sorgo	1.340	0.007	10	0.07	0.0008
Cebada	680	0.004	9	0.04	0.0004
Avena	24	0.001	22	0.002	0.0000
Maní	19	0.001	10	0.001	0.0000
TOTAL				92.16	

* Jornales/Ha./Cosecha

** 0.70 hombre/Ha./año

*** 1 trabajador atiende 3 Has./año

**** Agrícolas e industriales

***** 1 obrero atiende 2 Has.

FUENTE: OPSA. Programas Agrícolas. Evaluación 1975, Programación 1976. Dic./1975.

Para Arroz, Maíz y Plátano: DANE. Separata "La Agricultura en Colombia 1950-1972".



- 7) **Nutrición.** Para valorar la importancia de cada producto en cuanto a nutrición se refiere, se toman dos indicadores: el contenido protéico y el calórico por cada 100 gramos de alimentos; luego el contenido protéico y calórico de cada producto se pondera por el consumo del producto. (Véase Anexo 2).

TABLA 8. Orden de Importancia de los Alimentos de Mayor Consumo Según Aporte Protéico.

Alimento	Aporte Protéico (Gramos)	Ordenación Pro- ductos vegetales	Participación en el total
Carne	101.853	-	-
Arroz	54.220	1	0.2719
Trigo	53.493	2	0.2682
Leche	36.430	-	-
Papa	23.736	3	0.1190
Maíz	16.921	4	0.0848
Frijol	14.071	5	0.0706
Pescado	12.342	-	-
Arveja	11.991	6	0.0601
Plátano	8.936	7	0.0448
Huevos	8.671	-	-
Habas	5.344	8	0.0268
Panela	3.511	9	0.0176
Yuca	2.675	10	0.0134
Tomate	1.354	11	0.0068
Banano	927	12	0.0046
Repollo	862	13	0.0043
Arracacha	400	14	0.0020
Zanahoria	354	15	0.0018
Naranja	253	16	0.0013
Guayaba	172	17	0.0009
Lenteja	152	18	0.0008
Cebolla	63	19	0.0003
Total Agrícolas	199.435		

FUENTE: Elaborado en base a DNP "Plan de Alimentación y Nutrición. Selección de Alimentos" DNP- UDS-011. Bogotá, octubre 18/74. Cuadros 1 y 3.

TABLA 9. Orden de Importancia de los Alimentos de Mayor Consumo, Según Aporte Calórico.

Alimento	Aporte Calórico (Gramos)	Ordenación Pro- ductos vegetales	Participación en el total
Arroz	2.495.506	1	0.1976
Panela	2.190.898	2	0.1737
Trigo	1.555.267	3	0.1233
Carne	1.236.400	-	-
Papa	1.136.814	4	0.0901
Plátano	1.057.795	5	0.0838
Azúcar	984.200	6	0.0780
Manteca Vegetal	921.426	7	0.0730
Maíz	730.269	8	0.0579
Leche	653.580	-	-
Yuca	488.130	9	0.0387
Aceite	448.135	10	0.0355
Manteca Animal	254.568	-	-
Frijol	200.819	11	0.0159
Arveja	154.530	12	0.0122
Huevos	110.423	-	-
Banano	79.724	13	0.0063
Pescado	72.869	-	-
Arracacha	44.434	14	0.0035
Cebolla	33.909	15	0.0027
Tomate	25.584	16	0.0020
Zanahoria	18.220	17	0.0014
Lenteja	13.684	18	0.0011
Naranja	12.663	19	0.0010
Repollo	9.407	20	0.0007
Guayaba	6.897	21	0.0005
Haba	6.871	22	0.0005
Total Agrícolas	12.615.182		

FUENTE: DNP. Plan de Alimentación y Nutrición... op. cit. Cuadros 2 y 3.

- 8) Número de Explotaciones. En vista de que el dato sobre el número de productores en cada rubro de producción, no es disponible actualmente, se toma como aproximación a este indicador el número de explotaciones potencialmente beneficiados por la tecnología.

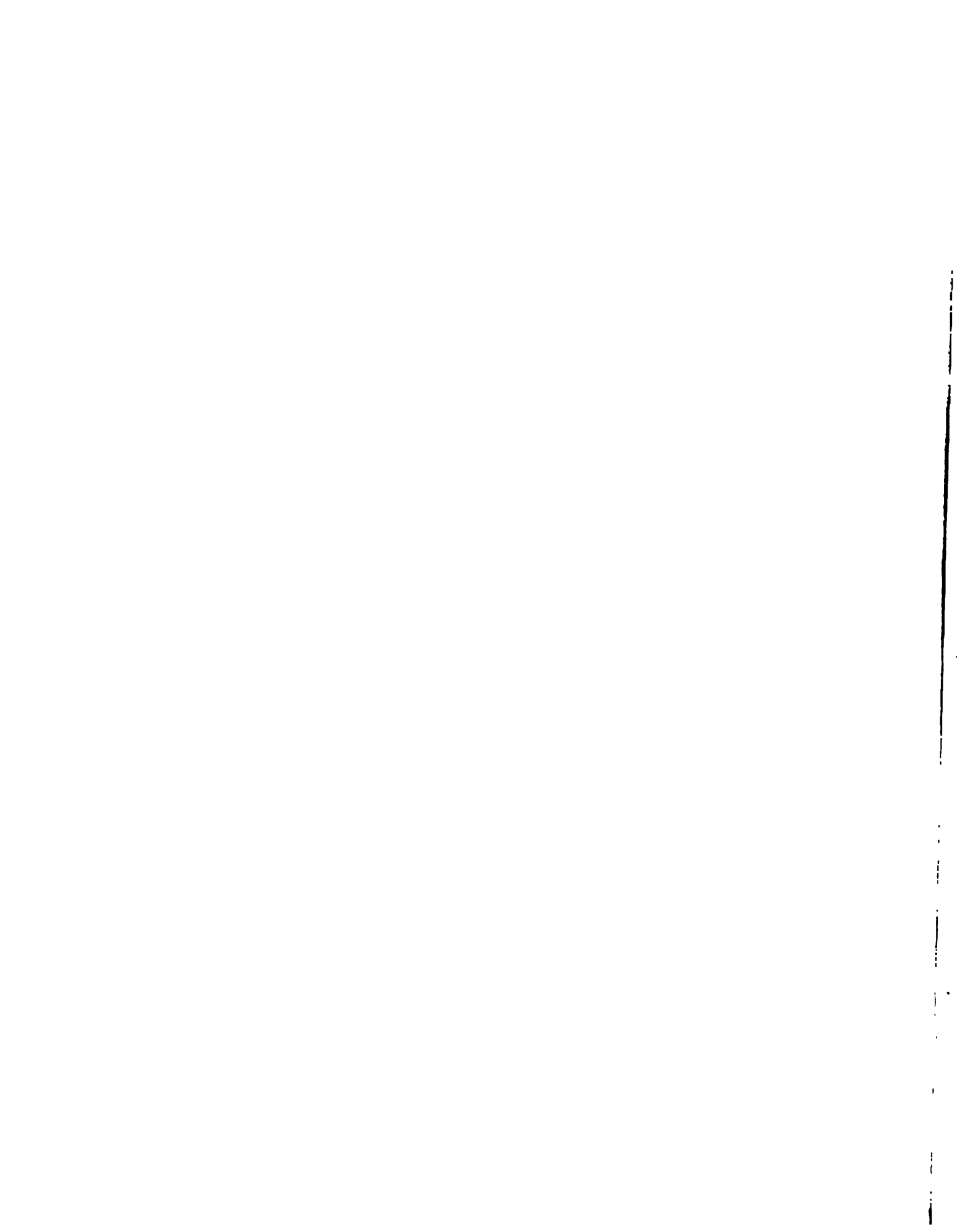


TABLA 10. Número de Explotaciones, Según Cultivo.

Cultivo	Número de Explotaciones	Ordenación	Participación en el total
Maíz	311.398	1	0.3474
Plátano	130.752	2	0.1459
Yuca	124.231	3	0.1386
Caña de Azúcar	100.257	4	0.1119
Papa	70.860	6	0.0301
Trigo	19.687	7	0.0220
Cacao	16.478	8	0.0184
Frijol	14.848	9	0.0166
Frutales	14.584	10	0.0163
Tabaco	11.088	11	0.0124
Coco	8.918	12	0.0100
Cebada	8.571	13	0.0096
Arveja	8.298	14	0.0093
Arracacha	7.223	15	0.0081
Ajonjolí	5.844	16	0.0065
Banano	5.309	17	0.0059
Hortalizas*	5.241	18	0.0058
Algodón	3.137	19	0.0035
Soya	2.019	20	0.0022
Palma Africana	565	21	0.0006
Avena	4	22	0.0000
TOTAL	896.254		

FUENTE: DANE. Censo Agropecuario 1970. Tabulados.

* Incluye: Tomate, Cebollas, Coliflor, Repollo y Apio.

- 9) Tamaño de las Explotaciones. Como criterio de equidad se consideran más prioritarios aquellos productos en los cuales el número de explotaciones menores de 5 hectáreas es mayor, tal como se observa en la tabla siguiente:

TABLA II. Número de Explotaciones Menores de 5 Hectáreas, Según Cultivo.

Cultivo	Explotaciones menores de 5 Hectáreas	% sobre el total de explotaciones	Ordenación	Participación en el total de (2)
	(1)	(2)	(3)	
Hortalizas	3.839	73.2	1	0.0647
Trigo	14.115	71.7	2	0.0634
Cebada	5.815	67.8	3	0.0599
Papa	47.875	67.6	4	0.0597
Tabaco	7.175	64.7	5	0.0572
Frutales	8.742	59.9	6	0.0530
Caña de Azúcar	58.833	58.7	7	0.0519
Arveja	4.812	58.0	8	0.0513
Arracacha	4.115	57.4	9	0.0507
Soya	1.132	56.1	10	0.0496
Maíz	172.218	55.3	11	0.0488
Palma Africana	304	54.1	12	0.0478
Ajonjolí	3.070	52.5	13	0.0464
Frijol	6.735	45.3	14	0.0400
Coco	3.899	43.7	15	0.0386
Yuca	53.801	43.3	16	0.0382
Banano	2.267	42.7	17	0.0377
Plátano	55.274	42.3	18	0.0374
Cacao	5.941	36.1	19	0.0319
Algodón	897	28.6	20	0.0253
Arroz	7.278	27.0	21	0.0239
Avena	1	25.0	22	0.0221
TOTAL		1.131.0		

FUENTE: DANE. Censo Agropecuario 1970 - Tabulados.

- b. Cálculo del Índice de Prioridades para Cultivos. Después de establecer la posición ordinal y la contribución relativa de cada cultivo con respecto a cada variable usada en el cálculo para determinar las prioridades, continúa en seguida el proceso mediante el cual se determina el lugar final que ocupará el cultivo en la escala de prioridades.

Los diversos valores de cada variable calculados en la sección anterior, deben ahora ponderarse según la importancia que se le quiera dar a cada variable, especialmente en cuanto a su contribución a las metas sociales y económicas de la nación. La

determinación de dichas ponderaciones es un proceso incierto y un poco subjetivo, por lo cual es conveniente averiguar como varían los cultivos de posición en el índice al cambiar el valor de las variables. Estas ponderaciones de las variables se establecen en la Tabla No.12, en base a las siguientes consideraciones:

Ponderaciones "g": se reparte un puntaje de 100 entre todas las variables consideradas, de acuerdo a la interpretación del autor de las prioridades del Gobierno.

Ponderaciones "k": el puntaje de 100 se reparte por igual entre las variables.

Ponderaciones "d": el puntaje asignado a cada variable, totalizando 100, se reparte de acuerdo a las preferencias del autor.

El valor de cada cultivo en cada variable (Tablas 1 a 11) y las ponderaciones de las mismas (Tabla 12) se relacionan mediante la siguiente función lineal ponderada, la cual proporciona una regla de decisión en la selección de los cultivos de acuerdo a su contribución ponderada a las principales metas nacionales.

$$I p i = \sum_{j=1}^n Z i j \beta_j ; \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, m \\ j = 1, 2, \dots, n \end{array}$$

en el cual:

β_j = peso relativo (ponderación) del criterio o variable j ;

$$\sum_{j=1}^n \beta_j = 100$$

Z_{ij} = proporción respecto al total de cada cultivo i dentro del criterio o variable j (última columna de las tablas 1 a 11).

n = número de criterios o variables.

$I p i$ = Puntaje total correspondiente al cultivo i .

La fórmula se repite para cada conjunto de ponderaciones (g, k, d).

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla No.13. Si se toma la columna elaborada con base al conjunto de ponderaciones " β " como punto de comparación, se nota que la mayoría de cultivos no varía sustancialmente su posición al aplicar los dos conjuntos de ponderaciones restantes (" α " y " γ "), a excepción del algodón y la caña de azúcar, debido posiblemente a la gran influencia que tienen estos dos cultivos en el comercio exterior. Tomando el promedio de los resultados de los tres conjuntos de ponderaciones tampoco se encuentran variaciones sustanciales.

TABLA 12. Ponderaciones a los Criterios o Variables que Determinan las Prioridades por Producto.

Criterios o Variables	Ponderaciones Alternativas		
	β	α	γ
1. Criterios Económicos			
a. Valor bruto de la producción	12	10	10
b. Exportaciones	12	10	5
c. Importaciones	8	10	5
2. Criterios Técnicos			
a. Superficie Ocupada	8	10	10
b. Potencialidad de producción	8	10	10
c. Cambio en rendimientos	8	10	10
3. Criterios Sociales			
a. Empleo	12	10	15
b. Nutrición			
-Calorías	6	5	5
-Proteínas	6	5	5
c. Número de Explotaciones	8	10	10
d. Tamaño de las Explotaciones	12	10	15
TOTAL	100	100	100

- c. Especies Animales. En el momento de la presentación de este estudio, no se contaba con información suficiente para determinar las prioridades entre especies animales, lo cual será objeto de una etapa posterior, usando la misma metodología.

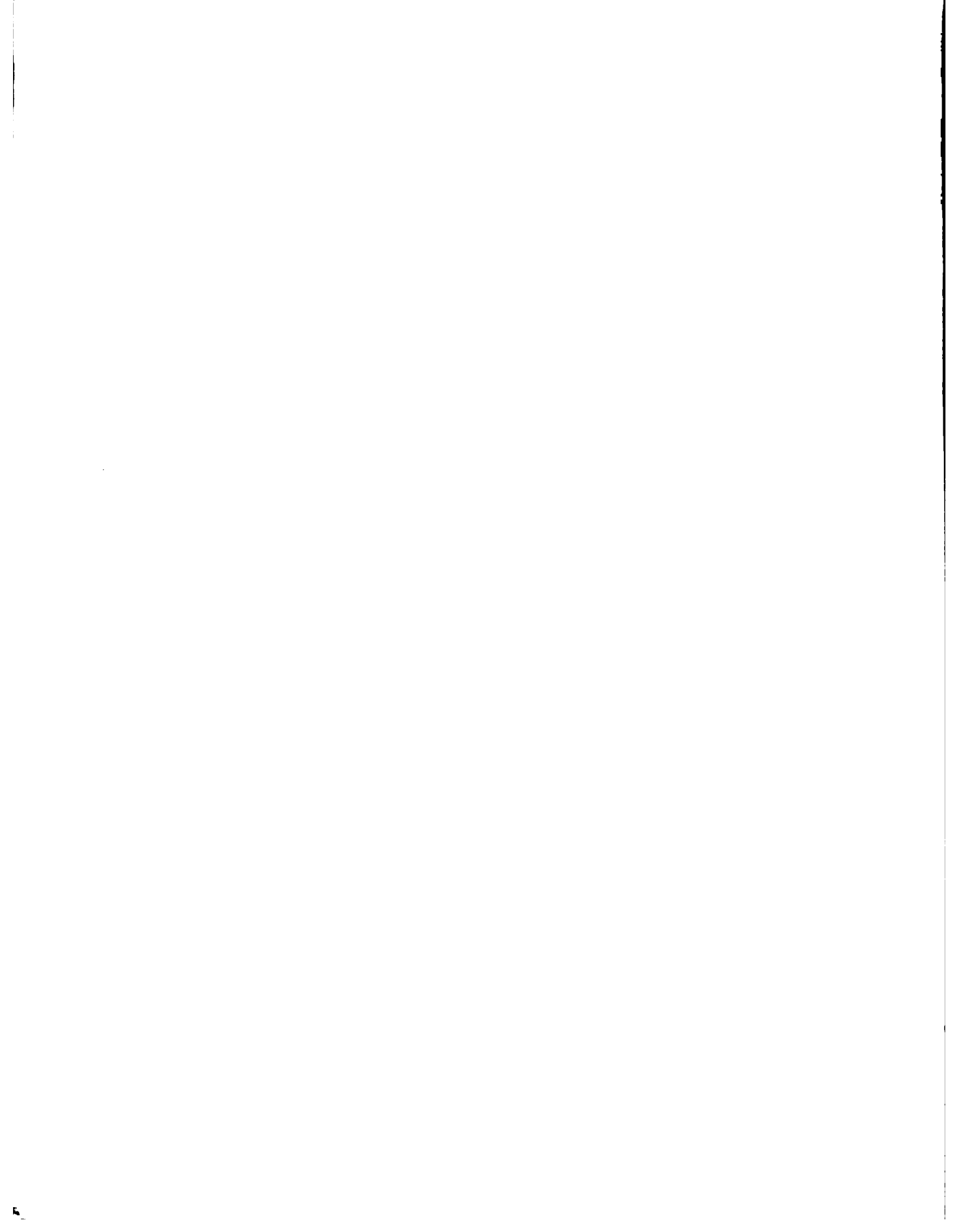


TABLA 13. PUNTAJE TOTAL DEL INDICE DE PRIORIDADES PARA CULTIVOS

Cultivos	Valor Total Índice					
	Fon-de- ración	Orde- nación	Ponde- ración	Orde- nación	Ponde- ración	Orde- nación
Maiz	8.38	1	17.33	1	9.44	1
Trigo	8.12	2	10.75	2	6.31	2
Algodón	6.00	3	4.79	6	3.56	11
Arroz	5.91	4	7.34	3	5.02	4
Caña de Azúcar	5.26	5	4.68	7	2.79	12
Plátano	4.98	6	5.71	4	5.58	3
Caña para Panela	4.57	7	5.17	5	5.01	5
Tabaco	4.34	8	3.94	10	4.33	8
Papa	4.18	9	4.48	8	4.54	6
Yuca	4.03	10	4.11	9	4.53	7
Hortalizas	3.73	11	3.67	11	4.07	9
Cacao	3.23	12	3.46	12	3.72	10
Frutales	2.33	13	2.19	15	2.59	13
Banano	2.30	14	1.58	17	1.07	22
Frijol	2.26	15	2.68	13	2.48	14
Soya	2.24	16	2.42	14	1.35	19
Frijol Caraota	1.72	17	2.14	16	2.14	15
Palma Africana	1.51	18	1.43	19	1.74	17
Ajonjolí	1.46	19	1.54	18	1.77	16
Cebada	1.35	20	1.33	21	1.31	20
Arveja	1.20	21	1.42	20	1.27	21
Sorgo	1.17	22	1.29	22	1.40	18
Coco	0.76	23	0.70	23	0.89	23
Arracacha	0.70	24	0.64	24	0.87	24
Avena	0.46	25	0.45	25	0.46	25
Fique	0.29	26	0.28	28	0.36	27
Gerbanzos	0.29	27	0.36	26	0.18	29
Lentejas	0.26	28	0.35	27	0.19	28
Ñame	0.25	29	0.23	29	0.29	26
Maní	0.02	30	0.02	30	0.02	30

V. Conclusiones

1. La última columna de la Tabla No. 13, en la cual se promedian los valores obtenidos con los tres conjuntos de ponderaciones, proporciona una base para ordenar prioritariamente los cultivos estudiados, conformando en forma arbitraria, tres grupos, así:

Grupo Muy Prioritario:

Maíz
Trigo
Arroz
Plátano
Caña para Panela
Algodón
Papa
Caña de Azúcar
Yuca
Tabaco
Hortalizas
Cacao.

