

UN ENFOQUE DE SISTEMAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA

Antonio Saravia



editorial IICA



Un
enfoque
de sistemas
PARA EL DESARROLLO
AGRICOLA

Un
enfocado
de sistemas
PARA EL DESARROLLO
AGRICOLA

Antonio Saravia

**INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA
AGRICULTURA
San José, Costa Rica
1985**

© Antonio Saravia
© para esta edición, IICA, 1983

Primera edición: 1983
Primera reimpresión: 1985

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin autorización del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA–.

Diseño de la cubierta: Guillermo Marín y Mario Loaiza
Composición de texto: Composer IICA
Editores de la obra: Miguel A. Sagone, Julio Escoto B.

IICA
DI-11 Saravia, Antonio

Un enfoque de sistemas para el desarrollo agrícola. – 1a. ed. 1a. reimpresión. – San José, Costa Rica : IICA, 1985, c1983.

vi, 265 p. – (Serie Desarrollo Institucional / IICA ; no. 11)

ISBN 92-9039-002-6

1. Sistemas de producción. 2. Desarrollo Agrícola. I. Título. II. Serie.

AGRINTER E15



DEWEY 338.63

Serie Desarrollo Institucional No. 11

Este libro fue publicado por el Servicio Editorial del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA–. La Serie Desarrollo Institucional tiene como fin proporcionar la difusión hemisférica de los trabajos que contribuyan al desarrollo y fortalecimiento institucional del sector agrícola.

San José, Costa Rica, 1985

CONTENIDO

Prólogo	i
Capítulo 1. La producción, la productividad y los servicios agrícolas en América Latina	7
Capítulo 2. La teoría general de sistemas y su aplicación	35
Capítulo 3. Los sistemas agrícolas	53
Capítulo 4. El enfoque de sistemas en la investigación agrícola	87
Capítulo 5. El enfoque de sistemas en la transferencia y en la adopción de tecnologías	129
Capítulo 6. La educación y el desarrollo agrícola	207
Capítulo 7. Un modelo organizativo para el enfoque de sistemas	245

PROLOGO

Encarar una publicación sobre la posibilidad de orientar el desarrollo agrícola hacia un enfoque de sistemas presenta, desde su inicio, algunos problemas. Desarrollo agrícola, desarrollo rural y sistemas son conceptos que están siendo aplicados desde hace poco tiempo, aunque cada vez con más frecuencia, por un mayor número de autores. Ambas situaciones provocan confusión en cuanto al significado y alcance de esos términos, por lo que todavía no existen definiciones que sean aceptadas con cierta amplitud, lo que obliga, en medida importante, a intentar definirlos, advirtiendo que tales precisiones sólo persiguen dar al autor un marco de referencia para apoyarse en el desenvolvimiento del tema.

En primer lugar, se considera que desarrollo agrícola es el resultado de la voluntad y de las acciones tendientes al aumento de la producción, productividad e ingresos netos de la mayoría de los productores agrícolas de una zona, de una región o de un país. Tales aumentos son, a su vez, producto de un proceso eficaz de generación, difusión y adopción de tecnologías adecuadas al área que se compromete con el desarrollo agrícola. Los dos primeros componentes de dicho proceso, es decir la generación y difusión de tecnología, requieren de la presencia de un organismo que aporte los recursos físicos y humanos para esos fines. La adopción, por su parte, es más compleja, pues necesita de la voluntad del beneficiario y de los aspectos que en parte la condicionan: una política gubernamental adecuada (política de tierras, de precios), asistencia técnica directa, crédito, mercadeo, infraestructura de producción (riego, caminos) y educación agrícola, entre otros.

En segundo lugar, desarrollo rural es también el efecto de voluntades —del responsable por la política y del beneficiario— y de acciones orientadas a lograr no sólo el desarrollo agrícola sino a poner al alcance de la población rural facilidades de salud, educación, transportes y recreación. Por lo tanto, el desarrollo rural incluye

al desarrollo agrícola y persigue, en consecuencia, metas más amplias; trasciende las esferas de acción de los ministerios de agricultura y de los centros de educación agrícola para responsabilizar por el desarrollo rural no sólo a éstos sino a los ministerios de salud, de educación, de transporte y, principalmente a los de planificación.

Por último, se adopta para los efectos de esta publicación la definición que aparece en el Capítulo 2 y que sostiene que un sistema es "un arreglo de componentes físicos o un conjunto de cosas conectadas o relacionadas de tal manera como para formar o actuar como una unidad, como un todo". La cantidad de componentes de un sistema puede ser tan amplia como la que aparece en ese mismo capítulo (Fig. 3), en que se dan subsistemas biológicos, físicos, sociales y políticos.

El desarrollo agrícola (y el desarrollo rural) puede ser o no visualizado como un sistema; si no lo es, estaría compuesto por piezas separadas y sin conexión entre ellas, siendo ejemplos de esas piezas aisladas los aspectos del desarrollo agrícola ya señalados, es decir, la política gubernamental, la tecnología, su difusión, el crédito, el mercadeo, la estructura de la tierra, la infraestructura de la producción y la educación agrícola. Más bien, las posibilidades de alcanzar el desarrollo agrícola dependen en gran medida de que tales piezas operen interrelacionadas y del conocimiento que se tenga de las interacciones que las afectan. Se reconoce, entonces, que deben actuar "como una unidad, como un todo", es decir, como un sistema, si se desea alcanzar aquél.

Parece válido sostener que el desarrollo agrícola, como un producto de la satisfacción de las necesidades individuales de los productores del sector, está en función de que los servicios que se le presta se expresen como un sistema, dado que a muy pocos productores les interesa la tecnología si no llega apoyada por facilidades de acceso al capital (crédito), si el producto generado por el empleo de la misma no es de fácil comercialización (mercadeo), si su recurso tierra no es capaz de absorberla eficazmente (reforma de la estructura de la tierra) y si carece de medios para movilizar y almacenar su producción (infraestructura de producción). Tampoco si la tecnología y las acciones que soportan su empleo no van acompañadas con normas de control que aseguren la calidad de los insumos que compra o de los productos que vende (control de calidad) o si aquélla va en detrimento de la conservación de los recursos naturales renovables. Asimismo, aun dadas tales condiciones, su presencia servirá de poco si el usuario no cuenta también con facilidades de educación, de salud y de recreación que permitan su estabilidad y la de su familia en el sitio en

el cual produce, es decir, las condiciones complementarias que permiten el desarrollo rural.

Es claro que el enfoque de sistemas puede aplicarse al desarrollo agrícola como un todo o a cada uno de sus componentes. Cualquiera sea el caso, la metodología de la investigación de sistemas descrita en los Capítulos 2, 3 y 4 es la misma para uno y otro. Así, el enfoque de sistemas puede ser aplicado individualmente a la investigación agrícola, lo que es válido cuando fue definido previamente que el objetivo de tal orientación es en exclusiva obtener una mejor tecnología que la que se alcanzaría con un enfoque analítico tradicional. Sin embargo, si el objetivo que se plantea es mejorar la tecnología como parte del proceso generación, difusión y adopción como vía para alcanzar el desarrollo agrícola, dicho proceso (o el desarrollo agrícola) pasa a ser el sistema en investigación, y la generación, la difusión y la adopción de la tecnología, es decir, los servicios involucrados en las mismas, los subsistemas que lo componen. Para el análisis del sistema éste debe ser primero descompuesto en los subsistemas (investigación, asistencia técnica, información, crédito, mercadeo, cambios en la estructura de la tierra, infraestructura de producción, educación agrícola) que lo integran. Luego cada uno de ellos es analizado separadamente pero cuidando las relaciones e interacciones que los afectan. Posteriormente tales componentes son sintetizados en nuevos subsistemas y éstos en un sistema nuevo de generación, difusión y adopción de tecnología.

Al aplicar el enfoque de sistemas sólo a un componente del proceso mencionado se corre el riesgo de ignorar sus relaciones e interacciones con los restantes componentes. Parece razonable que si el objeto investigado a través de un enfoque de sistemas es el predio, la tecnología que surja necesariamente será diferente a aquella originada de la investigación analítica tradicional por cuanto al desarrollarla el investigador de sistemas deberá tener en cuenta los factores que intervienen en la toma de decisiones del agricultor (Fig. 19 del Capítulo 5) y que definen la posibilidad de adopción por parte del mismo. Si el material (la tecnología) que se difundirá es diferente, la metodología de difusión deberá ser adecuada a aquél y el responsable por ella reeducado en este sentido. El crédito deberá dirigirse entonces a apoyar el sistema (el predio) y no algunos de los subsistemas que lo componen; y las acciones que apoyan el mercadeo (políticas de gobierno, precios estímulo, compras por el gobierno) se orientará hacia todos los productos que genera el sistema o el predio. Asimismo, la posibilidad de que el enfoque de sistemas afecte no solamente a los componentes del proceso generación, difusión y adopción, sino al

proceso como un todo, depende de que la organización institucional que lo incluye como cometido sea a su vez enfocada de la misma manera. Por último, al admitir lo anterior se desprende que la eficacia de un organismo responsable por el desarrollo agrícola encarado como sistema va a depender de la formación que, en ese sentido, reciban sus técnicos y, por lo tanto, de la adecuación de la educación agrícola superior y media a un enfoque de sistemas del desarrollo agrícola (Capítulo 6).

La presente publicación discute, sobre tales bases, aspectos relacionados con la posibilidad del empleo del enfoque de sistemas de producción en el desarrollo agrícola, para lo cual va analizando la adecuación de muchos de los componentes del proceso señalado a una orientación por sistemas del desarrollo del sector.

Así, el Capítulo 1 estudia la evolución de la producción y la productividad agrícola de América Latina y la compara con aquellas de los Estados Unidos de América y del Canadá. Concluye con la necesidad de revisar la dirección actual de los servicios que en Latinoamérica soportan el desarrollo agrícola y de reorientarlos hacia un enfoque de sistemas.

El enfoque de sistemas en países de agricultura desarrollada surgió, fundamentalmente, como una respuesta a las dificultades que la investigación analítica tradicional tenía para resolver problemas en los que aparecían muchas variables cuyas interacciones difícilmente podrían ser consideradas por aquella (relaciones suelo-planta-animal, por ejemplo). Este capítulo intenta demostrar que América Latina debe adoptar un enfoque de sistemas no por la dificultad de la investigación tradicional para resolver problemas de, por ejemplo, producción animal, sino por su incapacidad y la de los restantes servicios para apoyar un impacto en la producción y productividad agrícolas. La investigación agrícola latinoamericana, apegada a moldes de países desarrollados (investigación y servicios por disciplinas o productos), y a pesar de su evolución (Cuadros Nos. 7 y 8), no ha sido capaz de contribuir a un uso racional o "eficiente" de algunos medios de producción (Cuadro No. 15) que mejore la situación prevista para 1990 (Cuadro No. 17). Se sostiene que la investigación y los servicios tradicionales no han tenido en cuenta la baja capacidad gerencial que, a diferencia de los países desarrollados, caracteriza a la producción y los productores latinoamericanos, y que requiere por tanto una aproximación por sistemas; asimismo, que la falta de un enfoque de ese tipo es una de las causas principales del bajo impacto que la investigación y servicios agrícolas tienen en el desarrollo agrícola latinoamericano.

El Capítulo 2 es introductorio a la aplicación de la Teoría de Sistemas al desarrollo agrícola. Describe someramente el origen y la teoría en sí, mientras que la mayor parte del capítulo está dedicado a la investigación de sistemas, es decir la metodología que se aplica al análisis y síntesis de sistemas y, dentro de esta última, a la clasificación y uso de diferentes modelos que representan al sistema real y a los factores limitantes de su empleo.

El Capítulo 3 insiste en los problemas que se presentan al aplicar las teorías reduccionistas de las ciencias a los servicios agrícolas. Sigue luego las clasificaciones que distintos autores hacen de los sistemas agrícolas y finaliza con la aplicación de la Teoría de Sistemas a la investigación de aquéllos. Describe las distintas etapas del proceso de la investigación de sistemas aplicado a los sistemas agrícolas — análisis y síntesis — y termina advirtiendo las limitaciones metodológicas sobre el uso de modelos, fundamentalmente los matemáticos.

Los Capítulos 4 y 5 relacionan la aplicación del enfoque de sistemas a los servicios agrícolas dirigidos al desarrollo agrícola. El Capítulo 4 está orientado exclusivamente a la aplicación de aquél a los servicios de investigación agrícola. A fin de aclarar algunas confusiones en el empleo del término sistemas, aparecen descritos un ejemplo de modelo matemático y otro físico, señalando las ventajas y oportunidades del empleo de cada uno, y luego se reseña cuál es la selección de la orientación que, en ese sentido, han hecho los países de América Latina, los de agricultura desarrollada y los Centros Internacionales de Investigación Agrícola. Se discuten las ventajas y limitaciones de las orientaciones elegidas y de qué manera tal elección ha influido —o no— en la organización institucional de dichos organismos. Por último, se presenta y discute el esquema de organización institucional de un centro de investigaciones que haya adoptado el enfoque de sistemas en el desarrollo de sus actividades.

El Capítulo 5 es el más extenso al incluir la discusión sobre la posibilidad de introducir dicho enfoque en la mayoría de los servicios agrícolas responsables de difundir e intentar la adopción de tecnologías agrícolas. Después de efectuar una revisión de la bibliografía disponible, en la que varios autores señalan la evolución sufrida por la extensión agrícola desde su introducción en América Latina y cuáles son sus efectos, la mayor parte del capítulo cubre la descripción de un modelo de transferencia y adopción de tecnologías que introduce algunos conceptos diferentes a la orientación actual de los modelos existentes. Tal vez el más importante, y

en el que se basa el modelo, es que al adoptar la investigación agrícola el enfoque de sistemas ésta generará una tecnología diferente — a nivel de unidad de producción agrícola— a la que la extensión deberá ser reeducada y posiblemente deberá admitir, como lo señala un autor citado, perder su identidad e integrarse totalmente a un sistema de generación difusión y adopción de tecnología en el que aparecerán, junto al extensionista, los responsables por la planificación sectorial, por la generación de tecnologías por sistemas integrales de producción, por la asistencia técnica, por el crédito, por el mercadeo y los responsables por un sistema de información agrícola. El capítulo sintetiza (Fig. 21) lo que este autor considera debe ser un modelo de generación, difusión y adopción de tecnologías, con la extensión agrícola como un integrante (subsistema) del sistema y no como un organismo aislado, cuyas consecuencias y función pasiva ante la investigación aparecieron expuestas en las primeras páginas del capítulo.

Finalmente, el Capítulo 6 está dedicado a la educación agrícola. De la misma forma que para los servicios agrícolas discutidos en los capítulos anteriores, en éste se analiza rápidamente la evolución de la educación agrícola en América Latina y los problemas que enfrenta; se señalan las limitaciones que, a criterio del autor, presentan algunos planes de estudio en vigencia, los que son revisados en cuanto al grado de compromiso que muestran con el desarrollo agrícola y el desarrollo rural. También se presentan dos modelos de planes de estudio alternativos a algunos de los actuales, con los que se cree que las limitaciones en aquél sentido tienen posibilidades de ser superadas. Cualquiera de dichas alternativas está condicionada a que los centros de educación que los adopten hayan definido claramente que su objetivo es el desarrollo agrícola.

El Capítulo 7 llama la atención, a manera de señalar las perspectivas o alcances del enfoque de sistemas, sobre la necesidad de que éste no sólo afecte los componentes del proceso que soporta el desarrollo agrícola sino que, para ser efectivo, haga lo propio con la organización institucional de las dependencias — los ministerios de agricultura— responsables por el desarrollo agrícola.

Por último, el autor quiere agradecer a José E. Araujo, ex-Director del IICA, a M. Paulette, G. Páez, R. Bazán, J. Soria, H. Cohan, E. Montero, A. Febres, M. Tapia, C. Aguilar, F. Dupleich y G. Grajales, por las facilidades que le prestaron y por su participación en la revisión y discusión de algunos capítulos. A R. Montero, M. Rodríguez, D. R. de Pastor y N. Machicado por el mecanografiado, todos funcionarios del IICA que hicieron posible esta publicación.

La Paz, Bolivia

CAPITULO 1

LA PRODUCCION, LA PRODUCTIVIDAD Y LOS SERVICIOS AGRICOLAS EN AMERICA LATINA

INTRODUCCION

Se admite que algunos de los cometidos más importantes que se asignan a los organismos de planificación, de investigación, de transferencia de tecnología y de servicios agrícolas, son el aumento de la producción, de la productividad del sector y del bienestar de la población rural. En consecuencia, es posible que los responsables por las políticas gubernamentales, fundamentalmente aquellas que soportan financieramente las actividades de los organismos señalados, estén poco dispuestos a aceptar que, por ejemplo, el número de publicaciones científicas y de divulgación o la cantidad de productores asistidos, sean manifestaciones *per se* de logros obtenidos por dichos organismos si tales actividades no se traducen en incrementos de la producción agrícola.

Por su parte, la educación agrícola superior aparece también comprometida con el aumento de la producción del sector. Directamente, si dentro de sus acciones incluye las de investigación y transferencia de tecnología, e indirectamente si forma los técnicos que llenarán los cuadros de los organismos arriba mencionados.

Si bien la evaluación de las actividades de esos organismos a través de sus efectos en la producción está fuera del objetivo de esta obra, se considera de interés incluir en este capítulo información estadística que, aún sin que de su análisis se concluya la existencia de una relación causa efecto, servirá para evaluar tendencias en la situación actual de la producción agrícola latinoamericana y para intentar identificar algunos factores que intervienen en la producción agrícola y cómo éstos la afectan: entre ellos las actividades de algunos de los organismos a que se hizo referencia anteriormente.

Con el fin de analizar la situación actual de la producción agrícola en América Latina se utilizaron datos de FAO ^{4.5.6} que permitieron considerar la evolución anual de la producción y productividad de ocho de los principales rubros agrícolas del área y la evaluación del uso de algunos medios de producción y sus efectos sobre aquéllos. Por su parte, la información relacionada con la evolución de las actividades de investigación y de transferencia de tecnología se basa en los trabajos de Boyce y Evenson².

El período considerado va de 1961 a 1976, mientras que para algunos de los factores analizados los períodos con información adecuada fueron más cortos. La serie de años incluida es necesariamente arbitraria aunque se considera que coincide con la época de mayor desarrollo de tecnologías agrícolas en el área y con la que proporciona información estadística más completa.

EVOLUCION DE LA PRODUCCION AGRICOLA EN AMERICA LATINA

Los gobiernos intentan impulsar el desarrollo de la producción agrícola fundamentalmente a través de la implementación de políticas de colonización, de precios de insumos y de productos, de comercialización, de créditos y del desarrollo y difusión de tecnologías. La respuesta de la producción agrícola a tales acciones se traduce en un incremento de la producción basado en un aumento del área agrícola, de los rendimientos unitarios, o en una combinación de ambos. Cualquiera que sea la alternativa escogida y ante políticas gubernamentales favorables y estables, aquella necesitará, entre otros, de áreas (tierras), medios de producción (maquinaria agrícola, fertilizantes, pesticidas), mano de obra y tecnología adecuada. El resultado alcanzado con el uso de tales medios, ya sea medido en producción agrícola total o en rendimientos unitarios, estará indicando el grado de eficiencia de su empleo y la necesidad o no de introducir cambios en las políticas de gobierno. En las páginas siguientes se analiza el empleo de dichos factores y su efecto en la producción agrícola de América Latina comparándolo con los correspondientes a regiones de economía de mercado desarrollado, América del Norte (EEUU y Canadá) en este caso.

a. Factores de producción

1) Uso de la tierra

El Cuadro No. 1 muestra la evolución del uso de la tierra. Los números índices corresponden a valores estimados con base en la regresión calculada.

Dicha evolución señala que:

a) Considerados en conjunto, EEUU y Canadá aumentan el área dedicada a cultivos y disminuyen aquella bajo pasturas en forma tal que el área agrícola total decrece. Dicha situación indica que un incremento futuro del área dedicada a cultivos o a la producción pecuaria se obtendría en detrimento de una u otra.

b) Las cifras correspondientes a América Latina señalan que en quince años ésta incorporó 58 millones de hectáreas a la producción de cultivos y pecuaria, denotando que se mantiene en una etapa de expansión de áreas agrícolas.

CUADRO No. 1. Evolución del uso de tierras arables y bajo cultivos permanentes, y de las tierras de pastoreo, según regiones. Fuente: Elaborado con datos de FAO⁵.

USO DE LA TIERRA						
REGIONES	Tierras arables bajo cultivos permanentes		Tierras bajo pastoreo		TOTAL	
	1961/65	1975	1961/65	1975	1961/65	1975
América Latina:						
miles de ha	116 382	140 666	493 007	527 442	609 389	668 108
1961/65 = 100	100	121	100	108	100	110
EEUU y Canadá:						
miles de ha	222 490	253 003	282 229	240 100	504 719	493 103
1961/65 = 100	100	117	100	84	100	98

2) Mecanización agrícola

Se tomó el empleo de tractores como índice de mecanización agrícola de las áreas consideradas; la elección se debió a su uso general en los distintos rubros agrícolas y por permitir realizar adecuadamente análisis como los que se discuten más adelante.

La evolución en el empleo de tractores, tomada por regiones, aparece en el Cuadro No. 2, donde se puede apreciar el gran esfuerzo realizado por los países de América Latina para mecanizar su agri-

cultura cuando se les compara con los EEUU y Canadá, los que redujeron el número de unidades a pesar de que aumentaron el área bajo cultivos (ver Cuadro No. 1)*. Esta situación se ve más claramente en el Cuadro No. 3, que marca que el impacto de la mecanización agrícola en América Latina ocurrió en la primera mitad de la década del 60, para estabilizarse posteriormente. Canadá y EEUU muestran una tendencia a mantener más estable la relación número de hectáreas: número de tractores.

CUADRO No. 2. Tractores en uso durante el período 1961-1975, según regiones. Fuente: elaborado con datos de FAO⁵.

REGIONES	TRACTORES EN USO			
	1961/65	1966	1970	1975
América Latina				
Unidades	446 362	751 413	782 537	817 653
1961/65=100	100	168	175	183
América del Norte				
Unidades	5 319 726	4991 822	4 889 871	4 747 557
1961/65= 100	100	93	92	89

CUADRO No. 3. Evolución del número de hectáreas cultivadas por tractor, según regiones. Fuente: elaborado con base en los Cuadros Nos. 2 y 3 y FAO⁵.

REGIONES	NUMERO DE HECTAREAS CULTIVADAS POR TRACTOR			
	1961/65	1966	1970	1975
América Latina				
Hectáreas/tractor	261	164	169	172
América del Norte				
Hectáreas/tractor	42	44	48	53

(*) La información manejada permite esta conclusión, aunque es posible que el número HP/ha no disminuyera, dada la potencia de los tractores modernos.

3) Empleo de Fertilizantes

La evolución en el empleo de fertilizantes se muestra en los Cuadros Nos. 4 y 5. Para América Latina tal evolución significó multiplicar por más de 3.5 el consumo de los fertilizantes del año base. Asimismo, el Cuadro No. 4 señala que América Latina necesitó diez años (1961-1970) para duplicar el consumo del año base y solamente cinco (1970-1975) para triplicarlo, lo que hace suponer que antes de 1990 estará utilizando la misma cantidad por hectárea que EEUU y Canadá en 1961-1965 (ver Cuadro No. 5). Por su parte EEUU y Canadá, a pesar de que mantuvieron el uso de la tierra con pocos cambios, duplicaron el consumo de fertilizantes (Cuadro No. 4).

CUADRO No. 4. Consumo de fertilizantes (NPK), por América Latina y América del Norte en el período 1961-1975. Elaborado con datos de FAO⁶.

REGIONES	CONSUMO N P K			
	1961/65	1966	1970	1975
América Latina				
Miles de tm	1 237	1 660	2 921	4 484
1961/65= 100	100	134	236	362
América del Norte				
Miles de tm	9 913	13 489	16 334	20 143
1961/65= 100	100	136	165	203

Es interesante resaltar que mientras que en América Latina el impacto de la mecanización ocurrió en la primera mitad de la década del 60, el incremento en el consumo de fertilizantes se dio en la segunda mitad, es decir, que probablemente la expansión del uso de fertilizantes dependió de la mecanización y que, por lo tanto, su aplicación sea altamente mecanizada.

CUADRO No. 5. Consumo de fertilizantes (NPK) por hectárea durante el período 1961-1975, según regiones. Fuente: Elaborado con datos de FAO⁶.

REGIONES	CONSUMO DE NPK/HA POR TIERRAS ARABLES Y CULTIVOS PERMANENTES			
	1961/1965	1966	1970	1975
América Latina				
kg/ha	1. 06	1. 35	2. 20	3. 19
1961/1965=100	100	127	208	301
América del Norte				
kg/ha	4. 46	6. 10	6. 94	7. 96
1961/1965= 100	100	138	156	178

4) Uso de pesticidas

La información disponible correspondiente al empleo de pesticidas se limita a presentar datos sobre importaciones y exportaciones anuales en dólares estadounidenses corrientes, no existiendo información con relación a producción y consumo. En consecuencia, el Cuadro No. 6 muestra, exclusivamente, la evolución de las importaciones realizadas por América Latina durante el período en estudio, ya que las importaciones de pesticidas de EEUU y Canadá no pueden tomarse como indicadores de consumo. Por último, dichas cifras están afectadas por las depreciaciones de la moneda estadounidense, aunque tal vez las mismas sean compensadas por la producción nacional de América Latina, no contabilizada en el cuadro.

Aún con las salvedades anotadas, las cifras mencionadas indican que la importación (empleo) de pesticidas en América Latina se multiplicó por 4.5 en quince años y que en los primeros cinco años de la presente década su uso prácticamente se triplicó, por lo que su expansión está desfasada con relación a la del empleo de fertilizantes y ésta a la correspondiente a la mecanización. La secuencia señalada en el empleo de tales medios de producción (mecanización, fertilizantes, pesticidas) indica la tendencia latinoamericana de ir incorporando, cada vez más rápidamente, tecnologías generadas en países de agricultura desarrollada y capaces de ser absorbidas únicamente por producciones de alta rentabilidad.

CUADRO No. 6. Importaciones anuales de pesticidas por América Latina (en dólares estadounidenses corrientes) según regiones. Fuente: Elaborado con datos de FAO⁵.

REGIONES	IMPORTACION PESTICIDAS			
	1961/1965	1966	1970	1975
América Latina miles de US\$	84 160	95 650	133 570	377 718
1961/1965 =	100	114	159	449

5) Tecnología

El empleo de la tecnología es difícil de determinar, sobre todo cuando se analiza su uso en regiones tan amplias como la estudiada. Siguiendo a Boyce y Evenson² se evaluó más que el empleo de la tecnología la evolución de los organismos responsables por su desarrollo y difusión. Para tales efectos se tomó en cuenta la evolución de los gastos correspondientes a ambas actividades y, como uno de los resultados de la investigación, el número de publicaciones difundidas en el período.

a) Los Cuadros No. 7 y 8 señalan la evolución de dichos gastos. De su análisis se desprende que:

i) América Latina más que cuadruplicó, en quince años, los gastos de financiamiento de la investigación y pasó de afectar 0.4% del PBI del sector a 1.2%, es decir tres veces más. Por su parte América del Norte y Oceanía, en el mismo período, no alcanzan a triplicar tales gastos, y la incidencia en el PBI no llegó a duplicarse.

ii) Los gastos correspondientes a las actividades de extensión en América Latina aumentaron en casi cuatro veces y su incidencia en el PBI se multiplicó por algo más de 2.5. Tales índices señalan, otra vez, un crecimiento relativo mayor de la extensión en América Latina que en los países con los que se le compara. (En 1971 y 1974, América Latina afectó un mayor porcentaje del PBI del sector a las actividades de extensión que el correspondiente a América del Norte y Oceanía).

CUADRO No. 7. Gastos anuales de investigación y extensión (en dólares estadounidenses constantes de 1971). Fuente: Elaborado con datos de Boyce y Evenson².

REGIONES	GASTOS ANUALES			
	1959	1965	1971	1974
<u>América Latina</u>				
Investigación (I): Millones de US\$ 1959 = 100	39 100	73 187	146 374	170 436
Extensión (E): Millones de US\$ 1959 = 100	32 100	51 159	103 322	122 381
I + E/ha cultivada US\$ 1959 = 100	0.12 100	0.20 167	0.39 325	0.44 367
Relación I/E	1.22	1.43	1.42	1.39
<u>América del Norte</u>				
Investigación (I): Millones de US\$ 1959 = 100	540 100	806 149	1 203 223	1 289 239
Extensión (E): Millones de US\$ 1959 = 100	163 100	198 121	264 162	288 177
I + E/ha cultivada: US\$ 1959 = 100	1.39 100	2.01 145	2.93 211	3.20 230
Relación I/E	3.31	4.07	4.56	4.48

CUADRO No. 8. Porcentaje del Producto Bruto Interno (PBI) del sector afectado por actividades de investigación y extensión, según regiones. Fuente: Elaborado con base en datos de Boyce y Evenson².

REGIONES	PORCENTAJE DEL PBI DEDICADO A INVESTIGACION Y EXTENSION			
	1959	1965	1971	1974
<u>América Latina</u>				
Investigación: % del PBI	0.40	0.62	1.05	1.21
1959 = 100	100	155	263	303
Extensión: % del PBI	0.33	0.43	0.75	0.87
1959 = 100	100	130	227	264
<u>América del Norte y Oceanía</u>				
Investigación: % del PBI	1.49	1.90	2.58	2.70
1959 = 100	100	128	173	181
Extensión: % del PBI	0.45	0.47	0.57	0.61
1959 = 100	100	104	127	136

iii) Existe en ambas regiones una clara tendencia a dar prioridad a la investigación sobre la extensión, cosa que se acentúa en América del Norte y Oceanía.

CUADRO No. 9. Número de trabajos publicados en Sumarios, según regiones. Fuente: Elaborado con base en datos de Boyce y Evenson².

REGIONES	NUMERO DE PUBLICACIONES		
	1955/61	1962/68	1969/73
<u>América Latina</u>			
Número	257	416	459
1955/61 = 100	100	162	179
<u>América del Norte</u>			
Número	3 150	4 413	4 467
1955/61 = 100	100	140	142

b) La evolución de las publicaciones científicas, consideradas como un producto de las actividades de investigación, aparece en el Cuadro No. 9. Según los autores citados, las cifras del Cuadro corresponden a trabajos publicados exclusivamente en *Plant Breeding Abstracts*, *Biological Abstracts* y *Dairy Science Abstracts*. Aunque se puede discutir la cobertura de las ciencias agrícolas que tales publicaciones realizan, conviene destacar que el aumento relativo del número de publicaciones con relación al año base es algo superior en América Latina; si se comparan los valores relativos del costo de la investigación en América Latina (Cuadro No. 7) con los que corresponden al número de publicaciones (Cuadro No. 9) surge que, mientras en 1971 aquéllos casi se cuadruplican, el número de publicaciones en en 1969-1973 no alcanza a duplicarse.

6) Mano de obra

Como en el caso del empleo de la tecnología, es difícil determinar con la información manejada en esta oportunidad la evolución del uso de la mano de obra en la producción agrícola. Por lo tanto, los datos sobre dicho empleo se limitan a los proporcionados por FAO⁴. Tal evolución, que aparece en el Cuadro No. 10, indica que:

a) Para América Latina, a pesar de que la población activa en tareas agrícolas crece 14% en el período considerado, la misma, en porcentaje de la población total, cae de 49 a 37%, es decir 12% en el mismo período.

b) Por su parte, América del Norte sufre una disminución de la población agrícola activa, tanto en valores absolutos como en porcentaje de la población total.

7) Evolución de los precios de algunos medios de producción

Considerando que más adelante se intentará analizar el efecto del empleo de los factores de producción agrícola, es pertinente hacer referencia ahora a la evolución de los precios de algunos de ellos.

En el Cuadro No. 11 se indica solamente la evolución de los precios de los tractores y fertilizantes, ya que no se tuvo acceso a los correspondientes a pesticidas. Los precios de tractores fueron calculados por el autor con base en el número de unidades importadas por América Latina y el valor de las mismas en dólares estadounidenses corrientes. En consecuencia, tales cifras no contemplan las depreciaciones de dicha moneda ni el hecho de que probablemente parte del aumento de los precios de los tractores sea debido a que en los últimos años los tractores en el mercado poseen mayor potencia que los fabricados en los primeros años del período analizado. De cualquier manera, tales equipos son los que hoy están disponibles para los productores agrícolas.

A pesar de lo expuesto es de interés destacar que las cifras presentadas señalan una duplicación de los precios de tractores y fertilizantes en el período en cuestión, siendo dicha alza más evidente a partir del comienzo de esta década.

8) Evolución de los precios de insumos, bienes de capital y productos.

La información más completa disponible⁵ corresponde a los países incluidos en el Cuadro No. 12. De su análisis se concluye que los precios recibidos por los agricultores canadienses por el total de los productos agrícolas comercializados aumentaron rápidamente a partir del comienzo de la década de 1970, alcanzando en 1975 a duplicar los precios de 1961.

CUADRO No. 10. Evolución de la población total y de la población activa en la producción agrícola, según regiones. Fuente: Elaborado con datos de FAO⁵.

POBLACION	AMERICA LATINA				AMERICA DEL NORTE			
	1960	1965	1970	1975	1960	1965	1970	1975
Población Total (miles)	212 725	247 326	283 015	324 068	198 585	213 947	226 199	236 371
Población Total 1961=100	100	116	133	152	100	108	114	119
Población activa en la producción agrícola (miles)	33 506	35 018	36 337	38 044	5 528	4 836	3 902	3 215
Población activa en la producción agrícola (1961=100)	100	105	108	114	100	87	71	58
Población activa en la producción agrícola en porcentaje de la total activa.	49	44	41	37	7	6	4	3

CUADRO N° 11. Evolución de los precios de tractores y fertilizantes.
 Fuente: Elaborado con datos de FAO ^{4,6}.

MEDIOS DE PRODUCCION	1961	1965	1970	1975
Tractores En US \$ la unidad (*)	4 825	6 317	7 466	11 656
1961 = 100	100	131	155	242
Fertilizantes (NPK)				
1961 = 100	100	101	89	220

(*) en dólares estadounidenses corrientes.-

Sin embargo, cuando se comparan los precios recibidos con los precios pagados por los agricultores por los insumos y bienes de capital adquiridos en el mismo período, la relación precios recibidos/precios pagados es desfavorable para los agricultores canadienses en siete de diez años considerados, mientras que para los productores estadounidenses tal relación les es desfavorable en todos los años.

b. Efecto del empleo de medios de producción

1) Efecto en la producción agrícola total

Dicho efecto fue medido en la evolución de la producción de trigo, arroz, maíz, caña de azúcar, yuca, frijol, algodón y carne bovina. No fue posible incluir la evolución de la producción de café y banano, como sería pertinente, dado que la fuente disponible no consignaba información relativa a áreas cosechadas, por lo que no se pudo calcular los rendimientos unitarios de dichos productos, necesarios para los análisis que siguen más adelante. Aún así, los productos considerados cubren alrededor de 50% del área dedicada a cultivos. Según FAO⁵, los valores correspondientes al área dedicada a cultivos incluyen también áreas en barbecho.

CUADRO No. 12 Evolución de los precios recibidos y pagados por los productores agrícolas de Canadá y Estados Unidos. Fuente: Elaborado con datos de FAO⁴.

Precios según países escogidos 1961 = 100	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
<u>Canadá</u>										
Recibidos (R) por total productos agrícolas	116	114	117	116	117	133	192	229	228	219
Pagados (P) por total insumos y bienes agrícolas	122	125	129	131	136	142	168	195	215	227
Relación R/P	96	91	91	88	86	93	115	117	106	97
<u>Estados Unidos</u>										
Relación R/P	73	73	73	72	69	74	91	85	75	71

Los Cuadros Nos. 13 y 14 describen la evolución de la producción sufrida por los productos considerados. Los índices que aparecen en los mismos fueron calculados con base en las regresiones lineales correspondientes a cada producto (Cuadro No. 13) y a la suma de éstos (Cuadro No. 14) en los años en estudio. De su análisis se desprende que:

a) Considerando los productos aisladamente (Cuadro No. 13) América Latina es superada por América del Norte cuando se considera la evolución de la producción de trigo, maíz, arroz y carne bovina, y supera a esta última con relación a caña de azúcar, frijol y algodón.

b) El Cuadro No. 13 señala, cuando se comparan índices de la evolución de la producción de cada rubro, que ambas regiones dieron "prioridades" semejantes a la expansión de la producción de los rubros considerados. Así, las producciones que más aumento experimentaron fueron arroz, maíz y trigo, en ese orden, luego caña y carne aparecen invertidas jerárquicamente, mientras que en las dos regiones, frijol y algodón ocupan la penúltima y última jerarquía respectivamente.

c) La producción total de cultivos, de carne y el total general aparecen en el Cuadro No. 14. La incidencia de los volúmenes de producción de aquellos cultivos en los que América Latina es superada se reflejan en los mayores índices de producción total que presenta América del Norte.

2) Efecto en los rendimientos

La evolución de los rendimientos, expresada por medio de sus regresiones lineales, aparece en el Cuadro No. 15. Los pendientes de las funciones lineales indican las tasas anuales de evolución de los rendimientos unitarios correspondientes a cada producto y región. Cuando se considera la evolución de dichas tasas se puede apreciar que:

a) Las tasas anuales de rendimientos de arroz, trigo, caña, maíz y carne bovina correspondientes a América del Norte superan en 2.6, 3.4, 3.8, 4.1 y 5.8 veces, respectivamente, a las que presenta América Latina.

b) Las tasas anuales de evolución de rendimientos unitarios de frijol y algodón en América Latina son superiores a las correspondientes a América del Norte, lo que evidencia un estancamiento de sus rendimientos unitarios, aunque a niveles claramente superiores.

c) La evolución de los rendimientos de yuca indica que éstos disminuyen a razón de sesenta kilos por hectárea y por año en América Latina.

d) Dos de los tres cultivos que más aumentaron su producción relativa en América Latina —maíz y trigo— fueron los que presentaron tasas de rendimiento más bajas comparativamente con las de América del Norte.

3) Efecto en la “eficiencia” de la producción

En el Cuadro No. 16 se compara la evolución del empleo de los medios de producción analizados con la correspondiente a la producción agrícola total de las regiones en cuestión. Con ese fin, el índice de evolución de la producción agrícola total, tanto de América Latina como del Norte (Cuadro No. 14), se dividió por el correspondiente promedio de la suma de la evolución en el uso de la tierra bajo cultivos y pasturas (Cuadro No. 1), de tractores (Cuadro No. 2), de fertilizantes (Cuadro No. 4) y de los gastos de investigación y extensión (Cuadro No. 7). El cociente indicado en el Cuadro No. 16 como P (Producción) / MP (Medios de Producción), a pesar de ser una medida grosera, ya que no pondera la importancia relativa de cada factor en la producción, permite detectar algunas tendencias:

a) No obstante haber incrementado América Latina sus índices de empleo de medios de producción en 74 % por encima de los correspondientes a América del Norte, su producción no alcanzó a 90 % de la de esta última.

b) Esta situación lleva a que América del Norte utilice sus medios de producción con una “eficiencia” que es casi el doble de la correspondiente a América Latina.

4) Efecto en el empleo de la mano de obra

La disminución de la población activa rural con relación a la total activa (Cuadro No. 10) es la consecuencia de factores económicos y sociales y dentro de ellos la mecanización agrícola juega un papel importante. Merrill⁷ realizó una revisión de la literatura existente sobre el tema y concluyó que cada tractor de 30 a 90 HP reduce en 80% las necesidades de mano de obra agrícola y que los servicios que se crean alrededor de la mecanización (fabricación o armado de maquinaria agrícola, mantenimiento, ventas), no son suficientes para compensar tal disminución.

CUADRO No. 13. Evolución de la producción de ocho productos agrícolas, según regiones. Fuente: Elaborado con datos de FAO⁵.

PRODUCTOS	AMERICA LATINA		AMERICA DEL NORTE	
	1961/65	1975/77	1961/65	1975/77
TRIGO Miles de tm 1961/1965=100	11 757 100	15 009 136	48 404 100	75 180 157
ARROZ Miles de tm 1961/1965=100	9 018 100	13 609 167	3 084 100	5 805 197
MAIZ Miles de tm 1961/1965=100	27 018 100	38 264 143	96 634 100	150 896 162
CAÑA Miles de tm 1961/1965=100	219 824 100	289 502 136	20 423 100	25 875 129
YUCA Miles de tm 1961/1965=100	25 746 100	32 827 129	--- ---	--- ---
FRIJOL Miles de tm 1961/1965=100	3 238 100	4 028 123	880 100	881 94
ALGODON Miles de tm 1961/1965=100	4 407 100	4 528 102	8 805 100	4 556 53
CARNE BOVINA Miles de tm 1961/1965=100	5 674 100	7 289 131	8 836 100	12 387 141

CUADRO No. 14. Evolución total de la producción de siete productos agrícolas y de carne bovina, según regiones. Fuente: Elaborado con datos de FAO⁵.