Grupo Prioritario:

Frijol
Frutales
Soya
Frijol Caraota
Banano
Ajonjolí
Palma Africana
Cebada
Arveja
Sorgo

Grupo Medianamente Prioritario:

Coco
Arracacha
Avena
Fique
Garbanzos
Lentejas
Ñame
Maní

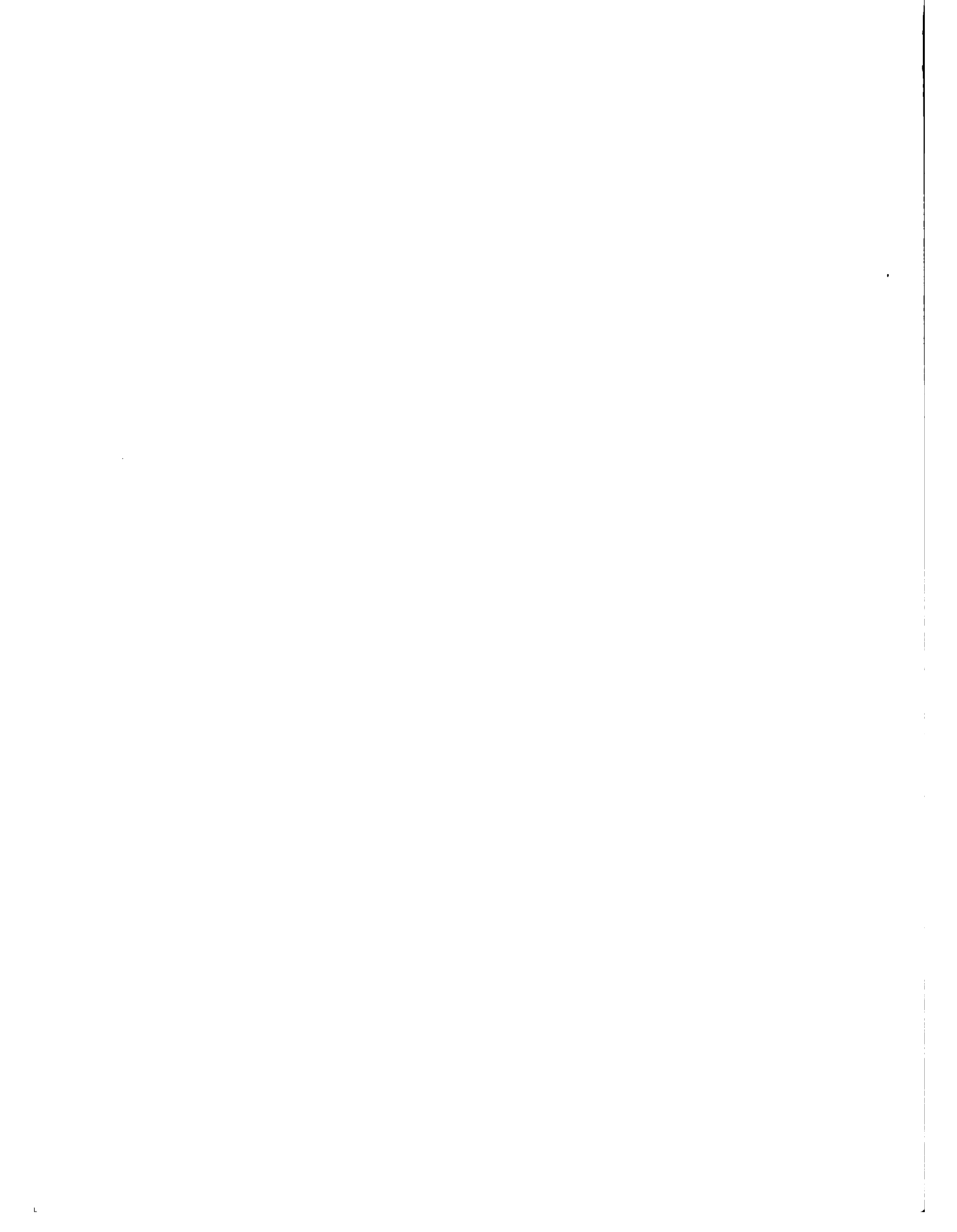
2. Los resultados obtenidos no deben tomarse en ningún caso en forma rígida, sino como una guía para la asignación de recursos a la investigación, ya que el orden que aquí se establece puede variar un poco ante cambios en las ponderaciones, por mejoras en los datos utilizados en algunas variables y por la inclusión de variables importantes las cuales no se incluyeron en el

estudio por no estar la información disponible, tal como las estimaciones sobre crecimiento de la demanda por productos.

Los cultivos que aparecen menos prioritarios, en el sentido de la contribución a varias metas sociales, técnicas y económicas, pudieran mejorar su posición en el índice si se tuviera más información sobre su participación en algunas de las variables; sin embargo, es de presumir que la posición del grupo más prioritario siga inalterable.

3. Los resultados deben interpretarse también en el sentido de la potencialidad que tienen los programas de investigación para la consecución de metas sociales, económicas y técnicas, pero el que efectivamente lo hagan dependerá de las tasas de adopción de los conocimientos técnicos generados y de las actividades que se desarrollen dentro de cada programa de investigación.

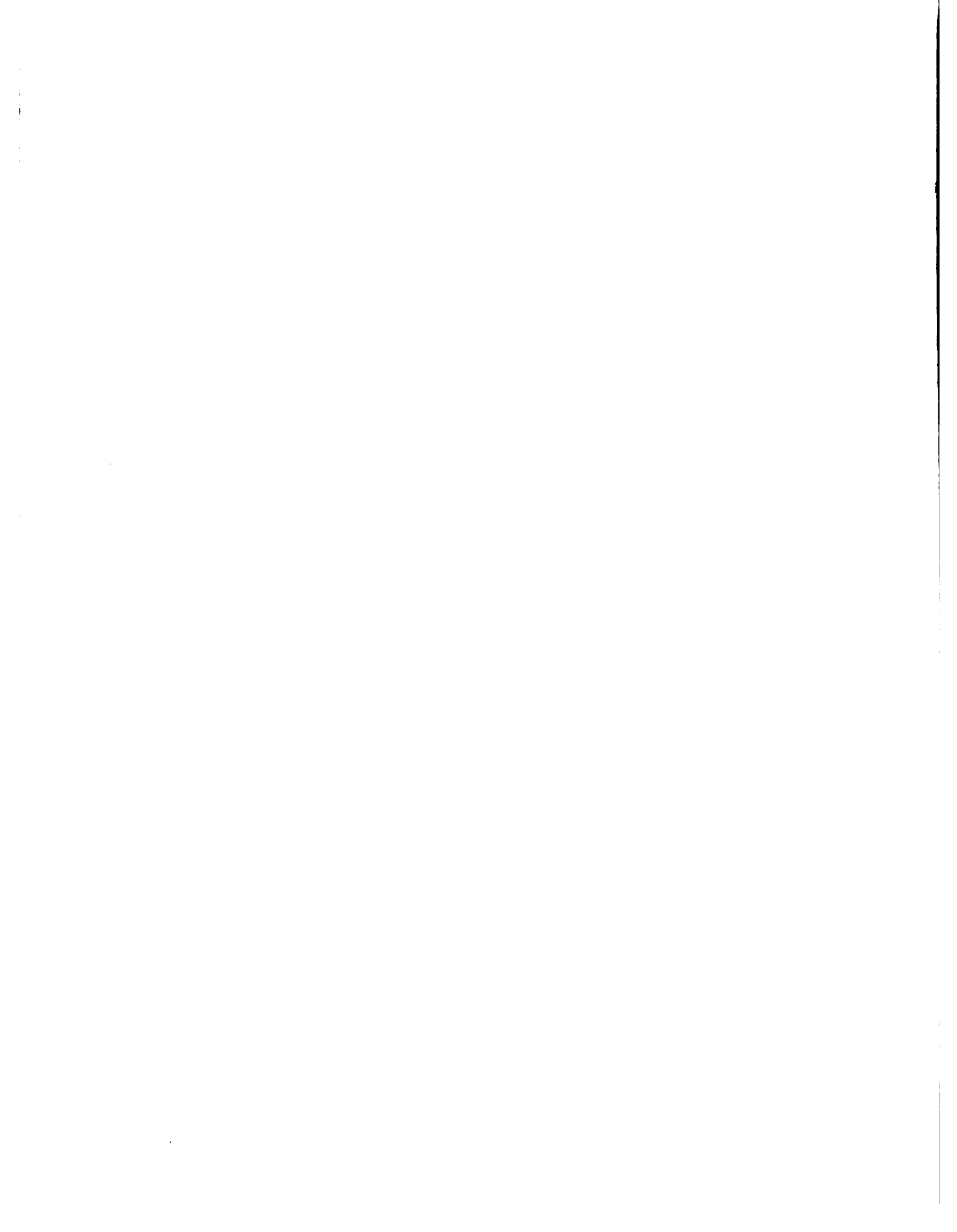
4. El análisis de sensibilidad realizado (tres sistemas de ponderaciones), trató de eliminar, tomando el promedio de los tres sistemas, subjetividad implícita en el proceso mismo de determinar ponderaciones; sin embargo, no se determinó qué pasaría al sacar de los cálculos alguna de las variables, pero sí se observa que la posición final del algodón y la caña de azúcar se vería muy afectada si no se incluyeran los aspectos del comercio exterior.



AREA, PRODUCCION, RENDIMIENTO, PRECIO AL PRODUCTOR Y VALOR DE LA PRODUCCION DE VARIOS PRODUCTOS AGRICOLAS

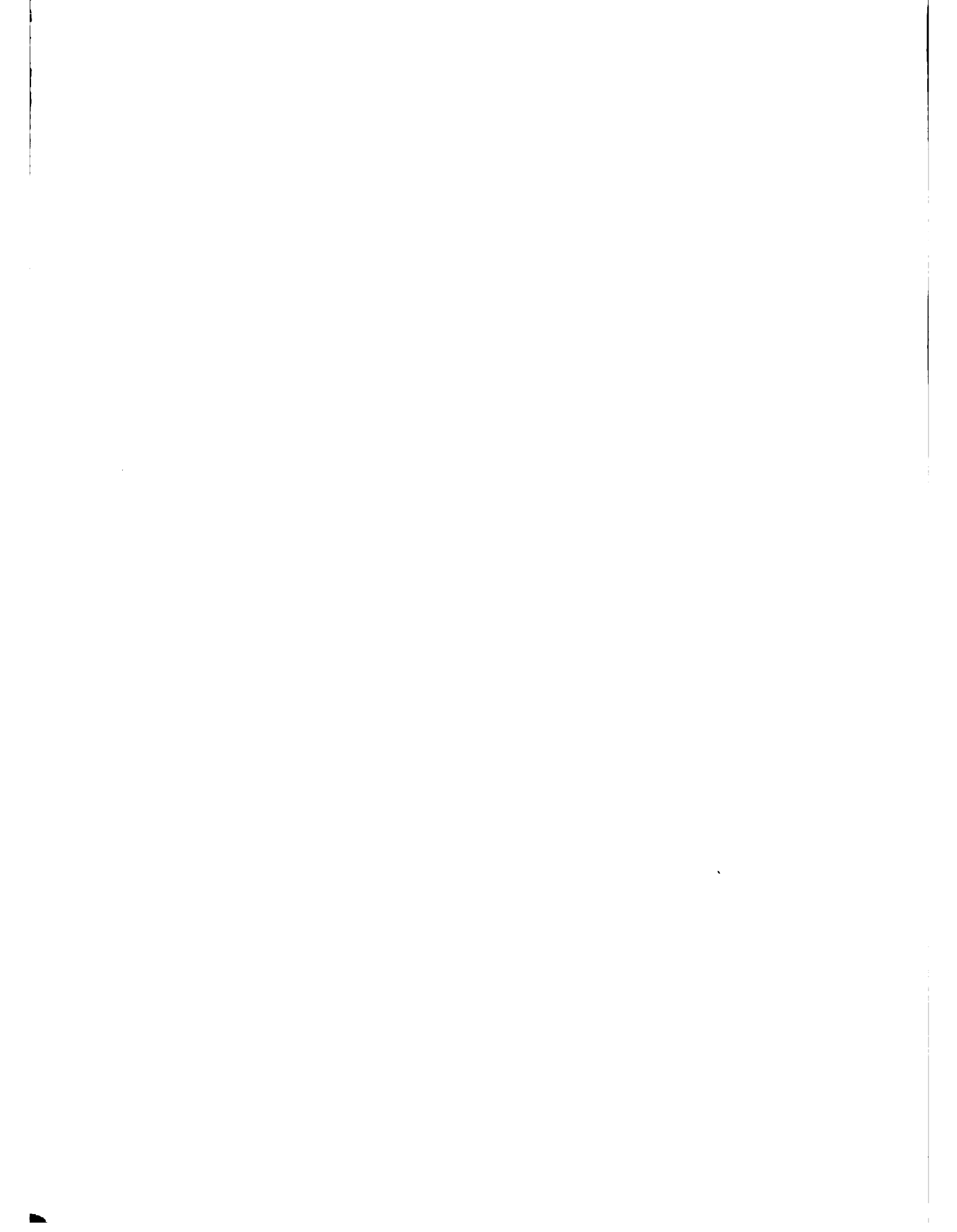
CULTIVOS	AÑO	AREA (Miles Has.)	PRODUCCION (Miles Tons.)	RENDIMIENTO (Kg./Ha.)	PRECIO PRODUCTOR (T)	VALOR PRODUCCION (Miles de Pesos)
Ajonjolí	1971	47.0	31.4	668	4.900	153.360
	1972	43.2	28.3	655	5.219	147.698
	1973	37.0	18.1	489	6.139	111.116
	1974	32.2	17.2	534	9.375	169.850
	1975	41.6	20.7	498	11.700	242.190
Algodón (Semilla)	1971	219.0	322.4	1472	4.687	1.511.089
	1972	242.3	412.1	1701	5.114	2.107.479
	1973	250.8	394.8	1335	8.808	2.946.918
	1974	258.4	420.2	1626	9.369	3.936.854
	1975	280.7	400.9	1428	11.497	4.609.147
Arroz Cáscara	1971	241.8	851.9	3523	1.931	1.645.104
	1972	258.2	997.5	3863	1.984	1.979.040
	1973	291.0	1.151.1	3956	2.514	2.893.865
	1974	354.5	1.540.5	4345	3.694	5.690.238
	1975	372.5	1.614.0	4332	3.981	6.425.334
Cebada	1971	55.6	107.2	1928	1.800*	192.960
	1972	63.5	98.0	1543	2.057	201.536
	1973	52.4	81.5	1555	3.019	246.049
	1974	59.1	96.9	1640	3.651	353.732
	1975	75.6	121.8	1611	5.740	699.132

* Estimado



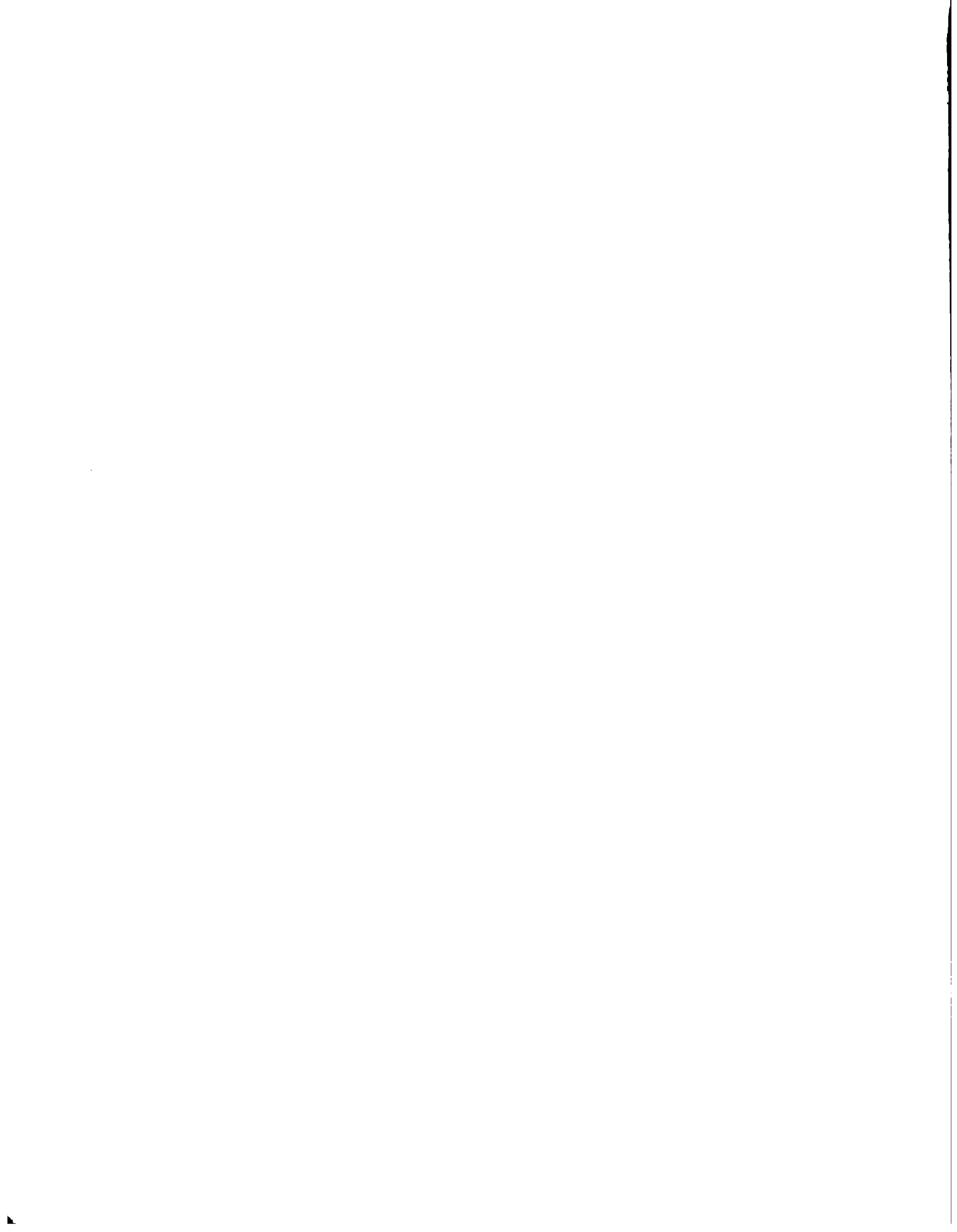
Continuación Anexo No. 1

CULTIVOS	AÑO	AREA (Miles Has.)	PRODUCCION (Miles Tons.)	RENDIMIENTO (KG./Ha.)	PRECIO		VALOR PRODUCCION (Miles de Pesos)
					PRODUCTOR (T)	PRODUCTOR	
Frijol Común	1971	60.0	35.6	593	8.258		293.985
	1972	68.8	42.0	624	8.251		346.542
	1973	78.8	47.8	609	10.873		519.729
	1974	80.0	51.5	644	13.459		695.093
	1975	96.0	62.4	650	15.673		977.995
Frijol Caraota	1971	8.8	12.9	1466			
	1972	15.8	18.2	1152			
	1973	8.5	9.1	1071			
	1974	10.7	15.6	1458			
	1975	24.7	27.5	1113	412.5		10.189
Maíz	1971	666.5	818.5	1128	1.696		1.388.176
	1972	624.5	806.2	1291	2.170		1.749.454
	1973	580.3	739.1	1274	3.329		2.460.464
	1974	570.1	791.5	1388	3.364		2.662.606
	1975	572.7	722.6	1261	3.888		2.809.469
Papa	1971	83.8	824.6	9840	1.042		859.233
	1972	85.0	782.0	9200	1.447		1.131.554
	1973	94.1	983.5	10451	2.047		2.013.225
	1974	87.5	902.5	10314	2.215		1.999.037
	1975	90.0	920.5	10222	3.763		3.463.842
Soya	1971	55.1	100.7	1828	3.050		307.135
	1972	54.0	104.6	1937	3.202		334.929
	1973	54.0	97.2	1800	4.346		422.431
	1974	57.0	114.0	2000	6.067		691.638
	1975	87.8	168.9	1900	6.752		1.140.413



Continuación Anexo No. 1

CULTIVOS	AÑO	AREA (Miles Has.)	PRODUCCION (Miles Tons.)	RENDIMIENTO (KG./Ha.)	PRECIO		VALOR PRODUCCION (Miles de pesos)
					PRODUCTOR (T)	PRODUCION	
Sorgo	1971	92.1	239.6	2601	1.378	330.169	
	1972	84.0	210.0	2500	2.059	432.390	
	1973	135.4	280.2	2069	2.780	778.956	
	1974	151.2	336.6	2226	3.174	1.068.368	
	1975	134.0	335.0	2500	3.642	1.220.070	
Trigo	1971	46.9	53.0	1134	1.933	102.449	
	1972	60.7	69.2	1140	2.514	173.969	
	1973	56.5	72.4	1281	2.795	202.358	
	1974	45.1	58.8	1304	4.496	268.960	
	1975	30.1	38.9	1292	6.400	248.960	
Cacao	1970	45.7	18.5	405	14.612	270.322	
	1971	49.0	19.0	388	13.924	264.556	
	1972	52.6	20.0	380	14.409	288.180	
	1973	54.9	22.0	401	16.000	352.000	
	1974	57.9	23.0	397	21.000	483.000	
1975	61.1	24.1	487	31.200	751.920		
Yuca	1970	150.0	1.200	8000	891	1.069.200	
	1971	155.0	1.240	8000	1.361	1.687.640	
	1972	160.0	1.280	8000	1.467	1.877.760	
	1973	181.5	1.450	8000	1.319	1.912.550	
	1974	165.0	1.540	8333	1.500	2.310.000	
1975	165.0	1.540	8333	-	-		
Palma Africana	1970	12.8	26.9	2100	-	-	
	1971	13.8	36.2	2610	-	-	
	1972	15.0	41.4	2760	-	-	
	1973	16.5	44.0	2667	-	-	
	1974	18.2	50.8	2791	-	-	
1975	16.6	46.7	2800	16.490	770.093		



Continuación Anexo No. 1

CULTIVOS	AÑO	AREA (Miles Has.)	PRODUCCION (Miles Tons.)	RENDIMIENTO (Kg./Ha.)	PRECIO PRODUCTOR (T)	VALOR PRODUCCION (Miles de Pesos)
Frijol Común	1971	60.0	35.6	593	8.258	293.985
	1972	68.8	42.0	624	8.251	346.542
	1973	78.8	47.8	609	10.873	519.729
	1974	80.0	51.5	644	13.459	695.093
	1975	96.0	62.4	650	15.673	977.995
Frijol Caraota	1971	8.8	12.9	1466		
	1972	15.8	18.2	1152		
	1973	8.5	9.1	1071		
	1974	10.7	15.6	1458		
	1975	24.7	27.5	1113	412.5	10.189
Maíz	1971	666.5	818.5	1128	1.696	1.388.176
	1972	624.5	806.2	1291	2.170	1.749.454
	1973	580.3	739.1	1274	3.329	2.460.464
	1974	570.1	791.5	1388	3.364	2.662.606
	1975	572.7	722.6	1261	3.888	2.809.469
Papa	1971	83.8	824.6	9840	1.042	859.233
	1972	85.0	782.0	9200	1.447	1.131.554
	1973	94.1	983.5	10451	2.047	2.013.225
	1974	87.5	902.5	10314	2.215	1.999.037
	1975	90.0	920.5	10222	3.763	3.463.842
Soya	1971	55.1	100.7	1828	3.050	307.135
	1972	54.0	104.6	1937	3.202	334.929
	1973	54.0	97.2	1800	4.346	422.431
	1974	57.0	114.0	2000	6.067	691.638
	1975	87.8	168.9	1900	6.752	1.140.413



Continuación Anexo No. 1

CULTIVOS	AÑO	AREA (Miles Has.)	PRODUCCION (Miles Tons.)	RENDIMIENTO (Kg./Ha.)	PRECIO		VALOR PRODUCCION (Miles de pesos)
					PRODUCTOR (T)	PRODUCTOR	
Plátano	1970	333	1.600	5400	762		1.219.200
	1971	312	1.560	5000	1.033		1.611.480
	1972	320	1.500	4700	1.228		1.842.000
	1973				1.362		
	1974				1.893		
Avena	1975	1.1	26.040	42000(grano Forraje)			3.900(grano)
Coco	1975	19.5	95.0(millo- nes nueces)	5(miles nueces/Ha.	3.00	nuez en plantación	285.000
Fique	1975	26.0	52.0	2000			408
Frutales*	1975	17.0	471.7				701.270
Hortalizas**	1975	37.0	1209				2.969.000
Manf	1975	1.9	2.9	1560			22.000
Name	1975	11.0	110.0	10000			231.000

FUENTE: OPSA. Programas Agrícolas 1975

* Incluye: piñas, mangos, vid, menores(papaya, guayaba, aguacates, frutales hoja caduca, lulo, fresas y moras)

** Incluye: apio, cebollas, coliflor, repollo y tomate).

ANEXO No. 2

A. CONTENIDO DE PROTEINA POR CADA 100 GRAMOS.

Arveja	23.9
Haba	23.1
Frijol	21.3
Pescado	18.8
Carne	18.7
Huevos	12.8
Trigo	10.8
Arroz	7.8
Maíz	7.6
Lenteja	3.5
Leche	3.4
Repollo	2.2
Papa	1.9
Plátano	1.2
Banano	1.1
Tomate	0.9
Arracacha	0.9
Guayaba	0.9
Yuca	0.8
Naranja	0.7
Zanahoria	0.7
Panela	0.5
Cebolla	0.1

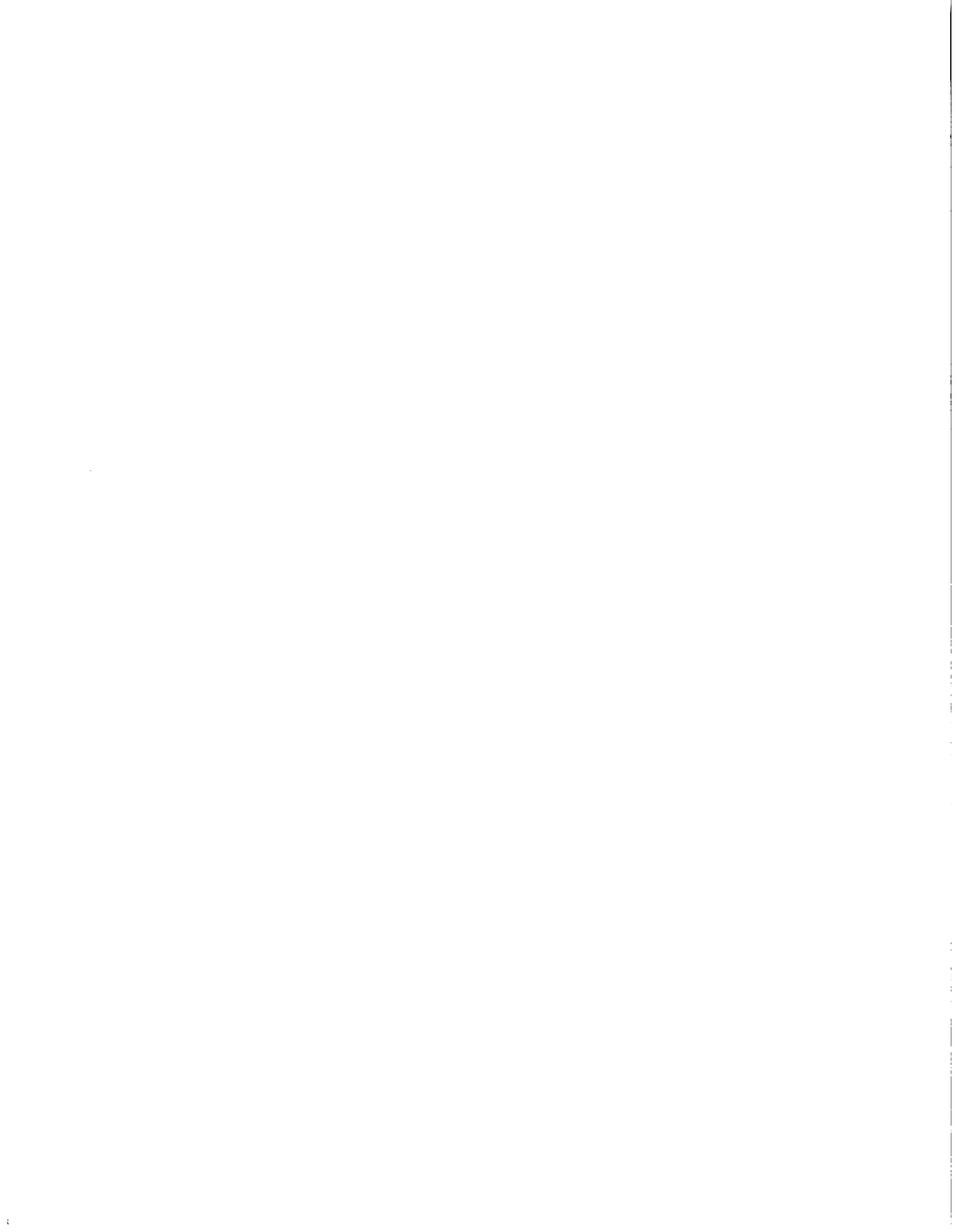
B. CONTENIDO DE CALORIAS POR CADA 100 GRAMOS.

Aceite	900
Manteca animal	892
Manteca vegetal	870
Azúcar	384
Arroz	359
Maíz	328
Lenteja	315
Trigo	314
Panela	312
Arveja	308
Frijol	304
Carne	227
Haba	297
Huevos	163
Plátano	142
Yuca	146
Pescado	111
Arracacha	100
Banano	94
Papa	91
Leche	61
Cebolla	54
Zanahoria	36
Guayaba	36
Naranja	35
Repollo	24
Tomate	17

FUENTE: DNP. Plan Nacional de Alimentación y Nutrición. Selección de Alimentos. Documento DNP-UDS-DPN-011, octubre de 1974. Cuadros 1 y 2

C. ORDEN DE IMPORTANCIA DE LOS PRINCIPALES ALIMENTOS, SEGUN EL CONSUMO TOTAL, EN LAS NUEVE (9) ZONAS DEL PAIS.

<u>ALIMENTO</u>	<u>CONSUMO (GRS.)</u>
Papa	1.249.246
Leche	1.071.442
Plátano	744.926
Panela	702.211
Arroz	695.126
Carne	544.669



ALIMENTOCONSUMO (GRS.)

Trigo	495.308
Yuca	334.336
Azúcar	256.302
Maíz	222.643
Tomate	150.493
Manteca Vegetal	105.911
Banano	84.313
Huevo	67.744
Frijol	66.059
Pescado	65.648
Cebolla	62.795
Zarahoria	50.611
Arveja	50.172
Aceite	49.852
Arracacha	44.434
Repollo	39.197
Naranja	36.180
Manteca Animal	28.539
Haba	23.136
Guayaba	19.158
Lenteja	4.344

FUENTE: DNP. Op. Cit. Cuadro No. 3



ANEXO No. 3
VALOR DE LAS EXPORTACIONES DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS AGRICOLAS (000 U.S.\$)

AGRICOLAS	1970	1971	1972	1973	1974	1975	PROMEDIO
Papas	27.8	5.1	3.6	186.3	118.1	2.312.2	442.2
Bananos	18.074.8	14.657.3	13.713.1	15.420.7	25.022.0	26.575.3	18.910.5
Arroz	613.5	39.0	193.5	3.222.4	-	20.724.8	4.258.6
Azúcar	14.029.8	15.709.5	28.402.5	30.187.6	68.512.3	84.733.9	40.262.6
Tabaco	7.168.5	9.164.2	9.879.0	14.967.3	12.929.7	12.427.6	11.649.7
Algodón	34.323.6	29.340.2	50.411.8	36.949.5	33.626.2	37.732.1	37.063.9
<u>GANADERAS</u>							
Bovinos para consumo	17.215.4	16.079.1	13.682.2	2.736.8	2.596.4	26.567.3	13.145.7
Carne vacuna fresca	4.620.8	12.103.5	24.026.5	40.129.2	30.704.0	21.229.5	22.135.6
Quesos	59.6	1.018.4	1.376.0	3.259.9	340.0	814.5	601.9

FUENTE: Cifras del Sector Agropecuario 1976. Anexo Memoria No. 1. Minagricultura - Sacado del Cuadro 12 Pag. 17.

ANEXO No. 4
VALOR DE LAS IMPORTACIONES AGROPECUARIAS

AGRICOLAS	1970	1971	1972	1973	1974	1975	PROMEDIO
Ajos frescos	5.1	225.5	-	40.5	92.5	35.2	79.8
Arvejas frescas	2.5	65.9	60.3	863.7	1.072.0	1.525.6	598.3
Frijoles	-	1.314.6	226.1	23.2	345.1	233.0	428.4
Garbanzos	-	246.5	167.5	2.444.9	1.148.8	-	2.175.0
Lentejas	1.739.4	1.123.6	771.1	3.283.8	3.111.0	2.321.4	2.058.4
Uvas frescas	1.7	1.0	10.5	.6	15.9	4.9	5.8
Manzanas frescas	921.8	1.950.3	2.361.9	1.546.0	2.999.7	2.108.0	1.981.3
Trigo	12.744.8	30.059.1	28.466.4	33.913.7	48.345.7	52.362.2	34.315.3
Cebada	3.921.9	3.052.4	-	6.498.5	-	2.134.3	3.901.8
Avena	959.4	1.165.0	1.494.6	2.188.8	130.7	2.118.2	1.342.8
Maíz	430.1	3.573.4	74.2	9.976.1	1.6	1.4	2.342.8
Arroz	59.1	23.2	7.8	21.5	-	-	27.9
Soya y Aceite de Soya	366.8	1.727.3	1.284.6	7.262.0	10.267.5	-	4.181.6
Cacao	8.344.8	8.047.4	5.098.9	7.574.1	9.454.0	5.502.9	7.337.0
Aceite Algodón	2.4	17.5	11.4	27.5	94.1	-	30.6
PECUARIAS							
Bovinos de raza	132.8	97.2	61.4	85.8	40.7	-	83.6
Aves de corral	367.3	354.7	426.2	653.5	57.0	-	371.4
Leche	81.4	55.1	182.8	941.9	-	116.6	275.6
Mantequilla	4.9	13.5	1.7	-	.2	-	5.1
Queso	18.6	155.9	108.5	9.0	186.1	1.8	80.0
Huevos de Ave	74.7	43.7	59.3	125.3	-	273.1	115.2

FUENTE: Cifras del Sector Agropecuario 1976. Anexo Memoria No.1. Minagricultura. Cuadro 14. P. 19.