PRODUCCION	AMERICA DEL NORTE						AMERICA LATINA			
	1961/1965	1966	1970	1975	1961/1965	1966	1970	1975		
CULTIVOS										
En miles de tm	301 008	335 187	392 234	397 759	178 230	197 564	198 607	263 193		
1961/1965= 100	100	111	122	136	100	116	132	151		
CARNE										
En miles de tm	5 674	6 221	7 012	7 289	8 836	10 292	10 951	12 387		
1961/1965= 100	100	110	119	131	100	113	125	141		
TOTAL										
En miles de tm	306 682	341 408	399 246	405 048	187 066	207 856	209 558	275 580		
1961/1965= 100	100	110	122	136	100	116	131	151		

CUADRO No. 15. Evolución de la tasa anual de rendimiento unitario, según productos y regiones. Período 1963-1976. Fuente: Elaborado con datos de FAO⁵. (Incluye América del Sur y Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador, Guatemala, México, República Dominicana y Haití).

PRODUCTOS	AMERICA LATINA(*)	AMERICA DEL NORTE
Trigo	$Y = 1368.69 + 7.34x$	$Y = 1637.15 + 30.05x$
Arroz	$Y = 1621.14 + 16.60x$	$Y = 4629.28 + 43.43x$
Maíz	$Y = 1173.13 + 28.95x$	$Y = 4280.56 + 97.04x$
Caña	$Y = 50650.23 + 319.47x$	$Y = 72769.14 + 1223.31x$
Yuca	$Y = 13292.25 - 60.97x$	-----
Frijol	$Y = 584.95 + 0.598x$	$Y = 1449.69 - 7.29x$
Algodón	$Y = 982.90 + 9.67x$	$Y = 1574.74 - 18.74x$
Carne bovina	$Y = 10.62 + 0.276x$	$Y = 29.57 + 1.605x$

El efecto de la mecanización agrícola en la población rural activa latinoamericana está fuera de los alcances de esta publicación pero se considera de interés llamar la atención sobre las evoluciones que ambas sufrieron en el período en estudio (Fig. 1) y las posibilidades de una relación causal que explique una parte importante de la disminución referida.

CONSIDERACIONES FINALES

Al comienzo de este capítulo se advirtió que el objetivo de analizar las estadísticas relacionadas con la producción agrícola y con algunos medios de producción era el de encontrar tendencias que sugiriesen la necesidad de mantener la orientación actual de la producción y de los factores que la afectan, o la ventaja de revisar los mismos. La posibilidad de obtener conclusiones precisas requiere una información más completa y un análisis más profundo que los manejados para los fines aquí perseguidos.

Hecha la salvedad, se discuten algunas de las tendencias encontradas:

1) Tendencia a apoyar el desarrollo de la producción agrícola latinoamericana sobre muchas de las bases en que se desarrolló la agricultura de países con economía de mercado desarrollada.

CUADRO No. 16. El efecto del empleo de algunos medios de producción en la producción agrícola total, según regiones. Fuente: Elaborado con datos de los Cuadros 1, 2, 4, 7 y 14 de esta publicación.

REGIONES	Tierras cultivos	Tierras Pasturas	Tractores	Fertili- zantes	Investi- gación	Extensión	Medios pro- ducción X (MP)	Producción Total (P)	P/MP
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(8/7)
AMERICA LATINA	121	108	183	362	436	381	265	136	0.51
AMERICA DEL NORTE	117	84	89	203	239	177	152	151	0.99

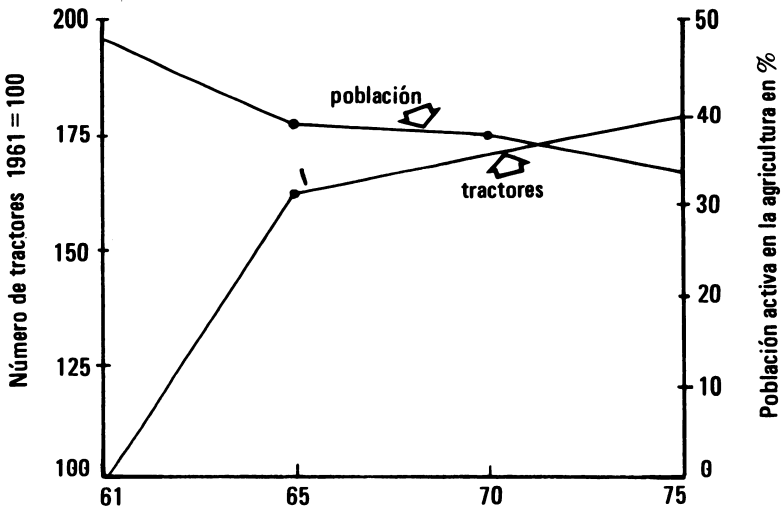


Fig. 1. Evolución del porcentaje de la población activa ocupada en la producción agrícola y del número de tractores en uso.

Fuente: Elaborada con base en datos de FAO⁵ y de los Cuadros No. 2 y 10 de esta publicación.

Dicha similitud incluye:

a) Una mecanización rápida que provocó o fue consecuencia de la incorporación de casi 60 millones de hectáreas a la producción agrícola. A su vez, ambas expansiones significaron:

i) La necesidad de extender infraestructuras de producción (vías de acceso, depósitos) y servicios (salud, educación, crédito, investigación, asistencia técnica) antes de consolidar los existentes.

ii) Absorber costos crecientes en origen de la maquinaria agrícola.

iii) Desplazamiento de la mano de obra rural que no fue absorbida por una industrialización incipiente.

b) Tendencia a depender cada vez más del empleo de fertilizantes y pesticidas para mantener o incrementar la producción agrícola, en tal grado que América Latina probablemente alcance en pocos años el consumo de NPK por hectárea que hace hoy América del Norte, a pesar de sus costos crecientes.

c) Dar prioridad a la expansión de productos de exportación (trigo, arroz, caña de azúcar, carne bovina) que se adaptan a la explotación extensiva y que, en consecuencia, requieren los medios de producción señalados y condiciones de producción generalmente en manos de medianos y grandes productores.

d) Otorgar prioridad a la investigación agrícola sobre la extensión, reflejada en los gastos de una y otra; lo que implica aceptar que los problemas a resolver son más urgentes que difundir las tecnologías correspondientes a problemas ya resueltos.

2) Tendencias disímiles cuando se comparan los logros de América Latina y del Norte dado que:

a) La producción agrícola latinoamericana crece a un ritmo menor en cuatro de seis productos alimenticios comparados, a pesar de que su población aumenta con una tasa de 2.7 veces superior.

b) La tasa anual de evolución de los rendimientos unitarios de América Latina es muy inferior a la de América del Norte en cinco de siete productos comparables.

c) América del Norte duplica la "eficiencia" en el empleo de medios o factores de producción correspondientes a América Latina.

3) En América Latina los rendimientos unitarios de cultivos producidos extensivamente (trigo, caña de azúcar) tienden a crecer más rápidamente que los correspondientes a productos que en gran parte son cultivados por pequeños agricultores (maíz, yuca, frijol) señalando un desarrollo, difusión y adopción de tecnología más adaptada a los primeros que a los segundos.

PERSPECTIVAS

De acuerdo a la tendencia manifestada por la evolución de los rendimientos unitarios de los cultivos señalados y a fin de por lo menos mantener durante otros quince años (1976-1990) la producción por habitante lograda (1961-1975), América Latina deberá escoger entre:

1) Mantener la evolución actual de los rendimientos aumentando el área agrícola.

Si la tasa anual de los rendimientos se mantiene en los niveles del Cuadro No. 15, las posibilidades de que en 1990 la producción

por habitante sea similar a la de 1975 deberá descansar en nuevas incorporaciones de tierras a la producción.

Tal afirmación se basa en la información contenida en el Cuadro No. 17, que incluye valores de área y producción por regiones y productos. Tanto los valores señalados como los que se refieren a rendimientos y población correspondientes a 1975 y los esperados en 1990 fueron calculados con base en sus respectivas regresiones. El numeral 12 de dicho Cuadro indica que para mantener en 1990 la producción por habitante obtenida en 1975 en los cultivos mencionados, América Latina deberá incorporar, hasta 1990, 13 millones de hectáreas más. Por su parte, América del Norte podrá distraer de la producción de dichos cultivos casi 8 millones de hectáreas y mantener estable su producción por habitante de 1975.

La incorporación de nuevas áreas de producción agrícola implica, dadas las tendencias encontradas, que América Latina debe aumentar sus importaciones de tractores, fertilizantes y pesticidas en situación de relaciones desfavorables de intercambio (Cuadro No. 12) y significa, además, extender su infraestructura de producción y sus servicios. Dos inquietudes se presentan al respecto si se comparten el criterio y las tendencias señaladas en el Cuadro No. 15: una de ellas se refiere a la validez de llevar a nuevas áreas medios de producción en cuyo uso América Latina ha tendido a ser poco "eficiente"; y la segunda, a la probabilidad de que considerando el tiempo necesario para adaptar, difundir y adoptar tecnologías en nuevas áreas, esa "eficiencia" baje más aún, por lo menos en los primeros años de la expansión de tierras cultivadas.

2) Aumentar los rendimientos unitarios como condición previa al incremento de áreas

Al igual que en los centros de investigación de los países desarrollados, los de América Latina han obtenido en sus campos experimentales aumentos dramáticos de rendimientos. Sin embargo, las respuestas en la producción y en la productividad analizadas aquí muestran diferencias marcadas cuando se consideran ambas regiones. Esta situación es conocida de tiempo atrás y fueron intentadas varias explicaciones; a pesar de que en los capítulos que siguen se buscará profundizar más sobre este aspecto, se cree conveniente adelantar dos de las respuestas dadas al mismo:

a) La primera es que la difusión de la tecnología, es decir uno de los cometidos de la extensión, fue ineficaz en obtener una respuesta acorde por parte de los productores. La preocupación desper-

tada hace ya algunos años entre los extensionistas dirigida a revisar sus objetivos y métodos, parecería avalar la explicación mencionada.

b) otra de ellas se fundamenta en limitaciones de orden: sociales, que se traducen en bajo nivel de educación de los usuarios de la tecnología; estructurales, que se manifiestan en unidades de producción de subsistencia y no comerciales; y políticas, es decir, falta de planificación que haga coherente las acciones del gobierno en materia de crédito, precios, comercialización y tenencia de la tierra.

Probablemente la respuesta correcta sea la suma de ambas y la más aceptada entre muchos de los investigadores y los responsables de la transferencia de tecnología. Sin embargo, la presencia de factores sociales, económicos y políticos como limitantes a la adopción de tecnología impulsa a ambos grupos de opinión a adoptar una posición expectante, aguardando cambios de esas condiciones —ya que no está en sus manos la solución— y lleva a que algunos de ellos continúen sus actividades un poco a espaldas de los problemas reales de la producción.

Esta situación provocó que una parte de la investigación agrícola se dirigiera a satisfacer la curiosidad científica del investigador, a pesar de que, al decir de Dillon³, utiliza fondos generalmente previstos para realizar investigación aplicada, y otra se dirigiera a desarrollar y extender tecnologías que se sabe de antemano tienen un destinatario claro: el productor eficiente.

Posiblemente se está ante una especie de círculo vicioso: por una parte, la investigación y la extensión sostienen que tienen pocos clientes porque los gobiernos no solucionan eficazmente los problemas que permitan a los usuarios potenciales ser receptores de los resultados de sus actividades, y por la otra, los gobiernos mantienen que tales organismos no han aportado pruebas de que la solución de dichos problemas traerá, entre otros beneficios, un aumento de la producción y de la productividad.

Se considera que a los investigadores y extensionistas les cabe parte de la responsabilidad de romper este círculo. Para eso, en las próximas páginas se intentará demostrar la necesidad de revisar, fundamentalmente, los objetivos —muchas veces la metodología— que guían los servicios agrícolas y la necesidad de que en esta revisión se haga partícipe a los responsables de la educación agrícola superior.

Se entiende de interés tomar en cuenta para ese fin, entre otros, los siguientes aspectos:

a) La educación superior, la investigación y la transferencia de tecnología agrícola se desarrollaron en América Latina siguiendo modelos que habían probado ser eficientes en los países de economía de

mercado desarrollada; es decir, que Latinoamérica no tiene un modelo propio.

b) Como consecuencia, la adopción de tales modelos significó la división de las actividades en marcos rígidos llamados departamentos, proyectos o programas. Dentro de cada uno, dependientes de una dirección cada vez más relegada a administrar que a dirigir y sin comunicaciones formales entre ellos, se desarrollaron actividades en su mayor parte por disciplinas (fitopatología, fertilidad de suelos), por “componentes” de la producción (pasturas) y en menor grado por producto (frijol, carne bovina).

c) Esta compartimentalización de las actividades demostró ser eficaz, por ejemplo, en Estados Unidos de América ya que una alta proporción de sus productores manejan sus predios sobre bases adecuadas de administración, es decir, que buscan la máxima eficiencia de su empresa, el predio, considerándolo un complejo de medios de producción que funciona como una unidad. En estos casos, el cambio de una variedad por otra, la aplicación de niveles óptimos de fertilización, la introducción de prácticas de mejoramiento de pasturas, por ejemplo, pueden provocar una respuesta física y económica similar a la obtenida en la estación experimental donde se originaron dichas tecnologías, ya que tales prácticas se introducen en un proceso de producción donde los restantes factores que permanecieron inalterados actúan eficientemente.

d) La posibilidad de los productores latinoamericanos para adoptar tecnología tal como hoy se la ofrecen es mínima, si se reconoce con Araujo¹ que sólo 5 ó 10% de los productores de América Latina son empresarios comerciales eficientes.

e) La necesidad de adoptar un enfoque distinto de las actividades de educación, investigación, transferencia de tecnología y servicios agrícolas que considere las diferencias que separan a los productores latinoamericanos de los de países desarrollados de donde se introdujeron los enfoques actuales.

Que ese enfoque tome el aumento de la producción del predio como el orientador de las actividades señaladas, pues ése es el objetivo del productor, y no meramente el control de una plaga o aumentar el índice de procreación, por ejemplo. La adopción de tal enfoque integrador significará no sólo la formación de equipos de trabajo con una orientación como la descrita, sino la adecuación de la actual organización institucional de aquellos organismos para hacerlos eficientes.

CUADRO No. 17. Area (*) necesaria en 1990 para cubrir la producción por habitante de 1975 de cultivos escogidos (**) por regiones. Fuente: Elaborado con datos de los cuadros 10, 13 y 15.

	AMERICA LATINA	AMERICA DEL NORTE
1. Producción total en 1975 (miles de tm)	111 089	226 801
2. Area total en 1975 (miles de ha)	56 753	65 356
3. Rendimiento en 1975 (kg/ha)	1 957	3 470
4. Población total en 1975 (miles)	305 952	238 008
5. Producción por habitante en 1975 (kg/habitante)	0 363	0 953
6. Rendimiento esperado en 1990 (kg/ha)	2 298	4 604
7. Producción esperada en 1990 con área de 1975 y rendimiento de 1990 (miles de tm)	130 418	300 899
8. Población total esperada en 1990 (miles)	441 627	277 803
9. Producción por habitante esperada en 1990 (kg/habitante)	0 295	1 083
10. Producción necesaria en 1990 para alcanzar la producción/habitante de 1975 (miles de tm)	160 311	264 746
11. Diferencia (numeral 10-numeral 7) (Miles de tm)	29 893	-36 153
12. Area necesaria en 1990 para alcanzar la produc- ción estimada de 1990 (numeral 10).	13 008	- 7 853

(*)Corresponde a los países y regiones mencionadas en el Cuadro N° 15.

(**)Corresponde a los siguientes cultivos: trigo, arroz, maíz, yuca, frijol y algodón.

BIBLIOGRAFIA

1. ARAUJO, J.E. Las empresas comunitarias campesinas. Conferencia presentada en el Colegio de Costa Rica. San José, Costa Rica, 23 de mayo de 1975. 17 p.
2. BOYCE, J.K. y EVENSON, R. E. National and International Agricultural Research and Extension Programs. New York, Agricultural Development Council, 1975. 229 p.
3. DILLON, J. L. The economics of system research. *Agric. Systems*. 1 (1) 5-26. 1976.
4. FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. Anuario de Comercio 1961 a 1976.
5. ----- Anuario de Producción 1961 a 1976.
6. ----- Annual Fertilizer Review 1961 a 1976.
7. MERRILL, W. C. The impact of agricultural mechanization on employment and Food production. Washington, D.C; Office of Agriculture, Technical Assistance Bureau, AID, 1971. 42p.

CAPITULO 2

LA TEORIA GENERAL DE SISTEMAS Y SU APLICACION

INTRODUCCION

En las páginas anteriores se llamó la atención sobre la necesidad de revisar la orientación actual de la educación, la investigación, la extensión y los servicios que permiten su adopción. Tal necesidad se fundamentó en que, por lo menos en América Latina, la investigación y la extensión revelaron una eficiencia menor a la esperada, demostrada por la incapacidad de la producción agrícola basada en los rendimientos unitarios para alcanzar la evolución de la población sin un aumento considerable del área. Se hizo referencia, asimismo, a la ventaja de introducir en aquellas actividades un nuevo enfoque que permita la integración de disciplinas hasta hoy aisladas, como forma de que la tecnología que surja y su difusión se adapten, para su adopción, a las condiciones de los productores latinoamericanos.

En las páginas que siguen se describirán los fundamentos, la metodología, el alcance y las limitaciones de un enfoque que, apoyándose en razones menos pragmáticas que las expuestas, intenta llegar a una integración como la señalada y que como se verá da las bases teóricas necesarias. Tal enfoque se basa en la Teoría General de Sistemas.

REDUCCIONISMO Y MECANICISMO

Los autores consultados ^{4, 5, 8, 15, 21} están de acuerdo en afirmar que hasta principios de este siglo la ciencia contemporánea, por lo menos en Occidente, estaba enmarcada por un modo de pensar que colocaba el conocimiento riguroso y detallado por encima de cualquier otra consideración. En consecuencia, la ciencia moderna se

desarrolló de acuerdo a las bases impuestas por Galileo y Newton, las que podían manejar relaciones simples entre fuerzas o cuerpos, presentando en consecuencia una imagen del universo reducida a obedecer tales relaciones. La ciencia newtoniana consideraba al universo físico como un mecanismo gigante que seguía leyes deterministas (un efecto responde a una causa) de movimiento.

Este enfoque llevó a que hasta hace poco primase un criterio reduccionista y mecanicista de la ciencia. El reduccionismo implica reducir el fenómeno en estudio a sus partes constitutivas, suponerlas independientes una de otras, analizarlas aisladamente para explicar sus comportamientos, para luego reunir las explicaciones encontradas separadamente y concluir que esa suma explica el comportamiento del fenómeno como un todo. Como consecuencia, el reduccionismo provocó la categorización de los fenómenos en clases más y más pequeñas, a la vez que cada una de éstas se asociaba a una disciplina que se hacía más especializada⁸. Por su parte, el mecanicismo supone que los fenómenos pueden ser explicados en términos de relaciones mecánicas causa-efecto, aunque para eso sea necesario reducirlos a problemas de dos variables, cadenas causales lineales, una causa y un efecto, o cuando mucho unas pocas variables más²¹.

El reduccionismo y el mecanicismo significaron grandes avances para las ciencias físicas. Sin embargo, en las áreas de la biología, del comportamiento y de la sociología existen problemas que no fueron considerados por el enfoque reduccionista-mecanicista. Por lo tanto, fundamentos teleológicos, es decir de utilidad, tales como organización, capacidad de dirección, objetivos, metas y toma de decisiones, no son tenidos en cuenta por la ciencia clásica^{8,21}.

La adopción de las ideas reduccionistas-mecanicistas por parte de las ciencias biológicas y sociales, entre ellas las ciencias agrícolas, tuvo dos efectos importantes:

a. El fraccionamiento de un fenómeno en sus partes para el estudio separado de cada una de ellas, trajo como consecuencia que el conocimiento ganase en profundidad lo que perdió en amplitud, alejándose de los problemas del mundo real⁸. Al decir de Lazlo¹⁵, los conocimientos así adquiridos son incapaces de decir cómo un número de cosas diferentes actúan juntas cuando son expuestas a influencias diferentes en el mismo tiempo, probablemente el fenómeno más importante desde un punto de vista teleológico.

b. El fraccionamiento de los fenómenos estudiados causó el desarrollo de un número creciente de disciplinas cada vez más especiali-

zadas e independientes, lo que llevó a Boulding ⁵ a afirmar que esta especialización ha provocado que la comunicación entre disciplinas sea cada vez más difícil y a pensar si “la ciencia no se fragmentará hasta detenerse entre eremitas amurallados, cada uno murmurando para sí mismo palabras en un idioma privado que sólo él puede entender”.

LA TEORIA DE SISTEMAS

A partir de principios de este siglo comenzó una reacción contra el reduccionismo y mecanicismo, que afectó incluso a ciencias como las físicas en las cuales habían demostrado ser exitosos. De esta forma, mientras la relatividad se desarrolló en el campo de la física, la teoría cuántica en la microfísica, las ciencias biológicas se apartaron del vitalismo para buscar una teoría más aceptable de la vida. Pero como las leyes físicas eran insuficientes para explicar las interacciones complicadas que se producían en un ser vivo o en la economía, fue necesario el desarrollo de nuevas leyes que, sin contradecir las anteriores, las complementaban ¹⁵.

En contraposición al reduccionismo y al mecanicismo, el expansionismo, la teleología y la síntesis son ahora reconocidos por muchos autores como las vías para alcanzar una mejor comprensión del mundo. En otras palabras, la ciencia actual intenta conocer las partes a través del conocimiento del todo ⁸, lo que no significa, sin embargo, intentar desarrollar una teoría general del todo, sino que entre lo específico que carece de significado y lo general que no tiene contenido, debe existir para cada propósito y en cada nivel de abstracción un grado óptimo de generalidad ⁵.

El expansionismo es el reverso del reduccionismo pues está más interesado en las partes como componentes del todo que en las partes por sí mismas y ve el todo como *sistema* compuesto por un conjunto de partes interrelacionadas. En consecuencia, este enfoque supone que el sistema es un todo indivisible y que no es meramente la suma de sus partes, por lo que no admite para su estudio el enfoque reduccionista ⁸ y exige, por lo tanto, un tratamiento multidisciplinario.

Esta aproximación fue esbozada primeramente en 1937 y luego en posteriores publicaciones con el nombre de Teoría General de Sistemas por von Bertalanffy ²¹. La Teoría General de Sistemas intenta, apoyada en enfoques expansionistas y teleológicos, un acercamiento entre la matemática pura y las ciencias empíricas, es decir que busca un compromiso entre la descripción puramente cualitativa y puramente cuantitativa de un fenómeno ¹⁸, como forma de encontrar su

propia estructura. En las páginas siguientes se hará referencia a la misma.

LA INVESTIGACION DE SISTEMAS

Según Betch⁴ existen muchas definiciones de sistemas. De éstas extrae aquélla que considera a los sistemas como “un arreglo de componentes físicos o un conjunto o colección de cosas conectadas o relacionadas de tal manera que forman o actúan como una unidad, como un todo”. Esta definición considera al sistema “internamente”, ya que cuando lo hace “externamente” es necesario agregar que un sistema está dinámicamente relacionado con el medio externo, es decir, continuamente sujeto a mudanzas⁹.

El concepto de sistemas tuvo su primera aplicación durante la segunda guerra mundial cuando los Estados Unidos de América y Gran Bretaña debieron utilizar en la forma más eficiente posible sus recursos militares. El desarrollo y el empleo de la programación lineal y la introducción de la computadora digital a fines de la década del 50 dieron el impulso necesario al enfoque y a la investigación de sistemas al permitir el estudio cuantitativo de algunos que incluían gran número de variables. Desde ese momento, la investigación de sistemas pasó a ser una herramienta empleada frecuentemente en la industria y el comercio para resolver problemas de programación y organización de recursos^{2, 10}.

La investigación de sistemas sigue una secuencia de fase (en el tiempo) y pasos (metodológicos) que para algunos autores^{8, 10} toma la forma de una matriz en la cual cada elemento representa una actividad que culmina en la síntesis del sistema, como se observa en una representación diagramática del proceso de investigación de sistemas (Fig. 2) cuyas etapas son las siguientes:

a. Especificación del problema

Consiste en definir el o los objetivos de la investigación de un sistema dado. Tales objetivos pueden ser, por ejemplo:¹⁰

- 1) Económicos, como maximización de la producción o minimización de los costos.
- 2) Distribución del ingreso a fin de elevar las condiciones de vida.
- 3) Maximizar beneficios de educación o salud.

b. Jerarquización de los sistemas

Una de las propiedades más importantes de los sistemas es que cada uno de ellos ocupa un nivel determinado en una organización

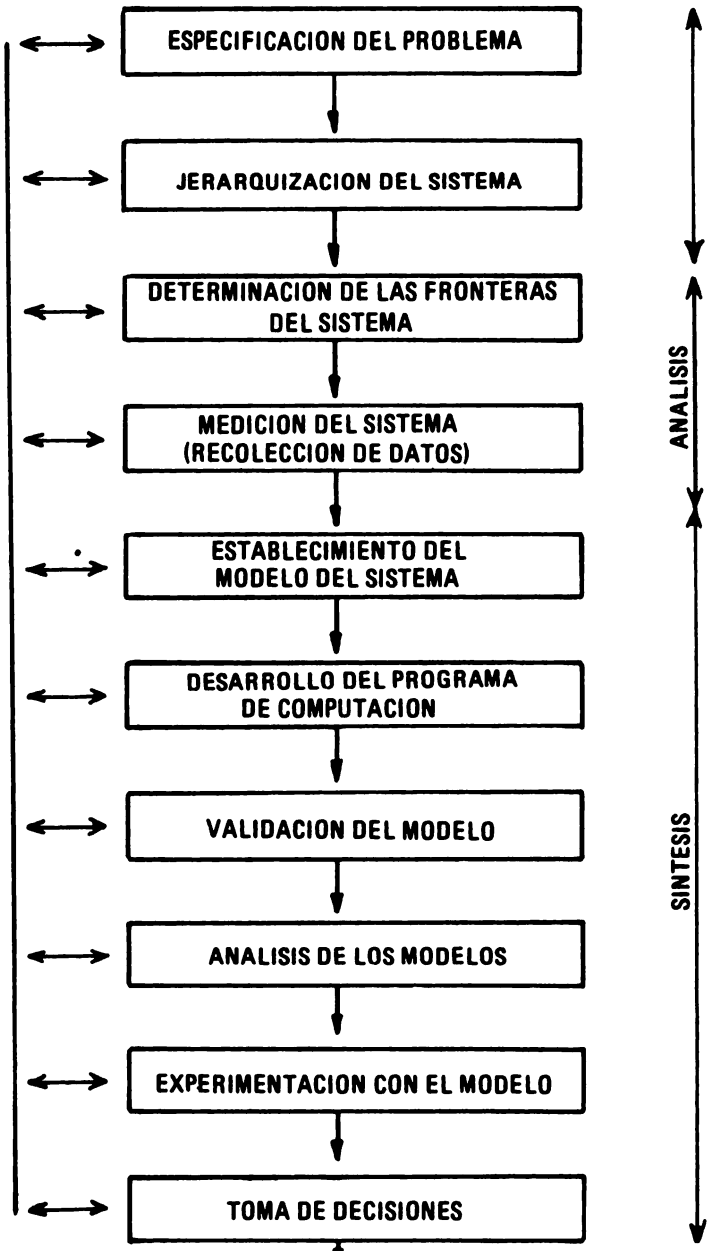


Fig. 2. Fases en la investigación de sistemas (adaptado de Wright^{2 2}).

jerárquica y por lo tanto puede constituir parte de un sistema mayor y, a la vez, subordinar subsistemas jerárquicamente inferiores. En la Fig. 3 aparece la jerarquización de sistemas que incluyen componentes biológicos, físicos, sociales y políticos²⁰.

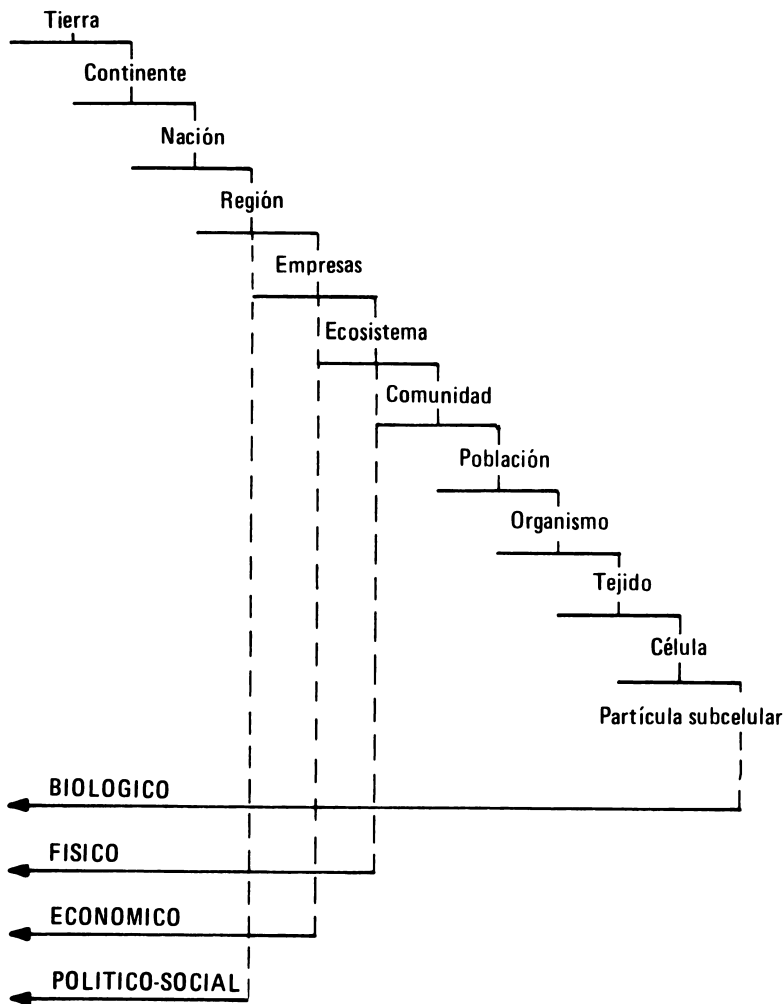


Fig. 3. Jerarquías de sistemas y niveles en los cuales se incluyen componentes biológicos, físicos, económicos, sociales y políticos (tomado de Van Dyne y Abransky²⁰).

La jerarquización de un sistema mayor en subsistemas es imprescindible para que su investigación no caiga en la generalización, al tomar como objeto de estudio un sistema demasiado amplio, ni en el detalle, que complique el análisis o que la empuje al reduccionismo.

c. Los límites o fronteras de los sistemas

El trazado de los límites de los sistemas persigue fines similares a los de la jerarquización; sin embargo, tal operación es probablemente más difícil de lo que parece ya que debe definir cosas como qué dejar fuera del sistema para que éste mantenga dimensiones que permitan su estudio. Al respecto Rountree¹⁸ sugiere que los límites de un sistema no deben ser tajantes sino unas “bandas grises” ocupadas por factores de efectos menores sobre el sistema; asimismo, que en los diagramas, a los que se hará referencia más adelante, aquellos factores deberían ocupar el perímetro del diagrama, y los más importantes las partes centrales.

d. Medición del sistema

Tiene como fin analizar las partes constituyentes del sistema, una vez definidas su jerarquía y sus fronteras. Tal análisis incluye no sólo aislar las partes para su estudio sino sus interrelaciones y los mecanismos dinámicos del sistema¹⁰.

Para ello es necesaria la identificación de las variables *endógenas* o internas del sistema y las *exógenas* o externas al sistema, ya que del producto de las primeras depende la dinámica del sistema; la inclusión tanto de las variables exógenas como endógenas alterará las fronteras del sistema ya establecidas. Sin embargo, en el proceso del análisis del sistema, por lo menos en sus primeras etapas, puede ser de interés prever la importancia de determinada variable que, considerada inicialmente como exógena, su inclusión permita una mejor comprensión del mismo y que por ende signifique la ampliación de sus fronteras.

Además de este tipo de variable es necesario identificar las llamadas *variables de estado*, o sea aquellas variables cuyo valor en un determinado tiempo t_1 se debe conocer para poder determinar su nuevo estado en el tiempo t_2 como resultado de la dinámica del sistema.

Un auxiliar muy útil en esta etapa de la investigación de sistemas es el empleo de diagramas, llamados indistintamente diagramas de cuadros y flechas, diagramas de relación o diagramas de flujo⁶, que usan símbolos para representar las variables y sus relaciones. Su utilidad radica en que permite visualizar la dinámica del sistema en

su conjunto, identificar variables importantes y sus probables relaciones e interrelaciones y es un control visual para las personas involucradas en el equipo multidisciplinario responsable por la investigación del sistema. Así, cada uno de los integrantes podrá identificar los componentes que son de su responsabilidad y apreciar la forma en que su trabajo se relaciona con los demás².

Con la etapa de medición del sistema finaliza el proceso de análisis del sistema y las etapas siguientes corresponden a la síntesis del mismo.

e. Modelación de sistemas

En la investigación de sistemas frecuentemente es imposible manejar el sistema real, por ejemplo el sistema de la educación agrícola de un país o el manejo de los recursos de una finca, y más aún si el objetivo del estudio es crear un nuevo sistema, verbigracia de educación agrícola o de administración de la finca. Asimismo, al investigar un sistema real, las mediciones que se toman del mismo pueden llegar a trastornarlo en tal grado que finalmente lo transformen en un sistema artificial.

En cualquiera de los casos mencionados se hace necesario, entonces, investigar sobre un modelo del sistema real. Wright²² advierte que a pesar de que los modelos son fáciles de manejar por representar las características más importantes de la realidad, no dejan de ser nada más que *complementarios de la investigación del sistema real*.

1) Clasificación de los modelos

La clasificación de los modelos que sigue es una adaptación de las presentadas por Gerez y Grijalba¹⁰, Anderson¹ y Wright²².

Los modelos se clasifican en dos grupos principales de acuerdo a su grado de abstracción del sistema real: *modelos materiales y modelos formales o simbólicos*.

Los modelos materiales son transformaciones del sistema real, físico, en otros sistemas físicos más sencillos que el original y que conservan las características esenciales de este último. A su vez, los modelos materiales pueden ser *icónicos* y *analógicos*. Son *modelos icónicos* aquellos que representan físicamente al sistema real con sólo una transformación de escala. Ejemplos de estos modelos son la maqueta de un edificio o un experimento de campo con cultivos múltiples; ambos representan la realidad: un edificio o una finca, a una escala menor. Los *modelos analógicos* son también representaciones físicas del sistema original aunque el modelo no tiene una similitud físi-

ca con aquél. Como ejemplo se pueden citar el empleo de corrientes eléctricas para representar cursos de agua en ingeniería hidráulica y el uso de segadoras de pasturas como sustituto de la evaluación del pastoreo por animales en agricultura.

Los *modelos formales o simbólicos*, por su parte, son representaciones del sistema real a través del empleo de símbolos. Tales símbolos pueden ser palabras pero más frecuentemente representan cantidades, es decir modelos matemáticos cuantitativos.

A un segundo nivel, los modelos materiales y formales o simbólicos se clasifican de acuerdo a si los mismos dependen o no del tiempo (dinámicos o estáticos) y si incorporan o no elementos probabilísticos (probabilísticos o determinísticos).

Modelos estáticos determinísticos son aquellos de los que se supone una certeza absoluta de la información disponible. En el caso de modelos formales y para el estudio de productos múltiples, la programación lineal ha sido más empleada.

Para los modelos formales llamados *dinámicos determinísticos* se emplea modelos de programación dinámica que puede incluir una serie de programas lineales o una serie de funciones de respuestas optimizadas.

Los modelos formales *estáticos probabilísticos* surgieron como respuesta a la creciente importancia de la necesidad de incorporar el riesgo en la producción a los modelos que intentan representarla. Anderson¹ menciona los modelos más empleados que toman en cuenta este factor.

Los modelos formales *dinámicos probabilísticos* son los que posiblemente mejor se ajustan a las exigencias de procesos que, como los de producción agrícola, incluyen el tiempo, es decir son dinámicos y en su mayor parte elementos probabilísticos o estocásticos. Son, sin embargo, los que involucran las mayores dificultades, algunos de los cuales, como los modelos de programación estocásticos multiperiodicos, se encuentran en el límite de la computabilidad posible¹.

2) Aplicación de los modelos

La aplicación de los modelos descritos está en función de los objetivos definidos al especificar el problema que se busca resolver a través del enfoque de sistemas. Sin embargo es conveniente establecer, de acuerdo con Wright²², una distinción básica entre las aplicaciones descriptivas y las normativas.

Según dicho autor, cuando un modelo persigue una aplicación descriptiva actúa como un armazón que permite identificar las partes constitutivas del sistema y sus relaciones, sus límites y las jerarquías

de los subsistemas que lo componen y, a su vez, las partes y las relaciones dentro de cada subsistema. En consecuencia, las aplicaciones tienen como objetivo lograr una mejor comprensión del sistema, es decir, están más interesadas en el análisis de un sistema existente que en la síntesis de dicho sistema o en la de uno nuevo.

Por su parte, las aplicaciones normativas tienen que ver con la solución de problemas. Estos pueden ser la de obtener alternativas para la toma de decisiones o para el desarrollo de un sistema mejorado o un nuevo sistema, lo que implica un proceso de síntesis. En consecuencia, los modelos de tipo normativo necesitan de un mecanismo que permita la toma de decisiones. Cuando se persiguen aplicaciones normativas, la selección y empleo de modelos estará en función del realismo del modelo para representar un sistema, de la posibilidad de operación del modelo y de la facilidad con que la metodología y los resultados pueden ser comunicados¹.

Si el modelo tiene que explicar el efecto de unas pocas variables, los modelos de funciones de respuesta pueden ser suficientes, pero, aunque su manejo y resultados se comunican fácilmente, son incapaces de operar con un número grande de variables e interdependencias.

Cuando el interés es, por ejemplo, hacer óptimo el uso de recursos, el empleo de la programación lineal es la más adecuada por su facilidad de operación y comunicación. Sin embargo, las condiciones de no linealidad, de complejidad y de variaciones al azar (estocásticas) de muchos de los procesos de producción, hacen que su empleo sea frecuentemente rechazado por los biólogos. Aun un modelo de programación lineal estocástico multiperiodico que considere tales condiciones puede ser formulado, pero sus exigencias en facilidades de computación lo hacen poco accesible.

Finalmente, los modelos llamados de simulación pueden ser tan realistas como lo permita el conocimiento del sistema y, además, se comunican con relativa facilidad. Su dificultad radica en que no disponen de programas estándar de computación como en el caso de la programación matemática¹¹.

Anderson¹ supone, en consecuencia, que la selección de modelos con fines normativos estará determinada en primer lugar, por los objetivos perseguidos y, en segundo lugar, por las características de los procesos en estudio; por lo que si estos procesos son:

a) estáticos determinísticos: se selecciona funciones de respuesta para un solo producto y programación lineal para productos múltiples;

b) dinámicos determinísticos: se elige programación lineal multiperiodica;

c) estáticos probabilísticos o estocásticos: la selección recae en la programación lineal estocástica, y

d) dinámicos probabilísticos o estocásticos: se selecciona la simulación.

Los modelos estáticos determinísticos y los dinámicos probabilísticos o estocásticos son los más utilizados en la investigación de sistemas, incluso en los de producción agrícola, por lo cual sus principales características serán esbozadas más abajo. Aspectos tales como la construcción de modelos serán detallados en el capítulo siguiente así como se hará referencia a modelos icónicos empleados en relación con la producción agrícola.

f. Uso de modelos

1) Modelos de simulación

El término simulación causa cierta confusión debido a la falta de una terminología generalmente aceptada. Según Wright²², “simular” significa duplicar la esencia de un sistema o una actividad sin llegar a la realidad misma, y cita como una de las definiciones más útiles la que define simulación como una técnica “que implica la preparación de un modelo de una situación real (sistema), y después realizar experimentos sobre el modelo”. Considera entonces que el proceso de modelar supone dos acciones: la construcción del modelo y luego la experimentación con este último.

La técnica de simulación comprende un proceso constituido por tres etapas¹¹:

- a) establecimiento del modelo,
- b) escribir y desarrollar el programa de computación, y
- c) obtención y análisis de los resultados.

El establecimiento del modelo realístico del sistema en estudio requiere un conocimiento lo más aproximado posible de los procesos que aquél incluye.