BIBLIOGRAFIA

1. KALDOR, D. Citado en SCHUH, E. "The Contribution of Agricultural Research to the Achievement of Development Goals". CIAT, Colombia, P. 4.
2. PER PINSTRUP, A. "Toward a Workable Management tool for Resource Allocation in Applied Agricultural Research in Developing Countries". CIAT, Cali, Colombia, June, 1974. P. 14.
3. BOWEN, E. "Lecturas sobre Bienestar". Lecturas No. 9 F.C.E. México, 1974.
4. ARNDT, T. and RUTTAN, V. "Resource Allocation and Productivity in National and International Agricultural Research". A Seminar Report. R.T.N., Sept., 1975.
5. GRILICHES, Z. "Research Costs and Social Returns: Hybrid Corn and Related Innovation". J. Pol. Ec. October, 1958. Pag. 414 - 431.
6. MASAKATSU, A. and HAJAMI, Y. "Efficiency and Equity in Public Research". Am. Journal of Agric. Econ., Vol. 50, No. 1, Feb., 1958.
7. ARDILA, V. J. "Rentabilidad Social de las Inversiones en Investigación de Arroz en Colombia", Programa Estudios Graduados ICA-UN. Colombia, 1973. (Tesis no publicada).
8. AYER, H. and SCHUH, G.E. "Social Rates of Returns and Other Aspects of Agricultural Research: The case of Cotton Research in Sao Paulo, Brazil. Indiana Agricultural Experiment Station, Purdue University.
9. BARLETTA, A. "Cost and Social Returns of Agricultural Research in Mexico. Ph.D. Thesis, University of Chicago, 1967.
10. MONTES, G. "Evaluación de un Programa de Investigación Agrícola: El caso de la Soya. Universidad de los Andes, Programa de Economía para Graduados, Bogotá, 1973.
11. PETERSON, W. "Return to Poultry Research in the United States. Journal of Farm Economics. August, 1967.
12. ROCHA, B. A. "Evaluación Económica de la Investigación sobre variedades de Algodón en Colombia". Programa de Estudios para Graduados UN-ICA, Bogotá, 1974. (Tesis no publicada).
13. TRUJILLO, C. "La Evaluación de las Inversiones en Investigación en Trigo en Colombia. Tesis M.S. Programa para Graduados UN-ICA, 1974.

14. JARAMILLO, F. "Evaluación Económica de las Inversiones en la Investigación sobre el Cultivo de la Cebada". Tesis Universidad de los Andes - ICA. Bogotá, 1976.
15. EVENSON, R. "The Green Revolution in Recent Development Experience". Am. Journal Agr. Eco., May, 1974, P. 388.
16. GRILICHES, Z. "Research Expenditures, Education and the Aggregate Agricultural Production Function. Am. Ec. Rev. Vol. 54, Pp. 961-74.
17. SIDHU, S. "Economics of Technical Change in Wheat Production in the Indian Punjab". Am. Journal of Agr. Eco., May, 1974, Pag. 217 - 226.
18. DEVRED, R.F. "Evaluación y Formulación de las Prioridades de Investigación Agrícola". FAO, 1970, P. 7.
19. ROMANO, L. "Proceso de Asignación de Recursos a la Investigación y Actividades de Ciencia y Tecnología". ICA-DP-DPE-III-1976.
20. MINISTERIO DE AGRICULTURA. "El Cuatrenio de la Transformación Rural". Memoria, julio, 1970.
21. TOFO, G.; CHAVERRA, L.D.F. y BUSTAMANTE, A. "Establecimiento de Prioridades de Investigación entre Rubros de Producción. Metodología". FONAIAP, Venezuela, mayo, 1976, Pág. 9.

ESQUEMA PARA LA EVALUACION SOCIOECONOMICA
DEL COMPONENTE TECNOLOGICO
EN PROGRAMAS DE DESARROLLO RURAL DEL ICA*

(Versión Preliminar)

J. Humberto Colmenares**
Germán Escobar***
Diego Londoño****

1. Introducción

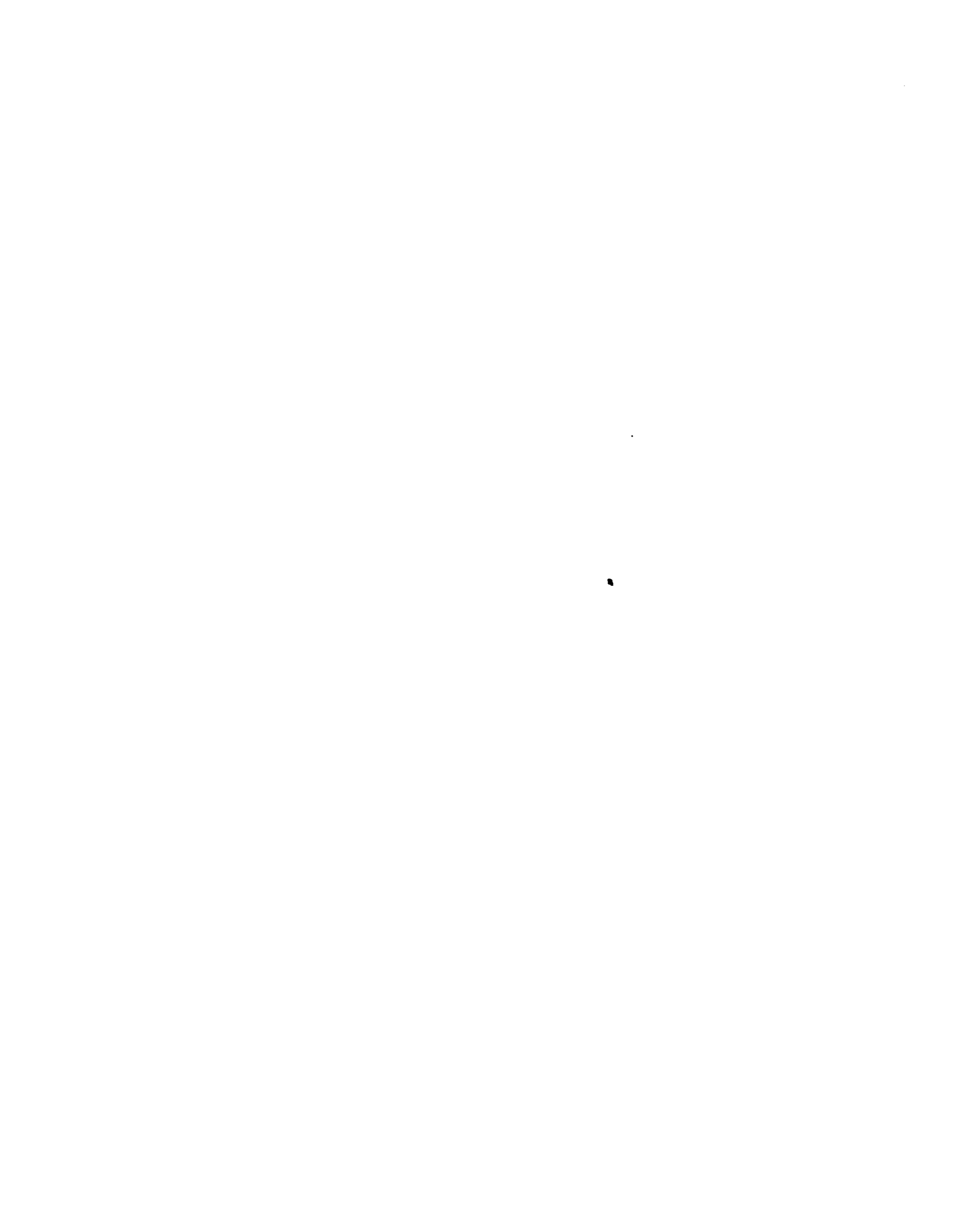
En la formulación de políticas de desarrollo rural se incluyen, en general, postulados implícitos y/o explícitos que por naturaleza tienden a ser estáticos: por ejemplo, se sostiene que el cambio tecnológico conlleva el desplazamiento de las funciones de producción y oferta. Sin embargo, la ejecución de las políticas a través de programas específicos tiene lugar en el medio dinámico de una economía en crecimiento: esto significa que los ajustes esperados en las funciones citadas pueden no ocurrir, o no presentarse en forma inmediata sino a través del tiempo y como resultado de la acción de factores que impiden, retrasan o aceleran los efectos esperados.

De otra parte, los objetivos establecidos para los programas de desarrollo rural integrado y para su componente tecnológico en particular definen el marco conceptual de un modelo de evaluación a través del cual se puedan analizar los logros de dichos programas.

El papel de la evaluación analítica socioeconómica (e.g. investigación-evaluación) puede definirse como la generación de información que permita formular soluciones a problemas metodológicos y empíricos que se presentan en el proceso de desarrollo del sector para el cual se diseñan los programas (22). Por lo tanto, sus actividades van más allá de la simple comparación a través de la secuencia medida-estímulo-medida. La obtención y análisis de información debe seguir la secuencia objetivo-medida-estímulo-comparación-explicación, con el fin de evaluar la interacción de variables socioeconómicas sobre el desarrollo agropecuario.

Por tanto, se requiere diseñar un modelo de evaluación analítica socioeconómica que permita: determinar en qué medida los postulados incluidos en la formulación de la política son adecuados; lograr un seguimiento de las acciones gubernamentales en el campo de la generación y transferencia de tecnología agropecuaria; detectar ajustes requeridos durante la ejecución de la programación correspondiente; y cuantificar los resultados obtenidos. Esta misma preocupación se expresa en diversos documentos oficiales de importancia (9, 10, 20).

* Previamente publicado por la División de Estudios Socioeconómicos del Instituto Colombiano Agropecuario.
** Economista Agrícola Ph.D., Jefe División de Estudios Socioeconómicos.
*** Sociólogo M.S., Director Programa Sistemas de Producción e Ingeniero.
**** Agrónomo Ph.D., Ex-Director Dirección de Planeación, ICA.



Este documento esquematiza la orientación, que a juicio de la División de Estudios Socioeconómicos del ICA, debe tomar la investigación social y económica en programas de desarrollo rural en los cuales se incluye el componente tecnológico (e.g. generación y transferencia de tecnología agropecuaria apropiada) como pieza estratégica fundamental. Propone un sistema de evaluación analítica que integra la investigación socioeconómica relacionada con el funcionamiento de la "economía campesina" y la cuantificación de los resultados de los programas diseñados para buscar su crecimiento económico. Se hace énfasis en la evaluación de las actividades de transferencia de tecnología como instrumento esencial a los programas de desarrollo rural.

El modelo de evaluación analítica discutido en este documento permitirá:

- Generar información sistemática acerca de la "economía campesina", a través de la identificación y estudio del conjunto de variables económicas y sociales condicionantes de la actividad productora de los agricultores.
- Identificar los puntos débiles y fuertes del modelo utilizado para la generación y transferencia de tecnologías agropecuarias, a fin de introducirle las modificaciones aconsejables en forma oportuna, incrementando en esta forma la posibilidad de alcanzar los objetivos preestablecidos para el programa de desarrollo rural del ICA.
- Identificar las limitaciones básicas que afectan la manera como el Instituto cumple con las obligaciones que se le han asignado como responsable de la implementación del componente tecnológico en programas de desarrollo rural integrado.

Se resumen a continuación los objetivos de los programas de desarrollo rural integrado. En los apartes subsiguientes se esquematiza el modelo de evaluación propuesto y se identifica el tipo de información requerida para su implementación.

2. Política de Desarrollo Rural

2.1. Objetivos e Instrumentos Generales

La formulación de la política gubernamental para el sector agropecuario está enmarcada dentro del Plan Nacional de Alimentación y Nutrición (PAN), el cual busca "... lograr un progresivo bienestar alimentario y nutricional de las clases socioeconómicas menos favorecidas, a través de un incremento de la producción y el consumo de alimentos ..." y cuyos objetivos específicos se han definido así (9):

- Racionalizar la vinculación de la economía campesina al mercado.
- Incrementar el ingreso real y el empleo en el sector campesino.

De otra parte, los Distritos de Transferencia de Tecnología del ICA, instrumento fundamental para el logro de los objetivos del PAN en aquellas áreas donde el Instituto ejecuta actividades de desarrollo, combinan programas de producción (tecnología, crédito, mercadeo) y de desarrollo de la fuerza de trabajo (capacitación, educación, salud) con aquellos que mejoran la infraestructura física del sector rural.

2.2. El Papel del ICA en el Desarrollo Rural

Los programas de producción incluyen como parte vital el componente tecnológico. Lo anterior constituye una de las actividades encomendadas al ICA de acuerdo con el Decreto Ley 133 de 1976, el cual establece que el Instituto debe ejercer las funciones de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria requeridas en los Distritos de Transferencia de Tecnología que se adelanten en colaboración con otras entidades estatales.

La responsabilidad de coordinar las acciones en desarrollo rural en general y de transferencia de tecnología agropecuaria en particular corresponde a la Subgerencia de Desarrollo Rural, cuya estructura técnico-administrativa se presenta en la Figura 1. Dichas labores se complementan con las ejecutadas a través de las Subgerencias de Investigación, Producción Agrícola, Producción Pecuaria, Administrativa y la Dirección de Planeación.

En general, las actividades del ICA relacionadas con desarrollo rural pueden resumirse así:

- Producir, a través de la investigación biofísica, tecnología apropiada para las diversas empresas agropecuarias y zonas agroclimáticas del país.
- Ajustar la tecnología a las características ecológicas y socioeconómicas propias de cada región.
- Prestar o supervisar la asistencia técnica a los usuarios de este servicio.
- Ofrecer servicios de apoyo a los programas de producción, por medio de campañas de sanidad animal y vegetal, análisis de suelos, etc.

3. Algunas Hipótesis de Trabajo

El planteamiento de actividades respecto de la implementación del componente tecnológico dentro de una estrategia de desarrollo rural integrado conlleva supuestos sobre la estructura y funcionamiento de la economía campesina. Es función del modelo de evaluación proveer la información requerida para comprobar la validez de tales supuestos.

El componente tecnológico de los programas de desarrollo rural integrado busca aumentar la producción y productividad de las explotaciones agropecuarias,

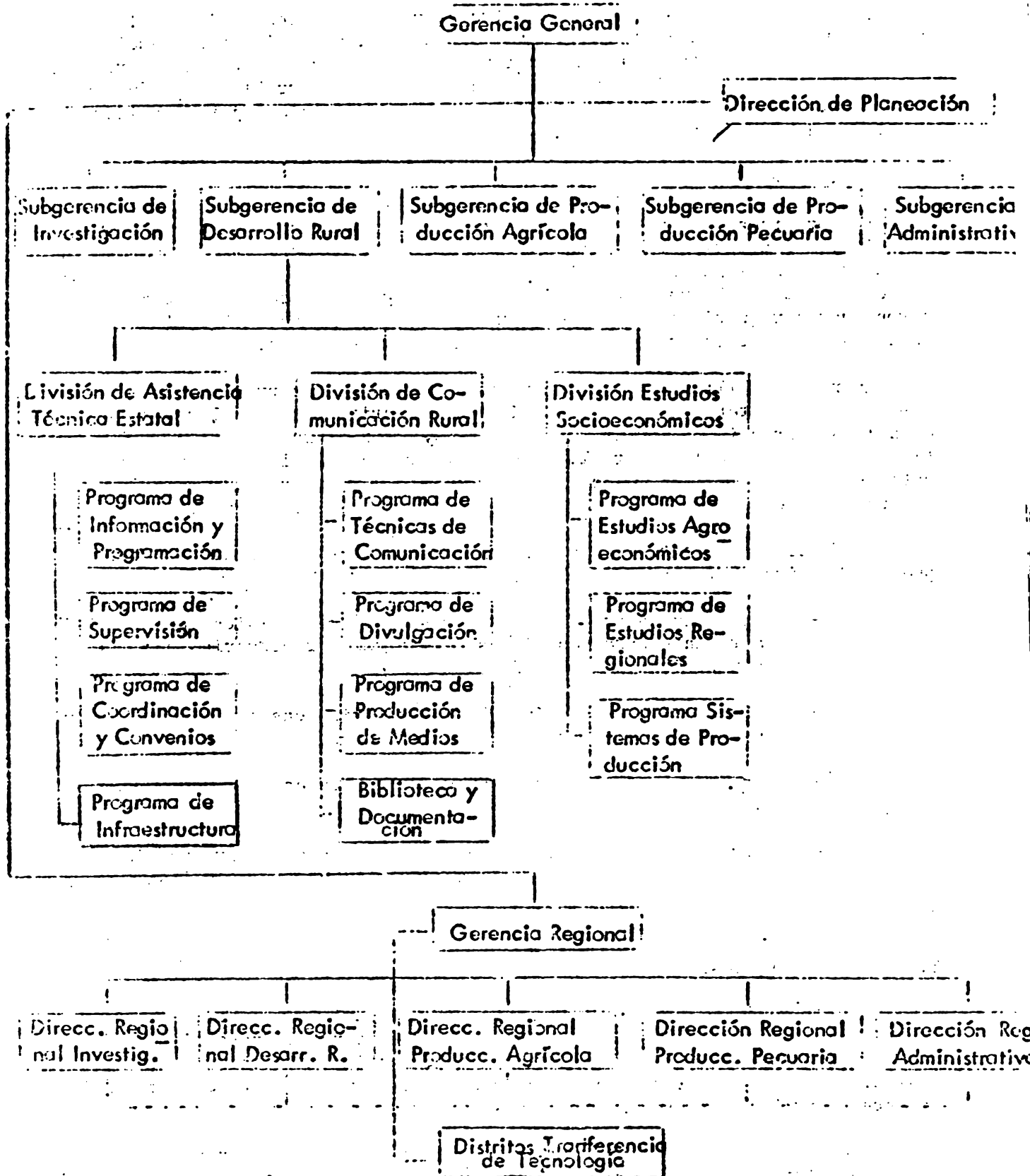


FIGURA 1. Estructura Técnico-Administrativa Subgerencia de Desarrollo Rural

mejorando simultáneamente la rentabilidad de las inversiones hechas por los productores e incrementando el nivel de empleo en el sector rural (11, 12, 16). El anterior enunciado implica la instrumentación de actividades tendientes a maximizar la función objetivo del agricultor usuario de los servicios ofrecidos por los programas de desarrollo rural.

La función objetivo puede definirse en términos globales de la siguiente manera:

$$Y = f(I, T, V, F)$$

Donde:

Y = Valor neto (respecto de costos en efectivo) de la producción por unidad de tierra.

I = Combinación de insumos físicos utilizados.

T = Trabajo (familiar y contratado).

V = Variación en los precios.

F = Ingresos generados fuera de la tierra.