Junto a la definición de objetivos, estas etapas son consideradas como las que más consumen el tiempo dedicado al desarrollo del modelo. Se calcula¹⁶ que la definición de objetivos ocupa 5 a 50% del tiempo empleado en la operación del modelado y que la mayor parte de este tiempo es utilizado al comienzo del desarrollo del modelo y otra parte en los ajustes realizados sobre la marcha del proceso. El grado de especificación de los objetivos depende de los fines buscados. Si un modelo es concebido con fines exclusivamente científicos, los objetivos no se especifican más allá de intentar un mejor conoci-

miento del sistema en estudio. En cambio, si se persiguen fines relacionados a la obtención de un mejor uso de recursos, es decir a mejorar aspectos de manejo de empresas, los objetivos son generalmente mejor definidos.

En el establecimiento de un modelo deberá tenerse en cuenta, así como cuando se definen las fronteras del sistema, cuánto de la situación real deberá incluirse en el modelo y cuánto descartar. Deberá balancearse el costo de computación de incluir muchas variables, con la pérdida de precisión provocada por la aproximación y la simplificación¹⁹.

La etapa de escribir y desarrollar el programa de computación comienza generalmente con la construcción de un diagrama de flujo que muestre los pasos que la computadora debe seguir para producir las respuestas requeridas por el problema. Después de ello, lo que resta es escribir una o un conjunto de ecuaciones para cada símbolo del diagrama. Por su parte, el programa de computación está constituido por una serie de instrucciones que especifica la secuencia de pasos que debe llevar a cabo la computadora^{6, 19}. El lenguaje de computación que se utiliza para programas es, según Suttor y Crom¹⁹, el cuarto lenguaje, además de la prosa, la descripción geométrica y las matemáticas formales, que se emplean para la descripción de un sistema. El lenguaje seleccionado está en función del tipo de equipo de computación disponible, siendo probablemente los lenguajes FORTRAM, DYNAMO y CSMP los más utilizados en simulación^{6, 19}.

Al desarrollar el diagrama que dará lugar a la construcción del modelo es frecuente encontrar componentes del sistema que se considera de interés incluir pero de los cuales se dispone de información insuficiente. Según Armstrong², muchos investigadores, ante situaciones como ésta, deciden suspender el desarrollo del modelo hasta no disponer de la información experimental considerada como necesaria. Dicho autor considera que en muchos casos esa actitud es un error, debiéndose en cambio definir tales procesos de manera empírica con la ayuda de datos subjetivos aportados por investigadores experimentados en el problema. Una vez así incorporados al diagrama, éste se traslada al programa de computación y se procesa tal versión del modelo. Sucesivos procesamientos de otras tantas correcciones de la versión inicial (análisis de sensibilidad) detectarán la importancia relativa de aquel componente y permitirá decidir si continuar con la modelación o postergarla hasta la obtención de la información adecuada.

La etapa final del proceso de modelado está constituida por la experimentación con el modelo, es decir con los resultados de la

simulación del sistema. Dicha actividad persigue los siguientes fines:

a) Eliminar errores del modelo originados en desajustes en la programación, en componentes incorrectamente estimados o excluidos del modelo. Este tipo de análisis es considerado por varios autores¹⁷ como de *evaluación* del modelo, aunque dicho término puede englobar también aquellos análisis que se describen abajo.

b) Comparar el modelo con el sistema real. Si la comparación tiene como fin definir la utilidad y relevancia del modelo se le denomina *validación* del modelo, mientras que cuando lo que se persigue es establecer si el modelo es la representación verdadera del sistema real, se emplea el término *verificación*^{2, 17}.

En el capítulo que sigue se hará referencia a los procesos mencionados.

2) Modelos de optimización

Tales modelos son adecuados para representar situaciones en que recursos escasos deben ser asignados en la forma más eficiente posible a actividades de producción competitivas o excluyentes dentro de un sistema (una empresa, por ejemplo), cuyo objetivo es, generalmente, la maximización de los beneficios o la minimización de los costos.

El número de técnicas de optimización es considerable y, según Arnold Bennett³, va en aumento. Los autores mencionados distinguen trece técnicas de optimización: desde el análisis costo-beneficio y los métodos de programación matemática que incluyen la programación lineal, hasta técnicas de simulación-optimización. La mayor parte de estas técnicas requiere que el problema en estudio sea formulado de tal manera que se adecúe a las técnicas de optimización. Sin embargo, técnicas como las denominadas de simulación-optimización pueden ser utilizadas en modelos de simulación que no hayan sido desarrollados con el objetivo de ser optimizados.

La técnica más empleada para la optimización de recursos es la programación lineal que, aunque por sus condiciones de linealidad y no inclusión del tiempo (estáticas) es, como se señaló, resistida por algunos investigadores, requiere menor capacidad de memoria y es computacionalmente muy eficiente y rápida¹⁰.

Un problema de programación lineal posee los siguientes componentes, características y supuestos^{7, 12}:

a) *Una función objetiva*. Cuando se considera el uso de recursos normalmente se refiere a maximizar ingresos o a minimizar cos-

tos aunque puede incluir otros aspectos (evitar riesgos, evitar oscilaciones del ingreso). Como en el caso de la simulación, el establecimiento de objetivos claros es esencial para la programación lineal.

b) *Alternativas*. La necesidad de tener que escoger entre alternativas para alcanzar la función objetivo; es claro que si existe una sola alternativa no es necesario recurrir a la programación lineal.

c) *Existencia de restricciones*. Cuando no existen limitaciones en el empleo de los recursos de una empresa no existe tampoco un problema de programación lineal ya que no hay qué optimizar.

d) *Linealidad*. Supone proporcionalidad entre las variables dependientes e independientes por lo que solamente ecuaciones con variables de primer grado representan relaciones lineales.

e) *Aditividad*. Las actividades o procesos productivos deben ser aditivos, entendiéndose por ello que el producto total debe ser igual a la suma de los productos de las actividades de los componentes aislados, por lo que en consecuencia no admite la ocurrencia de interacciones.

f) *Divisibilidad*. Considera a los recursos y productos como continuos.

g) *Número finito de alternativas y de restricciones*; de otra manera no habría límite en la programación lineal.

h) *Certeza en los valores*. Supone que el suministro de recursos, los coeficientes de los insumos y productos así como los precios son conocidos con certeza y que son constantes.

Desde el punto de vista operativo y dadas tales condiciones, la programación lineal puede ser aplicada como un procedimiento que permite selecciones sistemáticas de planes que aumentan los beneficios o disminuyen los costos hasta determinar un óptimo, el cual deberá ser consistente con las restricciones impuestas.

ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA TEORIA GENERAL DE SISTEMAS

La Teoría General de Sistemas desde su enunciación ha ido ganando terreno en ciencias tales como la sociología, la economía y las ciencias naturales. Surgió, según sus seguidores, por la incapacidad de las leyes desarrolladas por las ciencias físicas para explicar y predecir fenómenos que ocurren en campos como los mencionados, en

los cuales el todo no es igual a la suma de sus partes. Sostienen que la adopción del reduccionismo por ciencias como las naturales provocó en ésta el surgimiento de disciplinas cada vez más especializadas y en consecuencia los conocimientos aumentaron en profundidad en detrimento de la amplitud.

La Teoría General de Sistemas propone, entonces, dos orientaciones opuestas a las mantenidas por el reduccionismo: 1) ciencias como las naturales, la sociología y las del comportamiento deben “no aislar más los fenómenos en contextos estrechamente confinados, sino más bien abrir las interacciones para el examen y estudiar sectores cada vez más amplios de la naturaleza (Ackoff, citado por von Bertalaffy^{21,2}) el enfoque de sistemas requiere el reagrupamiento de disciplinas, hasta hoy aisladas, en equipos multidisciplinares.

Estos conceptos no recibieron, en general, mayores críticas²¹; las más importantes están dirigidas a la forma de empleo de determinadas técnicas de investigación de sistemas por parte de algunos investigadores. Las críticas de Hoos¹³ se centran en la tendencia a la cuantificación indiscriminada de los procesos considerados. De acuerdo con esta autora, las técnicas cuantitativas y matemáticas son atractivas a aquellos investigadores convencidos de que su empleo es necesario para garantizar la aplicación del método científico a cuestiones sociales y económicas, a los que vino a ayudar la disponibilidad creciente de técnicas computacionales.

Sobre estas bases, la teoría de los juegos, el análisis de insumo-producto, la programación matemática, fueron ampliamente adoptados por la economía. Según la autora citada, los resultados alcanzados no llegaron a satisfacer las expectativas creadas por los enfoques cuantitativos de los problemas económicos. Lo explica citando a Leontief, responsable por el desarrollo del análisis insumo-producto, cuando éste dice que “la construcción de “modelos” abstractos que tratan de descubrir, en términos matemáticos, las interrelaciones complejas que gobiernan el proceso de crecimiento económico, se ha vuelto una de las ocupaciones favoritas de los teóricos de la economía. Lamentablemente, la falta de conocimientos de las condiciones existentes en el mundo real, fuerza al constructor de modelos a fundamentar muchas —si no todas— de sus conclusiones generales en cualquier clase de supuestos a priori, elegidos más por su conveniencia que por su correspondencia con hechos observados”.

El mismo von Bertalaffy²¹ advierte contra “el entusiasmo por las nuevas herramientas matemáticas y lógicas disponibles que lleva a una fiebre de “construcción de modelos” como un fin en sí

mismo y, muchas veces, sin considerar el hecho empírico”.

Parecería, entonces, que las críticas más relevantes no apuntan a la Teoría General de Sistemas sino al uso que algunos de sus seguidores hacen de la misma. Más adelante se volverá sobre estos aspectos.

BIBLIOGRAFIA

1. ANDERSON, J. R. Modelos económicos y sistemas de producción agrícolas. In J. C. Scarsi Ed. *El Enfoque de Sistemas en la Investigación Ganadera*. Montevideo, IICA, Zona Sur, 1974. p. 82-93.
2. ARMSTRONG, J. S. Cómo comenzar la construcción de modelos. In J. C. Scarsi Ed. *El Enfoque de Sistemas en la Investigación Ganadera*. Montevideo, IICA, Zona Sur, 1974. p. 38-53.
3. ARNOLD, G. W. y D. BENNETT. The problem of finding an optimum solution. In G. D. Dalton Ed. *Study of Agricultural Systems*. London, Applied Science Publ. 1975. p. 129-173.
4. BETCH, G. System theory, the key to holimand reductionism. *Bioscience* 24(10):569-579. 1974.
5. BOULDING, K. E. La teoría general de sistemas: el esqueleto de la ciencia. In G. Campero y H. Vidal Comp. *Teoría General de Sistemas y Administración Pública*. San José, Costa Rica. Editorial Universitaria Centroamericana. 1977. p. 65-80.
6. BROCKINGTON, N. R. Sistemas, modelos y experimentos con agricultura. In J. C. Scarsi, Ed. *Enfoque de Sistemas en la Investigación Ganadera*. Montevideo, IICA, Zona Sur, 1974. p. 13-15.
7. DANTZIG, G. Linnear programming: examples and concepts. In E. Mansfield, Ed. *Managerial Economics and Operation Research*. New York. W. W. Norton Co. 1970. p. 191-204.
8. DILLON, J. L. The economics of system research. *Agric. Systems* 1(1):5-26. 1976.

9. GASTAL, E. Sistemas de produção. En Sistemas de Producción Agrícola. Mesa Redonda del Consejo Técnico Consultivo. XXII Reunión. Sto. Domingo. Rep. Dominicana. IICA, 1977. 10 p. (Documento de Trabajo).
10. GEREZ, V. y M. Grijalva. El Enfoque de Sistemas. México, Editorial Limusa, 1976. 580 p.
11. HARDAKER, J. B. The use of simulation techniques in farm management research. *Farm Economist* 9(4):162-171. 1968.
12. HEADY, E. O. y W. CANDLER. *Linear Programming Methods*. The Iowa St. Univ. Press, 1958. 597 p.
13. HOOS, I. La teoría general de sistemas. In G. Campero, y H. Vidal Comp. *Teoría General de Sistemas y Administración Pública*. San José, Costa Rica. Editorial Universitaria Centroamericana, 1977. p. 121-138.
14. INNIS, G. S. The use of systems approach in biological research. En G. E. Dalton Ed. *Study of Agricultural Systems*. London. Applied Science Publ., 1975. p. 369-389.
15. LAZLO, E. *The System View of the World*. New York. George Braziller, 1972.
16. MORLEY, F. H. ¿En qué consiste el enfoque de sistemas en producción animal? In J. C. Scarsi Ed. *Enfoque de Sistemas en la Producción Animal*. Montevideo, IICA, Zona Sur, 1974. p. 24-37.
17. PENNING DE VRIES, F. W. T. Evaluation of simulation models in agriculture and biology: conclusions of a workshop. *Agric. Systems* 2(2):99-107. 1977.
18. ROUNTREE, J. H. System thinking – some fundamental aspects. *Agric. Systems* 2(4):247-254. 1977.
19. SUTTOR, R. E. y R. J. CROM. Computer model and simulation. *J. Farm. Econ.* (46):1341-1350. 1964.
20. VAN DYNE, G. M. y Z. ABRAMSKY. Agricultural system models and modeling. In G. E. Dalton Ed. *Study of Agricultural Systems*. London. Applied Science Publ., 1975. p. 23-106.

- VON BERTALAFFY, L. La Teoría General de Sistemas: una revisión crítica. In G. Campero y H. Vidal Comp. Teoría General de Sistemas y Administración Pública. San José, Costa Rica. Editorial Universitaria Centroamericana, 1977. p. 17-64.
22. WRIGHT, A. La naturaleza de los sistemas de cultivos. In J. B. Dent y J. R. Anderson Ed. El Análisis de Sistemas en Administración Agrícola. México, Editorial Diana, 1974. p. 46-62.

CAPITULO 3

LOS SISTEMAS AGRICOLAS

INTRODUCCION

El interés por el enfoque de sistemas en la producción agrícola siguió con unos años de retraso al despertado por la posibilidad de su aplicación en la industria y en el campo militar. La década del cuarenta marca el inicio de la investigación de sistemas militares e industriales, mientras que las primeras publicaciones relacionadas con el empleo del enfoque de sistemas en agricultura aparecen en el comienzo de la década del sesenta, es decir unos quince años más tarde¹⁰. La expansión de la investigación de sistemas agrícolas se produce a fines de dicha década y se mantiene en la actual en constante crecimiento (ver referencias bibliográficas en las revisiones realizadas por Van Dyne y Abramsky²⁹ y Arnold y Bennett³).

La disciplina científica que primero se sintió atraída por el enfoque de sistemas de producción agrícola fue probablemente la economía agrícola. Hasta las fechas indicadas los economistas agrícolas estaban limitados a utilizar técnicas cuantitativas y matemáticas que, como los modelos de funciones de respuestas, se reducían a la consideración de unas pocas variables e interdependencias y, en consecuencia, no se adaptaban totalmente a las condiciones de complejidad de los sistemas agrícolas; pero el desarrollo de las técnicas de programación matemática, su adaptación a varias de las características de la producción agrícola y la disponibilidad de recursos de computación, ampliaron el campo de sus actividades.

Posteriormente, al extenderse el interés por el enfoque de sistemas y al intentarse no sólo el óptimo empleo de recursos limitados sino comprender, mejorar o crear nuevos sistemas, se desarrollaron técnicas que permitieron simular el comportamiento de un

sistema real o de uno hipotético. Asimismo, en los últimos años tomó importancia cada vez mayor un enfoque que, aún sin apoyarse en la construcción de modelos cuantitativos, mantiene los conceptos y características básicos de la teoría de sistemas.

En las páginas que siguen se hará referencia a tales enfoques así como a las particularidades que distinguen a los sistemas agrícolas y a la metodología empleada para su investigación.

EL POR QUÉ DE LA INVESTIGACION DE SISTEMAS AGRICOLAS

Tal como se señaló anteriormente, el enfoque reduccionista y mecanicista de las ciencias provocó su fraccionamiento en un número creciente de disciplinas con una especialización cada vez más estrecha. Esta situación trajo como consecuencia que: a) cada disciplina aislase de su ambiente el objeto o fenómeno en estudio ignorando consciente o inconscientemente la existencia de interrelaciones de dicho fenómeno y su ambiente; b) de los resultados del estudio de cada uno de los objetos o partes se concluyese el comportamiento del todo; c) se ganase conocimientos en profundidad en perjuicio de la amplitud de los mismos y, d) la comunicación entre disciplinas se hiciese cada vez más difícil.

Las ciencias agrícolas aplicadas, al desarrollarse sobre moldes reduccionistas y deterministas posiblemente subestimaron en algo la importancia de las características de los procesos de la producción agrícola que, primero, los distinguen de los de, por ejemplo, la industria, y segundo, difieren entre sí según el grado de desarrollo económico alcanzado por los países en que se llevan a cabo.

La producción agrícola, tal vez más que cualquier otro proceso productivo, está atada a factores ecológicos, sociales, económicos y políticos que se interactúan, afectan y son afectados por las decisiones que realiza el agricultor en relación con la administración de su unidad de producción. Cuando las ciencias agrícolas aplicadas se manifiestan a través de las actividades de educación, investigación, transferencia de tecnología, servicios y planificación agrícolas, siguiendo las bases impuestas por el enfoque reduccionista y determinista, están poco adecuadas a la consideración de factores que, como la presencia de relaciones e interacciones de los medios de producción empleados, el papel del productor en la toma de decisiones a nivel de finca y la habilidad de éste en el manejo de la empresa, afectan la eficiencia de las actividades señaladas.

Sin perjuicio de volver sobre estos aspectos, conviene reseñar algunos efectos que sobre tales actividades tiene el empleo del enfoque

reduccionista y determinista por parte de las ciencias agrícolas aplicadas.

a. El reduccionismo en la educación agrícola superior

La educación agrícola superior refleja en alguna medida la presencia de dicho enfoque, la que se hace más crítica cuando los centros de estudio abarcan no sólomente la educación sino la investigación y la extensión de conocimientos. Desde su organización institucional compartimentalizada en disciplinas que como fertilidad y manejo de suelos, implantación y manejo de plantas forrajeras, nutrición y manejo de ganado y administración rural, aparecen íntimamente relacionadas en la producción agrícola a nivel de finca, dichos centros tienden a formar técnicos que encontrarán posteriormente las mismas dificultades de síntesis a que se hallaron expuestos durante su educación. Contra esta formación "generalista y compartimentalizada" reaccionaron algunos centros adoptando planes de estudio que incluyen un período de asignaturas básicas y otro denominado de especialización u orientado, mientras que otros centros desarrollaron paralelamente cursos de posgrado con objetivos similares. Sin embargo, es probable que tal inquietud se haya compensado solamente en parte ya que la compartimentalización se mantiene aún en los cursos de posgrado y fundamentalmente en los correspondientes a los especializados u orientados, en cuyos planes de estudio es difícil ver que las asignaturas se complementen en procura de la síntesis de los conocimientos impartidos.

Obviamente, la orientación elegida por la educación agrícola superior es de vital importancia para la eficiencia de los organismos de investigación, transferencia de tecnología, servicios y planificación agrícolas ya que éstos son el destino de la mayor parte de los técnicos egresados de los centros mencionados. Algunos de los probables efectos de una formación académica como la descrita en la eficacia de las acciones de dichos organismos se discuten a continuación.

b. El reduccionismo en la investigación y extensión agrícolas

En muchos países la investigación agrícola aplicada adoptó una organización institucional similar a la escogida por la educación agrícola superior en lo que se refiere a apoyar sus actividades en programas, departamentos o proyectos identificados por disciplinas y, en menor proporción, por productos.

Ocupan generalmente la misma posición jerárquica, dependiendo de la dirección del organismo, y poseen pocos o ningunos canales formales de comunicación entre ellos. Esta organización dificulta a

la investigación agrícola aplicada la posibilidad de juzgar cabalmente la importancia que a nivel de la producción agrícola tienen las relaciones entre las variables que se aíslan para su estudio, las motivaciones que impulsan las decisiones del productor en relación al empleo de los recursos disponibles y su capacidad empresarial.

Es claro que el enfoque disciplinario es imprescindible para el análisis de los factores que afectan a la producción agrícola y que dicho enfoque es el responsable por los avances tecnológicos alcanzados en lo que va de este siglo. De acuerdo con esto, la investigación analítica aplicada a, por ejemplo, la producción de maíz, debe ir aislando sucesivamente para su experimentación, el mejoramiento genético, la preparación del suelo, su fertilización, el control de plagas y la economía del empleo de tales insumos, para luego intentar, aunque fuese parcialmente, una síntesis de la acción de algunas de esas variables en experimentos que pueden incluir el maíz en asociación o en rotación con otros cultivos de granos y forrajeros. Sin embargo, la síntesis de la información a nivel de finca recae en su mayor parte en la labor de los extensionistas y en los propios productores, dado que una gran proporción de aquella es difundida como producto de actividades disciplinarias, es decir aisladas.

Esta situación presenta dos connotaciones importantes:

1) En varios países los servicios de extensión o de transferencia de tecnología dependen de organismos institucionalmente separados de los de investigación, lo que lleva a que los extensionistas se transformen en receptores pasivos de la información técnica aunque mantienen la responsabilidad por el uso eficiente de la misma. Por lo tanto, cuando el extensionista trata de sintetizar la información aislada de que dispone, cuenta, en muchos casos, sólo con su habilidad personal para adaptar su aplicación en fincas. Si se acepta que el enfoque actual de muchos centros de educación superior lleva a extremos de especialización o de generalización de la formación técnica, es posible concluir que en tales casos la mayor parte de dicha habilidad es producto de la experiencia personal más que de la capacitación recibida, lo que probablemente esté limitando o, por lo menos, postergando la eficiencia de los servicios señalados.

2) Muchas veces la síntesis por parte de los productores agrícolas de la información técnica divulgada aisladamente tropieza con las siguientes dificultades:

a) Cuando, por ejemplo, la investigación analítica aplicada aisla las variedades para su evaluación, coloca a éstas en condiciones óptimas de preparación, fertilidad de suelos y de control de plagas

tales que la variabilidad encontrada es una respuesta debida únicamente a la expresión del objeto en estudio, variedades en este caso, y no a la presencia de variables incontroladas. La posibilidad de que el productor logre una respuesta similar a la obtenida por la experimentación que originó la tecnología propuesta, experimentación inobjetable del punto de vista metodológico, dependerá, como se señaló anteriormente, de su capacidad para utilizar eficazmente los recursos de que dispone y para considerar las variables que éstos incluyen, en este caso, la tierra (elección, época y preparación adecuadas), fertilizantes (época, tipo, forma y niveles de aplicación) y plaguicidas (época, tipo, forma y dosis de aplicación) entre otros. Según Hierche, citado por Murcia y Araujo²¹, “una empresa es el producto de determinada combinación de medios financieros, de medios técnicos y de mano de obra, los cuales se deben combinar y dosificar adecuadamente para mayor eficacia”. En consecuencia, quienes son capaces de utilizar de tal forma recursos y variables como los mencionados caen dentro de esa definición y deberán ser catalogados como empresarios eficientes; ya se señaló que en las regiones en desarrollo, como América Latina, sólo 5 a 10% de sus productores agrícolas pueden ser considerados como tales empresarios. Por tanto, es muy probable que los productores agrícolas, de países en desarrollo, que estén en condiciones de emplear eficazmente los recursos en cuestión, es decir, conseguir una síntesis adecuada de la información ofrecida aisladamente, formen necesariamente una minoría.

b) Cuando la investigación analítica aísla, por ejemplo, el efecto de un nutriente para su estudio y define el nivel de éste con que se alcanza la respuesta óptima de determinado cultivo, se está suponiendo que la decisión del productor agrícola se inclinará también a optimizar el uso del recurso fertilizante. Nuevamente se hace necesario distinguir aquí entre empresarios agrícolas comerciales —que generalmente tienen menor escasez de recursos, tienden a optimizarlos y en los cuales la aversión al riesgo es menor— y los productores pequeños, en los que por ser la producción de subsistencia fundamental se tiende principalmente a evitar riesgos. Según Navarro²², la semilla es para los pequeños productores la más importante inversión de capital en la producción de cultivos anuales mientras que destinan lo menos posible en otros insumos como fertilizantes y plaguicidas. Para ellos, señala Navarro, “el riesgo de perder el dinero invertido en estos insumos es más importante que el riesgo de menores rendimientos inducidos por baja fertilidad, ataques de insectos y otros problemas”, por cuanto “tecnologías que requieren insumos costosos y tecnologías más atractivas desde el punto de vista socioeconómico tendrán

uso solamente cuando son acompañadas por algún tipo de soporte institucional, por ejemplo crédito efectivo o subsidios". En consecuencia, la posibilidad de ajustar una tecnología como la descrita a las actualmente usadas por el productor, es decir una síntesis entre éstas y aquélla, queda reducida nuevamente a la pequeña proporción de empresarios agrícolas existente.

c. El reduccionismo en los servicios técnicos y financieros

La tecnología resultante de las actividades de la investigación agrícola aplicada bajo el enfoque reduccionista influyó no solamente en las acciones de la extensión sino también en las de los servicios técnicos y financieros.

Ya se hizo referencia a las dificultades que encuentra la investigación agrícola aplicada en sintetizar en experimentos el efecto de las interrelaciones de las variables que actúan a nivel de la producción agrícola y que fueron aisladas para su análisis; esta dificultad impide que la tecnología resultante vaya más allá de ofrecer "paquetes tecnológicos" por producto, muchas de cuyas interacciones de sus componentes aparecen imperfectamente analizadas y obviamente desconocidas con relación al resto de los factores de producción existentes dentro y fuera de las fincas.

Los servicios técnicos oficiales, tales como control de plagas, análisis de suelos y mejoramiento de semillas, surgieron como una necesidad basada en los resultados de la investigación agrícola aplicada y dependen técnicamente de ésta, aunque institucionalmente están generalmente separadas. Esta dependencia técnica tiene los siguientes efectos sobre la organización y los objetivos que persiguen los servicios señalados:

1) Institucionalmente, los servicios técnicos funcionan en general bajo la órbita de los ministerios de agricultura, en forma independiente entre sí y con respecto a los de extensión, siguiendo, en alguna medida, la especialización que se refleja en los organismos de investigación agrícola aplicada. Como consecuencia, la actividad que realizan a nivel de finca es también independiente.

2) Los objetivos que persiguen están definidos y, a su vez, limitados por las disciplinas que respaldan cada una de las actividades que dichos organismos realizan; así, análisis de suelos lo está por fertilidad de suelos, control de plagas por fitopatología, entomología y control de malezas, y mejoramiento de semillas por mejoramiento genético. Aunque el autor desconoce los objetivos formales de las entidades mencionadas, es probable que la organización institucio-

nal que aisle una actividad de las otras y las torna independientes provoque que la responsabilidad de aquéllas esté limitada a conseguir el empleo eficaz de los fertilizantes o la adopción de semillas de alta calidad de variedad probada o el uso eficiente de plaguicidas, sin tener en cuenta que tales prácticas pueden ser inoperantes cuando son aplicadas aisladamente. En estas condiciones, es posible que los únicos beneficiados con esos servicios sea, una vez más, la minoría de empresarios agrícolas eficientes.

El empleo de crédito agrícola no escapa, normalmente, a esta situación. Los organismos de este servicio responden, para el otorgamiento de créditos, a la opinión de sus departamentos financieros y técnicos, y la de éstos se basa, lógicamente, en la tecnología disponible, por lo que es común observar créditos otorgados para determinadas operaciones de producción (preparación de suelo o semillas o abrevaderos para el ganado) sin tener en cuenta si la tecnología cuya introducción es financiada estará en presencia de otras que manifiesten una eficiencia tal que permita la expresión adecuada de la nueva tecnología.

d. Consideraciones finales

Las limitaciones que la educación agrícola superior, la investigación agrícola aplicada, la extensión y los servicios agrícolas encuentran para comprender primero, y mejorar después, la producción agrícola son, se cree, el efecto de la adopción *exclusiva* de un enfoque reduccionista. Esta situación se da también en otras ramas de las ciencias biológicas y en las económicas y sociales.

Contra esa concepción reduccionista y determinista del mundo reaccionaron varios científicos, quienes propusieron otros enfoques que permitirían ampliar el grado de conocimiento de aquellos fenómenos explicables solamente cuando se consideran sus relaciones de dependencia y la forma en que ellos y esas relaciones están afectados por el tiempo.

Los fenómenos objeto de estudio de las ciencias agrícolas tienen esas características: demuestran relaciones de interdependencia y aparecen afectados por el tiempo y por elementos probabilísticos. En consecuencia, la comprensión del fenómeno como un todo escapa *en parte* al enfoque reduccionista ya que, por lo menos en las ciencias agrícolas, el aislamiento del fenómeno en estudio es imprescindible en las primeras etapas de la investigación de sistemas. Por lo tanto, el enfoque de sistema necesita de la investigación analítica tradicional-reduccionista para la obtención de la información básica que permitirá la síntesis del sistema en estudio o desarrollar

uno nuevo; es decir, que el enfoque de sistemas no es excluyente del reduccionista sino *complementario*

Probablemente los primeros intentos de aplicación del enfoque de sistemas en la producción agrícola se llevaron a cabo para estudiar sistemas de producción pecuaria desde puntos de vista biológicos y económicos. La complejidad de sistemas que incluyen relaciones de suelo-planta-animal, característica de los fenómenos de producción animal, dificultaba la investigación analítica clásica. El volumen importante de información originada por la experimentación analítica de los componentes de los sistemas pecuarios que poseían los programas de investigación de países como Australia, Nueva Zelandia, Gran Bretaña y los Estados Unidos de América, permitieron la investigación de sistemas a través del empleo de modelos de simulación y mejoramiento. Más tarde, un enfoque similar fue adoptado por países de zonas templadas de América del Sur en los que la investigación pecuaria tiene carácter prioritario.

Sin embargo, recientemente fueron tomando mayor importancia justificativa para la adopción del enfoque de sistemas otras razones más trascendentes que las dificultades meramente experimentales. Algunos países de América y algunos centros internacionales de investigación de agricultura tropical comenzaron a preocuparse por las limitaciones que presentaba la investigación tradicional como respuesta a los problemas de baja producción agrícola. Ciertos estudios^{5,19,22} más o menos amplios que el explicado en el Capítulo 1 demostraron que los objetivos y la metodología de investigación agrícola introducidos sin cambios desde países de economía desarrollada, y en los cuales demostraron ser exitosos, no se adaptaban completamente a las condiciones de países de economía en desarrollo. Las características de la producción agrícola de éstos, y fundamentalmente la alta proporción de productores de subsistencia cuya aversión al riesgo es el principal factor que define sus decisiones, agregan variables que no admiten ser aisladas para su análisis y que exigen por tanto un enfoque de sistemas complementario a la investigación analítica tradicional.

La adopción del enfoque de sistemas por la investigación agrícola ha ganado terreno en los últimos años; su expansión, sin embargo, encuentra limitaciones: algunas son intrínsecas al enfoque —confusión en los objetivos perseguidos, confusión con relación a la metodología que se utilizará, confusión respecto a la importancia de ésta— pero las más provienen de la propia investigación tradicional que muchas veces no acepta fácilmente la posibilidad de revisar su orientación.

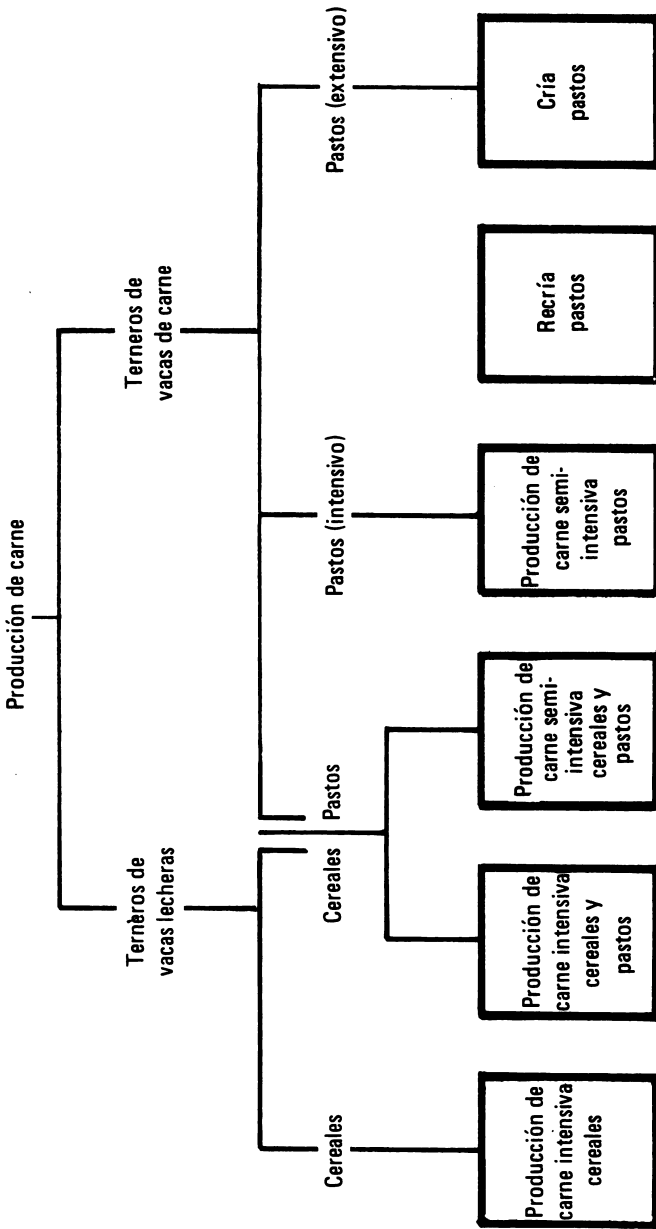


Fig. 4. Sistemas de producción de carne bovina (tomado de Spedding^{2 5}).

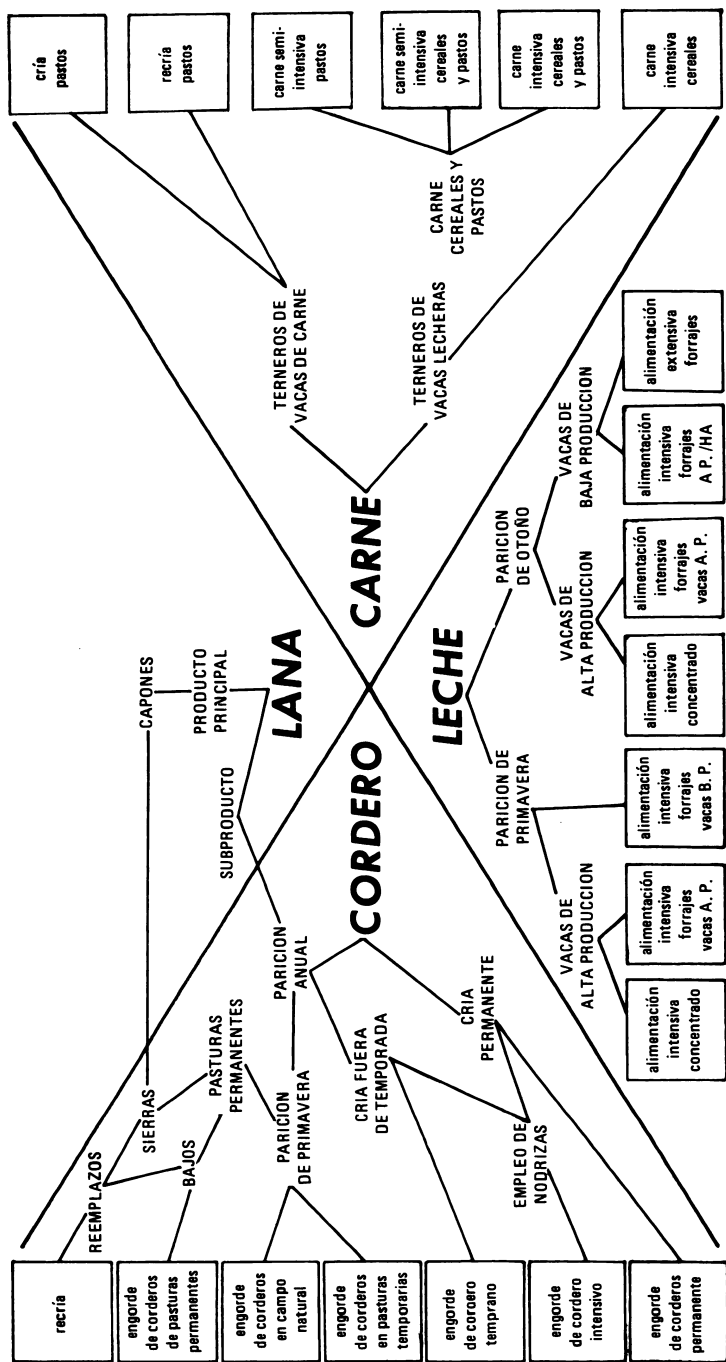


Fig. 5. Sistemas de producción de rumiantes (tomado de Spedding²⁵)

Nota: A.P = Alta producción; B.P. = Baja producción

LOS SISTEMAS AGRICOLAS

A pesar de que según Spedding²⁵ la definición de sistemas en general es válida para los sistemas agrícolas dado que éstos se distinguen sólomente en que persiguen un propósito agrícola, es adecuado subrayar algunas de sus características antes de considerar la metodología de su investigación.

a. Clasificación de los sistemas agrícolas

La amplitud de la definición de sistemas, así como la cantidad y variedad de sistemas agrícolas que pueden ser objeto de estudio, hacen necesario intentar su clasificación, ya que la posibilidad de extender los resultados de investigación de un sistema a otros sin su agrupamiento por características comunes es prácticamente imposible.

De acuerdo con Spedding, las bases para la clasificación de los sistemas agrícolas son muchas, aunque tal vez la más importante es aquella que considera los propósitos que persigue la producción agrícola; de esta forma, los sistemas de producción de carne bovina pueden ser clasificados según la intensificación del empleo de los medios de producción cuyo producto estará en función de la misma (Fig. 4); similarmente son clasificados los sistemas de producción de leche, lana y carne ovina, los cuales reunidos (Fig. 5) componen el sistema de producción de rumiantes. Por su parte, los sistemas de producción agrícola tropical, son también clasificados según bases semejantes (Fig. 6).

b. Conceptualización de los sistemas agrícolas

Spedding sostiene que un sistema agrícola deberá incluir los siguientes conceptos:

- 1) Un propósito: aquél por el cual el sistema es operado;
- 2) Una frontera: que marca qué está dentro del sistema y qué queda fuera del mismo;
- 3) El contexto: es decir, el ambiente externo en el cual funciona el sistema;
- 4) Los componentes: principales constituyentes que aparecen relacionados para formar el sistema;
- 5) Las interacciones: o sea, las relaciones entre los componentes;

- 6) Los recursos: componentes comprendidos en el sistema y que son utilizados para su funcionamiento;
- 7) Los insumos o aportes: empleados por el sistema pero que tienen origen externo al mismo;
- 8) Los productos: el resultado esperado de la operación del sistema;
- 9) Los subproductos: productos útiles aunque obtenidos incidentalmente.

La Fig. 7 muestra, en esquema muy simplificado, un sistema de producción lechera que incluye los conceptos anteriormente señalados. En este caso el propósito es la producción de leche (a) aunque aparece la producción de carne como un subproducto (i) de la operación del sistema. Las fronteras del sistema (b) están representadas por los límites de la finca lechera, mientras que el contexto (c) está constituido por el marco social, económico y político en el cual el sistema se desenvuelve. El pasto y el hato lechero, representados en el esquema por A y B, constituyen los componentes del sistema (d) afectados por interacciones (e) señaladas por las flechas que indican direcciones contrarias. La acción de los insumos (g), por ejemplo fertilizantes nitrogenados, aplicada al recurso (f) tierra sobre el componente pasto y éste sobre el componente hato lechero, determina el producto (h) leche y el subproducto carne ya mencionado.

Los conceptos referidos deben ser, necesariamente, tomados en cuenta tanto en la investigación como en la operación de un sistema. Sus acciones son mucho más complicadas que las expresadas aquí y la dificultad de considerarlos adecuadamente para cualquiera de los fines mencionados hacen que la investigación de sistemas muchas veces no pase de ser un mero ejercicio intelectual¹⁵.

c. La investigación de sistemas agrícolas

La metodología empleada para la investigación de sistemas agrícolas es similar a la descrita cuando se hizo referencia a los sistemas en general (Capítulo 2). No obstante, las características y los conceptos que encierran los sistemas agrícolas, así como los resultados de la investigación realizada a nivel mundial en ellos por más de una década, hacen necesario describir una vez más la metodología de la investigación de sistemas cuando la misma es aplicada a la agricultura; ella cubre las siguientes etapas:

1) Análisis de sistemas

Es sin duda la más difícil y más larga, y comprende pasos que,

RECOLECCION Ejemplo: Recolección de frutos de palmeras salvajes

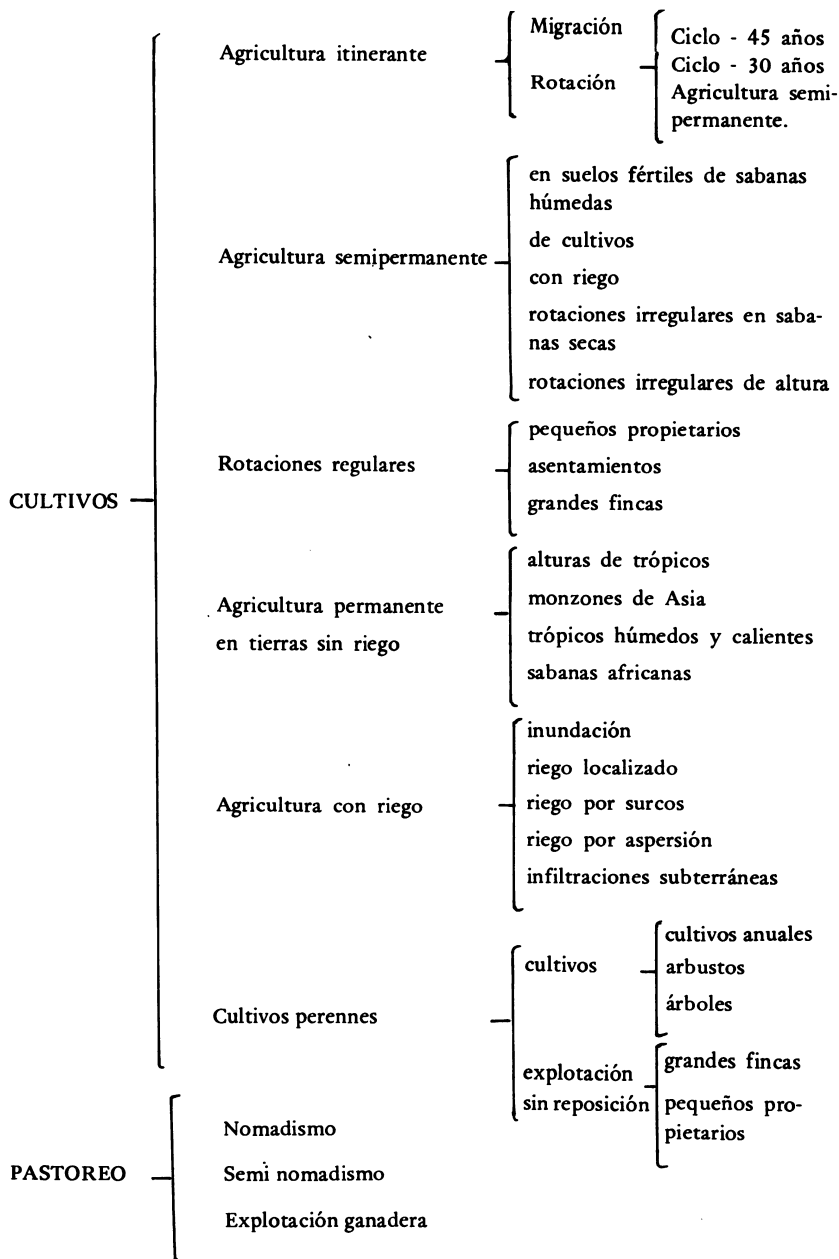


Fig. 6. Clasificación de sistemas agrícolas tropicales. (de Ruthenberg, citado por Spedding^{2 5}).

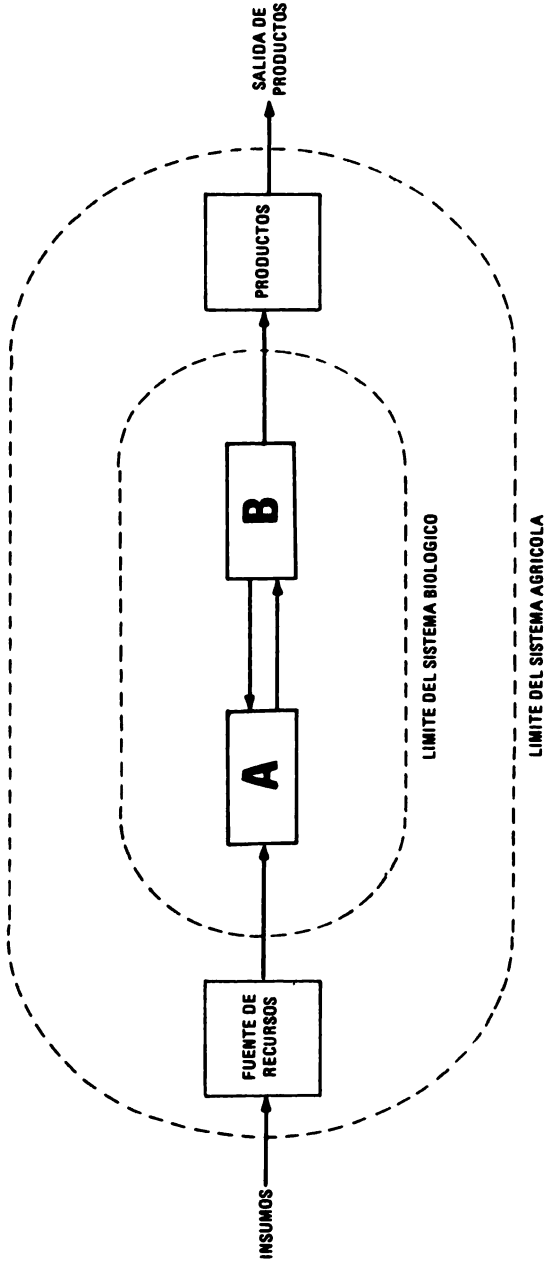


Fig. 7. Representación muy simplificada de la operación de un sistema de producción lechera (Adaptada de Spedding²⁵).

si no son adecuadamente considerados, pueden quitar toda trascendencia a la investigación de sistemas.

a) La especificación del problema

La investigación de sistemas agrícolas puede perseguir varios objetivos: actuar como material de enseñanza, aumentar el conocimiento científico o que sus resultados sirvan para asistir al productor o al gobernante en la toma de decisiones^{6, 12, 23}. La especificación del problema estará, entonces, en función de los objetivos perseguidos; así, cuando el objetivo es que los resultados de la investigación de un sistema agrícola sean utilizados en la enseñanza, la importancia de la rigurosidad en la definición del problema es menor que cuando tales resultados sean empleados en la comunicación científica o en el asesoramiento a los productores agrícolas o al gobierno.

Si el objetivo es científico, comúnmente puede ajustarse la especificación del problema al volumen de la información experimental disponible, con lo cual se mantiene la investigación problema dentro de los márgenes adecuados de rigurosidad. Aún así, es posible ver en la literatura científica relativa a la investigación en sistemas, la falta de definición del problema y, en consecuencia, de los objetivos perseguidos, lo que está limitando seriamente la validez del esfuerzo²⁹.

Cuando el objetivo busca asistir al productor, se considera que la especificación del problema investigado presenta características especiales que deben ser estudiadas a mayor profundidad.

En primer lugar, los productores agrícolas, sean éstos pequeños, medianos o grandes productores, manejan sus predios, o tienen a hacerlo, como un sistema de producción agrícola, aún cuando sea difícil que esté más interesado en conseguir, por ejemplo, un empleo racional de los fertilizantes, que en obtener una mayor producción unitaria del cultivo como tal. Lo más probable es que ese agricultor esté buscando la mayor eficiencia o la mayor seguridad en el empleo de *todos* los factores de producción de que dispone. En consecuencia, poco puede hacer con una información técnica, aún la originada a través del enfoque de sistemas, si la misma fue desarrollada definiendo el problema como el de un componente perteneciente a un subsistema y no el subsistema en sí (un cultivo, en el ejemplo señalado), por lo que afectará favorablemente sólo a ese componente específico. Un aspecto que la investigación analítica tradicional no toma en cuenta y que un enfoque parcial de sistemas no es capaz de superar, es la interacción del productor con la adopción de tecnología.

En segundo lugar y relacionado con lo anterior, debe considerarse las diferencias que separan al productor agrícola de países de economía desarrollada con aquéllos de economías en desarrollo. Los resultados surgidos del enfoque de sistemas cuya especificación del problema toma un componente del sistema o subsistema de producción agrícola como objeto de estudio, está dando buenos frutos en los países de economía desarrollada, Estados Unidos de América, por ejemplo¹³. Sin embargo, la posibilidad de que la tecnología originada de la investigación de componentes de un sistema agrícola rinda resultados similares en países en desarrollo, choca con las características ya señaladas que distinguen a la mayoría de los productores agrícolas de países como los de América Latina.

Finalmente, la especificación del problema no debe ser la decisión de un especialista sino la de un equipo interdisciplinario. En pocas circunstancias se da que un solo especialista esté en condiciones de comprender la importancia y evaluar todas las variables e interdependencias que juegan en la operación de un sistema agrícola a nivel de finca y la del papel que desempeña el agricultor en la toma de decisiones y sus motivaciones para hacerlo. Un equipo ideal deberá estar constituido por biólogos, economistas y sociólogos, bajo la dirección de un biólogo²⁰ (Dillon¹⁶ sostiene que, en el futuro, la dirección de un equipo debería caer bajo un sociólogo), apoyado por matemáticos y programadores de computación, quienes deben trabajar en estrecho contacto con los productores agrícolas destinatarios de los resultados de la investigación. La constitución de equipos interdisciplinarios es una meta perseguida desde hace tiempo, aún por la investigación analítica tradicional, probablemente con pocos resultados positivos.

Varias son las razones de esta dificultad pero tal vez la más importante radique en la resistencia de los especialistas para mirar su disciplina como un eslabón del proceso de generación de tecnología más que como un mecanismo generacional autosuficiente. Como se verá más adelante, una forma de superar este problema es que el enfoque de sistemas no se refleje sólo en la organización de equipos multidisciplinarios sino en la propia organización institucional del o los organismos responsables por el desarrollo, transferencia y adopción de tecnología.

b) Definición de fronteras y jerarquías

La definición de las fronteras y las jerarquías de y entre los sistemas agrícolas, está estrechamente vinculada a la definición del problema y los objetivos de la investigación de sistemas, y muchas de las observaciones consideradas con relación a estos últimos se

aplican al trazado de fronteras y distinción de jerarquías.

Al referirse a este tema de los sistemas en general, se diagramó en la Fig. 2 del Capítulo 2 el concepto de sistemas llevado a su expresión más amplia. Cada uno de los subsistemas acepta a su vez ser dividido en otros subsistemas y, probablemente, éstos en otros más. La posibilidad de estudiar sistemas complejos en tanto los mismos estén formados por un número importante de subsistemas, depende de los objetivos en consideración, de la capacidad de los investigadores, de la información disponible y del acceso a las técnicas apropiadas.

Estos conceptos se aplican, asimismo, cuando el objetivo del estudio es la investigación de sistemas agrícolas. Cuando la definición del problema y de los objetivos es realizada por los planificadores agrícolas interesados por ejemplo en la fijación de programas nacionales o regionales de desarrollo agrícola, la definición mencionada marca inmediatamente, para su análisis y síntesis posterior, los límites o fronteras que estarán encerrando varios subsistemas y sus componentes. Fijadas las fronteras, el paso siguiente es el establecimiento de jerarquías entre los subsistemas comprendidos dentro del sistema objeto de estudio, lo que permitirá categorizarlos de acuerdo con la importancia de la función que cumplen como integrantes del sistema, desechar algunos que influyen poco o nada en su expresión y llevar a cabo en los restantes las mediciones necesarias con una profundidad acorde a la importancia de los mismos.

Cuando el sistema en estudio es una finca o un grupo de ellas con características similares, la definición de fronteras y de jerarquías es tan o más complicada que cuando el objetivo es un sistema más vasto, sobre todo si el problema y los objetivos comprenden fines de asistencia a agricultores. Aún dentro de estas situaciones, existen diferencias de complejidades al comparar una finca que practica el monocultivo (caña, café) con una dedicada a la producción diversificada, o con el número importante de sus casos intermedios. En el primer ejemplo, la producción se basa en la operación de un solo sistema constituido por componentes o variables con un número menor de interdependencias que no necesitan generalmente ser estudiadas como subsistemas y donde, por consiguiente, la frontera de la investigación es la finca. Es claro que si la finca cañera incluye el procesamiento de la caña, la producción e industrialización de ésta pasarán a ser subsistemas, pudiéndose ampliar entonces la frontera del objeto investigado.

Una situación intermedia está representada por la explotación de una finca dedicada a la producción ovina donde el producto es lana y carne y en la que en cada una de éstas pueden distin-

guirse no ya como componentes sino como subsistemas de producción. En la Fig. 8, Spedding²⁵ distingue el sistema de producción ovina a nivel de una finca incluyendo lana y carne, y en la Fig. 9, el subsistema producción de corderos, ambos representados por un diagrama circular que marca claramente las fronteras de la investigación y el objeto del sistema en el centro del diagrama.

Un grado mayor de complejidad es evidenciado por una finca que combina la producción de granos con la pecuaria, en la cual es posible distinguir tantos subsistemas que incluso su diagramación es complicada, siendo el caso extremo, probablemente, la finca semicomercial en que la producción de subsistencia es fundamental; en este ejemplo deberá considerarse no sólo la diversidad de productos sino su destino y las motivaciones que definen la toma de decisiones del productor.

Esta complejidad, que se hace creciente cuando se pasa de fincas monocultoras a la consideración de la producción semicomercial, definirá el trazado de las fronteras de la investigación de sistemas. En el primer caso es posible inclinarse a que la frontera de la investigación esté constituida por los límites físicos de la hacienda y que el objetivo sea hacer uso apropiado de los recursos para, por ejemplo, incrementar la producción de caña. En los restantes casos la complejidad de las interdependencias hace necesario individualizar los subsistemas y aislarlos temporalmente para su estudio. Esto pudiera parecer relativamente simple por la claridad con que las Figs. 8 y 9 distinguen un proceso dentro de otro; sin embargo es necesario reconocer con Clark y McInerney¹² la dificultad que significa separar subsistemas sin interferir, y por lo tanto desconocer, la presencia de importantes interacciones y sin caer en un reduccionismo inoperante²⁴.

c) La medición del sistema

Consiste en el relevamiento de la información básica como paso previo al proceso de síntesis de un sistema mejorado o de uno nuevo y es obtenido del sistema o subsistema una vez definidos el problema, los objetivos y las fronteras de los mismos. Se admitió anteriormente la validez de hacer depender los alcances de la investigación de sistemas de la rigurosidad de la información disponible cuando los fines de dicha investigación son puramente científicos. En cambio, si los fines son los de ofrecer asistencia al productor agrícola, la precisión de la información básica disponible debe ser apreciada bajo una óptica diferente.

La información con la que contará el investigador de un sistema de producción agrícola real tiene dos fuentes: una de ellas es origina-

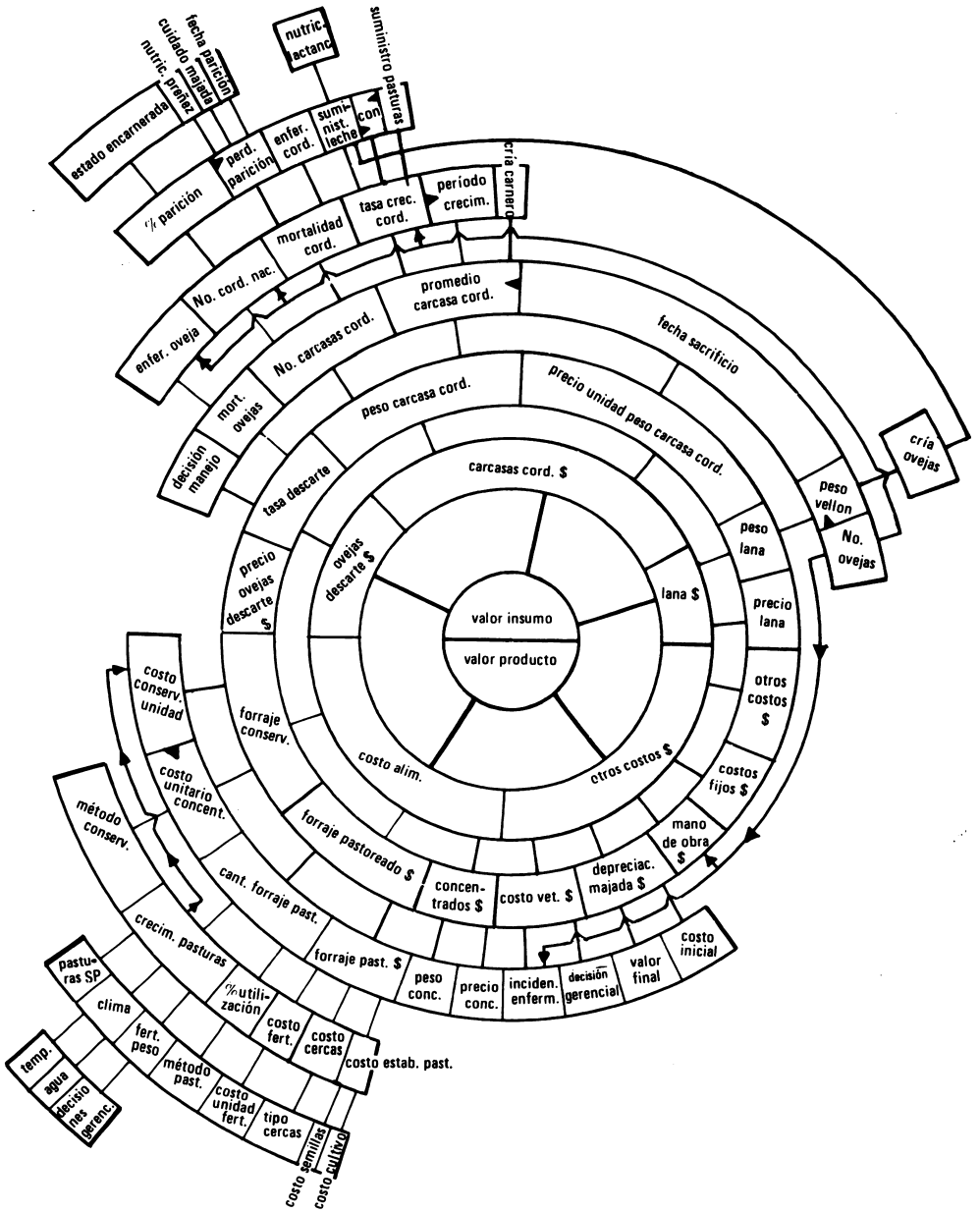


Fig. 8. Componentes en la producción ovina (tomado de Spedding ²⁵).

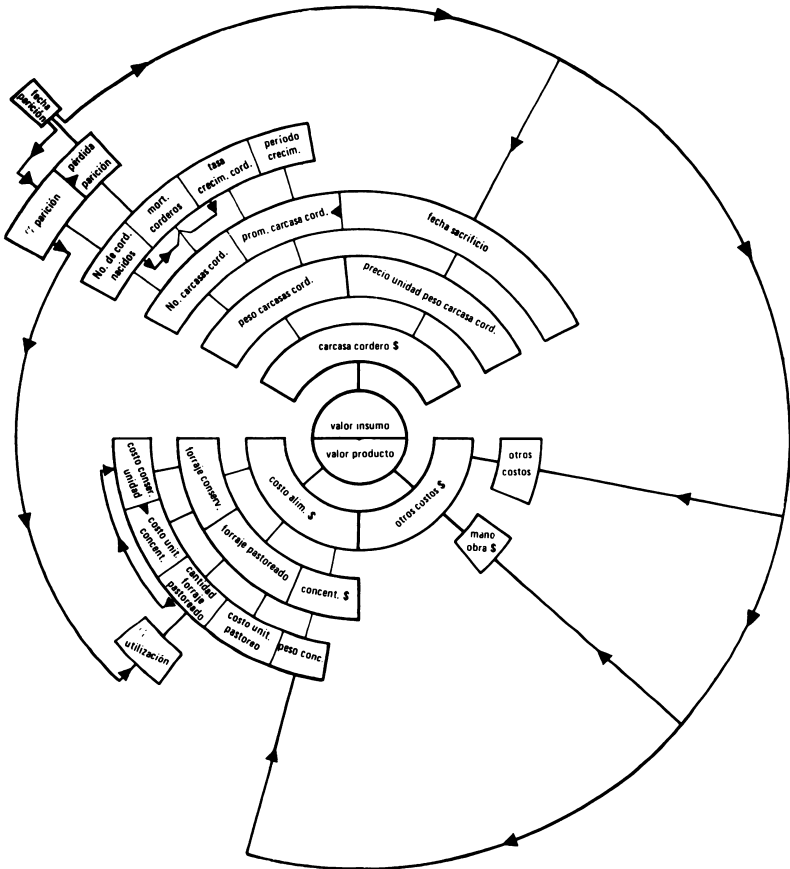


Fig. 9. Efecto de la época de destete de corderos, un subsistema de la Fig.8. (tomado de Spedding²⁵).

da en la investigación analítica previa y posee, en consecuencia, el rigor científico adecuado; sin embargo, por no haber sido planificada para los fines de la investigación de sistemas, difícilmente cubrirá todas las variables e interdependencias que el investigador de sistemas desea incluir en su estudio. La otra fuente está representada por la información extraída de la misma finca o grupo de fincas en estudio la que, aún cubriendo un espectro de variables e interdependencias mayor que la anterior, adolece de las imprecisiones propias de su origen.

En este caso, la decisión de abandonar el estudio de sistemas hasta la obtención de la información experimental analítica faltante o la de iniciarlo aún con información imprecisa, depende del equipo de investigadores y es puramente subjetiva. Para eso se deberá considerar la importancia de los logros que se podrían alcanzar con los resultados de la investigación, la importancia de las variables medidas, es decir de la sensibilidad de las mismas, y del nivel tecnológico actual de los potenciales usuarios de los resultados y cuyo nivel se quiere incrementar. Cualquiera de las dos soluciones es válida, dependiendo de la justa evaluación de las consideraciones indicadas. Lo que no se cree adecuado es la decisión de reducir la especificación del problema, sus objetivos y fronteras para que se ajuste a la información experimental disponible, lo cual no es más que forzar los objetivos para satisfacer la curiosidad científica del investigador.

2) La síntesis de los sistemas agrícolas

Una vez en posesión de la información básica del sistema en estudio termina el proceso del análisis y comienza su síntesis, la que puede estar encaminada a: 1) manejar el sistema existente, 2) repararlo, 3) mejorarlo, o 4) construir un nuevo sistema²⁶.

Cualquiera sea la meta perseguida y la metodología empleada para la síntesis de sistemas agrícolas, esta última está apoyada en el desarrollo de un modelo del sistema y en la experimentación con el modelo para lograr su validación.

a) La modelación

La imposibilidad de manejar el sistema real hace necesario desarrollar un modelo que represente lo más ajustadamente posible sus características. Desde sus comienzos, la investigación agrícola tradicional utilizó modelos de los sistemas reales de producción agrícola con el interés de obtener información experimental cuyo ámbito de utilización sea el más amplio posible. Por lo tanto, si el sujeto de la investigación tradicional es, por ejemplo, la fertilización del algodón, la misma será programada de tal manera que los resulta-

dos se puedan aplicar a nivel de una localidad, una región o en la totalidad del área agrícola de un país. Cualquiera que sean los alcances esperados de los resultados experimentales, en ningún caso la investigación agrícola tradicional podrá, dadas sus dimensiones, experimentar con la situación real. (Aún en el caso hipotético de que el objetivo sea mejorar la fertilización del algodón de una finca en particular, la experimentación con el sistema real, la finca, es imposible).

En consecuencia, la investigación agrícola tradicional emplea modelos que intentan representar la realidad. En el ejemplo mencionado el modelo de la situación real está constituido por: 1) las parcelas experimentales, que incluyen la variable en estudio —niveles de fertilizantes— y que aíslan el efecto local de la variabilidad del suelo a través del diseño experimental; 2) la repetición de aquéllas en diferentes sitios, que comprende en el modelo el efecto de distintos suelos y condiciones climáticas, y 3) la repetición en años, que incluye la variabilidad climática anual. Es claro, entonces, que la experimentación agrícola tradicional debió seguir un proceso similar al de la investigación de sistemas (o ésta lo adoptó de aquélla) es decir, debió previamente especificar el problema —respuesta, los fertilizantes— para luego definir las fronteras del estudio —tipos de suelos y clima— antes de seleccionar el modelo que va a emplear.

b) Selección del modelo

La investigación de sistemas agrícolas debe recurrir, por las mismas razones, al empleo de modelos. Ya se hizo referencia a la clasificación de modelos según los mismos sean físicos (icónicos o analógicos) o simbólicos (modelos matemáticos) y según estos últimos incluyan o no el tiempo (dinámicos o estáticos) y elementos probabilísticos (estocásticos o determinísticos), así como la oportunidad del empleo de cada uno de ellos.

La selección del modelo estará en función de los objetivos de la investigación de sistemas agrícolas; la decisión respecto a qué modelo utilizar aparece más simple cuando el objetivo es exclusivamente científico que cuando los fines están dirigidos a prestar asistencia a los productores agrícolas. La razón de esta diferencia está en que en el primer caso la información básica con la que se cuenta es generalmente de origen experimental y, por lo tanto, más precisa y más adecuada al empleo de modelos simbólicos (matemáticos cuantitativos), dependiendo la selección dentro de éstos del grado de precisión de la información señalada. En cambio, cuando los fines son los de asistencia al productor, la información, por las razones expresa-

das anteriormente, es de menor rigurosidad por lo que la selección estará entre modelos físicos, cuando la información es reducida, o simbólicos cuando su confiabilidad y amplitud es mayor.

Si el volumen de la información básica es considerable, como es el caso de países con larga tradición en experimentación, la selección del modelo recae generalmente en los tipos simbólicos matemáticos. Dependiendo de los objetivos la elección estará, en el caso de la investigación de sistemas agrícolas, entre modelos de simulación o el empleo de técnicas de optimización, principalmente de programación matemática.

Los términos modelos de simulación y de programación matemática, tales como los de programación lineal, aparecen muchas veces confundidos⁸; son, sin embargo, conceptualmente distintos y las técnicas utilizadas y los alcances y limitaciones de uno y otro son también diferentes. En primer lugar, los modelos de simulación tienden a imitar la dinámica del sistema agrícola real y consideran por tanto aspectos como el tiempo, elementos probabilísticos y condiciones de no linealidad propios de los mismos. Su fin no es hacer óptimo el uso de los recursos sino investigar sus alternativas de empleo al operar el sistema, pero más comúnmente con la finalidad de mejorar el sistema actual o de crear uno nuevo. En segundo lugar, las técnicas de simulación no están limitadas por la certeza absoluta, mientras que sí lo están las técnicas de optimización, las que, por último, se proponen mejorar el empleo de los recursos de la producción agrícola; de allí que, conceptualmente, no intenten simular un sistema, sino que son una técnica cuyo objetivo, como en el caso de la elaboración de presupuesto, es lograr el uso más eficiente de los recursos agrícolas disponibles¹⁷.

En países de información experimental incipiente, como es el caso de los de América Latina, la selección de modelos en la investigación de sistemas agrícolas se inclina más al empleo de modelos físicos icónicos que al de los simbólicos matemáticos capaces de incluir un número grande de variables e interdependencias. Tal es el caso de algunas naciones latinoamericanas y de organismos regionales e internacionales de investigación agrícola que aún se encuentran en la etapa del relevamiento de la información básica necesaria para considerar, posteriormente, la posibilidad del empleo de técnicas más costosas y exigentes. La diferencia con relación al volumen de información experimental básica para esos fines está dada no sólo por una menor tradición de la investigación en América Latina sino también por las características presentadas por una parte muy importante de la producción agrícola latinoamericana, la que por depender de una modalidad de producción semicomercial y muy

diversificada hace más difícil el relevamiento experimental de la información necesaria.

c) Construcción y operación del modelo

La construcción de modelos sigue pasos que son comunes a los de simulación y a los icónicos. La Fig. 10, tomada de Innis¹⁷, representa el proceso de construcción de un modelo de simulación o uno icónico, similar al representado en la Fig. 2 del Capítulo 2.

Sea que se escoja un modelo de simulación o uno icónico, el proceso de construcción comienza con la formulación de los objetivos, los que serán idénticos a los elaborados cuando se inició la investigación del sistema si el modelo está pensado para representarlo totalmente, o incluirán parte de los mismos si el modelo intenta representar una parte o subsistema del sistema real.

El paso siguiente es la exposición de las hipótesis relacionadas con los procesos biológicos que deben ser incluidos en el modelo a fin de alcanzar los objetivos fijados. Tales hipótesis tienen que ver con las variables, su dinámica y sus relaciones y pueden ser teóricas o empíricas u holísticas y expresadas en forma verbal, gráfica, en tablas o matemáticamente¹⁷. La forma de exponer tales relaciones difiere si el modelo es de simulación o icónico aunque los fines de expresión de las mismas son idénticos en ambos. El empleo de diagramas, tales como los de flujo o los circulares, son un auxiliar excelente para la obtención de una visión de conjunto de las variables y sus relaciones y para identificar aquellas variables imperfectamente conocidas, ya que permiten, tal como se manifestó anteriormente, que cada investigador del equipo defina los componentes que son de su responsabilidad en el sistema, así como una visión más acabada de la participación de dichos componentes en la dinámica del sistema en estudio.

La formulación de los mecanismos supone llevar las hipótesis a ser expresadas en un lenguaje común. En el caso de un modelo de simulación, a las variables se les asignan unidades mientras que sus relaciones son representadas por ecuaciones o por un conjunto de ecuaciones¹⁷, en los modelos icónicos aquéllas son expresadas, a su vez, por medio de tratamientos experimentales que permitirán que tales variables e interdependencias se manifiesten adecuadamente. En ambos casos, durante el proceso de formulación inicial los investigadores del sistema estarán en condiciones de identificar la necesidad de información complementaria a la existente y de decidir llevar a cabo el relevamiento en forma paralela a la modelación o detener ésta hasta disponer de dicha información. El cuadro "experimentos" (Fig. 10) muestra esta situación y su relación con el modelo por medio de la flecha de dos puntas.

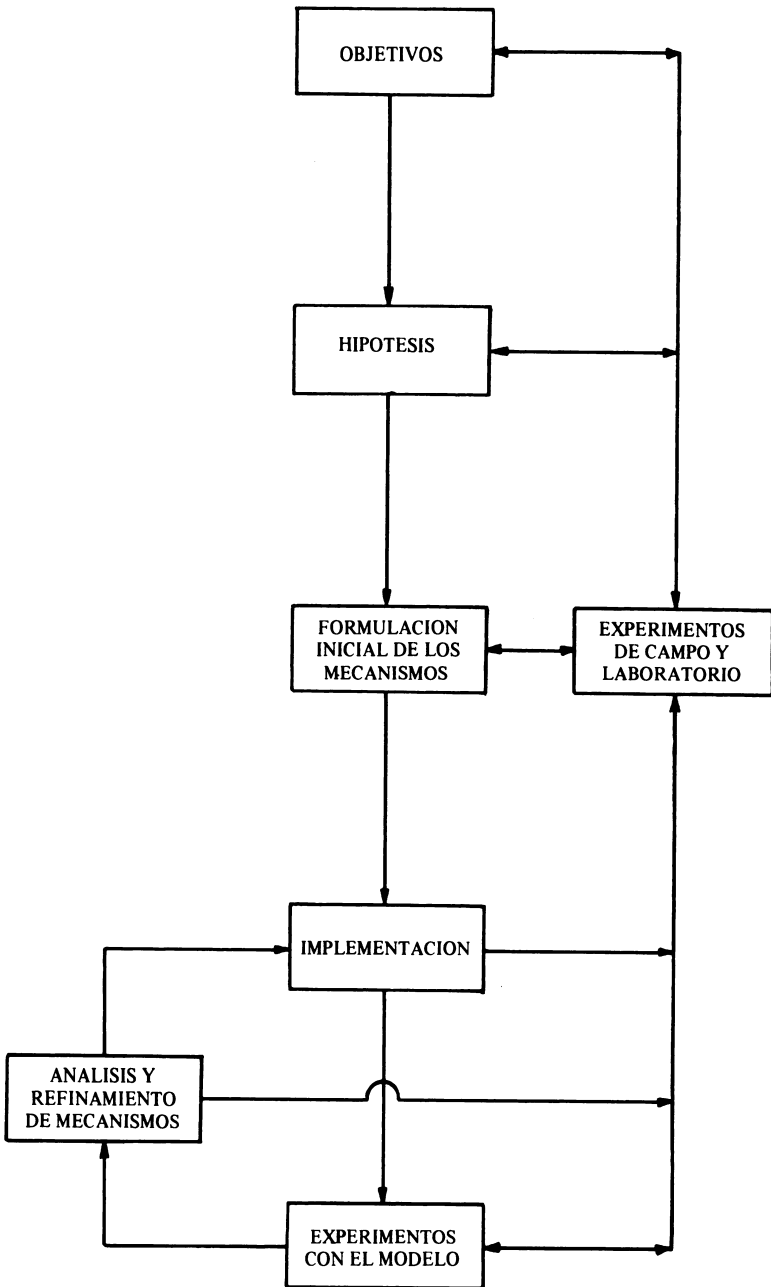


Fig. 10. Pasos en la construcción de un modelo de simulación (tomado de Innis¹⁷).

En el caso de la simulación, la implementación es el proceso de desarrollar el programa de computación constituido por las instrucciones que recibe la computadora sobre la secuencia de pasos que deberá seguir. Por su parte, en los modelos icónicos el proceso de implementación está constituido por la distribución de los tratamientos en parcelas de acuerdo con diseños experimentales que consideran el espacio y el tiempo.

La experimentación con el modelo consiste en una serie de ejercicios de computación que permite, primero, eliminar errores en la construcción del modelo y luego validarlo. Los errores provienen, cuando se trata de modelos matemáticos, de desajustes en la programación y de componentes incorrectamente evaluados o excluidos del Sistema²⁰, o de tratamientos y diseños experimentales incapaces de permitir a las variables y sus relaciones expresarse adecuadamente, en el caso de modelos icónicos. De acuerdo a lo manifestado en el capítulo anterior, la validación tiene como fin definir la utilidad y relevancia del modelo. Para la simulación, la validación consiste en comparar los resultados obtenidos de la operación con el modelo en la computadora contra datos reales, generalmente originados de la experimentación analítica tradicional realizada previamente; los datos reales con los que se comparan los modelos icónicos provienen de las propias fincas y por tanto son contra éstos que se validan, siendo más apropiado entonces el término verificación.

Asimismo conviene destacar que el término "sensibilidad", muy empleado en las técnicas de simulación, tiene su acepción cuando también se trata de modelos icónicos; para la simulación, sensibilidad es una característica del modelo que permite detectar la importancia relativa de una variable a través de sucesivas "corridas" procesamiento del programa de computación con otras tantas modificaciones cuantitativas o cualitativas introducidas y estimar la respuesta de dicha variable a las modificaciones sufridas²⁸; para la modelación icónica, sensibilidad es la capacidad de los tratamientos y del diseño experimental seleccionado, para poder incluir en la variación esperada el espacio —diferentes suelos y climas— y el tiempo, es decir, el efecto año.

Finalmente, el análisis y refinamiento de mecanismos es el proceso que permite introducir modificaciones al modelo, sea éste de simulación o icónico, con la finalidad de corregir errores o de mejorar su capacidad de representar la realidad. Innis, ya citado, destaca que los procesos de implementación/experimentación/análisis y refinamiento de mecanismos constituyen una secuencia recirculante que permite mejorar el modelo hasta llevarlo a su grado máximo de resolución.

d. Limitaciones metodológicas de la investigación de sistemas

La metodología de investigación de sistemas presenta algunas limitaciones que fueron analizadas por numerosos autores (Anderson y Dent¹, Arnold y Bennett³, Babb y French⁴, Blackie y Dent⁷, Brockington⁹, Charlton y Street¹¹, Charlton y Thompson¹⁰, Clark y McInerney¹², Dent¹⁵, Dent y Anderson¹⁴, Kennedy¹⁸, Innis¹⁷, Penning de Vries²³, Rountree²⁴, Suttor y Crom²⁷, y Van Dyne y Abramsky²⁹). Dichas limitaciones se refieren, en todos los casos, a las que presenta la síntesis de sistemas a través del empleo de modelos matemáticos, principalmente los de simulación y los de programación matemática.

1) Limitaciones del empleo de modelos matemáticos

Así como en el caso de la teoría de sistemas discutida en el capítulo precedente, las críticas a la aplicación de este enfoque sobre los problemas de la producción agrícola se centran en la forma y en los fines con que se emplean los modelos matemáticos y no en el enfoque en sí.

Dent¹⁵ agrupa los sistemas descritos en un número de publicaciones por él revisadas, de acuerdo con los siguientes niveles:

- Nivel 1. Sistemas bioquímicos y físicos, que incluyen aspectos tales como relaciones suelo-planta, fotosíntesis y metabolismo animal.
- Nivel 2. Sistemas de plantas y animales, comprendiendo estudios sobre crecimiento de plantas y cultivos, crecimiento del ganado y relaciones pasturas-animal.
- Nivel 3. Sistemas de administración rural, tales como manejo de la empresa agrícola y administración.
- Nivel 4. Sistemas nacionales, incluyendo estudios de producción y demanda nacional de productos agrícolas y modelos de suministro mundial de alimentos.

Dent critica la ausencia de información económica en los niveles 1 y 2 y la falta de integración de éstos con los niveles superiores. Asimismo, sostiene que los niveles 3 y 4 fueron desarrollados “más por el interés de sus constructores que por las necesidades de sus potenciales usuarios” y, como resultado, “los constructores de modelos y sus usuarios desconfían unos de otros, por lo que el empleo de los modelos de sistemas con fines de administración es bajo”. Considera también que debido a los débiles canales de comunicación con los

niveles 1 y 2, los modelos así desarrollados fallan en describir acertadamente la tecnología (biología) de la producción agrícola.

Dent, en el mismo trabajo, resume así las razones del pequeño impacto de los modelos matemáticos en la producción agrícola:

a) La falta de apreciación de la estructura y funciones de los numerosos subsistemas biológicos que son parte de la producción agrícola a nivel de finca.

b) La falta de relación entre los investigadores y los responsables por la toma de decisiones.

c) La preocupación de los investigadores de sistemas más por la construcción de modelos que por su validación o posibilidad de empleo en la producción agrícola.

d) La incertidumbre sobre cómo la teoría de sistemas podrá ser utilizada en la producción agrícola.

2) Modelos de simulación y de optimización: sus limitaciones

Las limitaciones anteriormente señaladas corresponden al empleo de modelos matemáticos en general. Cuando se revisa la literatura sobre los modelos matemáticos más comúnmente utilizados, tales como la simulación y la programación lineal, se encuentran las siguientes limitaciones para el empleo de uno u otro:

a) La principal limitación al uso de los modelos de simulación lo constituye la validación del modelo. De acuerdo con lo expresado previamente, esa validación es hecha contra la información obtenida de experimentos analíticos llevados a cabo *independientemente* de la construcción del modelo; algunos de los autores señalados en páginas anteriores²⁹ encontraron modelos validados contra la misma información experimental utilizada para el desarrollo del modelo, lo cual, según los autores, no es pertinente. La dificultad de la validación radica en que muchas veces no se dispone de la información experimental adecuada, lo que provoca que algunas publicaciones sobre el desarrollo de modelos de simulación no incluyan la validación de éstos y, en consecuencia, posean escaso valor.

b) Las limitaciones al empleo de modelos de optimización, tal como la programación lineal, son intrínsecas a éstos ya que están sujetos a restricciones que limitan su empleo; condiciones tales como presentar características de linealidad, elementos estáticos y la necesidad de certeza de la información básica, restringen su uso. Aún así, es posible que la principal limitación para su empleo en la pro-

ducción agrícola lo constituya la incertidumbre de si los productores agrícolas tienen, como uno de sus objetivos, el de mejorar el empleo de sus recursos.

3) El costo del empleo de modelos matemáticos

La literatura disponible al respecto es muy escasa; sin embargo, Arnold y Bennett³ manifiestan que la construcción de cuatro modelos de otros tantos subsistemas que fueron posteriormente reunidos en un sistema de producción de lana y carne ovina y bovina insumió por cinco años el trabajo de dos investigadores a tiempo completo —unos doscientos mil dólares— y un costo de más de seis mil dólares estadounidenses en tiempo de computación.

Esta circunstancia descarta la posibilidad de desarrollar modelos de simulación, como el señalado, a nivel de cada finca, es decir “de medida”. La solución puede estar en construir modelos que simulen el manejo de un número más o menos grande de fincas agrupadas de acuerdo a determinadas características, número que permitirá absorber ventajosamente los costos. Más adelante se hará referencia a esta posibilidad.