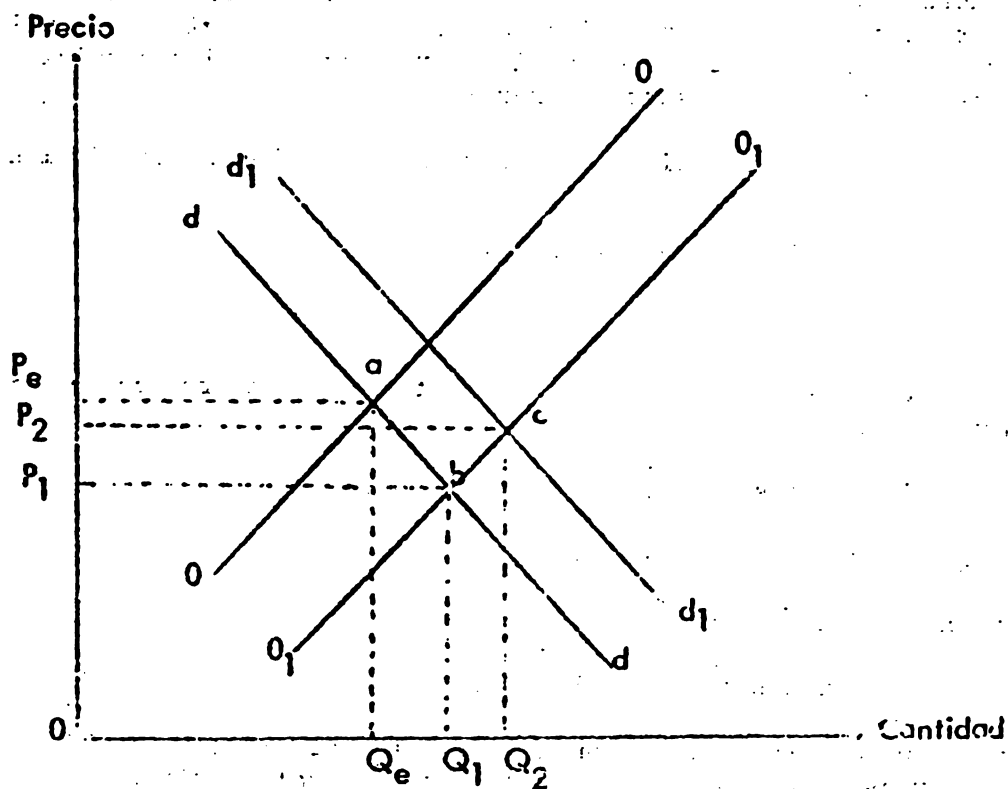
La maximización de esta función conlleva considerar el problema básico de la asunción de riesgos por parte del productor (lo cual justifica la definición dada a Y y la introducción de V como variable explicativa). Así mismo, involucra el nivel o patrón tecnológico utilizado (representado por I) y las limitaciones causadas por la disponibilidad de mano de obra (T).

La formulación anterior es de carácter múltiple y crea dificultades tanto técnica como empíricas para su manejo. Así, por ejemplo, varias hipótesis pueden formularse en relación con el supuesto implícito en el cumplimiento de dos de los objetivos del programa: aumentar la producción e incrementar el ingreso del agricultor. Para que ambos objetivos sean compatibles es necesario que el desplazamiento en la oferta debido al aumento en la producción sea contrarrestado por un desplazamiento en la demanda de tal magnitud que no se produzca una disminución absoluta en los ingresos de los productores.

La Figura 2 ilustra esta situación. Partiendo de un equilibrio inicial de mercado en el punto a, un desplazamiento en la oferta de productos hasta el punto b, como resultado de la introducción de mejoras tecnológicas, puede traducirse en una disminución en los ingresos obtenidos por los productores si el valor absoluto de la elasticidad -precio de la demanda dd es menor que la unidad-: o sea, en la Figura No. 2, si:

$$OP_e a Q_e > OP_1 b Q_1$$

FIGURA 2. El equilibrio del mercado



dd = demanda inicial

$d_1 d_1$ = demanda final

OO = oferta inicial

$O_1 O_1$ = oferta final

OP_e = precio de equilibrio inicial

OP_1 = precio esperado si al desplazamiento de oferta no corresponde un desplazamiento de la demanda.

OP_2 = precio esperado si al desplazamiento de la oferta es acompañado por un aumento en la demanda.

OQ_e = cantidad total transada al precio OP_e

OQ_1 = cantidad total transada al precio OP_1

OQ_2 = cantidad total transada al precio OP_2

Adicionalmente, un desplazamiento simultáneo de la curva de demanda hasta el punto c (consecuencia de mejoras en los ingresos reales resultantes por ejemplo, de subsidios alimenticios a personas de menores ingresos), no contrarrestará la disminución en los ingresos de los productores si el efecto combinado de las elasticidades de demanda (e.g. precio e ingreso) implícitos en el desplazamiento entre dd y d_1d_1 , produce disminuciones en los precios superiores a los aumentos en las cantidades producidas y vendidas, en forma tal que:

$$OP_e \text{ a } Q_e > OP_2 \text{ c } Q_2$$

Esta posibilidad existe para aquellos casos en los cuales la programación de actividades de desarrollo rural otorga prioridad a renglones alimenticios básicos, caracterizados por elasticidades (precio e ingreso) de demanda relativamente bajas.

Para cumplir con el objetivo de incrementar el nivel de empleo en el sector rural es indispensable que la tecnología ofrecida sea intensiva en el uso de mano de obra. La experiencia del ICA en Cáqueza y García Rovira muestra la factibilidad de ofrecer tecnologías que aumentan simultáneamente los ingresos netos y los niveles de empleo (3,23). No obstante, es necesario investigar la relación entre la adopción de nuevas técnicas de producción, la disponibilidad y uso de la mano de obra y el costo en efectivo de la producción obtenida de tales nuevos sistemas tecnológicos.

En consecuencia, un modelo de evaluación analítica debe incluir investigaciones que permitan el análisis de hipótesis relativas a los objetivos buscados a través del componente tecnológico en las actividades de desarrollo rural y en relación con los instrumentos utilizados para su implementación (e.g. asistencia técnica, crédito, mercadeo, etc.). En general esas hipótesis pueden clasificarse en dos grupos:

- Las relativas al comportamiento de las variables que afectan el equilibrio de mercados regionales: precios, cantidades producidas y vendidas, características de los mercados, elasticidades de oferta y demanda, sistemas de distribución, etc.
- Aquellas referentes a las interacciones entre la adopción de técnicas, la disponibilidad y el uso de mano de obra, los costos en efectivo, los ingresos derivados de la producción, la disponibilidad de recursos (e.g. factores e insumos) productivos y las variables de política agrícola tales como acceso a los servicios de crédito, asistencia técnica, mercadeo, etc.

El análisis de las diversas hipótesis planteadas debe enmarcarse dentro del contexto de los sistemas de producción campesina, definidos en términos de combinaciones específicas (e.g. óptimos económicos o puntos de maximización económica) de recursos disponibles y de una serie de variables externas al agricultor (e.g. restricciones fuera de su control), las cuales determinan la naturaleza y volúmenes de la producción y las decisiones del productor. Se requiere, por tanto, profundizar en el conocimiento del comportamiento de

dichos sistemas y su relación con las fuerzas económicas derivadas de los mecanismos de precios; la producción comercial, los patrones de consumo, el cambio tecnológico, etc.

Se podrá así enfocar el estudio del problema del desarrollo rural y del papel desempeñado por el componente de producción dentro de un marco de referencia que incluye la consideración del elemento "bienestar social" como la variable determinante del éxito o fracaso de los programas de la política agrícola dirigidos a los pequeños y medianos productores. Bienestar se define en términos del aumento en la formación de capital (ΔK) a fin de hacer más eficiente el uso de la tierra y la mano de obra, mejoras en el nivel de vida (ΔNV) que inciden directamente sobre la calidad de la vida (13) y distribución de los ingresos generados (D). La relación esperada entre la maximización de la "función objetivo" del agricultor ya enunciada y la "función de bienestar" se ejemplifica en la Figura 3, la cual supone una medida de la disminución de la pobreza como elemento esencial para juzgar en último término la efectividad de las políticas de desarrollo rural.

4. El Modelo de Evaluación

4.1. Sus Características

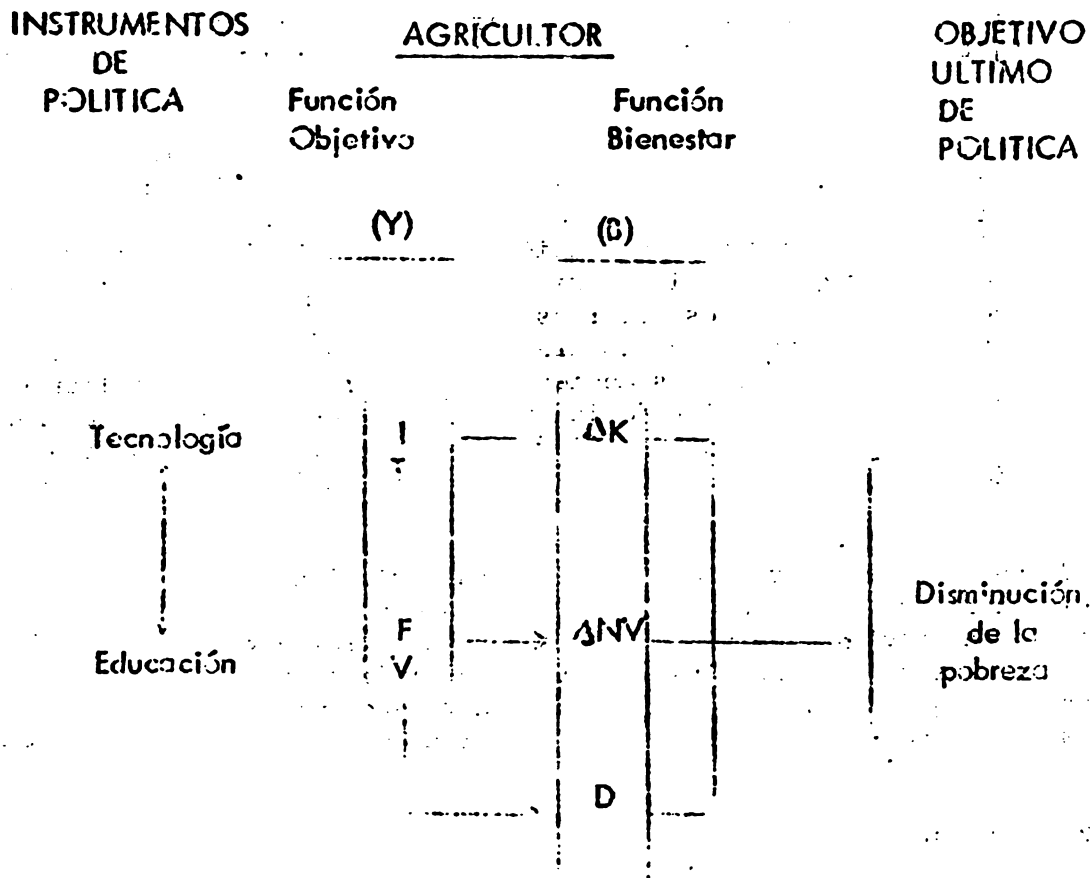
Los planteamientos anteriores indican el tipo de problemas que un modelo de evaluación analítica debe considerar. Implica mantener un flujo de información que permita la investigación sistemática de los cambios en las fuerzas económicas y sociales que actúan sobre los sistemas de producción del agricultor para asegurar el éxito de los programas de desarrollo rural. Requiere la participación o complementación en el trabajo de un equipo de técnicos que además de capacitación profesional posean experiencia de campo que les permita interpretar adecuadamente los fenómenos económicos-sociales y tecnológicos que afectan la economía campesina.

Como se mencionó anteriormente, la evaluación analítica no se limita a medir el impacto de los programas sino que incluye investigación que permita explicar el por qué de la presencia o ausencia de tal impacto. Este nivel de investigación es específico para cada región y su meta es la de estudiar la "función objetivo" del agricultor y conocer las restricciones que él enfrenta para poder identificar los factores que obstaculizan o contribuyen al éxito de los programas ofrecidos.

En consecuencia, el modelo de evaluación analítica debe estar constituido por dos partes complementarias:

- La investigación socioeconómica que incluye la formulación y comprobación de hipótesis respecto a la estructura y funcionamiento de los sistemas de producción campesina.

FIGURA 3. Esquematización de las relaciones entre instrumentos de política y el objetivo final de ésta.



- La medición del impacto y de los efectos de las actividades de generación y transferencia de tecnologías agropecuarias sobre las variables que se pretenden afectar a través de los programas de desarrollo rural.

Las anteriores consideraciones han sido incorporadas a la política del Instituto, la cual asigna a la División de Estudios Socioeconómicos la responsabilidad de "... estudiar la explotación agropecuaria en forma integral considerando la disponibilidad de recursos, las restricciones económicas, sociales e institucionales que la afectan con el fin de analizar los sistemas de producción existentes y recomendar la tecnología más adaptable a sus condiciones ..." (17). Esta formulación implica el análisis de la investigación biofísica en lo referente a su factibilidad económica, sus efectos sobre los sistemas de producción de los usuarios y la identificación de ajustes y modificaciones factibles de introducir a esos sistemas, a fin de lograr los objetivos establecidos para la política de desarrollo rural integrado.

Las experiencias del Instituto en materia de evaluación durante los últimos cinco años han demostrado que ella es útil en la medida que tenga como objetivo informar al planificador de las posibilidades reales dentro de las cuales el campesino realiza su función económica. De tales experiencias se puede afirmar que aquellas variables que definen las funciones de producción de las explotaciones, el riesgo, los patrones regionales del mercado de la mano de obra, el costo efectivo y el uso real del crédito, las fluctuaciones de precios, las medidas de ingreso agrícola familiar y los ciclos de uso y conservación de la tierra, son, entre otros, factores de importancia para ajustar las actividades de generación y transferencia de tecnología agropecuaria a las necesidades y posibilidades de los usuarios.

Desde un punto de vista operativo, la base práctica de un modelo de evaluación así concebido descansa sobre un sistema de información ágil y completo que a través de técnicas apropiadas de medición y análisis produzcan, a partir de los usuarios del programa, indicadores a nivel regional y nacional que permitan analizar el impacto económico y las implicaciones sociales de la acción estatal en el área de la generación y transferencia tecnológicas.

4.2. Esquemización del Modelo

La Figura 4 representa un esquema que responde al concepto de evaluación analítica del componente tecnológico en los Distritos de Transferencia de Tecnología del ICA. Incluye cuatro ciclos o etapas interrelacionadas:

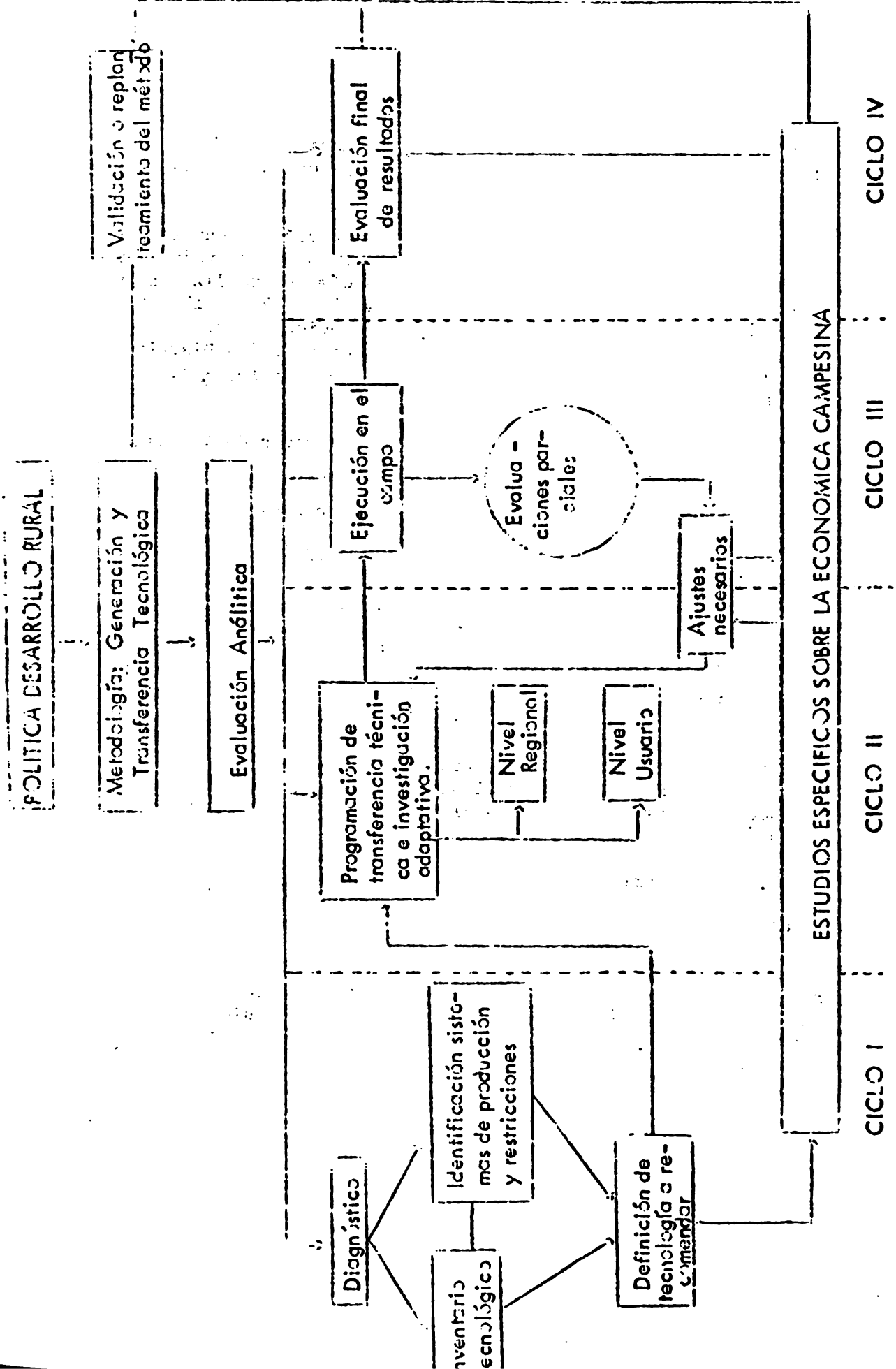


FIGURA 4. Esquema para evaluación del componente tecnológico en programas de Desarrollo Rural.

- Diagnóstico
- Programación
- Ejecución
- Evaluación de resultados

Base común para los ciclos mencionados es la información disponible de fuentes primarias y/o secundarias. Estas fuentes se aplican a los niveles regionales y de explotación individual.

De acuerdo al esquema indicado, se discute a continuación la manera como se suceden y entrelazan los diferentes pasos contenidos en la evaluación del componente tecnológico. Los guías específicos de cómo se realizan algunos de dichos pasos es tema de otros documentos (2, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 21, 24). Cabe anotar que los ciclos mencionados corresponden con los subsistemas operativos que definen las labores de los Distritos de Transferencia de Tecnología cobijados por el Proyecto ICA-AID, sobre transferencia de tecnología a pequeños productores (16).

4.2.1 Diagnóstico. Este ciclo se descompone a través de trabajo de campo y de escritorio y comprende:

- Elaboración de inventario tecnológico disponible.
- Identificación de los sistemas de producción del agricultor y de las restricciones de tipo global y particular que él debe enfrentar durante el proceso productivo.
- Confrontación entre sistemas de producción identificados y la tecnología generada a través de la investigación biofísica, para producir recomendaciones congruentes con el medio ecológico y las características socioeconómicas del usuario.
- Formulación de hipótesis de trabajo para estudios más específicos que expliquen el funcionamiento de los sistemas de producción y las razones de índole técnica, económica y social que definen la "economía campesina".

.1. Inventario de Tecnología. Se entiende por inventario de tecnología la consolidación de los resultados de investigación desarrollados por el ICA u otras entidades, oficiales y privadas, en ciencias biológicas y sociales.

La elaboración de dicho inventario corresponde a las diferentes unidades de investigación del ICA, incorporando los resultados obtenidos por otras entidades y actualizándolo de acuerdo con el progreso de las investigaciones en proceso.

Esta etapa se cumple con trabajo de escritorio, utilizando información generada por el ICA a través de la investigación biofísica y/o por otras entidades que hayan producido el mismo tipo de resultados. Se trata de recopilar las recomendaciones técnicas existentes según los arreglos de explotación, las regiones fisiográficas y los niveles de explotación, de acuerdo a las zonas del país en donde tales recomendaciones han sido probadas por las entidades que las generaron o por los agricultores.

Estos inventarios incluyen:

- Cantidad y tipos de insumos utilizados.
- Prácticas específicas necesarias para el uso de tales insumos.
- Periodicidad y/o época de aplicación o uso.
- Mano de obra y/o equipo necesario para su utilización.
- Producción esperada, incluyendo márgenes de variabilidad establecidos por medio de la investigación.
- Análisis económico del paquete de recomendaciones que muestre los márgenes de ingreso neto que puedan esperarse de su aplicación y los márgenes de rentabilidad de las inversiones.

.2. Identificación de Sistemas de Producción: Patrones de Producción en las Unidades de Producción Familiar. Un sistema de producción está constituido por los factores ecológicos, técnicos, económicos y sociales que en conjunto determinan los patrones (e.g. niveles tecnológicos) de producción agropecuaria del usuario de programas de desarrollo rural. Su identificación implica estudios, tanto a nivel regional como de la unidad de explotación, sobre la incidencia de los siguientes aspectos respecto del producto obtenido por los agricultores.

- Características fisiográficas: ubicación geográfica, régimen pluviométrico y clima, hidrografía, topografía y clases agrológicas.
- Tierra: uso actual y potencial, formas de tenencia, tamaño de las explotaciones, valor de la tierra.
- Capital: valor del inventario, disponibilidad y uso del crédito, entidades crediticias.
- Mano de obra: población por sexo y edades, nivel educativo, patrones de uso de mano de obra, migraciones, composición familiar y niveles de nutrición.

- Infraestructura: vías de comunicación y medios de transporte; servicios de educación, salud, vivienda, mercadeo y asistencia técnica.
- Asociaciones de productores y medios de comunicación.
- Actividades agrícolas: cultivos principales (límpios o solos, asociados, en relevo, múltiples, modalidades mixtas); tecnología (preparación del terreno, selección de semillas, siembra, fertilización, control de plagas y enfermedades, cosecha); producción (cantidad/hectárea, destino, precios); uso de mano de obra por cultivo, labor y época; costos de producción y ganancias netas.
- Actividades pecuarias: ganado vacuno de leche, carne, cría y levante; porcinos de cría, levante y carne; aves de postura, engorde y doble utilidad; ovinos, caprinos, abejas y animales de labor; tecnología (selección de razas, alimentos, sales y suplementos, control sanitario); producción (cantidad/unidad, destino, precios); uso de mano de obra por especie, labor y época; costos de producción y ganancias netas.
- Actividades no agropecuarias: insumos utilizados; producción (cantidad, destino, precios); costos de producción y ganancias netas. Actividades fuera de la finca e ingresos: venta de leña, madera y carbón. Ingresos por alquiler de tierras, maquinaria o equipos, animales de trabajo.

Para identificar los sistemas de producción es necesario recurrir a información de fuentes primarias (4, 18) y utilizar información secundaria en relación con aquellas variables tomadas a nivel regional (e.g. diagnóstico de "escritorio") a fin de calificar aquella y determinar los elementos básicos que guíen la selección de áreas de trabajo (15). La determinación de conjuntos productivos, arreglos y sistemas de producción requiere la observación directa y sistemática de la región y los productores. El análisis de la relación entre la función o sistema productivo (e.g. patrones de producción que tienen lugar en las unidades familiares) y las variables que lo condicionan y que conforman la estructura social y económica de dicho sistema implica la realización de trabajos de escritorio y utilización de información (de fuentes primarias y secundarias) apropiada a dicho análisis.

El trabajo de campo se cumple por medio de dos esquemas que trabajan a diferente nivel, dependiendo de la disponibilidad de información pertinente para cada uno de ellos.

- Identificación en primera aproximación.
- Recolección sistemática de información básica.

La identificación de los sistemas en primera aproximación, permite un acercamiento en la determinación de conjuntos productivos, arreglos y sistemas de producción. Este es un método de trabajo muy dinámico que puede permitir el proponer ciertas recomendaciones técnicas para ser transferidas a los agricultores en casos de ausencia de recomendaciones específicas salidas del inventario tecnológico. Permite, además, la obtención de información de primera mano para programar algunas actividades propias de la investigación adaptativa que se cumplen en el siguiente ciclo (4).

La recolección sistemática de la información básica se hace a través de dos instrumentos: La Ficha Técnica y los Registros u Hojas de Seguimiento (18). Esta recolección se practica a los usuarios directos de la asistencia técnica. Siguiendo formatos específicos se consigna la información correspondiente al estado tecnológico de la unidad de producción, las relaciones económicas que se generan en la empresa, el uso de los factores de producción y las variables sociales que están condicionando el nivel de vida de las familias campesinas (e.g. salud, nutrición, nivel residencial, organización social, etc.).

3. Definición de Tecnología a Recomendar. La conformación del inventario tecnológico y los sistemas de producción propios del agricultor da lugar a decisiones técnicas para generar un paquete de recomendaciones que debe difundirse entre ellos. En primera instancia, estas recomendaciones pueden darse en primera aproximación, dependiendo del grado de congruencia entre la tecnología o patrón recomendado y los sistemas empleados por el agricultor.

Es de anotar, como se indicó anteriormente, que la disponibilidad de información para la comparación citada muestra el camino inicial respecto del trabajo de campo requerido para la identificación de los sistemas de producción. Es decir, en ausencia de datos obtenidos en forma sistemática (13), los análisis pertinentes se harían, en primera instancia, utilizando el sistema de identificación en primera aproximación (4) ya enunciado. Sin embargo, bajo el supuesto de la existencia de aquellos, los análisis para definir la tecnología a recomendar utilizarán dichos datos: este esquema permitirá ajustar el procedimiento inicial y posiblemente su comparación (e.g. eficiencia relativa) posterior.

Por tanto, dado que el proceso a seguir en relación con el método de identificación de los sistemas de producción en primera aproximación indicado es tema de otro documento (4), el presente trabajo se concentra en las páginas subsiguientes en la esquematización del sistema de análisis a seguir respecto del segundo de los métodos citados. Aspectos específicos del tratamiento de los diversos elementos que lo componen se discuten en otros documentos (2, 5, 6, 8, 11, 12, 15, 19, 24).

La confrontación entre las tecnologías recomendadas y las empleadas por el productor presenta problemas metodológicos que deben resolverse a fin de hacer comparativos los pasos iniciales de este ciclo de diagnóstico.

El inventario tecnológico no requiere mayor elaboración adicional dada la simplicidad de su contenido. La definición de sitios, condiciones físicas y pruebas de campo practicadas preparan dicho inventario para su confrontación con la tecnología propia del agricultor.

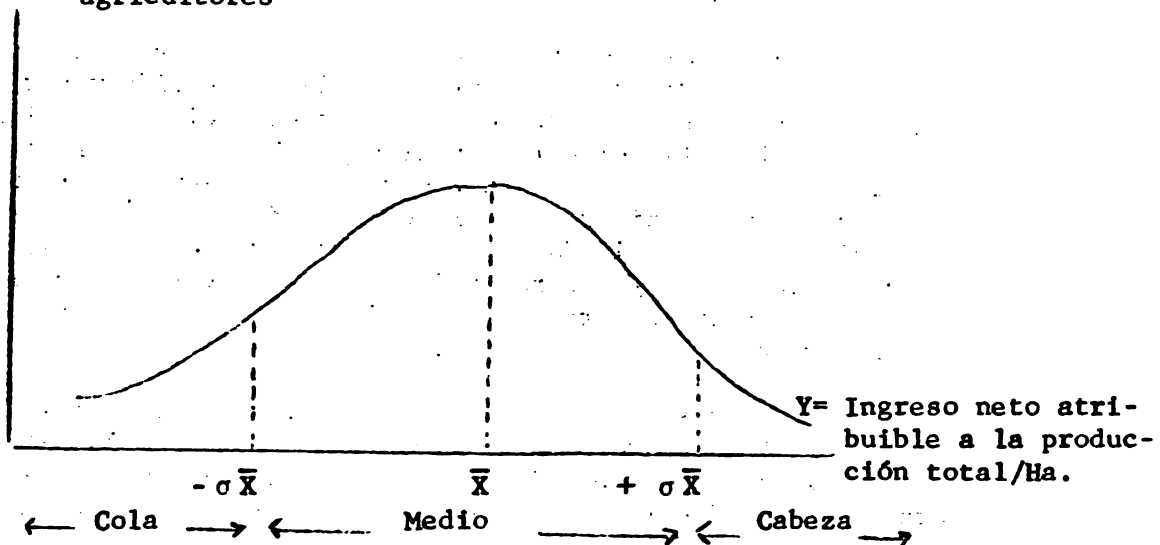
El proceso para hacer comparable los sistemas de producción identificados en el campo requiere otro tratamiento metodológico. Tanto para la identificación en primera aproximación como para la recolección sistemática de información básica, es necesario agrupar los agricultores que producen un mismo arreglo y/o sistema de acuerdo al mayor éxito económico relativo que ellos obtengan. Se trata de establecer el grupo de productores que obtienen el mayor ingreso neto respecto de producción total por hectárea, bajo determinado arreglo y/o sistema, para posteriormente determinar su estado tecnológico (e.g. patrón), aplicando los mismos conceptos que fueron incluidos en el inventario de tecnología correspondiente. Bajo el supuesto de la coincidencia de las características físicas y las regiones (e.g. conjunto productivo), la recomendación del inventario y el estado tecnológico del productor son comparables y permiten la definición de recomendaciones técnicas a los productores, en relación al grado de congruencia encontrado entre inventario y estado tecnológico.

El proceso que se aplica a la información de campo (11, 12) puede esquematizarse así (ver Figura 5):

- Calcular el ingreso neto atribuible a la producción total por hectárea en explotaciones que contengan el arreglo o sistema que se quiere analizar.
- Conformar una distribución de frecuencias en base a los cálculos obtenidos para cada explotación.
- Dividir la distribución en segmentos especificando la significancia estadística de las diferencias encontradas entre los grupos que conforman dicha distribución.
- Establecer el patrón técnico de producción que utilizan los agricultores del segmento correspondiente a las retribuciones más altas.

FIGURA 5. Representación gráfica del proceso de clasificación de la información de campo.

Y = % de
agricultores



La comparación debe hacerse entre el inventario tecnológico y la tecnología utilizada por los agricultores del grupo de la cabeza. Los criterios de comparación serán las prácticas tecnológicas y los resultados económicos, incluyendo, entre otros, factores tales como las diferencias en costos totales, la disponibilidad de crédito y el uso de mano de obra.

De la confrontación del inventario tecnológico con los sistemas de producción identificado se define su grado de congruencia el cual puede ser (12):

- **Total.** El contenido del inventario corresponde al patrón utilizado por el productor y a las condiciones de la región que se está analizando. En este caso los análisis de presupuesto de las dos tecnologías serán suficientes para tomar la decisión respecto de la tecnología a recomendar y proceder a la programación de planes de producción (5).
- **Parcial.** La tecnología del inventario es parcialmente utilizable en la región y por tanto requiere de ajustes. De lo anterior surgen algunos indicadores para programar las actividades de investigación adaptativa, cuyos resultados conformarán posteriormente la recomendación definitiva para la región (8, 14, 21). De otra parte, es necesario tener recomendaciones en primera aproximación hasta tanto los resultados de la investigación puedan ser utilizados.

El grupo de agricultores que reciben mayor ingreso neto y la parte aprovechable del inventario tecnológico deberán ser tenidas en cuenta por los técnicos que preparan tal recomendación provisional.

- Nula. Cuando el inventario tecnológico no corresponde a las características de los sistemas de producción y arreglos regionales. En este caso, la programación de actividades en investigación (adaptativa y/o básica) tendrá a su cargo el ajuste total de la recomendación técnica. La recomendación en primera aproximación será el patrón de producción o la tecnología de los agricultores que se ubiquen en el grupo de mayores rendimientos económicos, de acuerdo al análisis que se practica a la información obtenida de los agricultores de la región.

En cualquiera de los casos, el ciclo de diagnóstico debe integrar el trabajo de campo (2, 4, 18) y el trabajo de escritorio (5, 6, 8, 11, 12, 15, 18, 24). En esta forma se obtiene información a nivel regional y local y se conocen parámetros que identifican el componente tecnológico de la zona y algunas de las restricciones y variables que afectan el desarrollo de la empresa de producción campesina.

Dicha información permite adelantar la última etapa de este ciclo: consiste ésta en formular y analizar una serie de hipótesis sobre el funcionamiento de la empresa agrícola dentro del sistema económico y social que la caracteriza y en el cual se desarrolla y respecto de las condiciones futuras que puedan esperarse cuando los volúmenes y las relaciones de producción se vean afectadas por la introducción del cambio tecnológico (12, 14, 19, 21, 24). Estas hipótesis van a alimentar los estudios especiales sobre la "economía campesina".

Resumiendo, la definición de la recomendación representa la síntesis del ciclo de diagnóstico. De esta síntesis y de las necesidades de análisis observadas se definen, respectivamente, las actividades del ciclo de Programación y las correspondientes a los estudios específicos sobre la economía campesina.

- 4.2.2 Programación de Actividades. Este ciclo se desprende del análisis de la información recogida en el ciclo anterior. Corresponde básicamente a la etapa de planeación y programación de actividades (5, 6, 7, 8). En consecuencia, los resultados del diagnóstico serán la base para la programación. Estos resultados incluyen problemas específicos detectados a través de la confrontación del inventario tecnológico y los sistemas de producción utilizados por los productores y las hipótesis formuladas sobre la "economía campesina".

La programación de actividades se realiza a nivel regional y de usuario. La primera utiliza la información generada por el estudio de diagnóstico por las labores de transferencia tecnológica realizadas. Puede emplear métodos de análisis económico tales como: presupuestos parciales y totales, elaboración de cuentas regionales, programación lineal y aún modelos de simulación.

Las alternativas a evaluar deben plantearse de acuerdo a planes indicativos de producción regional obtenidos a través de la información generada en el primer ciclo (5, 8). Adicionalmente, las técnicas de análisis mencionadas permiten la elaboración y escogencia de planes específicos dirigidos a la optimización de la función objetivo previamente especificada.

La programación que se define en esta etapa es de tipo macro y micro económico y debe ser ajustada a condiciones particulares de cada subregión por parte de las unidades técnico-administrativas encargadas de la ejecución de las actividades correspondientes al componente tecnológico.

La programación a nivel unidad de explotación está a cargo del asistente técnico, quien teniendo en cuenta la programación regional determina, en unión del usuario, qué, cuánto y cómo producir, siguiendo procedimientos establecidos para dicha labor.

En adición a lo anterior, en este ciclo se programan las actividades de investigación adaptativa que se juzguen necesarias de acuerdo con los resultados del Diagnóstico. Esta investigación deberá dirigirse primordialmente hacia aspectos de producción agropecuaria, mecanización y procesamiento, sistemas de comunicación, distribución de la producción (16) y planes experimentales de producción (23) para acelerar el proceso de adopción.

1. Programación de Actividades de Transferencia Tecnológica. Esta etapa tiene lugar cuando se dispone de tecnologías agropecuarias para su implementación. Esto es, cuando la congruencia entre el inventario tecnológico y los sistemas de producción identificados es total, o cuando deba recurrirse a las recomendaciones en primera aproximación obtenidas de aquellos agricultores identificados en el grupo de la "cabeza" (11, 12) o a través del primer esquema de identificación de sistemas de producción enunciado en el numeral 4.2.1.2 que antecede (4).

Esta etapa de programación tiene su punto crítico en el establecimiento de los criterios que han de utilizarse para realizar planes de producción de tipo general. Con este objeto deben tenerse en cuenta, cuando menos, los siguientes objetivos: (a) que se afecte la mayor proporción de la población de la región, es decir, tener en cuenta los arreglos y/o sistemas de explotación más frecuentes en la zona; (b) que se afecte a la población más necesitada en términos de la escasez relativa de recursos de tierra, capital e ingresos; (c) que en la introducción de la recomendación técnica se intensifique el uso de mano de obra; (d) que la tecnología que

que se va a introducir afecte cultivos que no presenten cuellos de botella visibles para su comercialización y, consecuentemente, aumenten las posibilidades de mejorar el ingreso del agricultor y la rentabilidad de su inversión; (e) que existan condiciones mínimas para la instrumentación del plan, tales como disponibilidad de insumos y factibilidad de crédito si éste se requiere.

.2. Programación de la Investigación Adaptativa. La investigación adaptativa se ha concebido como una actividad necesaria en cada uno de los distritos de transferencia de tecnología. Sin embargo, la programación final de estas actividades, así como la definición de prioridades de las mismas, estarán condicionadas por los resultados del ciclo de Diagnóstico en el cual se detectan las necesidades y limitaciones de la región y de los usuarios de los servicios del Instituto. Existen cuando menos cuatro aspectos que requieren ajustes a las condiciones de cada región.