PERSPECTIVAS

La adopción del enfoque de sistemas por algunos organismos de investigación creó resistencias que seguramente se ampliarán si dicho enfoque se extiende a otros organismos comprometidos con la producción agrícola.

En las páginas precedentes se intentó demostrar que la mayor parte de tales resistencias surgen, fundamentalmente, de confusiones respecto a los fines que persigue, a la metodología empleada y al papel que le corresponde a la investigación agrícola tradicional en la investigación de sistemas.

Los fines son, principalmente, dos: uno general para las ciencias sociales y las ciencias naturales, que busca una mejor comprensión de los fenómenos que ocurren en esos campos, ya que los enfoques que los aíslan para su estudio demostraron su incapacidad de conseguirla; el otro, tal vez más específico de las ciencias agrícolas aplicadas a la producción, está dirigido a visualizar los fenómenos de la producción agrícola tal como los ve el agricultor desde el origen de la agricultura, es decir como resultados de interacciones de variables y que por lo mismo no admiten otro enfoque que el de conjunto. La dificultad de las ciencias agrícolas aplicadas para adoptar un punto de vista similar al del agricultor, por estar aferradas a una concepción

reduccionista de fenómenos biológicos, económicos y sociales, es, probablemente, una de las causas del débil impacto de la tecnología agrícola en la producción y del cuasi estancamiento de la productividad manifestado, por lo menos, en los países en desarrollo.

Lo que levanta más polémicas no es tal vez el enfoque de sistemas como tal, ya que difícilmente se puedan discutir sus razones, sino las confusiones originadas alrededor de la metodología empleada en la investigación de sistemas; se considera que algunos investigadores de sistemas contribuyen, a pesar suyo, a crear tal confusión. El empleo de modelos matemáticos desarrollados en la mecánica clásica y en la ingeniería fueron adoptados como herramienta de la investigación de sistemas a pesar de que no siempre se acomodan a las características de los sistemas biológicos¹⁷; no obstante, algunos investigadores intentaron adecuar los objetivos de la investigación al empleo de técnicas atractivas, pecado en el que incurrieron también algunas otras áreas de las ciencias agrícolas. Paralelamente el empleo creciente de técnicas de modelación matemáticas surgieron algunos especialistas en la construcción de modelos que, por emplear un lenguaje adecuado a las actividades que realizan pero que hace difícil la comunicación, se fueron apartando de la investigación analítica de cuyos resultados se nutren y a cuya definición de objetivos deberían contribuir. A este aislamiento se refiere Rountree²⁴ cuando sostiene que se está en presencia de un proceso en que se pasa de una etapa de científicos que usan anteojeras a otra en que los científicos de sistemas conservan su uso; en otras palabras, que las barreras que se oponen a la comunicación permanecen intactas.

Esta situación lleva, a veces, a otorgar a los aspectos puramente metodológicos preeminencia sobre los objetivos de la investigación de sistemas, en una confusión originada probablemente por la participación casi exclusiva de modeladores en la fijación de objetivos, es decir, en la especificación del problema y sus fronteras. Es conveniente, entonces, reiterar que:

a. La construcción de modelos, el uso de técnicas de simulación, de diagramas y de computadoras no son más que auxiliares en la investigación de sistemas y por lo tanto no constituyen sus características esenciales.

b. La selección del modelo, icónico o matemático, debe hacerse teniendo en cuenta:

1) El interés del usuario en los resultados de la investigación de sistemas y en función del cual se deben fijar los objetivos;

- 2) la posibilidad de su empleo en la producción;
- 3) la facilidad de comunicar su manejo y sus resultados;
- 4) la información disponible.

c. La definición de objetivos estará de acuerdo con b. y será responsabilidad del biólogo y no del estadístico ni del programador de computación.

Otro punto de resistencia, y posiblemente el de mayor trascendencia, está constituido por la confusión creada sobre el papel de la investigación analítica clásica en la investigación de sistemas.

Es posible escuchar de investigadores analíticos manifestaciones que refieren que la investigación de sistemas a través de modelos matemáticos intenta suplir la investigación tradicional. Esta opinión es una consecuencia del aislamiento de uno y otro enfoques; en ocasiones, los investigadores de sistemas encuentran con que no disponen de suficiente información experimental para construir un modelo y recurren, lo que a veces es válido, a apreciaciones subjetivas, enfoque rechazado por los investigadores analíticos y causa de mayor distanciamiento. Sin embargo, no se tiene en cuenta que la razón principal de la escasez de información experimental necesaria para el desarrollo del modelo es la falta de canales de comunicación entre ambos niveles de investigación, los cuales deberían participar conjuntamente en la fijación de los objetivos de uno y otro. Ya se expresó que ambos enfoques son complementarios y no excluyentes y deberían contribuir para el análisis (la investigación tradicional) y la síntesis (la investigación de sistemas) de los fenómenos de la producción agrícola; el análisis sin la síntesis no tiene posibilidad de comunicarse con la producción y la síntesis sin el análisis carece de alcance.

La eliminación de barreras entre ambos enfoques es una tarea que le compete, fundamentalmente, a la dirección de la investigación agrícola, la suya es una labor de convencimiento y de educación sobre la necesidad de la complementación señalada pero se considera necesario, paralelamente, la creación de canales formales de comunicación a través de la estructura institucional de los organismos responsables por la investigación agrícola, en una primera etapa, para posteriormente alcanzar con dicha estructura a los restantes organismos comprometidos en la producción agrícola.

BIBLIOGRAFIA

1. ANDERSON, J. R. y J. B. DENT. System simulation and agricultural research. *J. Aust. Agric. Sci.* 38: 264-269. 1972
2. ARMSTRONG, J. S. Cómo comenzar la construcción de modelos. In J. C. Scarzi. Ed. *El Enfoque de Sistemas en la Investigación Ganadera*. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur. 1974. p. 38-53.
3. ARNOLD, G. W. y D. BENNETT. The problem of finding the optimum solution. In G. E. Dalton. Ed. *Study of Agricultural Systems*. London. Applied Science Publ. Ltd. 175. p. 129-173.
4. BABB, E. M. y C. M. FRENCH. Use of simulation procedures. *J. Farm. Econ.* 45: 876-877. 1963.
5. BAZAN, R. *Sistemas de producción agrícola y transferencia de tecnología al pequeño agricultor*. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1976. 24 p.
6. BENNETT, D. Objectives in system analysis. In H. Caballero, Ed. *Sistemas de Producción Pecuaria. Principios y Aplicación en Investigación y Extensión*. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur. 1975. p. 5-10.
7. BLACKIE, M. J. y J. B. DENT. The concept and application of skeleton model in farm business analysis. *J. Agric. Econ.* 25:165-173. 1974.
8. BRAVO, B. y M. PIÑEIRO. El análisis económico de la producción. In H. Caballero, Ed. *Sistemas de Producción Pecuaria. Principios y Aplicación en Investigación y Extensión*. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur. 1975. p. 5-10.
9. BROCKINGTON, N. R. *Sistemas, modelos y experimentación en agricultura*. In J. C. Scarzi Ed. *El enfoque de sistemas en la investigación ganadera*. Montevideo, Uruguay. IICA, Zona Sur. 1974. p. 3-15.
10. CHARLTON, P. J. y S. C. THOMPSON. Simulation of agricultural systems. *J. Agric. Econ.* 21:373-384. 1970.

11. ----- y P. R. STREET. The practical application of bio-economic models. In G. E. Dalton Ed. The study of Agricultural Systems. London. Applied Science Publ. Ltd. 1975. p. 235-265.
12. CLARC, J. y J. P. McINERNEY. Discussion report. In G. E. Dalton, Ed. The Study of Agricultural Systems. London. Applied Science Publ. Ltd. 1975. p. 361-366.
13. CURNOW, R. N. y M. UPTON. Discussion report. In G. E. Dalton. Ed. The Study of Agricultural Systems. London. Applied Science Publ. Ltd. 1975. p. 187-190.
14. DENT, J. B. y J. R. ANDERSON. Sistemas, administración y agricultura. In J. B. Dent y J. R. Anderson, Eds. El Análisis de Sistemas de Administración Agrícola. México. Editorial Diana. 1974. p. 30-41.
15. ----- . The Application of system theory in agriculture. In G. E. Dalton. The Study of Agricultural Systems. London. Applied Science Publ. Ltd. 1975. p. 107-127.
16. DILLON, J. L. The economics of system research. *Agric. Systems* 1(1):5-26. 1976.
17. INNIS, G. S. The use of system approach in biological research. In G. E. Dalton. Ed. The Study of Agricultural Systems. London. Applied Science Publ. Ltd. 1975. p. 369-389.
18. KENNEDDY, J. O. S. Discussion on paper. *J. Agric. Econom.* 21:386. 1970.
19. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. Proyecto de Investigación y Asistencia Técnica Agropecuaria. Montevideo, Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger". 1976. s/p.
20. MORLEY, F. H. W. ¿En qué consiste el enfoque de sistemas en la producción animal? In J. C. Scarsi, Ed. El Enfoque de Sistemas en la Investigación Ganadera. Montevideo, Uruguay. IICA, Zona Sur. 1974. p. 24-37.
21. MURCIA, H. y J. E. ARAUJO. Hacia una agricultura empresarial en América Latina. *Desarrollo Rural de las Américas.* 7(3):193-218, 1975.

22. NAVARRO, L. A. Dealing with risk and uncertainty in crop production. A lesson from small farmers. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1977. 270 p.
23. PENNING DE VRIES, F. W. T. Evaluation of simulation models in agriculture and biology: conclusions of a workshop. *Agric. Systems* 2:99-107. 1977.
24. ROUNTREE, J. H. System thinking-some fundamental aspects. *Agric. Systems* 2:247-254. 1977.
25. SPEDDING, C. R. W. The biology of agricultural systems. London. Academic press Inc. 1975. 261 p.
26. _____. The Study on agricultural systems. In G. E. Dalton Ed. *The Study of Agricultural Systems*. London. Applied Science Publ. Ltd. 1975. p. 3-22.
27. SUTTOR, R. E. y R. J. CROM, Computer model and simulation. *J. Farm Econom.* 46:1341-1350. 1964.
28. TREBECK, D. B. La simulación como ayuda en la investigación extensiva de ganado de carne. In J. C. Scarci, Ed. *El Enfoque de Sistemas en la Investigación Ganadera*. Montevideo, Uruguay. IICA, Zona Sur. 1974. p. 54-60.
29. VAN DINE, G. M. y ABRAMSKY. Agricultural models and modelling: an overview. In G. E. Dalton. *Study of Agricultural Systems*. London. Applied Science Publ. Ltd. London. 1975. p. 23-106.
30. WRIGTH, A. La naturaleza de los sistemas de labranza. In J. B. Dent y J. R. Anderson. *El análisis de sistemas de Administración Agrícola*. México. Editorial Diana. 1974. p. 46-62.

CAPITULO 4

EL ENFOQUE DE SISTEMAS EN LA INVESTIGACION AGRICOLA

INTRODUCCION

Fue en los comienzos de la década del sesenta cuando la investigación agrícola comenzó a interesarse en el enfoque de sistemas aplicado a la orientación de sus actividades. Las revisiones bibliográficas^{3,55} muestran un rápido crecimiento en el número de publicaciones sobre el tema a partir de la fecha indicada, el que se acentúa en la década actual. Es así que las publicaciones entre 1970 y 1975 casi duplican las aparecidas en toda la década del sesenta y cuentan desde 1976 con una revista especializada (Agricultural Systems, editada por C. R. W. Spedding y publicada por Applied Science Publishers, de Inglaterra).

Su empleo en la investigación agrícola se originó en países de agricultura avanzada como Australia, Inglaterra y Estados Unidos de América, se extendió asimismo a Holanda, Nueva Zelandia, Canadá, Suecia y Japón, posteriormente a países en desarrollo como India, y a partir de esta década a Argentina, Brasil, Uruguay y Chile principalmente. A su vez, en la misma década, centros regionales e internacionales de investigación agrícola como CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza), CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), ICRISAT (International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics), IITA (International Institute for Tropical Agriculture) e IRRI (International Rice Research Institute), suscribieron el enfoque y promueven su adopción en sus áreas de influencia^{16, 54}.

La utilización del enfoque de sistemas cubre hoy campos de investigación tan amplios como los de forestación, control de plagas, ecología, pasturas, producción animal, recursos naturales, economía agrícola, administración rural, cultivos, pesca, almacenaje y conservación de alimentos y planificación y políticas agrícolas, con una cla-

ra preeminencia de la investigación de sistemas aplicados a pasturas, producción animal y economía agrícola. Aunque los autores de las revisiones arriba mencionadas reconocen que las mismas están sesgadas por la disponibilidad de bibliografía a su alcance, ésta muestra que la mayoría proviene de Estados Unidos de América, de Australia y de Inglaterra, en ese orden, siendo menor el énfasis puesto por los restantes países en el enfoque de sistemas.

En América Latina las publicaciones sobre empleo del enfoque con la acepción señalada aparecen recién en esta década; sin embargo, las primeras inquietudes dirigidas a encarar la investigación agrícola desde un ángulo más cercano a los sistemas de producción en uso por la mayoría de productores agrícolas surgen en la segunda mitad de la década del cuarenta en países tales como Brasil (Mendes⁴¹) y en Costa Rica¹⁹ (Morales⁴³).

Actualmente el enfoque de sistemas aplicados a la investigación agrícola sigue en expansión aunque bajo orientaciones diferentes. Estas y algunas limitaciones encontradas en su adopción serán temas de las siguientes secciones.

ENFOQUE E INVESTIGACION DE SISTEMAS

Las diferentes acepciones con que el término sistemas es utilizado en las ciencias agrícolas son origen de confusiones que se acentúan a medida que el empleo del término se extiende. En los países donde probablemente se originó el término enfoque de sistemas (*systems approach*), tales como Australia, Inglaterra y Estados Unidos, el mismo implica que la técnica para la investigación de sistemas incluye la operación de modelos matemáticos. En consecuencia, esto lleva a que el enfoque de sistemas y modelos matemáticos sean considerados casi como sinónimos por algunos investigadores, los que aceptan como enfoque de sistemas sólo a aquél cuya metodología de investigación se apoya en el uso de modelos matemáticos.

Recientemente algunos centros nacionales e internacionales de investigación agrícola adoptaron el enfoque de sistemas en la orientación de sus actividades, empleando técnicas de investigación que no necesariamente incluyen modelos matemáticos, y prefiriendo en cambio el uso de modelos aquí considerados como icónicos. El término empleado principalmente por los centros internacionales de investigación agrícola para referirse a dichas actividades es el de *farming systems*, lo que hace suponer diferencias conceptuales entre ambas formas de encarar la investigación de sistemas, es decir *systems approach* y *farming systems*.

La adopción de una orientación similar a las mencionadas, por algunos organismos de investigación de América Latina, provocó la presencia simultánea de términos que provienen de una y otra acepción, por lo que son comunes terminologías que, como “enfoque de sistemas”, “sistemas de producción agrícola”, “sistemas de agricultura” y “sistemas de cultivos”, ayudan a aumentar la confusión provocada, en la opinión de este autor, por el empleo de términos que conceptualmente no difieren. A esta situación contribuyen negativamente las revisiones bibliográficas que incluyen bajo el término “sistemas agrícolas” numerosos trabajos experimentales que, a pesar de comprender el análisis del comportamiento de más de una variable (cultivos múltiples o cultivos asociados, por ejemplo) siguen el enfoque de la experimentación agrícola tradicional, es decir aíslan el objeto en estudio sin tener mucho en cuenta en qué medida dicha abstracción está dejando de lado relaciones que pueden limitar el alcance de los resultados obtenidos.

Este autor está de acuerdo con varios de los científicos citados en cuanto a que el enfoque de sistemas tiene una base teórica lo suficientemente clara como para distinguir entre aquellas orientaciones de la investigación agrícola que siguen un enfoque de sistemas y las que no lo hacen. La investigación agrícola llevada a cabo a través de un enfoque de sistemas para ser tal debe considerar “todos los eventos como partes de un todo mayor y poner énfasis en el todo antes que en las partes, dirigiendo la atención al sistema como un conjunto de partes o elementos interrelacionados” y que “estas partes ... como elementos del sistema tienen las siguientes dos propiedades:

- a) Cada parte afecta las propiedades del sistema como un todo.
- b) Cada parte depende para sus propiedades y para la forma en que afecta al sistema, de las propiedades de las otras partes del sistema”²³.

El origen de confusiones como las expuestas no debería ser, entonces, conceptual; éste surge de las formas en que las dos corrientes descritas encaran la investigación de los sistemas y, con más propiedad, su síntesis. La metodología del análisis de sistemas, es decir, especificación del problema y objetivos, definición de fronteras y jerarquías, medición del sistema, es común a ambas corrientes y tales pasos son o deberían ser seguidos con la rigurosidad que fuera señalada en el Capítulo 3. En el proceso de síntesis de sistemas, esto es, selección, definición de objetivos, formulación de los mecanismos, implementación, experimentación y validación del modelo, surgen diferencias que no son tampoco metodológicas sino de crite-

rios empleados en la selección, ya que una vez elegido el modelo —sea este matemático o icónico—, los pasos siguientes son similares para ambas corrientes. La eficiencia del modelo escogido y la rigurosidad de los pasos cumplidos indicarán la precisión de la investigación del sistema, por lo que una pobre descripción del sistema real y por consiguiente una posibilidad limitada de empleo de los resultados, depende de la habilidad del investigador y no de la metodología empleada.





Por lo expuesto se considera que cualquiera que sea la herramienta (el modelo) escogida, un proceso de investigación agrícola cuyas metas y metodología sean las señaladas debe ser considerado como un enfoque de sistemas.

La presentación de ejemplos de modelo —uno matemático y otro icónico— permitirán redondear los conceptos descritos y comprender mejor las razones que llevan a seguir una u otra orientación.

a. Un ejemplo de un modelo matemático

Se escogió un modelo de simulación de producción de leche que es descrito por sus autores²⁰ a un nivel de detalle mayor que el que normalmente aparece en la bibliografía aquí consultada y sirve mejor, por lo tanto, a los fines señalados.

Según sus autores, el modelo tiene como objetivo disponer de un mecanismo para la toma de decisiones de manejo de finca lechera simulando el comportamiento productivo de un hato lechero en condiciones de pastoreo; el modelo aporta información relativa a la combinación de distintos tipos de pasturas, a la determinación de la carga animal más adecuada y a la suplementación con heno y granos en diferentes períodos de lactancia. En consecuencia, aunque los autores no lo aclaran, las fronteras marcadas a través de la especificación del problema y sus objetivos hacen que el objeto en estudio sea un subsistema del sistema de producción lechera.

Los pasos siguientes a la definición del problema y los objetivos se ajustan a los descritos en las Figs. 3 y 10 de los capítulos 2 y 3. Por lo tanto, el desarrollo del modelo continúa con la elaboración de un diagrama que, en este caso, es uno de flujo (Fig. 11), y donde los rectángulos, , representan variables de estado; los círculos, , variables auxiliares; las líneas continuas, pasajes de material, y las discontinuas, pasajes de información. Por su parte,  representa regulación del pasaje de material y el símbolo  corresponde a variables externas al subsistema en estudio. Con el fin de que se pueda seguir fácilmente la descripción de la construcción del modelo, las variables incluidas en la figura

energía desde la variable corporal hacia el *pool*, como consecuencia de la pérdida de peso.

“Las necesidades de mantenimiento dependen del peso vivo (13), y las de preñez, de la etapa de la preñez. La transformación de energía en leche está influida por la eficiencia de utilización de energía para la lactación (16), por el valor calórico de la leche (17) y por la capacidad productiva de la vaca, es decir, producción potencial (18)”. Por su parte “la ganancia de peso está en función de la eficiencia de la utilización de energía para ganancia (19) y del valor calórico de la ganancia de peso (20)”. Por último “el diagrama indica, además, que la digestibilidad (21) determina la eficiencia de utilización de la energía para producir leche y ganar peso”.

Las variables indicadas aparecen en el modelo representado esquemáticamente en la Fig. 12. El modelo escogido es determinístico, es decir, no incluye elementos probabilísticos y es dinámico ya que considera el tiempo. Por su parte, el programa de cómputo está escrito en FORTRAM IV. El modelo opera en función de una serie de datos que le son suministrados a la computadora, la cual a su vez realiza operaciones que simulan el comportamiento del hato lechero en condiciones de pastoreo rotativo.

Siguiendo con los autores las etapas indicadas en la Fig. 12, la primera corresponde a la elección del potrero a pastorear. Como el modelo está programado para ser utilizado con un número variable de potreros y recursos forrajeros, la información suministrada con relación al número de potreros disponibles y a los datos de origen experimental de producción de forrajes expresados en materia seca/ha-día, permite seleccionar el primer potrero a pastorear. En este caso se optó por aquél de mayor disponibilidad de materia seca por hectárea.

Las etapas que siguen son cumplidas en el orden señalado en la figura y a su finalización son repetidas las veces que sea necesario a fin de incluir, simultáneamente, distintas cargas animales, el efecto año (en este caso se consideró sólo el efecto de años climáticamente favorables, medios y desfavorables para la producción de forrajes) y la producción diaria de las diferentes combinaciones de forrajeras. Cada una de las repeticiones es indicada en la figura como bucle año, carga animal o tiempo.

El paso que sigue a la elección del potrero que se va a pastorear es determinar el consumo del forraje disponible en el mismo. Para calcular el consumo, indicado como (2) en el diagrama de flujo de la Fig. 11 es necesario calcular el consumo potencial (4) en fun-

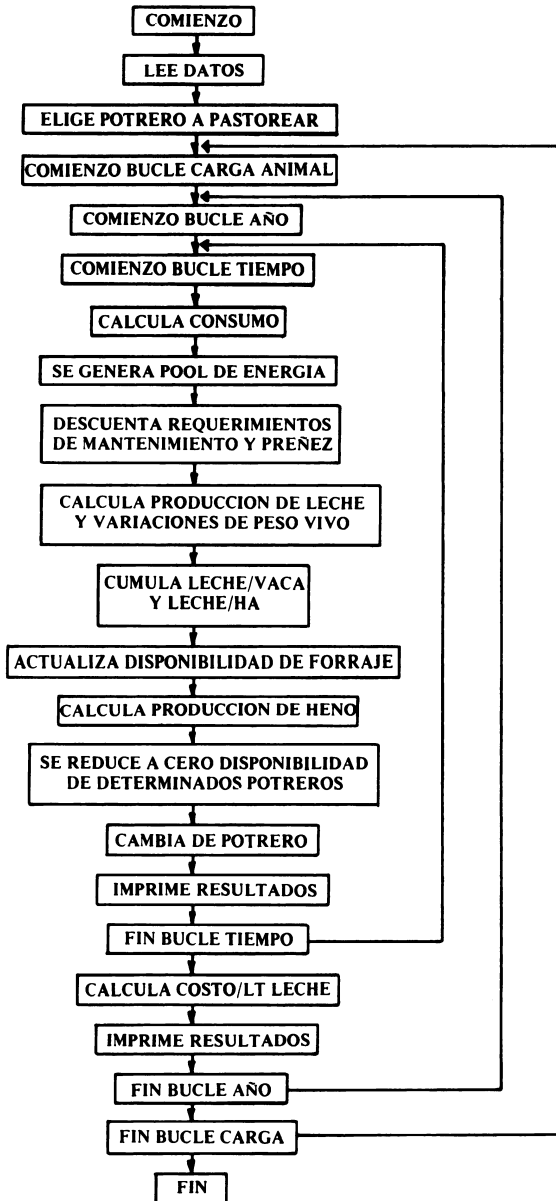


Fig. 12. Diagrama de bloques (tomado de Chiara y Durán²⁰).

ción del peso de la vaca (13) y la digestibilidad (21)*. Seguidamente se corrige el consumo potencial por un factor que está en función del momento de la lactancia (7) y luego por otro relacionado a la disponibilidad de materia seca (1)**.

Finalmente, si se suministra grano (9) el consumo real total se calcula adicionando al consumo de forraje el correspondiente al de grano.

Determinado el consumo, es necesario transformarlo en energía metabolizable (EM), es decir la energía bruta menos la energía y en los gases de la fermentación ruminal***. Esta energía metabolizable es utilizada para el mantenimiento (10), la preñez (11), la producción de leche (12) y la ganancia de peso (13). El proceso de cálculo es una secuencia de operaciones que permite descontar de la energía metabolizable y en forma sucesiva, las necesidades de mantenimiento y de

(*) De acuerdo con Conway, citado por los autores, la fórmula para el cálculo del consumo potencial es:

$$Lncp = 0.565 + 0.588 \times (\text{peso} - 150) + 0.572 \times \text{DIG}$$

$$CP = cp/0.9 \times 0.454$$

Donde: CP = Consumo potencial en kg. de MS/Animal/día

DIG = Coeficiente de Materia Orgánica Digestible

(**) 1) Corrección del consumo potencial:

$$CPC = CP \times FCC$$

Donde: CP = Consumo Potencial

FCC = Factor de corrección del consumo.

2) Determinación del consumo real:

$$C. R. = CPC \times (1 - e^{-0.0013 \times \text{Disponibilidad}})$$

(***) $EM = MS \times 0.9 \times \text{DIG} \times 4.4 \times 0.82$

Donde: MS = Materia seca

0.9 = Factor de transformación de materia seca en materia orgánica.

DIG = Digestibilidad de la materia orgánica

4.4 = Valor energético de la energía digestible

0.82 = Metabolicidad de la energía digestible

gestación. La energía remanente es empleada para producir leche y ganar peso (el criterio de participación de la energía). Asimismo, el modelo acumula la producción diaria por lactancia, por hectárea y por potrero.

La disponibilidad diaria de forraje también es contabilizada por medio de instrucciones que toman en cuenta su crecimiento y la pérdida diaria de éste por descaemiento y por consumo(*). Por su parte, la producción de heno es simulada a través de instrucciones que permiten seleccionar un potrero, quitar a éste de la rotación de potreros y, una vez alcanzada una determinada disponibilidad de forraje,

1) Las necesidades de mantenimiento se calcularon de acuerdo con: EM de mantenimiento = $(2 - 0.02 \times \text{Peso}) \times 1.25$

2) Los requerimientos de gestación como una función de:

EM de gestación = $416.2 \times e^{0.0174 \times T} \times 0.0.174/0.250 \times 100$

Donde: T = número de días desde el comienzo de la gestación.

3) El cálculo de la partición de la energía metabolizable entre producción de leche y ganancia de peso una vez descontados los requerimientos de mantenimiento y gestación, es bastante complicado, por lo que sólomente se presentan los pasos seguidos por los autores. Estos, con base en información experimental disponible dividieron el período interparto en tres subperíodos:

a) Subperíodo en que la energía metabolizable es utilizada principalmente para la producción de leche y en el que consideran dos alternativas: una, en el cual la EM no es suficiente para producir leche y ganar peso, por lo que la vaca pierde peso, y otra en que es suficiente para ambos procesos por lo que el animal produce leche y gana o mantiene peso. La información necesaria para el cálculo de ambas alternativas es suministrada como datos al programa.

b) Subperíodo que considera los tres últimos meses de la lactancia en el cual la ganancia de peso es prioritaria respecto a la producción de leche. En este sentido, el modelo contempla una ganancia diaria de peso por lo que la energía remanente es empleada en la producción de leche. Las fórmulas empleadas son las utilizadas en a).

c) Subperíodo en que la vaca terminó su lactancia y en el que la EM es empleada en ganar peso.

(*) Disponibilidad diaria:

Forraje actualizado = (Forraje anterior + 0.99) = Crecimiento diario.

Consumo total de MS = Consumo por animal \times Carga animal \times Número de animales/ha.

proceder a la simulación del proceso de henificación y a la producción esperada(*). Finalmente el cambio de potreros es el resultado de la lectura en el programa de parámetros que indica cuál es la mínima disponibilidad de forraje en materia seca ofrecida al hato según las distintas pasturas incluidas; cuando la disponibilidad del forraje del potrero pastoreado cae por debajo del mínimo señalado, se simula el cambio de potrero.

Finalizados todos los cálculos descritos e incluidos en el bucle tiempo, se imprimen los resultados diariamente o a intervalos regulares. Las salidas incluyen: número del día, número del potrero que se pastorea, consumo de materia seca total y de energía metabolizable por vaca, consumo potencial de materia seca, producción de leche por vaca, peso vivo de éstas y disponibilidad de materia seca de todos los potreros.

Por último, el modelo, que admite como datos los costos variables anuales de cada tipo de pastura, está en condiciones de ofrecer salidas que consideran:

- 1) Producción de leche/ha de cada estación y potrero
- 2) Producción de leche anual
- 3) Costo de las pasturas por litro de leche y por potrero
- 4) Costo de suplementación de grano por litro de leche
- 5) Producción de heno
- 6) Volumen de leche por lactancia
- 7) Disponibilidad final de forraje, promedio de todos los potreros.

La validación del modelo descrito fue realizada comparando el mecanismo propuesto de distribución de la energía y su posterior transformación en leche y en ganancia de peso en cada etapa de la lactancia, con datos experimentales obtenidos por Hutton, citado por Chiara y Durán²⁰. Según estos autores, el modelo desarrollado reprodujo con gran precisión la producción de leche a partir de las doce semanas de lactancia aunque la sobreestimó ligeramente hasta ese momento.

(*) Producción heno:

$$\text{Pr. de heno} = (\text{Disponibilidad de forraje} - \text{Disponibilidad de rechazo}) \times 0.75$$

b. Un ejemplo de modelo icónico

El ejemplo escogido corresponde al empleado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), como un modelo icónico que intenta reproducir, a escala menor, el efecto de prácticas agrícolas mejoradas aplicadas a fincas agrupadas según criterios previamente determinados.

El modelo seleccionado es el resultado de un enfoque de sistemas y como tal comienza con la *especificación del problema*. En este caso, el problema fue definido⁵² como la inadecuación de la tecnología disponible a las características económicas y educacionales del pequeño productor de América Central y los *objetivos* como aquellos que permitirán a tales productores disponer de nuevas tecnologías tendientes a mejorar los actuales sistemas de producción agrícola. Por lo tanto, la tecnología que se busca desarrollar es intermedia o de transición, dado que no intenta introducir cambios drásticos en dichos sistemas.

Las *fronteras* escogidas incluyen los sistemas de producción en uso por pequeños productores de seis áreas de Costa Rica, dos de Nicaragua y dos de Honduras, representativos de zonas bajas, de elevación moderada, media y alta. Encuestas realizadas en las áreas señaladas¹⁷, determinaron los sistemas de cultivo predominantes, los factores físicos, económicos y sociales que limitan la producción y la tecnología en uso. Con base en estos resultados se definieron las *jerarquías* de los subsistemas que componen el sistema en estudio y que categorizan los principales cultivos y sus asociaciones. La encuesta y observaciones paralelas permitieron la *medición* del sistema, es decir, obtener la información básica con que construir uno o más modelos mejorados de los sistemas reales.

Para los propósitos de la construcción (ver Fig. 10, Capítulo 3), la *selección del modelo* correspondió a uno capaz de alcanzar los *objetivos* indicados. En este ejemplo el modelo está constituido por un submodelo principal, denominado Experimento Central, y por varios submodelos secundarios, llamados Experimentos Satélites, adecuados a la consideración de la *hipótesis* en estudio⁴⁵. Tales hipótesis están representadas por tratamientos dispuestos en un arreglo espacial y de acuerdo a un diseño experimental que constituyen la *formulación inicial de los mecanismos y la implementación del modelo*. El Experimento Central incluye los arreglos de los cultivos de mayor interés bajo diferentes niveles de tecnología, y del cual se espera surjan sistemas mejorados sobre los actuales en uso. En la Fig. 13 aparecen los arreglos más promisorios, con un grado de complejidad que aumenta cuando se observa la figura de arriba a abajo.

Los Experimentos Satélites son experimentos auxiliares que permiten considerar con mayor detalle variables incluidas en el Experimento Central y están, por lo tanto, conectados por medio de algún componente o tratamiento presente en el Experimento Central (Fig. 14). Por ejemplo, un Experimento Satélite puede incluir la evaluación de cultivares de yuca para seleccionar los más adaptables a la asociación yuca-frijol en experimentación (Fig. 13).

Tratando de evaluar su capacidad para predecir resultados en condiciones diferentes a las originales, el modelo entra en *experimentación* y su *sensibilidad* en proceso de prueba. Con ese fin, paralelo al desarrollo del modelo, el equipo responsable inició un relevo de los suelos de las áreas antes mencionadas para permitir la identificación de "suelos análogos" como paso previo a la determinación de "fincas análogas⁵". Dicho relevo incluyó, entre otros aspectos, los siguientes:

1) Selección de los suelos para el estudio.

2) Definición de los parámetros de identificación de suelos, la que toma en cuenta:

- a) Bioclima;
- b) fisiografía y topografía del terreno;
- c) material parental del suelo;
- d) profundidad, textura, drenaje y erosión;
- e) fertilidad, salinidad y alcalinidad;
- f) clasificación de grupos de suelos según la 7a. Aproximación.

3) Cuantificación y codificación de los parámetros.

4) Procesamiento de la información.

5) Análisis e interpretación de los resultados.

6) Comprobación de los "suelos análogos".

Tal relevo permite, a través de la experimentación con el modelo en cada uno de los grupos de "suelos análogos", determinar su sensibilidad, es decir su capacidad de responder ante condiciones diferentes a las que donde primeramente fue ensayado; de acuerdo a la sensibilidad demostrada, así será su adecuación a la predicción de resultados y su capacidad para ser utilizado en la difusión de las tecnologías en prueba.

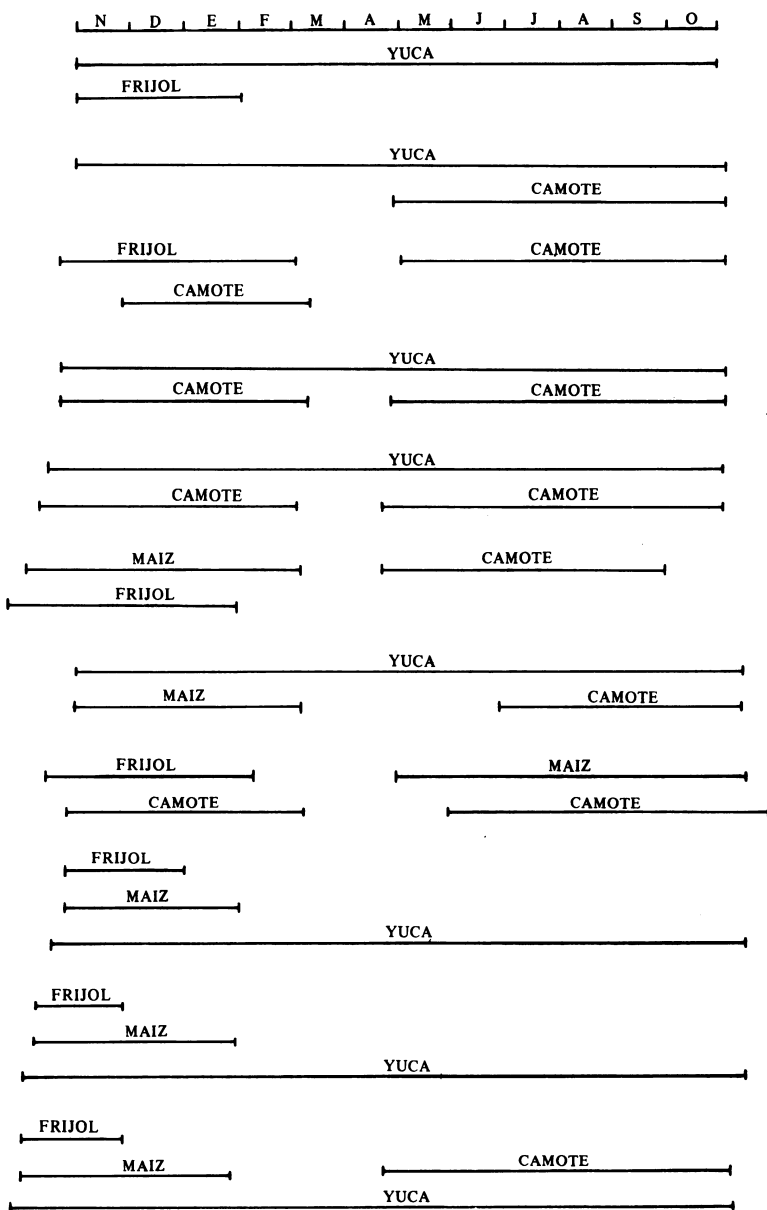


Fig. 13. Sistemas de cultivos seleccionados por eficiencia relativa (tomado de J. Soria ⁵²).

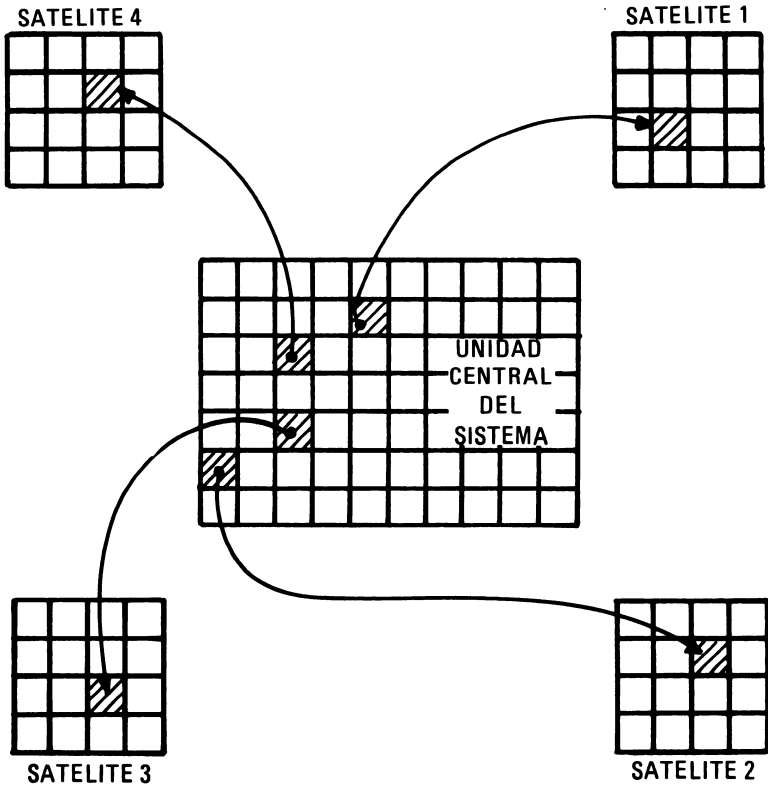


Fig. 14. Experimento central y experimentos satélites. (Tomado de Paez, G. Delineamiento experimental^{4 5}).

c. Comentarios finales

El modelo elegido es, entonces, lo que marca diferencias entre “corrientes matemáticas” y “corrientes icónicas”, y esa diferencia, que afecta únicamente a una de las herramientas de la metodología de la investigación de sistemas, no invalida la identidad de enfoques.

Cuando se comparan los dos modelos tomados como ejemplo de ambas “corrientes” es posible concluir que tanto uno como otro se encuadran dentro de los fundamentos teóricos del enfoque de sistemas y de la metodología de investigación aquí descritos. En consecuencia, ¿cuándo elegir un modelo matemático o uno icónico? Se considera que para ese fin deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

1) **Usos de los resultados de la modelación.** En la definición de los objetivos de ambos modelos, sus autores sostienen que los fines perseguidos son los de ofrecer asistencia a la producción; en un caso mejorar el empleo de recursos para producir leche, y en el otro mejorar los sistemas de producción de cultivos actualmente utilizados por pequeños productores. Es probable que en cualquiera de ambos casos las posibilidades de obtener los objetivos señalados sean similares, por lo que la elección recaerá en aquél que sea capaz de demostrar no sólo su eficiencia potencial en lograr determinados objetivos sino que, a través del empleo de los resultados obtenidos en el desarrollo de modelo, se consiga efectivamente aumentos de la producción agrícola. En otras palabras, un modelo no es eficiente sólomente porque tiene la capacidad de crear una herramienta potencial de transferencia de tecnología sino porque además es capaz de definir *cómo la misma será utilizada*. En el capítulo correspondiente al enfoque de sistemas de la transferencia de tecnología se volverá sobre estos aspectos.

2) **Información básica disponible.** Es uno de los aspectos que generalmente se tiene muy en cuenta en la elección del modelo; ya se mencionó que países como Estados Unidos, Inglaterra, Australia y Nueva Zelanda escogieron sin excepción, a juzgar por la literatura consultada, modelos matemáticos para investigar sistemas agrícolas. Debido a la larga tradición de investigación agrícola en estas naciones, el volumen de información experimental existente permite el empleo de modelos matemáticos que, como los de simulación, exigen un conocimiento grande de las variables y sus interdependencias. Aún en estos casos, muchos autores debieron recurrir a

valoraciones subjetivas dada la escasa información básica disponible para los fines perseguidos.

El escaso volumen de información que respalde la construcción de modelos matemáticos es casi una regla general para América Latina, principalmente en las regiones tropicales y en otras zonas en desarrollo; por lo tanto, la mayoría de los investigadores de sistemas se inclina por la elección de modelos icónicos hasta tanto la información disponible no sea suficiente para pensar en el empleo de modelos matemáticos. Sobre este aspecto conviene citar lo expresado en un reciente simposio internacional realizado en Reading, Inglaterra, sobre sistemas agrícolas, cuando se señala que “el estudio y la comprensión de los sistemas agrícolas tropicales es *tal vez más importante que construir modelos de optimización en esta etapa*. Asimismo, *nuestras técnicas actuales de planificación de fincas son inadecuadas para manejar los problemas del agricultor de países en desarrollo*. Sus problemas especiales incluyen: 1) mayor susceptibilidad al riesgo; 2) menores recursos y, por lo tanto, menor habilidad para hacer frente al riesgo, 3) distribución compleja del empleo de mano de obra, y 4) mayor interdependencia de la finca y el consumo familiar”²¹ (subrayados del autor).

3) Costo de la modelación En condiciones en que los factores mencionados no son limitantes, se vuelve importante la consideración de los costos de la modelación en la selección de un modelo. En los ejemplos señalados sus autores no hacen mención de tales costos; sin embargo, teniendo en cuenta costos como los indicados en páginas anteriores, los cuales indican que la construcción de un modelo compuesto por cuatro submodelos insumió más de US \$ 200 mil, se considera de interés comparar el poder de resolución de los modelos en cuestión y el alcance de sus resultados con el costo de su construcción para efectos de la selección.

EL ENFOQUE DE SISTEMAS SEGUN LOS CENTROS DE INVESTIGACION AGRICOLA

La adopción del enfoque de sistemas por algunos centros nacionales e internacionales de investigación agrícola será reseñada teniendo en cuenta el grado de desarrollo agrícola alcanzado por los países o regiones en los cuales éstos cumplen funciones. El efecto de dicho enfoque en la difusión y adopción de la tecnología así desarrollada será tema del capítulo siguiente.

a. El enfoque de sistemas por centros de investigación de países de agricultura desarrollada

Teniendo en cuenta que la mayoría de la información manejada aquí al describir las aplicaciones de la teoría de sistemas a la producción agrícola proviene de dichos centros, se considera necesario sólomente resumir las características generales del enfoque de sistemas adoptado por tales organismos.

El análisis de las 325 revisiones que sobre la investigación de sistemas agrícolas realizaron Van Dyne y Abramsky⁵⁵ y Arnold y Bennett³ permite caracterizar el enfoque en cuestión de la siguiente manera:

1) Los centros de investigación agrícola de países de agricultura desarrollada y por tanto de dilatada actividad en ese campo, se inclinan sin excepción, de acuerdo con los títulos revisados, por el empleo de modelos matemáticos.

2) Más de 70% de los trabajos incluidos en la revisión emplean modelos de simulación.

3) Los modelos de optimización más utilizados son aquéllos de programación lineal y luego los de programación dinámica y los de programación cuadrática.

4) Existe la tendencia de fijar los objetivos de la modelación considerando más la posibilidad de comunicarse entre investigadores que la de que sus resultados sean aplicables a la producción agrícola.

5) Dichos objetivos están dirigidos a investigar, fundamentalmente, problemas relacionados con producción animal —utilización de pasturas, producción de carne, lana y leche— economía y administración rural, aunque cubren extremos tan amplios como forestación y pesca.

6) Finalmente, es probable que la adopción del enfoque de sistemas por estos centros esté más dirigida a apoyar la investigación agrícola tradicional cuando ésta encuentra dificultades en encarar fenómenos que son la consecuencia de las interrelaciones de muchas variables, que a salvar dificultades en la adopción de tecnologías por parte de los agricultores.

b. El enfoque de sistemas por centros de investigación de países y regiones de agricultura en desarrollo

Con este fin se hará referencia a algunos centros nacionales de investigación agrícola de América Latina y a centros regionales internacionales relacionados con regiones en desarrollo, y en los cuales la literatura disponible permite ver claramente la adopción de tal enfoque. En consecuencia, la revisión que sigue no es exhaustiva ni mucho menos y está afectada por la disponibilidad y por la antigüedad de las referencias bibliográficas, algunas de ellas de seis y siete años atrás. La rapidez con que se extiende el interés por el enfoque de sistemas en las regiones de economía en desarrollo puede hacer perder vigencia a muchas de las apreciaciones que siguen.

1) El enfoque de sistemas por centros nacionales de América Latina

a) Brasil. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria

Posiblemente el centro nacional de investigación agrícola de América Latina más comprometido con el enfoque de sistemas desde el punto de vista programático es EMBRAPA, de Brasil.

En su Programa Nacional de Pesquisa Agropecuaria (PRONAPA)²⁷ correspondiente a 1978 se lee que "con vistas a hacer compatible el PRONAPA con los Planes de Gobierno, así como para asegurar el cumplimiento de las finalidades que motivaron la creación de EMBRAPA, fue definida en el período 1973/1977 una serie de directivas programáticas para la investigación agropecuaria" una de las cuales propone "adoptar una política de acción en que *el enfoque de sistemas se constituya en la estrategia básica*, posibilitando el abordaje integral y simultáneo de los varios factores que intervienen en el proceso productivo agropecuario" (página 4; subrayados del autor).

Al seguir las acciones incluidas en el programa de actividades señalado, el proceso de adopción del enfoque de sistemas que EMBRAPA inició en 1973 continúa en 1975³² y 1977³³ para culminar en 1978. Los programas de investigación por producto (algodón, arroz, frijol, yuca, maíz, sorgo, trigo, fruticultura, caucho, ganado de carne, de leche, caprino y porcino) reflejan claramente esta orientación al definir que los objetivos de la investigación son los de generar tecnología para los sistemas de producción de ganado de carne y caprino; planificar investigación con base en sistemas, en el caso del algodón; mejorar los sistemas de pro-

ducción de leche, de porcinos y de trigo; desarrollar sistemas de producción en yuca, fruticultura, caucho y soja; y, finalmente, modificar los actuales sistemas de producción en el caso de maíz y sorgo. Por lo tanto la investigación por producto aparece, en todos los casos, comprometida con el enfoque de sistemas.

Algunos de los fundamentos teóricos y metodológicos que soportan la orientación mencionada fueron presentados por Blumenschein⁹, por entonces uno de los directores del mencionado organismo. Según este autor, la compartimentalización en disciplinas separadas se debe evitar por medio de la creación de equipos multidisciplinarios que se encarguen de los productos o “problemas” de manera integrada y conseguir que los investigadores tomen como meta de sus actividades mejorar los sistemas agrícolas como un todo y no sólo sus partes aisladas.

En lo que respecta a la investigación de sistema EMBRAPA se apoya, según Blumenschein⁹, en el empleo combinado de experimentos centrales y satélites, similares a los descritos en los modelos icónicos. En consecuencia, EMBRAPA no considera todavía la utilización de modelos matemáticos como metodología general para la investigación de sistemas agrícolas, lo que no implica que los mismos no sean empleados para la solución de determinados problemas. En este sentido manifiesta el autor mencionado al referirse al uso de modelos matemáticos: “El análisis de sistemas en la investigación agrícola es, sin embargo, relativamente reciente, *no existiendo todavía indicaciones del valor real de esta metodología y si investigaciones en esta dirección son realmente justificables*” (subrayados del autor).

Recientemente Gastal³⁴, al identificar limitaciones que dificultaron a EMBRAPA el cumplimiento eficaz de sus cometidos, destaca algunas relacionadas con el enfoque de sistemas adoptado por la misma, señalando que “fue realizado un esfuerzo importante de motivación en los primeros años y realmente se creó una expectativa y una buena receptividad en la mayor parte de los investigadores y dirigentes de unidades. Sin embargo, en el momento en que se demandó una acción más intensa de determinados sectores para avanzar decididamente en la operacionalización del enfoque, hubo indecisión, falta de coordinación, con la omisión de unos y el impedimento de otros”, asimismo, y “a pesar de, aparentemente, ya existir material suficiente y receptividad adecuada para un intento más generalizado de implantación del enfoque, lo que se realizó en este sentido fue más una consecuencia de la buena receptividad de algunos centros (...) y de la obstinación de algunos sectores del nivel central, especialmente del área de planeamiento, que fruto de un

esfuerzo deliberado y articulado con la participación de todas las áreas que deberían estar involucradas”.

El mismo autor indica que “a pesar de que esta era una directriz contenida en los diversos documentos y manifestaciones desde la creación de EMBRAPA, no ha habido una acción suficientemente intensa, adecuadamente articulada ni claramente explícita que permita la materialización de esta intención”. Estas afirmaciones indican que no obstante la orientación claramente expuesta en los programas de actividades de EMBRAPA, aquélla tal vez no estaría muy firmemente apoyada por una organización institucional de rigidez tal que impidiese los escapes señalados. Sobre este aspecto se volverá más adelante.

b) Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas “Alberto Boerger”

La adopción del enfoque de sistemas de la investigación agrícola por parte del CIAAB comenzó en 1972; a diferencia de EMBRAPA que orientó su enfoque a productos, en el caso del CIAAB el mismo está dirigido a considerar a toda la finca como el sistema objeto de la investigación.

A partir de la fecha indicada el CIAAB, con base en la información disponible, regionalizó el país en zonas de acuerdo con los sistemas de producción más empleados, habiendo definido en 1976 dieciséis zonas con otros tantos grandes sistemas de producción que las caracterizan⁴², los que van desde sistemas extensivos de producción de carne bovina y lana, hasta sistemas intensivos hortícolas. Estas actividades incluidas en el Programa de Investigación y Asistencia Técnica Agropecuaria (PIATA) de responsabilidad del CIAAB, son ejecutadas a través de sus cinco Estaciones Experimentales, las que cubren las dieciséis zonas mencionadas. En cada una de estas últimas están en proceso de instalación áreas denominadas Unidades Experimentales y Demostrativas de Producción (UEDP), de las cuales existen actualmente ocho en actividad, que ocupan desde 10 hasta 1000 ha. Cada UEDP incluye un mínimo de uno y un máximo de cuatro sistemas físicos de producción mejorados con relación al sistema actual de producción identificado durante la regionalización. Los resultados iniciales de dichas actividades fueron publicados oportunamente^{14, 28, 35, 46, 51}.

Así como en el caso de EMBRAPA, el CIAAB se inclina por el empleo de modelos aquí denominados icónicos como una etapa previa a la adopción de modelos matemáticos una vez en posesión de un volumen adecuado de información básica proveniente de la experimentación tradicional, en ejecución paralela, y de los mismos siste-

mas en marcha. La información experimental disponible es ocasionalmente suficiente para la construcción de modelos que, como el descrito como ejemplo de simulación, permitirían un grado de resolución más amplio.

El enfoque de sistemas de la investigación agrícola en el CIAAB afecta su actual estructura programática en menor grado que lo señalado con respecto a EMBRAPA, ya que la investigación de sistemas es responsabilidad de sólo uno de los programas en que divide sus actividades, manteniendo los restantes relativa autonomía sobre la fijación de objetivos de actividades. Probablemente esta situación explica la lenta ejecución, señalada recientemente¹⁵ del Programa mencionado.

c) Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

La bibliografía consultada permite concluir que el INTA es uno de los primeros organismos que en América Latina adoptaron el enfoque en la investigación agrícola, en este caso en la investigación pecuaria, aunque de acuerdo con E. Gastal³¹ ya en 1971 funcionaba un sistema físico de producción pecuaria en la Estación Experimental de Cinco Cruces, R. G. S. Brasil, período previo a la creación de EMBRAPA. Dicha orientación se reflejó, también en el énfasis puesto en la investigación de sistemas como componente de la capacitación ofrecida a nivel de postgrado por la Escuela de Graduados en Ciencias Agropecuarias de Argentina.

Los fundamentos teóricos sobre los cuales se basan las actividades del INTA con relación a la investigación de sistemas, su metodología y sus limitaciones, fueron presentados por varios autores^{10,38,50}, y de la lectura de éstas y otras referencias¹² es posible suponer que el enfoque de sistemas por parte del INTA toma en cuenta la distintas "corrientes" analizadas anteriormente, es decir, que utiliza tanto modelos icónicos como matemáticos para la investigación de sistemas.

Es así que, por ejemplo, en una de sus Estaciones Experimentales (Balcarce) desarrolló dos sistemas físicos de producción de carne bovina y de producción de carne y lana, respectivamente, que son modelos mejorados sobre los identificados como los actuales en uso por productores de su área de influencia y de los cuales se publicaron resultados parciales⁴⁹. Paralelamente, el INTA utiliza con frecuencia modelos matemáticos dirigidos a simular, por ejemplo, procesos de producción animal¹ o aspectos climáticos²⁹ y a optimizar el uso de recursos de empresas ganaderas⁴⁴.

En lo referente al efecto que tuvo el enfoque de sistemas sobre los aspectos programáticos de las actividades de investigación del INTA, conviene citar recientes manifestaciones de Durlach²⁶ al describir la organización funcional que dicho organismo tenía a mediados de 1978, sus problemas y posibilidades de evolución. Según éste, el INTA se apoya en Centros de Investigación de Base, en Centros de Investigación y Extensión Regionales, en similares Subregionales, en Agencias de Extensión y en más de cuarenta programas que incluyen rubros de producción (maíz, carne, citrus, por ejemplo) y disciplinas (genética, economía). Desde el punto de vista programático, al frente de cada programa aparecen los coordinadores con asiento en centros “especializados” en rubros (Centros Regionales y Subregionales) y en disciplinas (Centros de Base).

Según Durlach²⁶, la organización descrita provoca en el INTA un conflicto potencial al superponerse, en un mismo centro, cometidos nacionales —el desarrollo de tecnología “básica” para un producto de interés nacional— con cometidos regionales o subregionales y, por lo tanto, de un ámbito menor. Las soluciones probables serían dos: agregar a la estructura mencionada centros por rubros y centros de investigación “adaptativa”, solución obviamente más costosa, o disminuir el número de centros regionales asignándoles un área de influencia mayor y cometidos exclusivamente por rubros, mientras que a los restantes se les asignarían funciones por sistemas de producción a nivel subregional.

En consecuencia, a la fecha indicada el INTA estaba considerando la posibilidad de encarar su organización institucional con un enfoque de sistemas; lamentablemente, la información señalada no menciona si la investigación por sistemas se refiere a productos —a la manera de EMBRAPA— o a sistemas prediales, tal como es visualizado por el CIAAB.

d) Chile

Es difícil, a través de la información manejada, concluir de qué manera el enfoque de sistemas afectó las actividades de los centros de investigación agrícola de Chile. Sin duda el enfoque de sistemas es empleado desde hace tiempo en el país, probablemente desde fines de la década del sesenta⁵¹ y principalmente en el área de producción animal^{6, 11, 46}.

La bibliografía consultada no permitió a este autor definir la importancia relativa del empleo de uno u otro modelo en la investigación de sistemas ni el grado en que el enfoque de sistemas influyó en la programación de investigación agrícola del Instituto de In-

vestigaciones Agropecuarias^{23, 33}, por ejemplo. Sin embargo, conviene destacar que recientemente la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile reconoció la importancia del desarrollo de sistemas de producción agrícola como uno de los objetivos de la investigación y la necesidad de que la misma "se realice en forma integral y multidisciplinaria, que corresponde a la nueva línea que la Facultad de Agronomía se ha trazado hacia el futuro³⁰.

e) El enfoque de sistemas por otros países de América Latina

La adopción del enfoque de sistemas por parte de los organismos de investigación de los restantes países latinoamericanos es difícil de detectar a través de la literatura disponible. La escasa información manejada corresponde principalmente a informes presentados por los países participantes en una reunión realizada sobre sistemas de producción para el trópico americano en Lima, Perú, en 1974, y en una conferencia sobre el mismo tema llevada a cabo en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, en Turrialba, Costa Rica, también en 1974.

Los informes a la reunión, presentados por Bolivia⁴⁰, Perú²⁴, Venezuela⁷ y Colombia³⁹ hacen pensar que el enfoque de sistemas no había sido adoptado por los organismos de investigación agrícola de dichos países como orientador de algunas de sus actividades, por lo menos de aquéllas que tienen relación con productos tropicales; en tal sentido, la representación colombiana sugería como actividad prioritaria a ser iniciada el análisis (investigación) de sistemas de producción.

Los informes de las representaciones de Costa Rica⁵⁶, Guatemala¹³ y Honduras⁴⁷ se limitan a describir los sistemas de producción actualmente en uso por los agricultores de sus respectivos países sin hacer mención a esfuerzos que, en esa época, se estuviesen llevando a cabo para mejorar los organismos de investigación a través del enfoque de sistemas. La excepción la constituía El Salvador³⁶, país en el que en ese momento se estaban realizando experiencias con sistemas de cultivos que incluían las llamadas siembras intercaladas de relevo. En las recomendaciones que surgieron de la conferencia mencionada se sugirió el inicio de un esfuerzo conjunto de los países del área y del CATIE para la investigación de los sistemas de producción agrícola que mejorasen los actuales, lo que estaría indicando que es a partir de esa fecha que el enfoque de sistemas es adoptado por algunos países como orientador de la generación de tecnologías, por lo menos aquélla dirigida a pequeños productores.

Una revisión efectuada recientemente por Blasco⁸ de las actividades de investigación agrícola en la Zona Andina parece confirmar que en 1977 los centros nacionales de Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela no tenían incorporado a sus programas regulares de investigación agrícola el enfoque de sistemas. El Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), en cambio, incluía en la fecha indicada un programa de investigación denominado Sistemas de Cultivos.

2) El enfoque de sistemas por centros regionales e internacionales de investigación agrícola

La información al respecto está contenida en un informe recientemente publicado por FAO⁵⁴ en el que se revisa la actividad que en relación a sistemas de cultivos -- *farming systems* -- llevan a cabo organismos regionales e internacionales como CATIE, CIAT, IITA (Instituto Internacional de Agricultura Tropical), ICRISAT (Instituto Internacional de Investigación de Cosecha para el Trópico Semiárido) y el IRRI (Instituto Internacional para la Investigación del Arroz).

a) Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

Según el informe señalado, CATIE comenzó en 1973 un programa de investigación dirigido a generar tecnologías apropiadas a pequeños productores a través del enfoque de sistemas agrícolas. El proyecto responsable por dichas actividades, denominado Sistemas de Cultivos para Pequeños Productores, tiene como objetivo "estudiar y cuantificar la interacción de los cultivos actualmente realizados por el pequeño productor y el ambiente" y en consecuencia el proyecto toma como objeto de investigación no sólo un producto sino los productos que componen un subsistema o un sistema, según el productor asocie o no la explotación pecuaria a la de cultivos.

El programa mencionado está a su vez apoyado por el Programa de Información Agropecuaria del Istmo Centroamericano (PIADIC) y por el Proyecto Centroamericano de Fertilidad de Suelos; el primero está dirigido a reunir la información relativa a aspectos científicos, técnicos, socioeconómicos y de mercadeo a nivel de la región, mientras que el segundo es responsable por reunir y analizar la información en materia de manejo, fertilidad y caracterización de suelos de la misma. Con este soporte, el CATIE ha podido ir extendiendo sus actividades a los países del área de Centroamérica y Panamá respaldado por convenios de cooperación, por algunos de los cuales CA-

TIE destaca especialistas de su personal regular para asistir a técnicos nacionales en el cumplimiento del programa descrito.

Desde el punto de vista metodológico, CATIE escogió el empleo de modelos icónicos basados en experimentos centrales y satélites, cuyos resultados pueden ser reproducidos y extendidos de acuerdo con la existencia de "suelos análogos" determinados por el Proyecto Centroamericano de Fertilidad de Suelos. La posibilidad de emplear modelos matemáticos con fines similares está limitada actualmente por la falta de información básica experimental (J. Soria, comunicación personal).

b) Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

A diferencia de CATIE, CIAT puso énfasis en la investigación de sistemas de producción de determinados productos como vía para alcanzar sus objetivos. Los productos en los cuales CIAT depositó la mayoría de sus esfuerzos son yuca, frijol y carne bovina, siendo menores los recursos dedicados a la investigación de arroz, maíz y porcinos.

De acuerdo con el informe citado, la razón por la cual el enfoque de sistemas está dirigido a productos y a algunas asociaciones de éstos, y no al nivel de la finca, se debe a que en la amplia área de influencia que cubre CIAT —los trópicos americanos— el investigar sistemas a nivel de fincas es inadecuado a tales propósitos, debiendo entonces descansar en los centros nacionales para la síntesis a ese nivel de la información generada.

Desde un ángulo programático, CIAT sufrió varios cambios tras su creación en 1967. Después de iniciar sus actividades sobre una base disciplinaria, a partir de 1970 se orientó con base en productos con un enfoque de sistemas, orientación que mantiene actualmente luego de incorporar y después desechar, por la razón indicada, un proyecto de sistemas para pequeñas fincas.

En lo relativo a la metodología empleada para la investigación de sistemas, CIAT, al igual que IITA, ICRISAT e IRRI, utiliza desde la metodología experimental tradicional aplicada a las disciplinas que apoyan el enfoque de sistemas por producto, hasta modelos matemáticos. Sin embargo, a juzgar por el contenido del informe citado, la tendencia de estos centros es la de inclinarse más al desarrollo de metodologías experimentales de campo adecuadas a la investigación de cultivos múltiples, como es el caso del CATIE, que al empleo de modelos matemáticos. Es interesante citar la opinión de los autores del informe cuando expresan que "tal trabajo (se refieren al empleo de modelos) tiene un lugar definido en los centros, particular-

mente la programación lineal y los modelos de simulación de crecimiento de cultivos/balance hídrico. Sin embargo, el uso de modelos más complicados y no estandarizados debe hacerse cuidadosamente y apreciando sus peligros. En casos extremos estos peligros radican en la tendencia de tales modelos a volverse monstruosamente complejos, entendibles sólo para sus creadores y exigentes de recursos extraordinarios —mientras que dan la apariencia de que el éxito está a la vuelta de la esquina. Más aún, como elementos metodológicos transferibles a programas nacionales *modelos tan complejos parecerían tener potencial limitado dada la escasez de habilidad computacional y de facilidades en la mayoría de los países en desarrollo*” (subrayado del autor).

c) IITA, ICRISAT e IRRI

Los tres adoptaron el enfoque de sistemas en sus actividades; sin embargo las siguientes características los diferencian:

i) El programa de sistemas de cultivos de IITA es el mayor, desde el punto de vista de recursos humanos y financieros, de los programas que tiene en ejecución y posee una estructura rígida que comprende un número importante de disciplinas.

ii) ICRISAT, a pesar de otorgar prioridad a los sistemas de cultivos, en su estructura interna, compuesta por disciplinas y productos, aparece menos comprometida programáticamente que el anterior con el enfoque de sistemas.

iii) Para IRRI, la investigación de sistemas de cultivos es de gran importancia, superada únicamente por su programa de Evaluación Genética y Utilización. A diferencia de los anteriores, que presentan un espectro más amplio, IRRI dirige sus actividades relacionadas con sistemas agrícolas, solamente a cultivos apropiados a las áreas arroceras.

EL ENFOQUE DE SISTEMAS Y LA ORGANIZACION INSTITUCIONAL

Si se admite que: a. la investigación agrícola tradicional, sin duda alguna responsable por el desarrollo de la tecnología que permitió los grandes avances alcanzados por la producción agrícola en los últimos cien años, se muestra menos eficiente en cuanto a generar tec-

nología apropiada para productores agrícolas con escasa capacidad empresarial y que son mayoría en países en desarrollo; b. esta menor eficiencia tiene su origen en la adopción por parte de países en desarrollo de enfoques y metodologías científicas que llevaron a compartimentalizar la generación de tecnologías de cuyos resultados poco uso pudo hacer la mayoría de los agricultores de los países señalados, c. en consecuencia, es necesario revisar el enfoque actual de la investigación agrícola aplicada, por lo menos aquella de países de economía de mercado en desarrollo; y que, d. la reorientación de la investigación agrícola permitirá superar las limitaciones señaladas; entonces, en ese caso, los esfuerzos que en el futuro se realicen con miras a la adopción del enfoque de sistemas a nivel nacional o regional deberán tener en cuenta la presencia de los siguientes aspectos que estarán entabando los intentos en ese sentido:

a. No obstante el interés creciente por el enfoque de sistemas, por parte de algunos centros nacionales y regionales de investigación agrícola y su difusión por organismos internacionales a través de seminarios y conferencias, la reseña anterior indica que muy pocos centros han adoptado dicho enfoque.

b. En la mayoría de los centros que lo adoptaron, algunos o todos los factores que se señalan están limitando su efectividad:

1) El enfoque de sistemas agrícolas, desarrollado en una primera instancia en los países desarrollados y aplicado a la investigación pecuaria, utilizó en forma creciente modelos matemáticos como herramienta que permitía comprender mejor los sistemas que, por su complejidad, dificultaban la aplicación de las técnicas de la investigación tradicional; su introducción en América Latina se hizo siguiendo objetivos similares al señalado y por consiguiente manteniendo los modelos matemáticos como herramienta metodológica. De esta manera, en algunos países la investigación de sistemas quedó confinada a la consideración de sistemas pecuarios y al empleo de modelos matemáticos.

2) Esta situación provocó, no solamente la creencia equivocada entre algunos investigadores y responsables por la investigación agrícola, de que el enfoque de sistemas —un elemento doctrinario— es sinónimo de empleo de modelos matemáticos —una metodología— y que considera por lo tanto como investigación de sistemas sólo aquella que los emplee, sino también que, por lo atractivo de esa metodología, en algunas ocasiones la pregunta planteada fuera: ¿qué problema se puede resolver con el uso de modelos matemáticos?, en lugar

de: ¿se puede resolver mejor este problema con el empleo de modelos matemáticos? En otras palabras, se ubica, en estos casos, a la metodología por encima de los objetivos de la investigación.

3) En aquellos centros donde el enfoque de sistemas tiene una cobertura más amplia, éste no aparece comprometiendo programáticamente muchas de sus actividades. La excepción la constituye, tal vez, EMBRAPA, en la que el enfoque de sistemas aparece orientando claramente las acciones de sus programas nacionales de investigación.

La consolidación del enfoque de sistemas requiere que el mismo se refleje no sólo en los objetivos y en las actividades de las unidades ejecutoras de la investigación agrícola —departamentos, programas o proyectos— sino en la organización institucional del centro responsable por ella. La información utilizada para la elaboración de la reseña demuestra que, salvo probablemente la excepción indicada, el enfoque de sistemas no consiguió afectar la organización institucional de los centros de investigación agrícola que lo adoptaron. Tal es la situación de organismos internacionales como IITA, IRRI e ICRI-SAT, en los cuales los fondos presupuestarios dedicados a la investigación de sistemas de cultivos alcanzan solamente a 37, 21 y 18.5% respectivamente del presupuesto total. Al referirse a CIAT, la FAO expresa que "*partes importantes de los actuales programas de investigación del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) pueden ser considerados como actividades de investigación de sistemas de cultivos*"⁵⁴ (subrayado del autor). Por su parte, CATIE, de acuerdo a su memoria anual 1976-1977¹⁶ cuenta con un programa de investigación de sistemas que, por el volumen de actividades descritas, es el que probablemente absorbe la mayor parte de los recursos disponibles por dicho organismo. Sin embargo, la presencia de programas de fertilidad de suelos y recursos genéticos, y la descripción de sus actividades, llevan a pensar que estos programas actúan con cierta independencia del Programa de Investigación en Sistemas con relación a la planificación y ejecución de actividades y, sin duda, del punto de vista presupuestal.

Asimismo, la organización institucional de los centros nacionales de investigación agrícola latinoamericanos que adoptaron el enfoque de sistemas no es la más adecuada para la consolidación del enfoque; en el caso de Argentina y Chile, este autor no pudo encontrar indicios que señalen que el enfoque de sistemas haya afectado otras actividades que aquéllas de determinados departamentos o programas, principalmente los de producción animal. Aún en el caso de CIAAB de Uruguay, donde el enfoque de sistemas cubre campos de producción agrícola más amplios que los comprendidos por

los restantes centros nacionales e internacionales descritos, su organización institucional *mejor* atada a disciplinas y productos, contando con un solo programa que investiga sistemas.

A su vez, la mayoría de los centros considerados en la reseña fue organizado en departamentos, programas o proyectos que comprenden disciplinas o productos, siguiendo en alguna medida la organización de centros de países desarrollados; esta organización permitió que la responsabilidad por el logro de los objetivos asignados recayese en esas unidades de ejecución como consecuencia de haber fraccionado para su estudio la producción agrícola —que es el resultado de la acción conjunta e interactuante de varios factores de producción— en otros tantos componentes aislados. Es así que en una región a la cual se dirigen las acciones de investigación, región caracterizada, por ejemplo, por la producción de carne, se aísla en primer lugar la producción de carne bovina como un componente de la producción regional y de aquella se separa, en segundo término, la producción de forrajes de los factores que juegan en la producción animal. Posteriormente, ambos son fraccionados en sus componentes: mejoramiento genético, nutrición, manejo y sanidad. El mejoramiento genético de plantas forrajeras puede ser atribución de un departamento especializado o de otro responsable por el mejoramiento genético vegetal en general y que, por lo tanto, comprende otros cultivos; por su parte, la nutrición de plantas puede ser aislada de un programa de forrajeras, y caer bajo la acción de uno de fertilidad de suelos, por ejemplo. Situaciones similares se pueden presentar con sanidad vegetal, la que puede ser el objeto de estudio de un programa de forrajeras, de uno de control de plagas o de fitopatología. De la misma forma, un programa de producción animal que abarque solamente mejoramiento genético, nutrición, manejo y sanidad y dependa de otros programas para aspectos relacionados con la producción y manejo de pasturas (y en cuya fijación de objetivos no tiene participación formal) está indicando una organización programática más influida por un agrupamiento de disciplinas puramente académico que por una capaz de atacar los fenómenos de las relaciones suelo-planta-animal, que realmente son los que afectan a la región que el programa debe servir.

De esta manera fueron desarrollados centros de investigación agrícola aplicada con una organización institucional que los obliga, prácticamente, a separar los fenómenos de producción agrícola en estudio en tantas partes como disciplinas constituidas en programas posea. Cada uno de estos programas responde, entonces, para la fijación de los objetivos de sus actividades, exclusivamente a la dirección del centro, siendo nulas o mínimas las posibilidades formales de comuni-

cación entre programas. Como consecuencia de dicha organización, los resultados de la investigación agrícola son difundidos tal como fueron generados, es decir, sin tomar adecuada cuenta de las interrelaciones que los afectan, razón que origina la menor eficiencia evidenciada en la investigación agrícola aplicada en países en desarrollo.

La necesidad de revisar la organización actual de la investigación fue reconocida recientemente por autores que apoyan la adopción del enfoque de sistema^{2,22}. Uno de ellos²² cita a Heady cuando dice que “por demasiado tiempo, ha sido la tendencia de las disciplinas cavar fosas cada vez más profundas alrededor de ellas y resguardarse en los bastiones de sus departamentos; aunque físicamente adyacentes, las profundas barreras disciplinarias las previenen de atacar simultáneamente las facetas más importantes de los problemas relevantes. En los hechos, la promoción de la disciplina es tomada como más importante que la solución de los problemas de la gente. Esta situación puede ser modificada por estructuras administrativas que den al conjunto de problemas (sistema) tanto control sobre los recursos como hoy tienen las disciplinas”.

Las modificaciones institucionales recomendadas van desde la puesta en ejecución en EMBRAPA, ya citada, hasta la propuesta para el CIAAB⁴². En la primera, las disciplinas aparecen programáticamente atadas a los productos, mientras que en la segunda, tanto las disciplinas como los productos dependerían de un programa cuya responsabilidad es la investigación del o los sistemas representativos de las regiones identificadas como pertenecientes al área de influjo de dichas unidades ejecutoras.

Un modelo teórico de la programación de la investigación agrícola aplicada, y de la generación de tecnología siguiendo un enfoque de sistemas, aparece en la Fig. 15. Si se considera que los centros de investigación agrícola forman parte de una institución responsable por el desarrollo agrícola nacional, las metas a alcanzar son definidas, lógicamente, a nivel superior al que se mueve la investigación agrícola, aunque se espera que con su participación; por tanto las actividades programadas deberán responder a las metas fijadas por el gobierno o sea, utilizando las palabras de Dillon²³, la decisión de “qué hacer” proviene de estratos situados jerárquicamente en un plano superior al de la investigación agrícola; esa decisión es a su vez, transformada en “cómo hacerlo” por la dirección de la investigación y sugerida nuevamente en forma de “qué hacer” al nivel inferior, que en el caso teórico señalado en la Fig. 15 corresponde a un programa denominado experimentación integrada, constituido por un equipo de especialistas en sistemas de producción agrícola, productos y disciplinas, bajo el liderazgo de los primeros.

El número de programas de experimentación integrada de un centro de investigación agrícola tipo está en función del número de regiones agroeconómicas que fueron previamente definidas en un país o región, y la cantidad de sistemas de investigación dependerá del número de ellos identificados como los más importantes en cada una de tales regiones; la unidad de ejecución no es, en este caso, programas por disciplinas o por productos sino por sistemas de producción agrícolas. De esta forma, la fijación del plan de actividades para alcanzar las metas fijadas, según la figura mencionada, sigue un flujo de derecha a izquierda, aunque dicho plan surge de la discusión en el seno del equipo integrante del programa ejecutor.

La generación de tecnología sigue el camino inverso al descrito y es representado en la figura por flechas orientadas de izquierda a derecha. Del proceso surgen tres niveles de tecnologías o información: uno, como resultado de la actividad de los proyectos por disciplinas y que tiene como destino su absorción por los proyectos por productos, su difusión como contribución científica o, si se cree pertinente, como tecnología "parcial" a ser transferida; un segundo nivel proveniente de los proyectos por producto así alimentados y cuyos destinos son, en parte, su incorporación como componentes de modelos (matemáticos o icónicos) a ser desarrollados por el programa de experimentación integrada y, en parte tener una difusión similar a la indicada para el nivel anterior. Finalmente, del tercer nivel surge, como producto de la investigación de sistemas, información tecnológica y científica "integral" a nivel de finca, de grupo de fincas y de regiones.

Desde el punto de vista de organización institucional, el modelo aplicado por ejemplo a un organismo nacional de investigación agrícola sugiere una dirección general ubicada en el centro de las decisiones de política y planeamiento agrícolas. Esta delega, zonalmente, sus cometidos de dirección y administración en estaciones experimentales que cubren áreas definidas como geográficamente accesibles desde éstas y que incluyen un número adecuado de regiones agroeconómicas previamente identificadas. Las unidades ejecutoras, llamadas en el modelo descrito programas de experimentación integrada, dependen de la dirección de la estación experimental y son tantas como regiones agroeconómicas se detecten en el área de influencia de la estación. Esas unidades ejecutoras, responsables por la investigación de los sistemas en uso actual y su mejora en las regiones señaladas, están constituidas por los proyectos que abarcan los productos incluidos en dichos sistemas y que se integran, a su vez, por las disciplinas afectadas a la investigación de aquéllos, manifestadas a través de proyectos de investigación por disciplinas. Ejemplos de

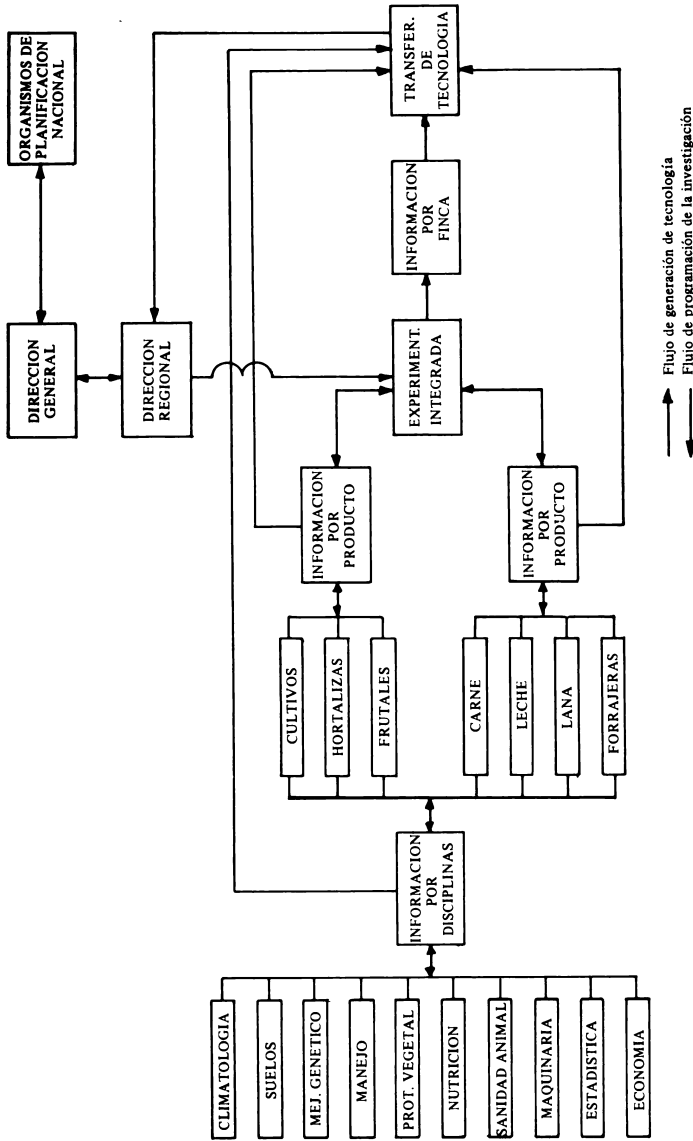


Fig. 15. Modelo de generación de tecnología y de programación de la investigación en un enfoque de sistemas de producción agrícola.

relaciones entre programas, proyectos por producto y proyectos por disciplinas aparecen como matrices de generación de tecnologías en los Cuadros Nos. 18 y 19.

El liderazgo a nivel de cada uno de los programas o unidades de ejecución corresponde, como se manifestó, a un biólogo con capacitación en sistemas de producción; asimismo, se requiere similar formación en los responsables por los productos, mientras que los responsables por las disciplinas que integran estos últimos poseerán, obviamente, la formación adecuada. De esta manera se crean cinco estratos jerárquicos de programación y ejecución de actividades (dirección general, dirección regional, integrales, productos y disciplinas) que aseguran la definición de objetivos comunes y una división racional de responsabilidades enmarcada por las metas que fijan los organismos de planificación nacional.

Un modelo como el descrito posee las siguientes ventajas:

i) Asegura una participación de la investigación agrícola adecuada a la ejecución de los planes nacionales de desarrollo del sector.

ii) Asegura la generación de tecnologías y de información adecuada a las necesidades y características de la mayoría de los productores agrícolas y a las de planificación y políticas nacionales de producción agrícola.

iii) Hace una definición de objetivos y una asignación de recursos escasos de la investigación agrícola con miras a resolver los reales problemas actuales o potenciales de producción agrícola regional y nacional.

iv) Permite una mejor dirección y administración de la investigación agrícola al eliminar una disposición programática y de ejecución dependiente en un mismo plano jerárquico de la dirección mencionada.

v) Permite la participación activa de los investigadores de los equipos que forman los programas de experimentación integrada en la definición de los rubros de actividades.

vi) Admite la expresión científica y respeta la autoría de ésta en cualquiera de los estratos de generación de tecnología considerados.

La organización propuesta coarta, en alguna medida, la libertad de investigación. De acuerdo con Arnon⁴, la libertad de la ciencia se ha convertido en un dogma aceptado y "un científico principal, en una universidad, tiene completa libertad para seleccionar sus temas de investigación, completa autonomía en el planeamiento de su trabajo y lo puede llevar a cabo en la forma que él determine como más conveniente". Sin embargo, el mismo autor reconoce

que la situación descrita cambia cuando la investigación persigue fines utilitarios, es decir, cuando la misma se transforma en aplicada u orientada; en ese caso, dice Arnon, "...no es posible la libertad absoluta en la selección de los temas de investigación" y "no existe nada erróneo, en principio, en poner limitaciones a la libertad de selección de temas sobre los que se va a trabajar y en los recursos que estarán disponibles para ello". Dillon²² advierte, sin embargo, sobre los peligros de una excesiva rigidez que llevaría a lo que él llama un enfoque dictatorial al referirse a la fijación de objetivos "hacia abajo" en esquemas similares al descrito por el modelo; considera que un esquema muy rígido impedirá que los mejores científicos de una or-

CUADRO No. 18. Matriz de generación de tecnología a nivel de fincas.

PROYECTOS POR PRODUCTO	PROGRAMAS DE EXPERIMENTACION INTEGRADA (Unidades de Ejecución)			
	Sistemas A(*)	Sistemas B(*)	Sistemas C(*)	Sistemas D(*)
Cultivos			X	
Hortalizas	X			
Frutales	X			
Cítricos	X			
Carne		X	X	X
Leche				X
Lana		X		
Forrajeras		X	X	X

(*) Representan otras tantas regiones agroeconómicas hipotéticas.