- i. Ajustes de la tecnología agropecuaria. Estos ajustes deberán programarse cuando el grado de congruencia entre el inventario tecnológico y los sistemas de producción identificados de acuerdo a los esquemas citados sea parcial o nula, para los arreglos y/o sistemas que aparecen en la programación de actividades de transferencia técnica. El proceso se orienta a tomar los resultados de investigación salidos de centros experimentales y adaptarlos a los arreglos y sistemas de producción que tiene el agricultor en cada región determinada. De conformidad con el grado de congruencia encontrado en el ciclo de diagnóstico y con las características de cada región, la programación de los ajustes necesarios tendrá las prioridades por actividad que fueron establecidas para las actividades de transferencia de tecnología. Los aspectos que dentro de cada arreglo y/o sistema deben estudiarse serán decididos por los técnicos que tienen a su cargo esas actividades.
- ii. Diseño y prueba de sistemas de comunicación. Los sistemas de transferencia de tecnología, si bien siguen patrones generales que se han establecido para el país, están limitados en algunos casos por sus diversos grados de adaptabilidad a las condiciones específicas de cada región. La programación de este tipo de investigación es de gran importancia para el cumplimiento del objetivo general de las actividades de transferencia de tecnología: conseguir que los productores adopten las recomendaciones técnicas. Las actividades de investigación en el área de comunicaciones serán diseñadas por los técnicos de esa especialidad, pero las prioridades de difusión de la tecnología estarán dadas

por las necesidades de las labores de transferencia de tecnología. El ensayo de medios de comunicación, los mensajes y los demás componentes de un sistema de comunicaciones (14, 21) constituyen la primera aproximación para divulgar las recomendaciones que también estarán en primera aproximación. De allí que la evaluación de los sistemas de comunicación que se están probando sea fundamental para llegar a establecer aquel que mejor se adapte a las condiciones de cada región.

iii. Investigación adaptativa en mecanización y sistemas de procesamiento. Las actividades en estos aspectos tienen por objeto probar y/o producir aparatos mecánicos sencillos que aumenten la eficiencia económica del productor y que mejoren la eficiencia de la mano de obra (16). Estas actividades estarán sujetas a ciertos criterios que deben tenerse en cuenta para asignar prioridades. Algunos de estos criterios son:

- Que la introducción de sistemas mecánicos no produzcan reducción en el uso de mano de obra en la región.
- Que tanto los aparatos mecánicos como los sistemas de procesamiento de los productos (ensilaje y/o transformación) se traduzcan en incrementos (directos o indirectos) en el ingreso del agricultor.
- Que las recomendaciones de esta investigación adaptativa no impliquen para el productor inversiones de capital que estén fuera de sus posibilidades, o que constituyen un incremento tal en los costos de producción que el productor no pueda aceptar los riesgos que estos aumentos representen.
- Que los productos que se vayan a transformar tengan pocas restricciones relativas de mercado a fin de no comprometer el éxito económico del productor.
- Que el uso de la maquinaria o que los sistemas de transformación de los productos no requieran de mano de obra altamente especializada, con respecto a las condiciones de la mano de obra de la región donde se van a introducir.

Las recomendaciones en estos aspectos carecen del paso que se ha denominado primera aproximación. Esto significa que los resultados de esta investigación deberán estar satisfactoriamente desarrollados y probados antes que pasen a ser parte del paquete de recomendaciones finales que será transferido a los agricultores.

- iv. Diseño y prueba de planes de producción de tipo limitado. La investigación en dichos planes es un intento de organizar la producción bajo condiciones de paquetes de recomendaciones técnicas que no afecten bruscamente la estructura económica del pequeño productor. Se trata de diseñar y probar planes experimentales con organizaciones de la comunidad para compartir el riesgo implícito en la introducción del cambio tecnológico.

Desde el punto de vista de la metodología (13, 23) estos planes experimentales están sujetos a los siguientes criterios de prioridad en su selección:

- Que la recomendación técnica para el arreglo y/o sistema productivo que se quiere afectar esté adecuadamente desarrollada y que su bondad se haya comprobado satisfactoriamente con los productores de la región.
- Que los análisis de la distribución de la producción y la esperanza de pérdida ofrezcan buenas posibilidades de éxito relativo del plan. La información necesaria para estos análisis se obtiene de la información que se recoge durante el proceso de ajuste de tecnología. La variabilidad de sitios y sus condiciones representan una buena fuente de información. Si por la completa congruencia entre el inventario tecnológico y los sistemas de producción de la zona no hubiere lugar a los ajustes correspondientes, el seguimiento sistemático de agricultores bajo las distintas condiciones de la región dará la información necesaria.
- Que el paquete de recomendaciones no esté siendo masivamente adoptado por los agricultores. Cuando las recomendaciones son rápidamente adoptadas es fácil deducir que el paquete se ajusta a las condiciones del productor y, en consecuencia, no requiere de un plan especial.
- Que exista o se conforme algún tipo de organización de la comunidad, particularmente productores, para que la perdurabilidad del plan sea parte integral del experimento que se está programando.

Las características experimentales de este tipo de plan no lo hacen fácilmente replicable. Por tanto, el sistema de evaluación que debe estipularse dentro de la programación del mismo debe ser lo suficientemente severo para detectar sus puntos fuertes y débiles y lograr la introducción de cambios de un ciclo productivo a otro.

4.2.3 Ejecución en el Campo. La ejecución de las actividades definidas en el ciclo anterior corresponde a la organización técnico-administrativa de los Distritos de Transferencia de Tecnología del Instituto. Esta etapa no presenta mayores dificultades de tipo metodológico; las condiciones técnicas, económicas y los criterios de acción aparecen incluidos y estudiados durante el ciclo anterior.

No obstante lo anterior, el ciclo de ejecución requiere el seguimiento de los resultados de las acciones emprendidas. Estos se logra de estudios parciales sobre adopción de la tecnología recomendada a través de los diversos sistemas utilizados para su transferencia. Dichos estudios permitirán identificar los ajustes requeridos a los programas de ejecución, cerrando así el tercer ciclo del esquema de evaluación propuesto.

Dada la definición de condiciones y criterios ya enunciada, esta sección se concentra en la discusión de los aspectos generales que deben gobernar la etapa de Evaluación o Seguimiento.

.1. Evaluaciones Parciales. La información requerida para la implementación del seguimiento se obtiene de los ciclos anteriores y es de tres tipos:

- Técnica: identificada a través del diseño de paquetes tecnológicos apropiados a los diversos usuarios, empresas agropecuarias y zonas agroclimáticas.
- Económica: resulta de la aplicación por parte de los agricultores y a través de actividades de transferencia tecnológica de la información técnica; por tanto, refleja los resultados económicos de la producción de los agricultores.
- Operativa: se refiere al sistema de distribución y/o recolección de la información técnica y económica. Incluye el costo de distribución y recolección de la información generada a través del sistema de evaluación.

Los flujos de información citados tienen lugar dentro de la estructura técnico-administrativa del Instituto. La Figura 6 muestra dichos flujos y sus usos globales para la evaluación del componente tecnológico, para los estudios parciales de adopción y para efectos de actividades de programación (5, 8) y elaboración de informes (6).

La información económica y operativa generada durante la ejecución de los programas permite el análisis parcial de la adopción de las recomendaciones técnicas a los productores, estimar la efectividad de las labores

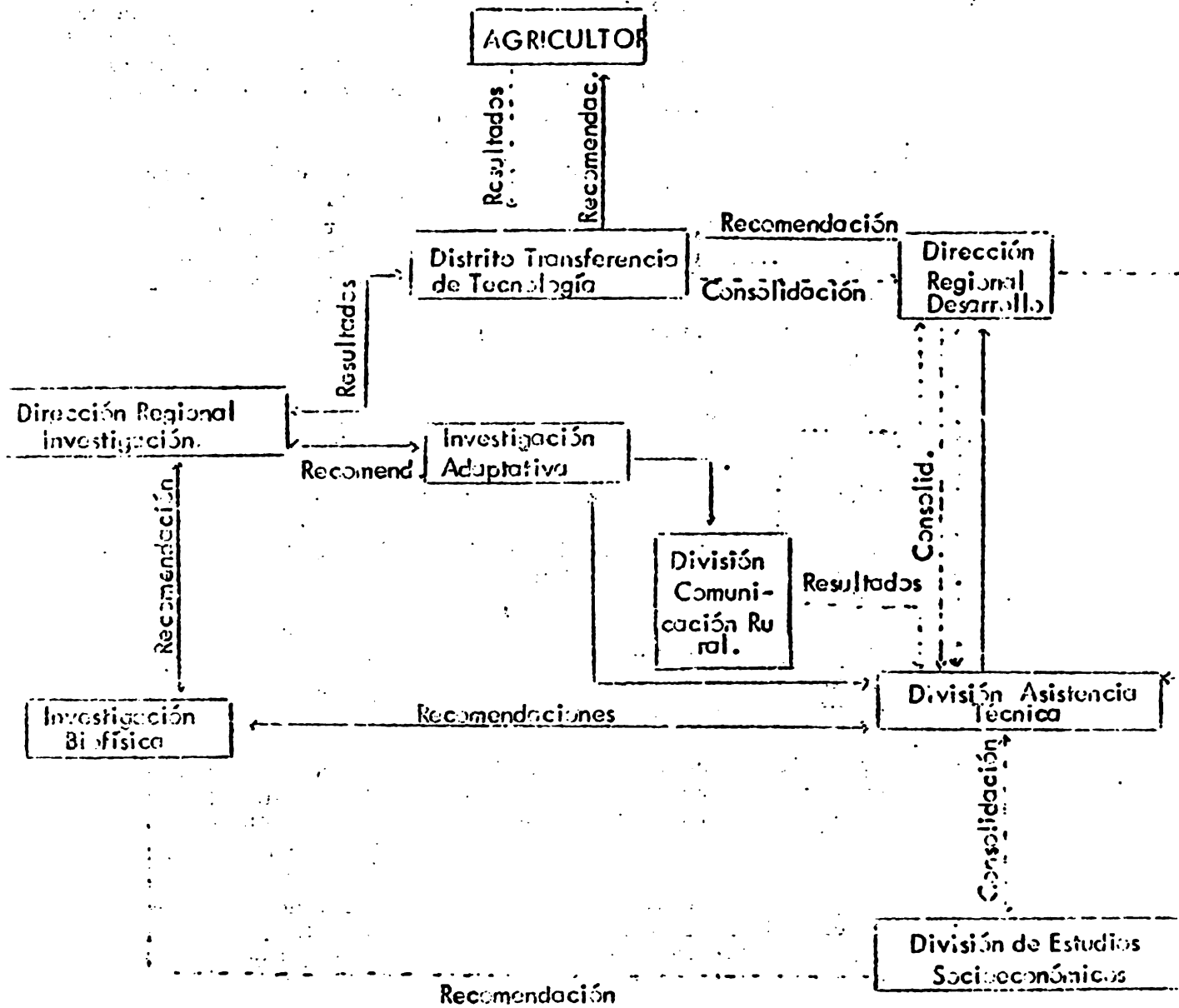


FIGURA 6. Flujo de Información.

- Información Técnica
- - - - - Información económica
- Información operativa
- · - · - · - Información económica y operativa

de generación y transferencia tecnológica y producir recomendaciones respecto de ajustes a la programación establecida.

Los estudios parciales de adopción buscan identificar cambios en los niveles de uso de las prácticas recomendadas y su relación con variables tales como acceso a servicios de crédito, mercadeo y asistencia técnica, costos directos de producción, utilización de mano de obra y fuentes de información. Implican de otra parte, el establecimiento de mediciones de las diferencias encontradas entre diversos grupos de productores: comparación de promedios de producción, valor de las ventas, de los costos en efectivo y el uso de la mano de obra.

En esta etapa se definen además posibles hipótesis respecto de la adopción (e.g. por qué los productores actúan de cierta manera). La comprobación o rechazo de ellas constituye una adición al conjunto de datos necesarios para los estudios de la economía campesina. Igualmente, los resultados específicos obtenidos de los estudios parciales sobre adopción representan un insumo importante en la determinación de ajustes a la programación y ejecución de programas específicos. En consecuencia, es necesario distinguir las evaluaciones parciales en relación con los programas de transferencia de tecnología y con los de investigación adaptativa. Esta labor, como es obvio, debe complementarse con la formulación de análisis de tipo explicativo.

- i. Programas de transferencia de tecnología. La evaluación parcial de estos programas tiene como criterio básico de medición la adopción o rechazo de las recomendaciones técnicas por parte de los usuarios directos del distrito. Dado que para la programación de actividades en este campo se requiere la existencia de unas recomendaciones a ser divulgadas -sean éstas en i-ésima aproximación o definitivas- el supuesto de este criterio es que las actividades de transferencia de tecnología son efectivas en la medida que los usuarios lleven a la práctica tales recomendaciones.

Tomando como base la adopción, la etapa de evaluación parcial utiliza otros criterios para evaluar los resultados de dicha adopción sobre la empresa de producción agropecuaria y sobre la región objeto del programa. Estos criterios son: generación de empleo o intensificación en el uso de mano de obra; rentabilidad de la inversión, medida como el producido monetario por cada peso invertido en la empresa; incrementos en la productividad.

- ii. Programas de investigación adaptativa. La evaluación parcial sobre los diferentes programas de investigación que se realizan en un Distrito de Transferencia de Tecnología involucra dos situaciones complementarias:

- El diseño de investigación, como tal, debe contener los elementos de evaluación necesarios para que los investigadores puedan ajustar sus programaciones y conocer los resultados del progreso de la investigación: en otras palabras, debe indicar (e.g. el diseño) el sistema de clasificación y escogencia de los mejores resultados para la ejecución posterior de otras investigaciones.
- Los resultados parciales que se obtengan de la investigación y que se difundan a los usuarios -recomendaciones en i-ésima aproximación- harán parte de la evaluación parcial de la transferencia de tecnología y serán medidos por los criterios que se han adoptado para tal fin.

.2. Los Métodos e Instrumentos de la Evaluación Parcial.

Para implementar esta etapa se han diseñado las Fichas de Seguimiento que son registros de las actividades que realiza el usuario (18). En estas fichas se recopilan las distintas fases del ciclo de producción en base a la tecnología y patrones que utiliza cada usuario. Este instrumento, conjuntamente con la información que aparece en la Ficha Técnica (18), recoge la información necesaria para la evaluación de los programas de asistencia técnica.

Dicha evaluación trata de hacer comparaciones estadísticas entre la situación inicial (Ficha Técnica) con una situación posterior (Ficha de Seguimiento). Tales comparaciones pueden realizarse desde el nivel individual hasta el nivel agregado para toda la región. Areas geográficas por arreglos de producción o por frentes de trabajo pueden ser fácilmente analizadas a nivel local (2, 19, 24).

.3. La Determinación de los Ajustes Necesarios. Los resultados de la evaluación parcial, al ser comparados con los objetivos de las acciones programadas y con los objetivos de la acción de los distritos de transferencia de tecnología pueden presentar cualquiera de las siguientes situaciones:

- i. Que los objetivos se están cumpliendo tal como fueron estipulados. En este caso, la conclusión inmediata es que los instrumentos y sistemas empleados están adecuadamente diseñados. La recomendación sería continuar con la ejecución de campo a fin de alcanzar la cobertura total del área del Distrito.
- ii. Que los objetivos se estén cumpliendo parcialmente con relación a los planteamientos iniciales. En este caso, el análisis deberá enfatizar las acciones que no arrojen resultados satisfactorios a fin de replantear o modificar la programación correspondiente.

- iii. Que los objetivos iniciales no se estén cumpliendo. Una posible conclusión de lo anterior sería que los instrumentos y sistemas empleados son inadecuados para los fines que se persiguen. La recomendación en este caso se orientaría a reprogramar las acciones en su totalidad, utilizando para ello los resultados del ciclo de Diagnóstico. Los ajustes resultantes deben involucrar el cambio de la estrategia de acción.

Las dos últimas situaciones generan los ajustes necesarios a la programación, asegurando así que no haya desviación de los resultados con relación a los objetivos que se persiguen; adicionalmente, el conjunto de las tres situaciones da lugar a la última etapa de este ciclo, la cual se describe a continuación.

4. La Formulación del Análisis Explicativo. La introducción de ajustes a la programación conlleva la incertidumbre que los ajustes o el replanteamiento total sean o no acertadas para lograr el cumplimiento de los objetivos. Experiencias anteriores han demostrado que la evaluación por sí sola no es suficiente para tomar este tipo de decisiones (3, 10, 13, 23). Por ello, la evaluación analítica requiere que los hechos encontrados a través de ella sean debidamente explicados.

En esta última etapa, la evaluación parcial denuncia los procedimientos que no están generando resultados acordes con los objetivos y plantea alternativas de acción. Tales alternativas o ajustes deben alimentarse con los resultados de los estudios especiales sobre la "economía campesina", cuyas definiciones han salido de los problemas detectados en el ciclo de Diagnóstico. Es de esperar que ello permita establecer los ajustes indicados sobre una base (e.g. explicación) que refleja la situación dentro del área analizada. De aquí la gran importancia de mantener un proceso continuo de estudios especiales sobre problemas concretos que afectan las relaciones de producción dentro del sistema económico y social de las regiones cubiertas.

De la misma manera, los resultados de las evaluaciones parciales seguramente generarán nuevos problemas que serán las nuevas hipótesis que alimenten el proceso de estudios específicos. Este proceso de retroalimentación tendrá alguna duración en el tiempo, dependiendo de la vida que tenga la acción de cada Distrito de Transferencia de Tecnología. A medida que se practiquen las evaluaciones parciales, los resultados de los estudios específicos ayudarán a plantear nuevos ajustes en el ciclo de Programación. Las sucesivas repeticiones de este proceso deberán resultar en estrategias para los Distritos y las cuales van a diferir entre ellos según las condiciones de las regiones del país.

4.2.4 Evaluación Final de Resultados. Este último ciclo de la evaluación analítica se cumple al finalizar la acción de un Distrito de Transferencia de Tecnología en una área

determinada. Tiene como objetivo principal la validación o reformulación del modelo utilizado para la prestación de los servicios de transferencia de tecnología del Instituto, por intermedio del análisis total de los logros y efectos de la introducción del cambio tecnológico. En consecuencia, este ciclo contiene los tres anteriores y los resultados de los estudios específicos sobre la "economía campesina".

El objetivo enunciado se obtiene a través de dos fases de trabajo complementarias: evaluación de impacto, o medida del efecto de los programas de asistencia técnica sobre la estructura socio-económica de las diversas regiones; análisis de los factores que explican los resultados obtenidos.

El impacto de los programas debe medirse utilizando indicadores apropiados y consecuentes con el objetivo global del esquema evaluativo propuesto. Por tanto, los indicadores de resultados deben referirse a cambios obtenidos en la producción y la productividad, en los niveles de empleo, en la rentabilidad de las explotaciones, en los niveles de acumulación de capital y en los niveles de vida.

La construcción de los indicadores requiere de información que permita comparaciones con la situación existente antes de la ejecución de los programas, a fin de cuantificar adecuadamente el impacto entre los usuarios y a nivel regional.

El análisis de la información obtenida es esencialmente de tipo económico y social e incluye el uso de herramientas tales como beneficio -costo, funciones de producción, cuentas regionales y estudios de mercado-. Los resultados de esta labor de análisis constituyen el objetivo central de la segunda fase de trabajo antes mencionada.