CUADRO No. 19. Matriz de generación de tecnología a nivel de productos y disciplinas.

PROYECTOS POR DISCIPLINAS	PROYECTOS POR PRODUCTOS						
	Cultivos	Hortalizas	Frutales	Carne	Leche	Lana	Forrajeras
Climatología	X	X	X	X	X	X	X
Suelos	X	X	X	X	X	X	X
Mej.Genético	X	X	X	X	X	X	X
Prot.Vegetal	X	X	X				X
Manejo	X	X	X	X	X	X	X
Nutrición Animal				X	X	X	
Maquinaria	X	X	X	X	X	X	X
Sanidad Animal				X	X	X	
Estadística	X	X	X	X	X	X	X
Economía	X	X	X	X	X	X	X

ganización de investigación rindan de acuerdo a su capacidad, por lo cual un modelo de organización que pone énfasis en la definición vertical de los objetivos a ser cumplidos deberá tener en cuenta, para esos fines, la información que tales científicos generan de abajo a arriba.

Por último, deberá tomarse como un elemento en la decisión sobre la mayor o menor rigidez de la organización institucional, la capacitación recibida por los investigadores que forman los cuadros de los centros de investigación agrícola aplicada. En la mayor parte de los casos éstos recibieron una formación académica universitaria que los habilita para seleccionar y manejar metodologías apropiadas para la resolución de problemas, y esa habilidad será más grande cuanto mayor el grado de especialización que alcancen; a medida que aumenta la especialización, y ésta es la tendencia mostrada por los investigadores y alentada por los propios centros, la posibilidad de que los investigadores se alejen más de los problemas que afectan la producción agrícola de los países en desarrollo es mayor, y mayor en consecuencia la necesidad de dirección de sus actividades. En otras palabras, la capacitación recibida les permite decidir *el cómo* investigar, mientras que *el qué* investigar es una habilidad natural o adquirida a través de experiencia, y que la dirección de la investigación no debe dejar de reconocer como virtud de unos pocos.

BIBLIOGRAFIA

1. ABREU, M. Simulación de crecimiento y desempeño reproductivo en vaquillonas de primer y segundo entore. In H, Caballero Ed. *Sistemas de producción Pecuaria. Principios y Aplicación en Investigación y Extensión*. Montevideo, Uruguay. IICA. Zona Sur, 1974. 220 p.
2. ANDERSON, F. M. Livestock production systems and their implication for research administration. Paper to ICCA/EMBRAPA Seminar on System Production Research in Agriculture. Brasilia, Sept. 28 – Oct. 23, 1975. 15 p.
3. ARNOLD, G. W. y BENNETT, D. The problem of finding the optimun solution. In G. E Dalton Ed. *The Study of Agricultural Systems*. London, Applied Science Publishers, Ltd. 1975. p. 129-173.
4. ARNON, I. Organización y Administración de la Investigación Agrícola. San José, Costa Rica, IICA. 1978. 433 p.
5. BAZAN, R. Primera aproximación de suelos análogos de Centroamérica. In II Reunión Regional sobre Fertilidad y Análogos de Suelos. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1978. 16 p.
6. BECKER, F., A. APPARCEL, Q. BALOCCHI, E. SIEBALD y M. MATZNER. Modelo real de producción de carne con ganado Hereford. Trabajo presentado a la IV Conferencia Mundial de Producción Animal. Buenos Aires, Argentina, 21-26 de agosto, 1978.
7. BENACCHIO, S. Informe de Venezuela. In Reunión Internacional sobre Sistemas de Producción para el Trópico Americano. Zona Andina. Lima, Perú, IICA, 1974. 25 p.
8. BLASCO, M. Síntesis de la Investigación Agrícola en la Zona Andina. Lima, Perú. IICA, Zona Andina, 1977. 43 p. (Publicación Miscelánea 161).
9. BLUMENSCHHEIN, A. Principios da Pesquisa no Sistema EMBRAPA. Brasilia, EMBRAPA, 1978. 48 p.
10. BRAVO, B. y PIÑEIRO, M. El análisis económico de la producción ganadera. In E. Gastal. Ed. *Análisis Económico de los datos de la Investigación en Ganadería*. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1971. p. 203-224.

11. CABALLERO, D. , GOLDENBERG, T., BENEDETTI, H. y CUBILLOS, G. Crianza y engorde de ganado vacuno mixto (carne y leche). In E. Gastal, Ed. Análisis Económico de los Datos de la Investigación en Ganadería. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1971. 550 p.
12. CARRILLO, J. Un sistema real de producción destinado a la cría de vacunos. In H. Caballero, Ed. Sistemas de Producción Pecuaria, Principios y Aplicación en Investigación y Extensión. Montevideo, Uruguay. IICA, Zona Sur. 1975. p. 93-100.
13. CASTILLO, M. Algunos sistemas de producción agrícola en Guatemala. In Conferencia sobre Sistemas de Producción Agrícola para el Trópico. Informe Final. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 1974. 6 p.
14. CASTRO, E., CASTRO, J. L., CHIARA, G., KACHELE, T. H., VAZ MARTINS, D. y ZAMUZ, H. B. Sistemas de producción agrícola-ganadera de la Estanzuela. In H. Caballero, Ed. Sistemas de Producción Pecuaria. Principios y Aplicación en Investigación y Extensión. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1975. p. 147-158.
15. CASTRO, J. L. Integración y transferencia de tecnología en el Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger". In A. Marzocca, Ed. Organización Institucional y Administración de la Investigación Agrícola. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1978. p. 45-53.
16. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. The CATIE small farmer cropping system program. Pamphlet, Turrialba, Costa Rica, CATIE. s/f. 11 p.
17. ----- Primer informe resumido de la encuesta preliminar en Costa Rica, Nicaragua y Honduras. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1976. 23p.
18. ----- Memoria Anual 1976-1977. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1977. 166 p.
19. CENTRO INTERAMERICANO DE DOCUMENTACION E INFORMACION AGRICOLA. Bibliografía. Sistemas de Agricultura Tropical. Turrialba, Costa Rica, IICA-CIDIA, 1974. 145 p.

20. CHIARA, G. y DURAN, H. Modelo de simulación de producción de leche. Uruguay, Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger". 1977. 35 p. (Miscelánea No. 7).
21. CURNOW, R. N. y UPTON, M. Discussion report. In G. E. Dalton Ed. The Study of Agricultural Systems. London, Applied Science Publishers, Ltd. 1975. 187-190.
22. DILLON, J. L. Guidelines to systems research priorities. Paper to IICA/EMBRAPA. Seminar on Systems Production Research in Agriculture. Brasilia. Sept. 28 – Oct. 3. 1975. 17 p.
23. ----- The economics of systems research. Agric. Systems (1):5-26. 1976.
24. DOUROJIANI, M. Informe del Perú. In Reunión Internacional sobre Sistemas de Producción para el Trópico. Lima, Perú, IICA, Zona Andina, 1974. 46 p.
25. DULCIC, C. A. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. In H. Caballero, Ed. Informe de la VI Reunión de la Comisión del Programa Cooperativo Regional de Investigación Agrícola. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1974. p. 67-93.
26. DURLACH, A. Esquema del sistema actual de investigación y extensión agropecuaria (INTA) en La Argentina. Algunos problemas y posibilidades de evolución. In A. Marzocca, Ed. Organización Institucional y Administración de la Investigación Agrícola. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1978. p. 39-42.
27. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Programa Nacional de Pesquisa Agropecuaria. Brasilia, EMBRAPA, 1978. 117 p.
28. FAGGI, D. y DURAN, H. Sistemas lecheros en La Estanzuela. In H. Caballero, Ed. Sistemas de Producción Pecuaria. Principios y Aplicación en Investigación y Extensión. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1975. p. 159-178.
29. FUJITA, H. La generación de variables aleatorias de un modelo de simulación. In H. Caballero, Ed. Sistemas de Producción Pecuaria. Principios y Aplicación en Investigación y Extensión. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1975. p. 33-38.

30. GARRIDO, J. Prólogo. Investigaciones de la Facultad de Agronomía. Santiago, Universidad de Chile, 1978. p. 5-7.
31. GASTAL, E. Un sistema de producción mixto: bovinos de carne y ovinos para una zona del Estado de Río Grande do Sul. In E. Gastal, Ed. Análisis Económico de los Datos de la Investigación en Ganadería. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1971. p. 239-260.
32. ————. Sistemas de producción en la programación de la investigación agropecuaria. Trabajo presentado en el Seminario Concepto de Sistemas en el Establecimiento de Objetivos y Prioridades en la Investigación Ganadera. V Reunión Interamericana de Producción Animal. Maracay, Venezuela. 1975.
33. ————. Sistemas de produção. In Sistemas de Produção Agrícola. Mesa Redonda del Consejo Técnico Consultivo, XXII Reunión. Santo Domingo, República Dominicana, IICA, 1977. p. 10-32.
34. ————. O planejamento da pesquisa agropecuaria no Brasil. In A. Marzocca, Ed. Organización Institucional y Administración de la Investigación Agrícola. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1978. p. 69-79.
35. GRIERSON, J. Sistemas de producción en la Estación Experimental del Este. In H. Caballero, Ed. Sistemas de Producción Pecuaria. Principios y Aplicación en Investigación y Extensión. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1975. p. 143-146.
36. HILDEBRAND, P. y E. FRENCH. Un sistema salvadoreño de monocultivos: su potencial y sus problemas. In Reunión Internacional sobre Sistemas de Producción para el Trópico Americano. Lima, Perú, IICA, Zona Andina, 1974.
37. INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS. Informe de Chile. Informe de la VII Reunión de la Comisión Asesora del Programa Cooperativo Regional de Investigación Agrícola. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1976.
38. JOANDET, G. El enfoque de la investigación agrícola a través de sistemas para asegurar la óptima participación de la investigación en el desarrollo socioeconómico del país. In Consulta de Expertos en In-

investigación Agrícola en América Latina. Panamá, Panamá, FAO / IICA, 9-14 junio, 1975. p. 71-79.

39. LOTERO, J. Informe de Colombia. In Reunión Internacional sobre Sistemas de Producción para el Trópico Americano, Lima, Perú, IICA, Zona Andina, 1974. 22 p.

40. MANZANO, A. Informe de Bolivia. In Reunión Internacional sobre Sistemas de Producción para el Trópico Americano. Lima, Perú, IICA, Zona Andina, 1974. 71 p.

41. MENDES, C. T. A. Cultura consociada da batatinha e do milho. Revista de Agricultura. 22 (4-6): 83-93. 1974.

42. MINISTERIO DE AGRICULTURAL Y PESCA. Proyecto de Investigación y Asistencia Técnica Agropecuaria. Montevideo, Uruguay, 1976. s. p.

43. MORALES, J. O. et al. Cultivos intercalados en plantaciones de Hevea. Boletín Técnico. Turrialba, Costa Rica, 1:26. 1949.

44. NOCETTI, J. Función de producción para grupos de empresas del área tradicional de invernada (Argentina). In E. Gastal, Ed. Análisis Económico de los Datos de la Investigación en Ganadería. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1971. p. 277-292.

45. PAEZ, G. Delineamiento experimental de sistemas de producción agrícola. Documento presentado en el Curso Intensivo sobre Sistemas de Producción para el Trópico. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1975. 38 p.

46. PITTALUGA, O. Evaluación de un sistema de cría de vacunos. In H. Caballero, Ed. Sistemas de Producción Pecuaria. Principios y Aplicación en Investigación y Extensión. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1975. p. 179-194.

47. REYES, N. Breve descripción del sistema de producción del pequeño productor en Honduras. In Conferencia sobre Sistemas de Producción Agrícola para el Trópico. Informe Final. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1974. 8 p.

48. RUIZ, I. Estudios sobre sistemas de producción en la zona Centro Sur de Chile. In H. Caballero, Ed. Sistemas de Produc-

ción Pecuaria. Principios y Aplicación en Investigación y Extensión. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1975. p. 101-112.

49. SANTOS, S. y CASCARDO, A. Análisis económico de tres sistemas de producción ganadera. In E. Gastal, Ed. Análisis Económico de Datos de Investigación en Ganadería. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1971. p. 239-308.

50. ————— Métodos para ensayos a nivel de productor. In E. Gastal, Ed. Análisis Económico de los Datos de Investigación en Ganadería. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1971. p. 225-228.

51. SERRANO, F. e ILLANES, A. Análisis de los sistemas de producción ganadera en el campo demostrativo de Oromo (Osorno, Chile). In E. Gastal, Ed. Análisis Económico de los Datos de la Investigación en Ganadería. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1971. p. 473-520.

52. SORIA, J. Los sistemas de producción agrícola en América Tropical. In Sistemas de Producción Agrícola. XXII Reunión del Consejo Técnico Consultivo. Santo Domingo, República Dominicana, IICA, 1977. p. 40-58.

53. SYMONDS, R. Sistemas de producción. Unidad Experimental de Young. Uruguay, Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", 1976. 23 p. (Miscelánea No. 16).

54. THE CONSULTIVE GROUP ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH TECHNICAL ADVISORY COMMITTEE. The review of farming system research at the international Research Centers. (Publicación de circulación restringida). Roma, FAO, Abril, 1978. 56 p.

55. VAN DYNE G. y ABRAMSKY, A. Agricultural systems models and modelling: an overview. In G. Dalton. The Study of Agricultural Systems. London. Applied Science Publishers, 1975. p. 23-106.

56. VARGAS, A. ¿Cómo se pueden definir o estudiar los sistemas o métodos de producción de un país? In Conferencia sobre Sistemas de producción Agrícola para el Trópico. Informe Final. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1974. 56 p.

CAPITULO 5

EL ENFOQUE DE SISTEMAS EN LA TRANSFERENCIA Y EN LA ADOPCION DE TECNOLOGIAS

INTRODUCCION

La participación del Estado en la producción agrícola nacional se refleja a través de las acciones de sus organismos responsables por la planificación, la educación, la investigación y la extensión agrícolas, el otorgamiento de servicios, la provisión de insumos, la fijación de subsidios y precios a insumos y productos, el establecimiento de canales de comercialización, el crédito y el mejoramiento de las estructuras agrarias.

En general, las actividades descritas son evaluadas de acuerdo al producto inmediato esperado. Así, el resultado de la educación agrícola superior es medido por el número de profesionales egresados y éstos por las calificaciones alcanzadas; la investigación agrícola, por el número de publicaciones impresas y por la calidad científica y técnica que posean; la prestación de servicios, por la cantidad y calidad de semillas mejoradas, por el número y precisión de los análisis de suelos y las recomendaciones de empleo de fertilizantes, y por el número de hectáreas bajo cultivos o de animales en los que se previnieron o se controlaron plagas; la provisión de insumos, por la cantidad y el momento en que estaban disponibles y la fijación de subsidios y precios a insumos y productos por el monto y su adecuación a las necesidades nacionales; la comercialización, por la cantidad de productos que pasaron por los canales establecidos; el crédito agrícola, por su cartera, el volumen de crédito otorgado, la tasa de interés, el plazo y, en algunos casos, por los estratos de los productores beneficiados. Finalmente, el mejoramiento de las estructuras agrícolas

es medido a través del área redistribuída o colonizada, el número de beneficiarios y los medios de producción facilitados.

Las acciones señaladas, previstas para que por medio de sus resultados se alcancen aumentos de la producción agrícola, un uso racional de los medios de producción disponibles y una elevación de los niveles de vida del medio rural, raramente son evaluadas según esos objetivos finales. De esta forma, hay poca inquietud por analizar el impacto en la producción agrícola de, por ejemplo, el destino y efecto de la formación de técnicos agrícolas, de los resultados de la investigación, de las semillas mejoradas, de los análisis de suelos, del control de plagas, de la disponibilidad y empleo de insumos, de los subsidios, precios y políticas de comercialización, del crédito y de la reforma de estructuras agrarias, como si tales actividades no fueran responsables aisladamente o en conjunto del desarrollo agrícola.

Por su parte, la extensión agrícola no pudo conservar por mucho tiempo iguales "ventajas" de ser evaluada sólo por el número de productores atendidos, de líderes identificados o de reuniones realizadas con agricultores. Poco a poco se le fue mirando como única responsable de la adopción de la tecnología por parte de los agricultores ya que la función que se espera de ella es la de componer, para su posterior transferencia y adopción, las piezas aisladas que las restantes actividades se limitan, en el mejor de los casos, a poner en sus manos. Como consecuencia del casi estancamiento de la productividad manifestada en muchos países latinoamericanos, los servicios de extensión agrícola fueron perdiendo imagen, a tal grado que en algunos de estos países sus funciones han sido actualmente transferidas a otros organismos públicos o privados. Sobre esta evolución, sus causas y las perspectivas de la extensión agrícola se hará referencia a continuación.

LA EVOLUCION DE LA EXTENSION AGRICOLA

La extensión agrícola, originada en Inglaterra a fines del siglo pasado ¹⁹, fue adoptada por los Estados Unidos de América como respuesta al interés demostrado por su sector agrícola en crear estructuras institucionales que apoyasen el desarrollo nacional del sector.

Según True, citado por Ansorena⁵, a partir de la creación de la Sociedad de Agricultores de Filadelfia en 1785, se fueron organizando cientos de sociedades similares con el objetivo de interesar a

sus afiliados en los problemas del sector, por lo cual se desarrolló un grupo de presión tendiente a obtener del gobierno las facilidades que permitiesen elevar el nivel de conocimientos sobre producción agrícola de los agricultores, y principalmente de sus hijos. Dicha presión se tradujo en un gran aumento de escuelas y colegios secundarios que ofrecían instrucción agrícola y que culmina en 1862 con la aprobación de la ley que creó los *Land Grant Colleges* y que concentró la educación superior, la investigación y la extensión en los colegios agrícolas.

Posteriormente, en 1887, otra ley otorgó fondos federales para impulsar el desarrollo de estaciones experimentales, a la que se agregó, en 1914, la ley Smith-Lever, que destinó, a su vez, fondos federales con el fin de implantar la extensión como integrante del sistema de educación e investigación en manos de los organismos señalados.

Ansorena ⁴ señala algunos aspectos que distinguen al proceso mencionado:

a. Los servicios de extensión, así como la educación superior y la investigación agrícolas, fueron creados para satisfacer el interés de los beneficiarios, es decir, surgen como respuesta a una demanda definida, exigente y que tiene claro qué tipo de servicios requiere.

b. Los usuarios de dichos servicios reunían las siguientes características:

1) Muy elevado grado de alfabetización.

2) Alto nivel de capacidad empresarial, si como tal se entiende la habilidad de emplear eficientemente los recursos de producción disponibles.

c. Existió una tendencia cultural al bajo consumo y formación de capital para inversiones productivas en la agricultura. La actividad privada la dotó de los insumos necesarios y existió la infraestructura suficiente para la comercialización de los productos agrícolas, lo que significó una gran reducción de riesgos en la introducción de innovaciones.

d. Existió una estructura administrativa y política esencial para el desarrollo institucional; los colegios de agricultura, las estaciones experimentales y el servicio de extensión constituyeron esos pilares. Esto fue complementado por la actividad privada, que concentró su atención sobre la agricultura como fuente de sus negocios.

e. Los agricultores organizados significaron fuerza de presión política para obtener representaciones ante los organismos de toma de decisiones, lo que se reflejó en el "gran interés de los líderes políticos de Estados Unidos en el bienestar del sector rural".

Al finalizar la Segunda Guerra Mundial, o sea luego de una experiencia exitosa de más de cincuenta años en actividades de extensión agrícola en los Estados Unidos de América, dicho modelo comenzó a ser difundido en América Latina; el propio gobierno de aquel país, a través de sus agencias especializadas, fue uno de los principales impulsores de la adopción. En 1948 la actual Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) inició la concertación de convenios con doce países latinoamericanos, por los que expertos estadounidenses asistieron a desarrollar sendos servicios de extensión siguiendo los moldes originales norteamericanos y apoyados por fondos presupuestales que sumaron más de 85 millones de dólares en los años de duración de tales convenios ⁵³.

Ansorena señala los siguientes aspectos que caracterizaron los primeros años del proceso de implantación de los servicios de extensión en América Latina y que les dieron el prestigio ganado en ese período:

a. Los servicios de extensión gozaron de una relativa autonomía administrativa que les permitió evitar el ajustarse a lentos trámites burocráticos.

b. Una política salarial adecuada que permitía la estabilidad del personal.

c. Facilidades en la introducción y disponibilidad de los insumos agrícolas cuyo uso se impulsaba.

d. Oportunidades de adiestramiento del personal nacional.

Finalizado el aporte técnico y financiero externo, los servicios de extensión así creados fueron progresivamente asimilados por los organismos oficiales de los países beneficiados, principalmente los ministerios de agricultura. Esta absorción significó perder, en gran parte, las ventajas o privilegios con que los servicios contaron hasta ese momento, algunos de los cuales ya fueron mencionados. En muchos casos los servicios de extensión fueron absorbidos por viejas estructuras burocráticas de los ministerios, que ya habían mostrado su ineficiencia, por lo cual, según el autor citado la imagen ganada comenzó a deteriorarse ayudado por el alejamiento del personal capa-

citado y por las dificultades para incorporar nuevos equipos y materiales o para mantener los actuales.

A pesar del proceso sufrido y que Ansorena distingue como el que marca la finalización de la "época de oro de la Extensión Rural", los servicios de extensión, aún con su nueva estructura administrativa, continuaron creciendo en la mayoría de los países latinoamericanos aunque con características que conviene destacar.

En el Cuadro No. 20 se presenta la evolución del número de personal técnico y la de los fondos presupuestarios asignados a los servicios de extensión de algunos países latinoamericanos, y su comparación con la similar evolución sufrida por la investigación agrícola durante el período en que se produce la mayor parte de la absorción de los servicios de extensión por los ministerios de agricultura nacionales. Las cifras indican que entre aproximadamente 1960 y 1974, el número total de extensionistas crece de alrededor de 1700 a casi 8000, y los fondos presupuestarios anuales dedicados a sus actividades aumentan de 20 a 71 millones de dólares estadounidenses de 1971, es decir, se multiplican por 4.7 y 3.5, respectivamente. Por su parte, las cifras correspondientes a la investigación agrícola muestran un crecimiento comparativamente menor, ya que de 1700 investigadores y un presupuesto de 28 millones de dólares en 1960-1964, pasa a 3700 y 93 millones, respectivamente, en 1971-1974, o sea que las cantidades iniciales se multiplican por 2.2 y 3.3. Estas cifras indican un apoyo gubernamental importante a las actividades de extensión, ya que éstas merecen una prioridad por lo menos similar a la asignada a las de la investigación agrícola.

Sin embargo, el Cuadro No. 21 sugiere una situación bastante diferente a la mencionada. Cuando se comparan los montos presupuestarios por técnico en actividades de extensión y de investigación agrícolas, se aprecia que mientras en 1960-1962 se asignaban 12 107 dólares por extensionista, en 1972-1974 la cifra asignada era de 8 928 dólares, es decir 26% más baja. Paralelamente, las sumas correspondientes a la investigación agrícola señalan un aumento de 16 434 a 25 309 dólares por técnico, por tanto un incremento de casi 65%.

La evolución descrita indica que:

a. Efectivamente, la extensión fue perdiendo apoyo gubernamental mientras que la investigación aplicada lo ganó. Esta situación es desfavorable para ambas, pues una investigación aplicada sin un adecuado vehículo de transferencia de tecnología está destinada, tarde o temprano, a correr la misma suerte de la extensión.

b. Algunos gobiernos se mostraron más dispuestos a aumentar los cuadros de personal de los servicios de extensión que en dotar a éstos de los recursos necesarios para su acción efectiva. Esta circunstancia impulsa:

1) La excesiva burocratización de las actividades de transferencia de tecnología. Ante la falta de recursos suficientes para la realización de actividades específicas del servicio, la solución encontrada es asignar a éste tantas más funciones administrativas cuanto más funcionarios parcialmente ocupados o inactivos presente.

2) La aquiescencia en admitir la actitud de directivos de algunos servicios de extensión, que miden el prestigio personal y del organismo a su cargo más por el número de funcionarios con que cuenta que por la eficiencia en el cumplimiento de los cometidos asignados.

c. A que, asimismo, cifras manejadas globalmente como lo hace el Cuadro No. 20, por un lado den argumentos a los gobiernos que sostienen que otorgan la prioridad adecuada a la extensión (ver Cuadro No. 8, Cap. 1, que demuestra que desde 1965 hasta por lo menos 1974, América Latina destinó a las actividades de extensión un mayor porcentaje de su PBI del sector que el que asignó América del Norte a los mismos fines), y por otro complace a aquellos directivos de la extensión renuentes para atender las causas que provocaron la situación descrita.

El deterioro iniciado con la asimilación de los servicios de extensión a los ministerios de agricultura toma, según el autor referido, mayor transcendencia a fines de la década del sesenta y principios de la actual, a juzgar por la inquietud que se traduce en la organización de reuniones y conferencias regionales con la finalidad de discutir sus causas. Las publicaciones surgidas de tales reuniones y conferencias ^{36,3,55,43,59,38,} concuerdan en que la extensión agrícola no tuvo el efecto esperado y que es necesario dotarla de un nuevo enfoque. En tal sentido, la extensión agrícola comienza a ser revisada buscando las razones que la llevaron a esa situación y esbozando las posibles salidas.

No obstante, es probable que a la fecha, en la mayoría de los países latinoamericanos, aspectos tales como objetivos, métodos, organización institucional y el papel que le cabe a la extensión en el conjunto de los organismos responsables por la producción agrícola sea, todavía, motivo de controversias.

CUADRO No. 20. Evolución del número de técnicos y de los montos presupuestarios (en miles de dólares estadounidenses de 1971) dedicados a actividades de extensión e investigación agrícolas, según países seleccionados. Fuente: Elaborado con datos de Boyce y Evenson^{1,3}.

PAISES	EXTENSION				INVESTIGACION			
	1960-1962		1972-1974		1960-1964		1971-1974	
	Número	Presupuesto	Número	Presupuesto	Número	Presupuesto	Número	Presupuesto
Argentina	165	5 900	357	13 500	400	10 970	840	27 100
Brasil	328	3 100	3 616	30 000	500	3 960	876	26 600
Chile	91	219	649	3 400	92	971	179	5 190
Colombia	161	2 320	406	3 780	210	4 760	849	14 833
Costa Rica	42	324	105	1 180	40	267	65	690
El Salvador	38	176	130	531	34	292	56	661
México	252	1 370	1 016	8 240	209	2 100	474	6 050
Perú	252	1 100	959	4 400	108	746	180	5 500
Venezuela	355	5 880	728	6 090	113	3 970	155	6 960
TOTAL	1 684	20 389	7 966	71 121	1 706	28 036	3 674	93 584

CUADRO No. 21. Evolución del monto presupuestal por técnico en actividades de extensión e investigación agrícolas (en dólares estadounidenses de 1971), por países seleccionados. Fuente: Elaborado con datos de Boyce y Evenson^{1 3}.

PAISES	Extensión		Investigación	
	1960-62	1972-74	1960-64	1971-74
Argentina	35 758	37 815	27 425	32 262
Brasil	9 451	8 296	7 920	29 680
Chile	2 407	5 239	10 554	28 994
Colombia	14 410	9 310	22 667	17 471
Costa Rica	7 714	11 238	6 675	10 615
El Salvador	4 632	4 085	8 588	11 804
México	5 437	8 110	10 048	12 764
Perú	4 365	4 588	6 907	30 556
Venezuela	16 563	8 365	35 132	44 903
TOTAL	12 107	8 928	16 434	25 309

LAS LIMITACIONES ENCONTRADAS Y LAS SOLUCIONES PROPUESTAS A LAS ACTIVIDADES DE EXTENSION

Para considerar las limitaciones que según la literatura consultada entraban la eficiencia de la extensión agrícola en América Latina, se les agrupará en limitaciones externas e internas a la propia extensión agrícola, siguiendo el criterio mantenido por los autores del Informe del Director General a la Junta Directiva del IICA correspondiente a 1971³⁶.

a. Limitaciones externas^{3, 4, 22, 54, 55}

1) El modelo fue introducido de un medio a otro desconociendo las diferencias que los separan; algunas de las características que distinguen a América Latina y que afectaron los resultados de la adopción son las siguientes:

a) No existió una demanda previa, por parte de los potenciales usuarios, de los servicios de extensión ni una definición clara por parte de los gobiernos sobre la necesidad de su introducción, los que en algunos casos se comportaron pasivamente ante la misma. De esta forma, los servicios de extensión debieron realizar una labor de educación no solamente dirigida hacia los agricultores sino también hacia los organismos gubernamentales que los apoyaban financieramente y que debían considerar sus planes de expansión.

b) La mayoría de los agricultores explotan la tierra en régimen de subsistencia o en carácter precario; por lo tanto, poseen pocos recursos de producción y menor habilidad para enfrentar riesgos, condiciones que los predisponen contra la adopción de tecnologías que requieren, generalmente, recursos y capacidad empresarial considerables. Asimismo, tales características les otorgan un escaso poder económico y político como para poder influir en el mercado y en las decisiones gubernamentales que afectan al sector.

c) Bajo nivel educativo de los agricultores, manifestado por un alto grado de analfabetismo que limita la eficiencia de algunos medios masivos de comunicación.

d) Menor reinversión en el sector, dada la baja rentabilidad de ésta y la captación de capitales por una industria nacional en gran parte protegida y con la cual no pudo complementarse o competir eficazmente por la disponibilidad de recursos financieros y de mano de obra.

e) Falta de una estructura comercial pública y privada que asegure la provisión de insumos en cantidades y tiempo adecuados a las necesidades que crean las actividades de extensión.

f) Escasa y deficiente infraestructura de producción que dificulta la comercialización de insumos y productos y la disponibilidad de mano de obra calificada, y con carencias en el otorgamiento de servicios que, como educación y salud, aseguran la estabilidad de la población rural.

2) Falta de una planificación nacional y sectorial con objetivos claros y con programas de desarrollo a mediano y largo plazo coherentes y estables que permitan a la extensión agrícola adecuar los suyos a éstos.

3) Dificultades encontradas por los servicios de extensión para coordinar sus actividades con los restantes organismos responsables

por el desarrollo agrícola. Su asimilación a los ministerios de agricultura se hizo sin afectar la organización institucional de éstos, por lo que los servicios se encontraron, en algunos casos, duplicando actividades de servicios u organismos ya existentes y que se mostraban poco dispuestos a compartirlas y coordinarlas con las de extensión. Similares dificultades encontró, por ejemplo, la educación agrícola superior cuando trató, con variada suerte, de que se incluyesen en los planes de estudio las ciencias sociales como componentes curriculares en la formación de extensionistas, o con organismos de crédito agrícola al intentar participar en la planificación y supervisión del mismo.

4) La existencia de una burocracia excesiva que se manifiesta por normas y reglamentos “caracterizados por generar procedimientos complejos y lentos de aprobación y control” que “reducen el dinamismo de operación que debe poseer un Servicio de Extensión Agrícola enfrentado, como está a las variables condiciones de la agricultura”³⁶.

5) La escasez de recursos para la operación de los servicios de extensión. La misma se traduce en bajos salarios que provocan la inestabilidad del personal, escalafones estrechos que limitan las posibilidades de promoción y desalientan la capacitación superior.

6) Los precarios medios de comunicación existentes y las características individualistas de los agricultores que dificultan su agrupamiento en sociedades agrícolas, limitaron la operación de un modelo que otorga clara prioridad a los medios de difusión masiva sobre la asistencia individual.

7) “Falta de paquetes tecnológicos de alta rentabilidad para la transferencia o extensión de conocimientos, dentro de la realidad cultural, educacional, económica y social de América Latina”.³⁶

b. Limitaciones internas ^{3, 5, 36, 55}

1) La confusión de los objetivos de la extensión agrícola. Las actividades actuales “atribuyen un énfasis exagerado al aumento de la producción y productividad logrado mediante la difusión de tecnología. De esta manera, la producción se transforma en el fin de la acción, mientras que la acción educadora en el desarrollo humano queda relegada a un plano secundario.”³⁶

2) Los servicios de extensión se dirigen preferentemente a productores predispuestos a adoptar cambios tecnológicos, y que por eso mismo cuentan con recursos suficientes, presentan menor aversión al riesgo y una capacidad empresarial adecuada al manejo de la tecnología ofrecida. En consecuencia, los usuarios de los servicios de extensión permanecen reducidos a una minoría que muestra las características señaladas.

3) La extensión agrícola cubrió con su acción áreas y número de agricultores superiores a los recursos con que contaba; de esta forma, no otorgó la adecuada importancia a la regionalización de sus actividades, lo que le hubiera permitido definir prioridades y concentrar sus escasos recursos.

4) La extensión agrícola basó sus actividades en diagnósticos coyunturales llevados a cabo con cierta superficialidad, lo que se refleja en la falta de una identificación más precisa de limitaciones estructurales e infraestructurales, y en la que se debió comprometer más la participación de economistas, econométricos, sociólogos y antropólogos. El resultado es que “la programación (se refiere a las actividades de la extensión) no siempre responde a las distintas etapas de desarrollo que se encuentran en diferentes regiones del país o entremezcladas dentro de una región, esto es, una etapa de agricultura tradicional, de transición o comercial empresarial. En algunos países se adopta un modelo único de acción, independientemente de las agudas diferencias que manifiestan los diversos subgrupos rurales del país”.³⁶

5) La metodología utilizada no se ajusta a la implícita en el modelo introducido. Tal desvío se manifiesta en que:

a) Las actividades de los servicios están más dirigidas a la asistencia individual que a la difusión masiva de conocimientos.

b) Se emplea en exceso medios de comunicación que, como los escritos, están limitados por el alto grado de analfabetismo que presentan muchas de las áreas a que se dirigen.

c) Los cometidos de retroalimentación hacia organismos tales como los de investigación agrícola son poco considerados.

6) La extensión agrícola no impulsó efectivamente la participación de los agricultores en la fijación de sus objetivos y en la evaluación de sus resultados.

7) "Los servicios de extensión no siempre incluyen en su programación mecanismos y criterios para evaluar la eficacia de los programas con vista a su reajuste o reformulación. Cuando los incluyen, los cambios observados no constituyen índices auténticos de desarrollo humano" ³⁶.

c. Soluciones propuestas ^{3, 5, 12, 36, 55}

Las soluciones propuestas que permitirían recuperar y ampliar la imagen de la extensión agrícola mostrada en los primeros años de su introducción, surgen, lógicamente, del análisis de las limitaciones externas e internas señaladas. Dichas soluciones no afectan los contenidos doctrinarios del modelo introducido sino que están dirigidas a mejorar la metodología utilizada, los aspectos institucionales y las relaciones funcionales de los servicios de extensión con los organismos con que coordina o debería coordinar su acción. Algunas de las soluciones propuestas para ser implementadas integralmente, son las siguientes:

1) Soluciones a limitaciones de orden metodológico.

a) Impulsar el desarrollo integral del hombre y la familia rural con el propósito de balancear el énfasis puesto hasta hoy por la extensión en la obtención de incrementos en la producción agrícola. Con ese fin deberán ser reforzados los programas de la mujer y la juventud rural, por ejemplo.

b) El diagnóstico de los problemas que afectan a la familia y a la producción deberán ser realizados por un equipo que incluya, entre otros, especialistas en ciencias sociales, a fin de considerar en él tanto los aspectos históricos como los estructurales y culturales.

c) Regionalizar, con base en un diagnóstico como el señalado, las actividades de extensión agrícola con el fin de acomodar los escasos recursos disponibles a las prioridades que determinen los organismos nacionales de planificación.

d) Promover la organización de los agricultores en asociaciones que les otorguen un mayor poder económico y político y que, a su vez, faciliten las actividades de extensión agrícola.

e) Aumentar el uso de los medios de comunicación masiva y darle a ésta prioridad sobre la asistencia individual.

f) Mejorar los métodos de evaluación de las actividades de extensión agrícola, midiendo la eficacia del extensionista “no por el número de métodos que utiliza ni por el número de actividades que realiza sino por la funcionalidad de su estrategia y por la participación que logra de la población rural”³⁶.

2) Soluciones a limitaciones de orden institucional.

a) Coordinación estrecha con otros organismos comprometidos en el desarrollo del sector. Los servicios de extensión deberán admitir y apoyar la creación de canales de comunicación con organismos responsables por la educación agrícola, la generación de tecnología, los servicios técnicos, el crédito, las estructuras de producción y la planificación nacional y sectorial.

b) Descentralización de los servicios de extensión. La misma surgiría como consecuencia de la regionalización propuesta de las actividades de extensión y tiene como fin que su programación y ejecución se realicen “a niveles cercanos de los beneficiados, sin perder de vista la importancia de una concordancia adecuada a nivel regional y nacional, dentro de los planes globales de desarrollo rural”³⁶.

3) Soluciones a limitaciones externas a la extensión.

a) La inclusión en los planes nacionales de “medidas que faciliten los cambios de las condiciones estructurales de la sociedad en los casos en que ellas constituyen obstáculos para el desarrollo”,³⁶ las que favorecerán, como una consecuencia, la labor de los servicios de extensión.

b) Dotar a los servicios de extensión con mayores recursos financieros. Estos permitirán ofrecer salarios atractivos que jerarquicen las actividades de los extensionistas, les den la estabilidad funcional necesaria y les estimule a capacitarse continuamente, así como permitirá el apoyo necesario para el cumplimiento de los programas de actividades.

c) Incluir en los planes de estudios de la educación agrícola superior dirigidos a la formación de extensionistas, aquellas ciencias sociales que como Sociología, Economía, Comunicación, Pedagogía, Psicología Social y Antropología, los habilite, primero para la realización de un diagnóstico ajustado a la realidad nacional y regional y

luego para la ejecución de las actividades tendientes a promover el desarrollo integral de la familia rural. Asimismo, tales soluciones propugnan la incorporación de "sistemas de capacitación en servicio en los organismos de Extensión Agrícola y métodos de trabajo en equipo que hagan complementario el aporte de personal más preparado o especializado con el de personal de menos preparación o experiencia".^{3 6}

d) Mejorar las técnicas disponibles para su transferencia, constituidas por paquetes tecnológicos de alta rentabilidad; su generación deberá inspirarse en "la investigación orientada 'por problema' para llegar a través de la experimentación multifactorial al enfoque de los rendimientos máximos".^{3 6}

d. Resultados alcanzados

Las limitaciones a las actividades señaladas de los servicios de extensión fueron definidas, en su mayor parte, por expertos en transferencia de tecnología agrícola reunidos en la Conferencia sobre Extensión Agrícola y Juventud Rural para América Latina y el Caribe, auspiciada por la FAO y realizada en Chiclayo, Perú, a fines de 1970, y dentro de un grupo de trabajo que produjo el Informe del Director General a la Junta Directiva del IICA, en 1971. Algunos años después, la situación de la extensión agrícola en América Latina es nuevamente analizada en la Mesa Redonda del Consejo Técnico Consultivo del IICA realizada en Ottawa, Canadá, en 1975; en el Seminario sobre Transferencia de Tecnología Agrícola organizado por el IICA y llevado a cabo en Montevideo, Uruguay, en 1976, y más recientemente en el Seminario sobre Tecnología para el Pequeño Productor, que organizó el IICA en Asunción, Paraguay, en 1977.

A varios años de ser formuladas las críticas a las actividades de los servicios de extensión y de ser sugeridas posibles soluciones que restituyan la eficiencia alcanzada inicialmente por esos servicios, es difícil detectar mejoras y cuál sea la forma de evaluarlas, que se hubieran producido en los mismos; en otras palabras, es poco probable que hoy la situación de los servicios de extensión tradicionales en América Latina sea mejor que la que presentaba en 1970.

Sobre este aspecto es de particular interés transcribir algunos conceptos formulados por Reichart^{5 2} en 1976, en el transcurso de

uno de los seminarios anteriormente mencionados, al efectuar un examen de los servicios o sistemas de transferencia de tecnología en operación, algunos de los cuales incluirían componentes metodológicos de la extensión agrícola tradicional mientras que otros eran claramente alternativos a éstos.

Para Reichart el sistema tradicional de transferencia de tecnología “tiene escasas probabilidades de influir cuando los problemas limitantes del desarrollo están determinados por factores no tecnológicos (estructuras, precios, mercados)”, los que son mayoría en América Latina, y destacó el Plan Puebla como un modelo mejorado de aquél y que se distingue por la concentración de esfuerzos integrados. Dicha concentración implica la coordinación, en manos de los responsables por el programa en que se apoya el plan, de servicios tales como los de provisión de insumos, créditos, almacenamiento y comercialización de la producción, investigación, extensión y educación agrícola superior, aplicados integralmente a una región previamente identificada. Según la descripción señalada, el plan descrito deberá incorporar a los servicios de extensión tradicionales los componentes de coordinación y de regionalización cuyas ausencias fueron indicadas como limitaciones, mientras mantiene la asistencia técnica basada en “la metodología universal de extensión, a saber: medios masivos y reuniones en las comunidades para la información y motivación de objetivos y alcances del plan, así como de los beneficios logrables; demostraciones de métodos y resultados; intercambio de experiencias entre grupos de agricultores; ayuda en la gestión de adquisición de nuevos insumos mediante la organización de los productores en grupos; y el establecimiento de relaciones con las instituciones u organizaciones de servicios”.