.1. Los Criterios de la Evaluación Final. Se quiere conocer con la evaluación final de capacidad y eficiencia que tienen los servicios y actividades de transferencia de tecnología del ICA para conseguir los objetivos propuestos entre los productores pequeños. Consecuentemente, los criterios para esta evaluación serán:

- Que el cambio tecnológico haya sido adoptado por los agricultores, de conformidad con las recomendaciones técnicas definitivas. Aquí se incluyen tanto las recomendaciones técnicas para la producción agropecuaria, como las recomendaciones específicas en mecanización y sistemas de procesamiento.

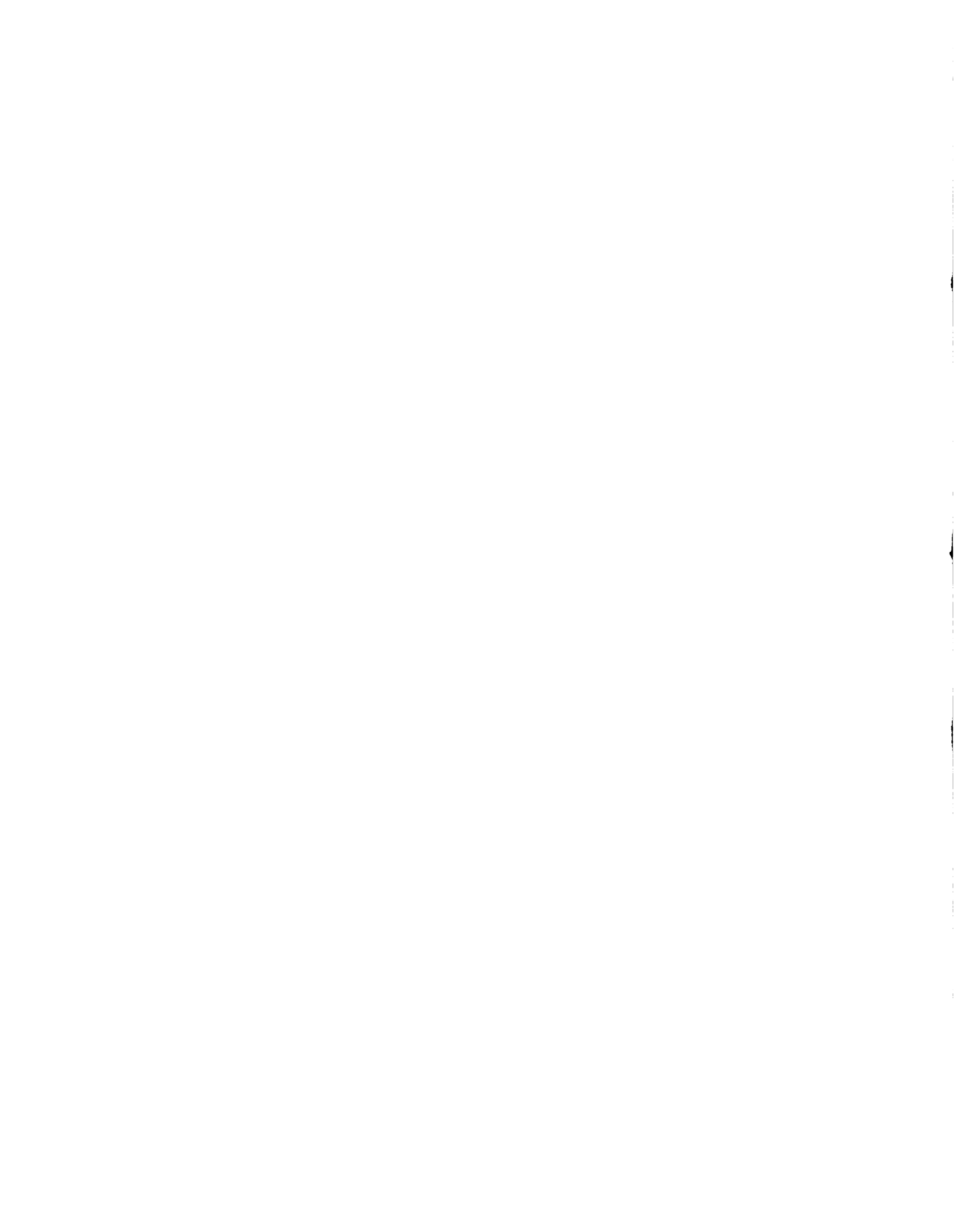
- Que las relaciones económicas de la unidad de producción se hayan afectado en un sentido positivo. Esto es, que la rentabilidad de la inversión sea mayor y que el uso de los factores de producción se aproxime a su punto óptimo.
- Que la introducción del cambio tecnológico haya tenido un impacto favorable en los niveles de empleo rural. Esto es, que se de una mayor utilización de mano de obra.
- Que los aumentos en producción y productividad hayan tenido impacto en el ingreso familiar de los pequeños productores.
- Que la relación beneficio-costos para la entidad ejecutante, medida sobre los resultados reales conseguidos por las acciones adelantadas, sea favorable (e.g. positiva y mayor que la unidad).
- Que el nivel de vida y el grado de participación (respecto de decisiones productivas) de las familias usuarias hayan sido afectadas en forma positiva.

.2. Los Métodos de la Evaluación Final. Desde el punto de vista metodológico, este ciclo se ejecuta mediante la comparación del estado inicial, las mediciones intermedias y el estado final de las empresas productivas de los pequeños agricultores. Los instrumentos serán la Ficha Técnica, las Fichas de Seguimiento, las recomendaciones técnicas obtenidas y los resultados analíticos de los estudios específicos sobre la "economía campesina". Adicionalmente, se utilizará información primaria proveniente del universo de productores que hayan estado bajo la influencia del programa en forma directa e indirecta y/o de un grupo testigo integrado por productores que no tuvieran acceso al programa.

Los métodos estadísticos de comparación, asociación y correlación serán las herramientas básicas para el procesamiento de la información.

Esto no excluye el uso de otras técnicas que arrojen resultado más precisos para acometer el análisis correspondiente.

Con la información total recogida en la operación de este ciclo es posible estimar indicadores de eficiencia (E) para tener elementos de juicio sobre la efectividad de la metodología de prestación de servicios de transferencia de tecnología a pequeños productores usuarios directos de tales servicios. Algunos indicadores pudieran ser, por ejemplo:



$$E_1 = \frac{\text{Valor producción lograda}}{\text{Costo directo transferencia de tecnología*}}$$

Donde E_1 = indicador de "eficiencia" de las labores sujetas a evaluación permanente en los Distritos respecto del objetivo de producción. Tal "eficiencia" varía con el valor de E_1 .

$$E_2 = \frac{\text{Valor producción vendida} - \text{Costos directos en efectivo de producción}}{\text{Costo directo transferencia de tecnología*}}$$

Donde E_2 = indicador similar a E_1 , pero con respecto a la retribución percibida por los usuarios de los servicios. Debe ser positivo para indicar "Eficiencia" y ésta varía con el valor de E_2 .

$$E_3 = \frac{\text{Valor producción esperada}}{\text{Valor producción lograda}}$$

Donde E_3 = indicador de la bondad de la programación respecto del objetivo producción. Si $E_3 = 1$, situación "ideal"; si $E_3 > 1$, sobre-programación; si $E_3 < 1$, sub-programación.

3. La Formulación de Recomendaciones Finales. El análisis de la información obtenida por medio de los instrumentos que se utilizan en este ciclo debe resultar en recomendaciones acerca de la metodología y las estrategias diseñadas para prestar el servicio de transferencia de tecnología a pequeños productores por parte del ICA. Tales recomendaciones van dirigidas a validar o replantear total o parcialmente dichas estrategias, de acuerdo al logro de los objetivos de desarrollo rural del Instituto en las diferentes regiones del país. Por tanto, si los resultados de los Distritos no cumplen con los objetivos propuestos o si ellos son cumplidos sólo parcialmente, tales recomendaciones deben tener el elemento explicativo que se produce a través de los estudios de la "economía campesina".

Cumplida esta última etapa y si las recomendaciones implican la revisión de la estrategia, el proceso está en posición de reiniciarse a partir del ciclo II. En este caso, los nuevos planteamientos del método deberán incluirse no sólo en la elaboración de programas, sino en los criterios para su respectiva evaluación.

* Incluye el valor de la investigación adaptativa pertinente y las erogaciones por concepto de las actividades directamente relacionadas con transferencia tecnológica, es decir, aquellas consignadas en la programación de labores no administrativas de cada uno de los Distritos estudiados. Lo anterior se basa en el supuesto implícito de considerar otras actividades como componentes de los costos fijos del Instituto.

5. Resumen

El esquema propuesto involucra un flujo circular de acciones investigativas cuyos resultados se utilizan en etapas subsiguientes para alcanzar dos metas complementarias:

- Estudiar las restricciones de tipo económico y/o social que afectan la producción agropecuaria.
- Evaluar las acciones relativas a la ejecución de programas de transferencia de tecnología del ICA.

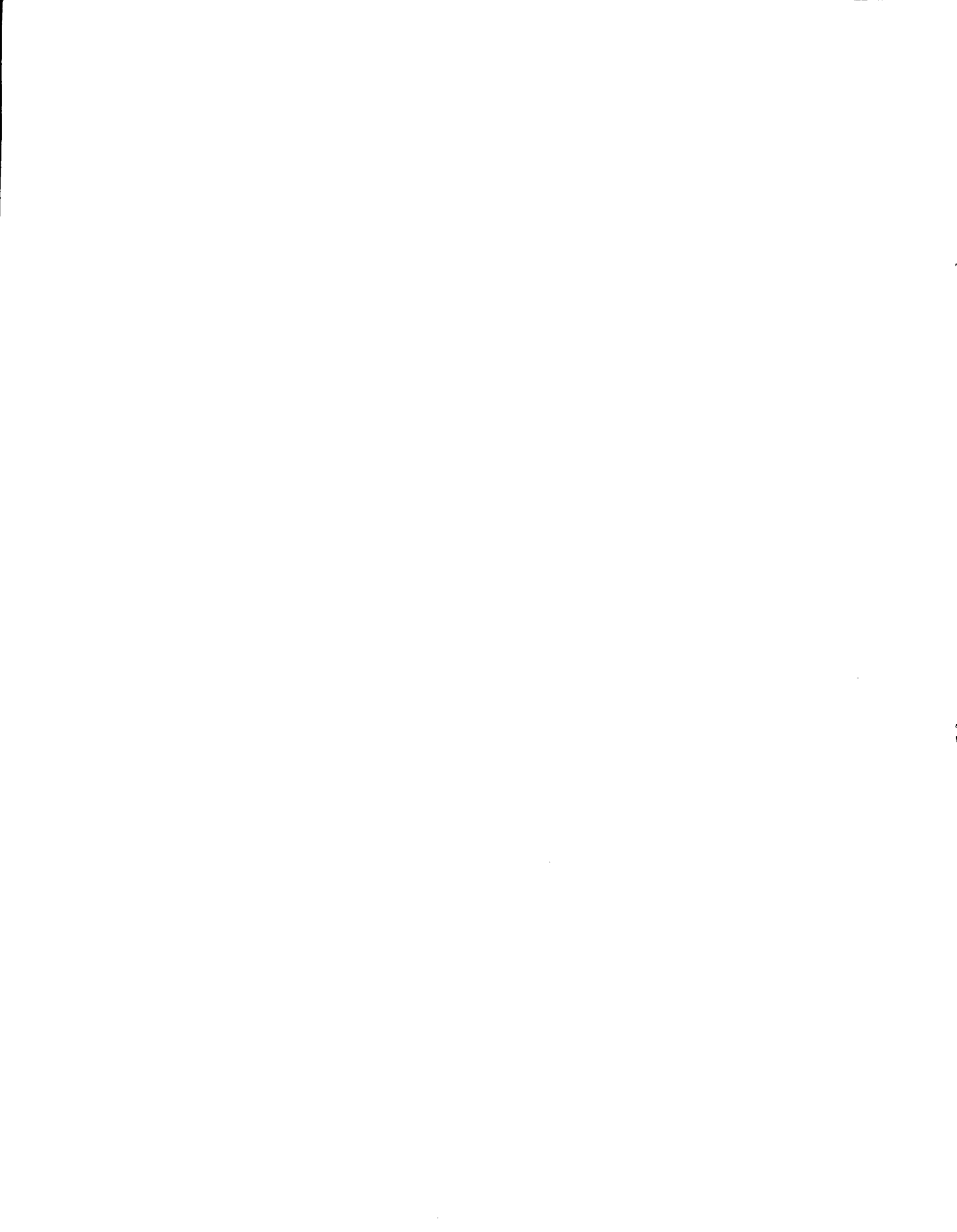
El esquema discutido permite la formulación continua de hipótesis de trabajo, las cuales, una vez analizadas, contribuyen al conocimiento de la "economía campesina" y permite la estructuración de indicadores pertinentes para la evaluación global de la actividad del Instituto en cumplimiento de su política de desarrollo rural.

El proceso global estipulado dentro del esquema de evaluación se repite a través de cada uno de los cuatro ciclos y sus etapas componentes. Este documento los describe y discute en forma tal que su aplicación permitiría el efectuar ajustes periódicos a las acciones del Instituto en el campo de la transferencia de tecnología. A su vez, cada etapa particular, o cada ciclo global finalizado, mejoraría la calidad de la información disponible sobre el sector en general y sobre el componente de producción objeto de la política de desarrollo del ICA en particular.

BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA, J. y otros. Administración de Empresas Agropecuarias. División de Estudios Socioeconómicos, ICA, Tibaitatá, mayo 1976. (Mimeografiado).
2. ACOSTA, J. y FLOREZ, V. Métodos utilizados en el Análisis Agronómico de la respuesta de cultivos a fertilizantes (Versión preliminar). ICA, División de Estudios Socioeconómicos. Tibaitatá, julio, 1977.
3. BERNAL, F. y otros. Evaluación del Proyecto García Rovira: Volumen II. División de Estudios Socioeconómicos, ICA, Tibaitatá, junio, 1976.
4. COBOS, A. y GONGORA, S. Guía metodológica para la identificación y análisis de sistemas de producción agropecuarios en áreas de pequeños productores. (Versión preliminar). ICA, División de Asistencia Técnica Estatal Agropecuaria. Bogotá, julio, 1977.
5. CHUDT, L. Guía para la elaboración de planes de producción distritales (Versión preliminar). ICA, División de Asistencia Técnica Estatal Agropecuaria. Bogotá, julio, 1977.
6. _____. Guía para la elaboración de informes en los Distritos de Transferencia de Tecnología. (Versión preliminar). ICA, División de Asistencia Técnica Estatal Agropecuaria. Tibaitatá, julio, 1977.
7. _____ y AMEZQUITA, W. Guía de trabajo para transferencia de tecnología a pequeños agricultores. (Versión preliminar). ICA, División de Asistencia Técnica Estatal Agropecuaria. Bogotá, julio, 1977.
8. _____ y BERMUDEZ, H. Guía para la elaboración de programaciones en los Distritos de Transferencia de Tecnología (Versión preliminar). ICA, División de Asistencia Técnica Estatal Agropecuaria. Bogotá, julio, 1977.
9. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION. Primer Seminario Operativo del Proyecto de Desarrollo Rural Integrado del Plan Nacional de Alimentación y Nutrición. Vol. 1 y 2. Bogotá, agosto, 1975. (Mimeografiado).

10. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION. Orientación para la evaluación del desarrollo rural integrado. UEA-División de Producción. Bogotá, octubre, 1975. (Mimeografiado).
11. ESCOBAR, G. Metodología para un análisis comparativo de los patrones de producción utilizados por el pequeño agricultor. (Versión preliminar). ICA, División de Estudios Socioeconómicos. Tibaitatá, agosto, 1977.
12. _____. Metodología para la comparación de las recomendaciones técnicas y los patrones de producción del pequeño agricultor. (Versión preliminar). ICA, División de Estudios Socioeconómicos. Tibaitatá, agosto, 1977.
13. _____ y SWANBERG, K. Metodología para Investigación del nivel de vida como componente de una estrategia de desarrollo rural. ICA, P.D.R.O.C., 1972.
14. FIERRO, L. H. Técnicas de comunicación para la transferencia de tecnología. (Versión preliminar). ICA, División de Comunicación Rural. Bogotá, julio, 1977.
15. GARST, E. Guía instructiva para elaborar diagnósticos socioeconómicos con fuentes de información secundaria en los Distritos de Transferencia de Tecnología. (Versión Preliminar). ICA, División de Estudios Socioeconómicos, Tibaitatá, julio, 1977.
16. ICA. Esquema de implementación del préstamo para pequeños agricultores: Convenio ICA-AID. Subgerencia de Desarrollo Rural, División de Estudios Socioeconómicos y División de Asistencia Técnica Estatal Agropecuaria. Tibaitatá, diciembre, 1976.
17. _____. Informe Preliminar. Subgerencia de Desarrollo Rural, División de Estudios Socioeconómicos, Tibaitatá, febrero, 1976. (Mimeografiado, no publicado).
18. _____. Instructivos: ficha técnica y registros de seguimiento. Subgerencia de Desarrollo Rural, División de Asistencia Técnica Estatal Agropecuaria. Tibaitatá, marzo, 1977.
19. JARAMILLO, J. Análisis de la ficha técnica: parte pecuaria. (Versión preliminar). ICA, División de Estudios Socioeconómicos. Tibaitatá, agosto, 1977.



20. MINISTERIO DE AGRICULTURA. El cuatrenio de la transformación rural 1966-1970. Informe del Ministerio de Agricultura al Congreso de Colombia. Bogotá, julio de 1970.
21. PLAZA, J.; MUÑOZ, M.G. y FIERRO, L.H. Plan de comunicación para los Distritos de Transferencia de Tecnología. (Versión preliminar) ICA, División de Comunicación Rural. Bogotá, julio, 1977.
22. SCHUH, G.E. Report to Division of Socioeconomic Studies, ICA, Tibaitatá, Colombia, enero, 1976. (Mimeografiado, no publicado).
23. SWANBERG, K.G.; ZANSTRA, H.C. y ZULBERTI, C.A. El pequeño agricultor: análisis económico y nueva tecnología en el Proyecto Cáqueza. Monografía presentada al Seminario: " El Análisis Económico en el Diseño de Nueva Tecnología para el Pequeño Agricultor", auspiciado por CIAT. Palmira, noviembre, 1975. (Mimeografiado, no publicado). Citado con permiso del autor.
24. TASCÓN, R. Sistematización de la ficha técnica. (Versión preliminar). ICA, División de Estudios Socioeconómicos. Tibaitatá, julio, 1977.

II CA
ICCR-153

Autor

Título

Seminario sobre
asignación de prioridad
de recursos a la "...."

Fecha
Devolución

Nombre del solicitante

03 ABO 1987

Jorge Ardila

16 ABO 1987

Jorge Ardila