Los otros tres sistemas de transferencia de tecnología analizados por Reichart son francamente alternativos a los de los servicios de extensión tradicionales, ya que introducen cambios, por lo menos en los métodos de comunicación, al incorporar la asistencia técnica individual y dejar de lado la prioridad otorgada a los medios masivos de difusión de tecnología. Uno de ellos, el sistema de crédito supervisado, está dirigido exclusivamente al pequeño y mediano productor con el fin de asistirlos técnica y financieramente en el paso de la agricultura de subsistencia a la de mercado. Otro es denominado por el autor como sistema de crédito planificado, que conserva la asistencia técnica y financiera individual aunque, a diferencia de la anterior,

está dirigida al “estrato de productores para mercado de tipo familiar y empresarial, receptivo al cambio tecnológico y con capacidad de acceso y manejo del crédito”. El tercer sistema en cuestión surge de la decisión de los propios agricultores que se asocian en grupos de número definido a fin de autofinanciar y recibir asistencia técnica individual, por lo que “es propio de productores evolucionados, plenamente motivados y participantes activos del proceso de cambio tecnológico, que podríamos calificar como autosuficientes”.

Aunque Reichart no lo señala en su trabajo, se comprende que cada uno de los sistemas o servicios descritos introduce variables que, como coordinación de servicios afines, regionalización de actividades, estratificación de usuarios potenciales de acuerdo a su posibilidad de acceso al mercado y capacidad de endeudamiento; asistencia técnica individual, asistencia crediticia y una relación más estrecha técnico agricultor, los servicios de extensión tradicionales no habían considerado o no habían conseguido incorporar. Estos y otros aspectos serán tratados en las páginas siguientes.

UN MODELO ALTERNATIVO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

a. Las razones para el cambio

Al parecer, las soluciones emanadas de las críticas señaladas, surgidas ambas del seno de la propia extensión, no impiden que ésta siga cediendo terreno ante otras formas de transferencia de tecnología; en consecuencia conviene revisar nuevamente algunas de las limitaciones encontradas, intentando identificar las de mayor peso y analizar de qué manera las soluciones propuestas son capaces de superar sus efectos.

La simple enumeración de esas limitaciones hace perder de vista su importancia relativa; se cree que “el pecado original” en la introducción de la extensión agrícola en América Latina fue el traslado *intacto* de un enfoque doctrinario y metodológico que se había desarrollado en una región determinada como respuesta a una demanda, a otra en que, por las razones ya señaladas, ésta no existe. La ausencia de demanda por, en este caso, tecnología, es la forma de expresarse que encontraron la agricultura de subsistencia, el bajo nivel de educación de la población rural, la escasa reinversión de capitales, la precariedad de la infraestructura de producción y las deficiencias de la

planificación nacional y sectorial a mediano plazo imperantes en América Latina.

De allí que la principal acción que tuvo que desarrollar el modelo implantado fue intentar crear una demanda por tecnología, actividad que el modelo original no necesitó realizar y que, por tanto, no tenía prevista. Tras ese objetivo comenzó una acción de educación a dos niveles: ante los productores agrícolas y ante los responsables por la toma de decisiones políticas.

Para ejecutar la primera acción, la extensión agrícola contaba 1) con una información escasa con relación a la situación de la clientela potencial y de las condiciones en las cuáles ésta desarrollaba sus actividades; 2) con una metodología que se apoya en medios masivos de comunicación; 3) con una tecnología en cuya generación no había participado; 4) con un cuadro técnico formado de acuerdo a planes de estudio en los cuales no influyó, y, 5) con escasos recursos para operar.

En cuanto al primer punto, los estudios básicos sobre los aspectos agroeconómicos y sociales de las regiones objeto de las actividades de extensión eran poco frecuentes en los primeros años de desarrollo de los servicios de extensión y lo siguen siendo actualmente. Por lo tanto, la posibilidad de tipificar los usuarios a quienes dirigir los esfuerzos de los servicios de extensión y en consecuencia poder determinar prioridades para adecuar sus recursos, es mínima. Esta situación traba la eficiencia de la extensión en dos sentidos: uno de ellos es que la falta de información o una información grosera lleva a considerar como homogénea una clientela que básicamente no lo es y que no admite, por tanto, una aproximación sin matices, y el otro es que la aplicación de acciones cuyos efectos no son mensurables porque el objeto al que se dirigen -los agricultores- no fue identificado apropiadamente, impide la evaluación de dichas acciones y la posibilidad de revisarlas.

Sobre una clientela mal definida y que no había manifestado claramente necesidad por sus servicios, la extensión agrícola aplicó métodos de difusión propios para una audiencia atenta, relativamente homogénea y con capacidad de emplear eficazmente lo que le era transmitido. Los métodos de comunicación masiva son más adecuados para agricultores con habilidad de sintetizar, a nivel de la totalidad de su finca, las técnicas que les son ofrecidas aisladamente, para luego acoplar los restantes medios de producción de que dispone y

ajustarlos a la tecnología introducida, habilidad ésta que distingue a los empresarios agrícolas eficientes. La tecnología así ofrecida sería útil solamente a 5 ó 10% de los productores agrícolas latinoamericanos reconocidos como tales. Consecuentemente, se sugiere aquí que la aplicación exclusiva de los métodos de comunicación masiva sin distinciones es poco adecuada a las características de la mayoría de los productores agrícolas latinoamericanos y que la insistencia de su solo empleo mantendría inalterada la situación que hoy presentan los servicios de extensión. La asistencia técnica individual, sobre la que se volverá posteriormente, más que una limitación a la eficiencia de la transferencia de tecnología debería ser considerada uno de sus complementos importantes para alcanzar los cometidos asignados.

Los efectos del empleo de medios masivos de difusión no están solamente limitados por la presencia imperfectamente conocida de receptores de dicha difusión sino también por la tecnología que la investigación agrícola pone a su disposición. Como se señaló anteriormente, la investigación agrícola aplicada latinoamericana, así como la extensión y otras expresiones de las ciencias agrícolas, evolucionaron sobre modelos que fueron eficientes en los países desarrollados de donde se extrajeron; de esta forma, la información técnica obtenida está en función de la metodología empleada, que como se vio recurre a aislar de su ambiente los fenómenos en estudio, por lo que la información generada es también, aislada. Una vez difundidas masivamente dichas tecnologías, de ahí en adelante la obtención de resultados similares a los alcanzados en la estación experimental donde se originaron descansa exclusivamente en la capacidad del agricultor para unir fragmentos de tecnologías tales como, por ejemplo, selección del área a sembrar, fecha de preparación del suelo, laboreo, cultivares, semillas, fertilizantes, insecticidas y herbicidas; luego, en ajustar tales técnicas a los restantes medios de producción de que dispone para, finalmente, apoyar todo en decisiones gerenciales adecuadas a las condiciones del mercado o de subsistencia de las que depende.

Un ejemplo interesante del efecto que sobre el proceso de adopción crea la difusión masiva de tecnologías aisladas surge del análisis de los resultados de una encuesta realizada en Uruguay ²⁶ en 1975. A tal fecha el principal organismo nacional de investigaciones agrícolas ya contaba con tecnologías para la producción de trigo, efecto de más de diez años de investigación analítica tradicional que incluyó desde selección de suelos hasta almacenamiento del producto, cuyo empleo integral permitiría obtener un promedio, en toda el área

triguera, de 1600 kg/ha, aproximadamente. En forma paralela, las agencias especializadas del gobierno impulsaron la siembra de trigo por medio de financiamiento al cultivo con bajas tasas de interés, con la fijación de precios sostenidos y la comercialización del producto. Sobre estas bases, la tecnología para la producción de trigo fue difundida por medios escritos y orales, y en muy pocos casos en forma individual, esta última fundamentalmente dirigida al empleo de fertilizantes y plaguicidas; al final del ciclo del cultivo se realizó la encuesta mencionada, cuyo objetivo era, entre otros, determinar el empleo de la tecnología disponible y sus resultados medidos en producción por hectárea. En el análisis que sigue de dichos resultados se compara el efecto en los rendimientos alcanzados a través del empleo de las tecnologías difundidas y utilizadas, con el rendimiento potencial que tales tecnologías integradas son capaces de alcanzar, en el caso de trigo, 1600 kg/ha. Dicho análisis concluye que:

1) Solamente 49 % del área cultivada con trigo fue preparada en la época recomendada.

2) Veintiocho por ciento del área se sembró en la época apropiada y de ella sólo 2.4% alcanzó 1600 kg/ha.

3) Alrededor del 40 % fue sembrada con semillas de alta calidad; sin embargo, sólo 7 % sobrepasó 1600 kg/ha.

4) A pesar de haberse fertilizado 62 % del área, no más del 9% de ésta rindió 1600 kg/ha.

5) En 43% del área cultivada se controlaron malezas con herbicidas; no obstante, solamente en 6% de la misma se obtuvo 1600 kg/ha.

Si se considera que las cifras analizadas corresponden a un año climáticamente normal para el cultivo de trigo y que éste fue apoyado con medidas políticas, económicas y financieras adecuadas a su expansión y a la obtención de altos rendimientos, la explicación de un empleo aparentemente arbitrario, por parte de los agricultores, de la tecnología puesta a su disposición hay que buscarla en la misma tecnología y en la forma en que fue difundida. Los productores trigueros uruguayos no difieren mucho de los restantes agricultores latinoamericanos en cuanto a su inadaptación a emplear con eficiencia tecnologías generadas aisladamente del subsistema al que pertenecen (en este caso producción de trigo) y a su difusión masiva. La cantidad de productores que fue capaz de sintetizar la información difundida y que obtuvo los rendimientos revelando, por lo tanto, alta

capacidad empresarial, no es mayor porcentualmente a la ya señalada para América Latina.

El caso opuesto lo presentan el desarrollo y la transferencia de tecnologías para la producción de arroz en Uruguay, como se ve en la Fig. 16, donde aparece la evolución de los rendimientos reales de arroz desde 1956 a 1977. Las funciones ajustadas señalan la presencia de dos períodos claramente identificables; en uno de ellos, que va de 1956 a 1966, se manifiesta una tasa anual de disminución de los rendimientos de casi 50 kg/ha/año, y en el otro los rendimientos crecen a partir de 1967 a razón de 65 kg/ha/año. El momento en que se produce el cambio en las pendientes de las funciones coincide con dos hechos que explican, se cree, dicho cambio:

a) En ese período los productores de arroz, asociados en empresas y cooperativas impulsan el desarrollo de sus departamentos técnicos con cometidos de investigación y asistencia técnica, con énfasis en esta última.

b) Coincide asimismo con el afianzamiento de las actividades del Gobierno sobre investigación agrícola del cultivo del arroz, la que absorbe, paulatinamente, la investigación privada y que culmina con la creación de una estación experimental regional dependiente del organismo especializado del Ministerio de Agricultura y Pesca.

Pero lo más destacable es que la asistencia técnica prestada por las empresas y cooperativas arroceras a sus asociados es individual y, fundamentalmente, muy estrecha (en este momento la relación técnico/agricultor no debe ser inferior a 1:20) y que la información técnica correspondiente al cultivo del arroz fue desarrollada integralmente, es decir a través del enfoque de sistemas y difundida en esa forma.

El efecto de esta conjunción de tecnología desarrollada por sistemas de producción y de un modelo de asistencia individual, integral y estrechamente adecuada a las características de los usuarios, contrasta con la baja eficiencia mostrada, en el caso del trigo, por la "asociación" de tecnologías desarrolladas por disciplinas, con modelos de transferencia que se apoyan en métodos de difusión masiva. Sin dejar de reconocer la presencia de otros factores que coadyuvan a explicar situaciones diferentes -la producción de arroz está en manos de un número menor y más homogéneo de agricultores asociados en empresas y cooperativas que les proveen de insumos, que comercializan eficazmente la producción y que constituyen un grupo de presión política apreciable-, interesa señalar que en los últimos diez

años, coincidentes con el desarrollo coordinado de una investigación oficial y una asistencia técnica privada adecuadas a las necesidades de la producción agrícola regional de Uruguay, los rendimientos de arroz crecen a razón de 2% anual, mientras que los de trigo mantienen invariable un índice del orden de poco más de 0.5% por año, es decir casi cuatro veces menor (ver Fig. 17).

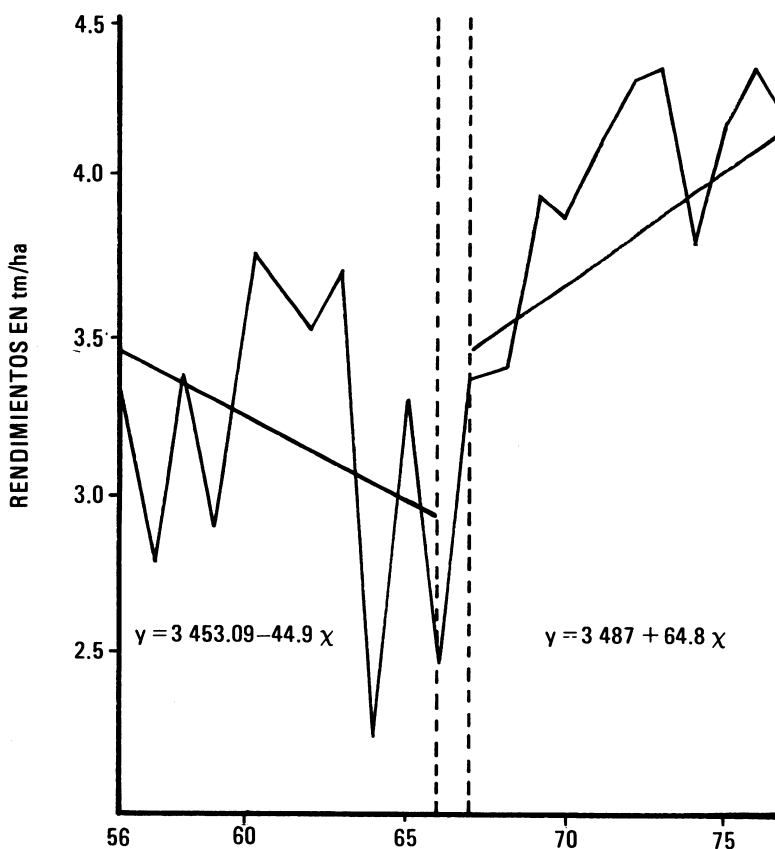


Fig. 16. Evolución de los rendimientos de arroz en Uruguay.

Fuente: Elaborado con datos del DIEA²⁷.

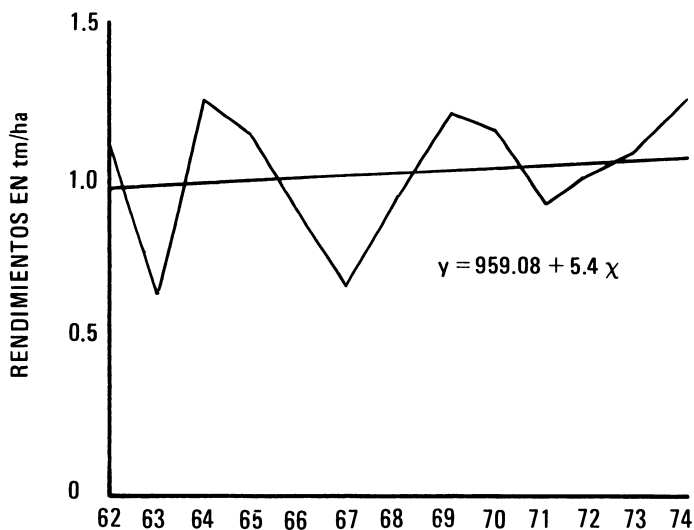


Fig. 17. Evolución de los rendimientos de trigo en Uruguay.

Fuente: Elaborado con datos del DIEA²⁷.

El cuarto soporte de la acción de los servicios de extensión, sus técnicos, presentó -al igual que la información básica correspondiente a los usuarios potenciales, la metodología empleada y la tecnología disponible- algunas limitaciones importantes. A una de ellas se hizo referencia anteriormente: la formación académica recibida por los extensionistas. Según la extensión agrícola, la educación superior no ponía el suficiente énfasis en disciplinas que, como Sociología, Pedagogía y Psicología Social, los habilitase para la promoción integral del hombre rural y su familia. Sin embargo, vale resaltar que los extensionistas no están solamente limitados en su acción por carencias de formación como las señaladas sino también, y tal vez fundamentalmente, por deficiencias en el conocimiento de las técnicas de producción agrícola y en la destreza en el manejo gerencial de los medios de producción. Aunque más adelante se volverá sobre estos aspectos, conviene señalar desde ya cierta inclinación de la educación agrícola superior, aferrada a una concepción disciplinaria de la enseñanza de las ciencias agrícolas, a ofrecer una formación en la que priman actividades curriculares extendidas en un exagerado espectro de disciplinas. Esto impide por un lado la especialización -si el destino de los

egresados es la producción, la planificación, la extensión o la investigación agrícola— y por otro desarrollar la habilidad en el estudiante para sintetizar conocimientos que le permitan combinar y manejar *mejor* de lo que lo hacen los agricultores, aquellos medios de producción que identifican una finca, un grupo de ellas o una región. En consecuencia, los éxitos que en materia de asistencia técnica pudo contabilizar la extensión agrícola son debidos a la habilidad personal, o la experiencia adquirida, de un número necesariamente pequeño de sus extensionistas.

Finalmente, la extensión agrícola atribuye una parte de las razones por su aparente ineficiencia a la falta de recursos para llevar a cabo sus actividades, carencia que sin duda existe si se tienen en cuenta las cifras correspondientes al Cuadro No. 21 antes mencionado. No obstante, puede ser de importancia al revisar las actividades de la extensión agrícola, preguntarse si realmente la falta de recursos es la causa de la baja eficiencia o si esta última no será la razón del menguado apoyo presupuestal que logra de los gobiernos, pues es sintomático que en mayor o menor grado las restantes actividades oficiales dirigidas a impulsar la producción agrícola, tales como educación, investigación, servicios y crédito agrícolas, reciban relativamente mayor atención que la obtenida por la extensión agrícola; sin duda aquellas actividades ven crecer sus fondos presupuestales, sea como se les cuantifique, mientras que la extensión agrícola no puede mantener recursos proporcionalmente similares. Se considera que esta situación está relacionada con la forma de evaluar las actividades de los organismos señalados, mencionada al iniciar este capítulo. La tendencia ha sido responsabilizar exclusivamente a los servicios de extensión por los aumentos de los rendimientos, ya que son los únicos que declaran, o a los que se les fijan, objetivos en ese sentido; los restantes organismos aparecen escudados por metas inmediatas, y sus compromisos con los incrementos de los rendimientos son difusos en sus cometidos. Por lo tanto, los gobiernos raramente estarán de acuerdo en retacear recursos para por ejemplo disminuir la incidencia de la fiebre aftosa, ya que sus resultados son fácilmente medibles por la posibilidad de conservar o no el acceso a un mercado externo de carne, es decir el logro de metas a corto plazo. La responsabilidad por la obtención de las metas a mediano y largo plazo, en este caso los aumentos de carne por hectárea y los incrementos unitarios de carne y otros productos en una región dada, respectivamente, es

diluida y sus partes asignadas a otros tantos organismos que actúan técnica y administrativamente en forma independiente entre sí.

Esta atomización de responsabilidades, que imposibilita la evaluación de dichos organismos por su participación en el logro de objetivos finales, les ha permitido, por lo menos hasta ahora, conservar una posición relativamente cómoda desde el punto de vista presupuestario aunque sin duda un poco a espaldas de la solución de los problemas de la producción agrícola. Por las características de sus actividades, por sus metas declaradas y por las dificultades encontradas en guiar o coordinar las actividades de los restantes organismos que deberían tener metas comunes a ella, la extensión agrícola rápidamente se expuso a ser mirada como responsable de la situación de la productividad agrícola nacional, lo que se tradujo en su relativo descrédito y en recursos escasos a su disposición.

Cuando la extensión agrícola intentó consolidar su posición ante los responsables por la toma de decisiones gubernamentales sostuvo que para desarrollar su acción era necesario: 1) que ésta estuviese enmarcada por un servicio, y 2) un cambio en las estructuras de la producción agrícola que, como uno de sus efectos, facilitase sus actividades.

En cuanto a la primera necesidad señalada, Rice ⁵³, al intentar evaluar el impacto que tuvieron los servicios de extensión de doce países latinoamericanos luego de más de dos décadas de iniciada su acción, concluye que “nueve estudios realizados en distritos rurales en seis países, y relevamientos breves de un número de proyectos de desarrollo agrícola en éstos y otros cuatro países, fracasaron en revelar cualquier relación importante entre las actividades de los servicios nacionales de extensión y los casos en los que se alegaba la presencia de progresos en la producción agrícola”, y que de siete distritos relevados “los datos disponibles con relación a la oportunidad y cantidad de las ventas de fertilizantes, aportes de la extensión, disponibilidad de créditos, precios, oportunidad de mercados y aumentos de la producción, no aportaron evidencia de que los servicios de extensión fueron instrumentos para promover mejoras en la tecnificación de las fincas, mientras que sí hubo algunas claras evidencias de que los otros aportes lo fueron”.

El autor citado señala la importancia del papel que juegan en el cambio tecnológico elementos tales como crédito, mercadeo, disponibilidad de insumos e investigación, a los que cabe agregar aquí el

correspondiente a otros servicios técnicos que generalmente prestan los ministerios de agricultura.

Con relación al crédito, Rice sostiene que la evaluación permite concluir que el crédito debe ser incluido en cualquier programa de difusión de tecnología que suponga la adquisición de insumos por parte de los productores, y que su ausencia resulta en motivo de frustración de los servicios de extensión; asimismo, al estar los incrementos de la productividad atados a cambios tecnológicos más o menos costosos, la adopción de estos no dependerá solamente de la disponibilidad de créditos sino también de la consideración de los riesgos implícitos en dichos cambios, y estos últimos en gran parte dependientes de las condiciones del mercado y de la estabilidad de los precios.

Del mismo modo que el crédito y el mercadeo, la disponibilidad de insumos en cantidad, momento y lugar apropiados influye sobre la adopción de tecnologías, por lo que cualquier proceso de difusión deberá ser apoyado por una infraestructura que provea insumos adecuadamente y con la cual debe estar estrechamente relacionada.

El siguiente elemento que toma en cuenta Rice es la investigación agrícola como generadora de tecnología y sus relaciones con la extensión. El papel pasivo que le tocó jugar a la extensión, en cuanto a los objetivos y a la metodología de la investigación agrícola, ya fue señalado en páginas anteriores; esta situación impidió, en alguna medida, que los objetivos de la investigación agrícola tradicional orientados a la productividad (obtener el mismo producto con menos insumos o más productos con los mismos insumos) provocasen como ejemplos extremos la desocupación y la migración, a la periferia de algunas ciudades de Estados Unidos, de la mano de obra rural desplazada por las cosechadoras mecánicas de algodón o por los cultivares de tomates de piel dura ²⁴, o que la “Revolución Verde” afectase en México solamente a 7% de sus agricultores debido a la exigencia de los cultivares de trigo enano, de tecnologías de alto costo ⁵⁹. Sin la posibilidad o el convencimiento de la necesidad de influir en la definición de los objetivos de la investigación agrícola, poco efecto pudo tener la extensión en adecuar la tecnología que se le entregara para su difusión.

Como elementos importantes que participan en el cambio tecnológico de la producción agrícola se incluyen las acciones que desarrollan los servicios técnicos oficiales, normalmente funcionando en

la órbita de ministerios de agricultura; sus actividades son, sin duda, trascendentales ya que están dirigidas al control de plagas, control de calidad de productos, semillas mejoradas y análisis de suelo, por ejemplo, y relacionadas a la provisión y empleo adecuado de insumos, siendo obviamente, o debiendo ser, de apoyo a las actividades de extensión.

Ante una estructura institucional como la descrita, que se limita a abarcar organismos que pocas veces coordinan su acción y muchas veces la superponen, la extensión agrícola consiguió ser admitida en la misma como otro servicio más, es decir sin afectar con su presencia los restantes organismos ni verse afectada por éstos. Al respecto señala Rice que "lo notable y lamentable con relación al efecto de los servicios de extensión es que a través de la mayor parte de su historia y en la mayoría de los países del área en estudio, los servicios de extensión no intentaron o no fueron forzados a coordinarse con las instituciones que proveen o controlan los otros factores. Los servicios de extensión desarrollaron un programa de educación informal e independiente y lo impulsaron vigorosamente, hubiera o no condiciones apropiadas. De hecho y aunque parezca increíble, algunos servicios de extensión se retiraron de un área cuando otras instituciones entraron en ella; algunos agentes se disociaron de un grupo de productores si éstos se transformaban en clientes de crédito supervisado o de otras organizaciones; algunos directores resistieron a que sus agentes fueran llevados a integrar planes coordinados"; y concluye que, para mantener la *función* de la extensión deberá revisarse la **institucionalización** de la extensión -proceso que está en marcha en algunos países de América Latina- ya que, aunque "**la pérdida de la identidad institucional será difícil de aceptar, ésta fue un error inicial y el error debe ser corregido**" (subrayado del autor).

También la función educadora que lleva adelante la extensión agrícola se vio obstaculizada rápidamente por la presencia de factores no tecnológicos, algunos de los cuales -régimen deficiente de tenencia de la tierra, bajo índice de reinversión en el sector, escasa infraestructura de producción- fueron señalados en páginas anteriores.

Según los autores citados al hacer referencia a las limitaciones externas a las actividades de la extensión, los factores señalados se tradujeron, en parte, en el bajo nivel de adopción de la tecnología ofrecida mostrado por la mayoría de los productores agrícolas. La extensión, entonces, reclamó a los gobiernos la ejecución de reformas

estructurales que permitiesen, como una de las consecuencias, superar las limitaciones que dificultan su acción de soporte al desarrollo agrícola.

La decisión de llevar adelante reformas estructurales está apoyada en el convencimiento de las ventajas políticas, sociales y económicas que tal decisión implica y que fueron, o deberían haber sido, previamente identificadas. Por sus cometidos, la extensión agrícola, debió estar en condiciones de avalar, entre otras, las ventajas económicas -resultado del uso eficiente de los medios de producción agrícolas- de una reforma de las estructuras actuales de producción. Sin embargo, la información con que contaba para esos fines provenía de resultados del empleo de “tecnologías meta” (originadas, como se indicó, de la investigación analítica tradicional, impulsadas por los servicios técnicos de los ministerios de agricultura y útiles solamente a los empresarios agrícolas eficientes) y por lo tanto poco accesibles a los potenciales beneficiarios de un cambio de estructuras. En otras palabras, la extensión agrícola carecía de información de resultados del empleo de “tecnologías de transición” que se adaptasen a las condiciones iniciales de dichos beneficiarios como paso previo a acceder a las “tecnologías metas”, porque aquellas tecnologías no existen en la mayoría de los países de América Latina y probablemente tampoco en los restantes países de economía de mercado en desarrollo^{35, 45, 46, 47, 49, 57, 58}.

Sin una tecnología adecuada para soportar los efectos de un cambio de estructuras en la producción agrícola, la posibilidad de que el reclamo de la extensión fuese tomado en cuenta es mínima, aun ante una voluntad política más o menos expresa de modificarlas; al no obtener respuesta, o la misma concretarse en acciones muy dilatadas en el tiempo, la extensión retrajo su actividad a aquellos estratos de productores no afectados por las limitaciones mencionadas y para los cuales la investigación analítica la había munido de la tecnología apropiada. De esta forma permitió el desarrollo del círculo vicioso que se mencionó al principio (las estructuras de producción actuales entraban la difusión de la tecnología disponible y, a su vez, la decisión de un cambio de aquellas aparece frenada entre otros factores por la incapacidad de la tecnología disponible para asegurar la consolidación de las nuevas estructuras) cuando primero debió reclamarse de la investigación agrícola un cambio en sus objetivos y una metodología de investigación adecuada a éstos.

En consecuencia, un nuevo enfoque de la transferencia y adopción de tecnología agrícola que mantenga la *función* de la extensión deberá apoyarse en un modelo capaz de identificar acertadamente su clientela, de ofrecer una tecnología y una información adecuadas a ella, de difundirlas en tal forma que asegure su adopción y sus resultados, y de insertarse en un marco institucional que le posibilite afectar y verse afectado por los objetivos y las acciones de los restantes organismos comprometidos con el desarrollo agrícola.

b. Requerimientos del modelo

A partir de los efectos señalados arriba, el modelo requerirá:

1) Un área definida

La selección del área en que el modelo se hará operativo es de responsabilidad del organismo de planificación sectorial en acuerdo con aquél de planificación nacional; es claro que si los ejecutores del modelo disponen de información básica de áreas potencialmente elegibles, su participación en dicha selección es imprescindible.

En consecuencia, el modelo deberá poseer tales características que le permitan ajustarse a políticas de desarrollo agrícola cambiantes, en la definición de las cuales y en la mayoría de los casos sus responsables no tienen participación. Por ejemplo, el área donde se implementará el modelo pudo seleccionarse en función de una política nacional y sectorial preocupada, exclusivamente, por el aumento de la producción y productividad regional con miras al incremento de las exportaciones y a la sustitución de las importaciones agrícolas; en este caso, los objetivos y las metas que se fijará el modelo y las actividades que programe en función de los mismos, serán muy diferentes a aquéllas surgidas, por ejemplo, de una política nacional y sectorial tendientes a obtener un desarrollo regional basado en la regulación de la distribución del ingreso y en el aumento de los niveles de empleo rural.

En otras palabras, el modelo deberá ser lo suficientemente dúctil como para acompañar en forma eficiente la política nacional en materia de desarrollo agrícola y utilizar eficazmente la información que surja de su propia ejecución a fin de justificar su participación en la selección de las áreas a ser desarrolladas y en la definición de las políticas sectoriales que las apoyen. Los moldes doctrinarios rígidos

que caracterizaron a los modelos tradicionales de transferencia de tecnología los incapacitaron para la adecuación referida y dificultaron la necesaria retroalimentación hacia los niveles de decisión política nacionales y sectoriales.

2) Un área caracterizada

Implica, previo a la puesta en marcha del modelo, el conocimiento de las características del área seleccionada que condicionarán la respuesta a su ejecución. Por lo tanto, y como condición precedente a la implementación del modelo, se deberá definir las características que presentan los siguientes factores mencionados ahora groseramente en orden de importancia, para su adecuación al modelo o la de éste a aquéllos:

El área y la forma de tenencia de la tierra. A corto y mediano plazo obligará al modelo a adecuarse a esta característica y no a la inversa; sin embargo, a largo plazo es posible que los logros de la ejecución del modelo afecten la política regional de tierras.

La cultura agrícola de los productores afectados. Se deberá tener en cuenta en la formulación de los programas de generación y transferencia de tecnología de apoyo al modelo, fundamentalmente cuando la implementación de éste se lleve a cabo en países o regiones de larga tradición agrícola y de una eficiencia muchas veces subestimada (la agricultura andina, por ejemplo).

El mercadeo regional. Inicialmente el modelo deberá adecuarse a la situación actual, para intentar posteriormente ajustar el mercadeo al desarrollo de aquél.

Los suelos y el clima. Naturalmente es el modelo el que se ajusta a estas condiciones, aunque es posible que factores tales como la proximidad a los centros de consumo obliguen al modelo a forzar el uso del suelo y suplir deficiencias climáticas (riego).

La infraestructura de producción; entendiéndose por ésta caminos, silos, depósitos, escuelas y centros de salud.

La tecnología. Deberá relevarse la eficiencia de la tecnología en uso por los productores y aquella surgida de los centros de investigación agrícola; de la comparación de ambas surgirá la necesidad de reformular o no los programas de investigación que apoyarán la ejecución del modelo.

La asistencia técnica. Se relevará el número de productores afectados y el grado de adopción de la tecnología transferida, la coordi-

nación de los servicios de asistencia técnica y financiera y la participación de éstos en la fijación de los objetivos y metodología de la investigación agrícola.

El crédito. Deberá estimarse monto, tasa de interés, destino, oportunidad, eficacia (medida en producción y productividad) y condiciones de acceso al mismo por parte de los productores del área.

La educación agrícola media y superior. El éxito en la ejecución del modelo en el área seleccionada y su aplicación a otras depende, en gran parte, del tipo de profesional técnico medio y superior que surja de tales centros y que sean capaces de apoyarlos. El nivel de dichos técnicos definirá la necesidad de incluir en el modelo el componente de su capacitación y, paralelamente, la de reorientar planes de estudios hacia las metas del modelo.

La disponibilidad de insumos, esto es, su empleo y disponibilidad, comprendiendo volumen, calidad, oportunidad y costo de los mismos.

3) Una clientela caracterizada

La caracterización de los usuarios de cualquier programa de desarrollo agrícola descansa en la información básica que ofrecen las estadísticas del sector. Según Bryant ¹⁴, Gardner identifica "la demanda por tales estadísticas como resultado de una demanda previa por conocimientos. La demanda por conocimientos radica en su valor de consumo, como un fin en sí mismo, y en su valor como herramienta de planificación, implementación y evaluación de programas de desarrollo públicos y privados, procesos que ocurren como condición sine qua non de la demanda de conocimiento".

Es por ello que las estadísticas agrícolas surgieron en forma sistemática con los censos agrícolas; en los Estados Unidos de América, desde 1840 a la fecha, los censos fueron superando la etapa de la simple enumeración de aspectos tales como producción agrícola, área por cultivo, número de fincas y población rural, para dejar lugar al uso de insumos y su respuesta en productos, los precios y los aspectos contables a nivel de finca, en el predominio de los relevamientos estadísticos censales ¹⁴.

Sin embargo, tanto Bryant como Bonnen ¹¹ encuentran las siguientes limitaciones a la información surgida de los censos y que interesa destacar con relación a la implementación del modelo:

El primer lugar, la importancia que se le asigna a la agricultura comercial en el diseño de los censos desplazó el interés por la deman-

número de conglomerados debería depender del grado de heterogeneidad deseado entre grupos”.

El diseño de las encuestas así como las técnicas estadísticas que se emplearán deberán estar en función de los objetivos que persiga el modelo, el que responderá, a su vez, a los objetivos generales ejemplificados en el literal a). Laffite y Martínez⁴⁰ enumeran las condiciones que es necesario tomar en cuenta para una correcta tipificación de empresas agrícolas:

“a) Definición de los objetivos y metodología de investigación. A ellos debe responder la tipificación de unidades de producción.

b) Definición del papel de la tipificación en el marco del proceso de investigación general, con clara exposición de los objetivos específicos de dicha tipificación.

c) Indagación de atributos relevantes para discriminar entre empresas en función de los dos puntos precedentes. Análisis de la información estadística disponible y definición preliminar de atributos de importancia.

d) Evaluación y selección de las técnicas de tipificación que se adecúen a los objetivos y resulten operativas en términos de la factibilidad de su utilización (en especial capacidad de computación y disponibilidad de información).

e) Implementación de la metodología. Caracterización de empresas tipo y determinación de su representatividad en términos del universo a ser estudiado.

f) Integración al proceso de investigación. Adecuación de la tipificación realizada en función de los objetivos del marco teórico general y de la información relevada. Análisis y síntesis. Redefinición de empresas tipo, de ser necesario”.

4) Una tecnología adecuada

En páginas anteriores se expuso (ver Cap. 3) que la tecnología agrícola disponible en la mayoría de los países latinoamericanos, por ser de alto costo y por haber sido desarrollada o adaptada por disciplinas, y en alguna medida por productos, es útil solamente a las empresas agrícolas comerciales que manejan eficientemente sus medios de producción, se afirmó, asimismo, que tales empresas se distinguen por estar dirigidas por personal de alta capacidad gerencial y con habilidad para adoptar tecnologías que suponen riesgos elevados.

Por ser dichas tecnologías generadas y transferidas en forma aislada, son difícilmente utilizadas por productores agrícolas comerciales de baja capacidad gerencial y en consecuencia incapaces de ajustar la totalidad de su empresa a tales tecnologías, y por los productores total o parcialmente de subsistencia, en los que se les agrega, además de su baja capacidad gerencial, su aversión al riesgo implícito en la adopción de tecnologías de alto costo.

Por lo tanto, si el modelo en cuestión desea mantener su capacidad de acomodarse a las diferentes políticas señaladas en el numeral 1), debe contar con tecnologías que sirvan a los tres grandes grupos de usuarios de tecnologías mencionados: los empresarios comerciales eficientes, los empresarios comerciales de baja capacidad gerencial y los empresarios total o parcialmente de subsistencia, de baja capacidad gerencial y con aversión al riesgo.

Para tal fin el modelo deberá, como condición previa a su ejecución, relevar:

a) La tecnología existente en manos de las estaciones experimentales locales o en proceso de transferencia tanto desde el punto de vista físico como económico; esta información surge del relevamiento mencionado en el numeral 2).

b) La tecnología en uso por los productores en sus aspectos físicos y económicos; los críticos de la extensión reclaman a ésta la participación de los productores agrícolas en la fijación de sus objetivos y metas. Sin embargo, se considera que los investigadores subestimaron la importancia de la experiencia y las motivaciones de los productores en la elaboración de los planes y métodos de la investigación agrícola. A su vez, esta información resultará de la tipificación de las empresas agrícolas sugerida en el numeral anterior. Los resultados del análisis de ésta y la anterior información definirán la necesidad o no de una reorientación.

c) Reorientar los objetivos y los métodos de la investigación agrícola. En el Cap. 4 se planteó un modelo de programación de la investigación agrícola que toma en cuenta los requerimientos que en materia de tecnología manifiestan sus tres grandes grupos de usuarios. Dicho modelo (ver Cap. 4, Fig. 15) prevé tres fuentes de tecnologías:

i) Una de ellas surgida de la investigación por disciplinas (niveles óptimos de fertilizantes por ejemplo) que puede ser empleada eficazmente por productores comerciales de alta capacidad gerencial.

ii) Una segunda proveniente de la investigación por producto (un paquete tecnológico para maíz), también útil para los empresarios eficientes; sin embargo, lo es menos para los dos últimos grupos de productores por la dificultad que encuentran ambos en ajustar eficientemente los restantes rubros y medios de producción del predio a la tecnología introducida.

iii) La tercera la constituyen los paquetes integrales a nivel de la totalidad del predio que se originan en la investigación integrada (Experimentación Integrada en la figura mencionada). Por considerar combinación de rubros de producción, por su manejo adecuado, por presentar alternativas de producción (cada una de ellas evaluada económicamente y ajustada a las condiciones del mercado) y en la mayoría de los casos por estar constituidos por “tecnologías de transición”, se adaptan mejor a los productores comerciales y de subsistencia de baja capacidad gerencial y con aversión al riesgo.

Las ventajas de este modelo de generación de tecnología fueron discutidas en el capítulo señalado; sin embargo, es interesante destacar las directamente relacionadas con el modelo de transferencia de tecnología que ocupa estas páginas:

i) Permite ir generando, para su transferencia y en forma sucesiva, tecnologías útiles a todos los tipos de usuarios descritos.

ii) Hace innecesaria la instalación de estaciones experimentales cuyas metas sean las de atender, en forma exclusiva, a una clientela determinada.

iii) Se adecua a políticas sectoriales diferentes; es decir, que si la política sectorial está dirigida, por ejemplo, al aumento de la producción y productividad de rubros de exportación, la misma se apoyará en el primer grupo y en alguna medida en el segundo de los tres grandes grupos de productores mencionados. En este caso el énfasis de la generación de tecnología será dado a los proyectos por disciplinas y por productos. En cambio, si la política del sector está encaminada a conseguir una apropiada redistribución del ingreso sectorial, el beneficiario de la misma será el grupo de productores de subsistencia y semi comerciales. En consecuencia, el énfasis de la investigación agrícola será dado a los proyectos de experimentación integrada y su producto estará constituido por tecnología a nivel de la unidad predial.

Para ser eficaz, este modelo deberá apoyarse en una estructura institucional que asegure una programación, ejecución y seguimiento de la investigación coherente con los productos esperados de la mis-

miento de las prácticas agrícolas en uso; sin embargo, no es la presencia de tecnologías mejoradas el único factor que influye en la toma de decisiones de los agricultores.

La Fig. 19 resume el proceso que lleva a decidir qué y cómo producir, y en qué el agricultor toma en cuenta, bien o mal, los siguientes factores:

El destino de la producción, que definirá el efecto que sobre la toma de decisiones tendrán los restantes factores. Es así que cuando el destino de la producción es el mercado, todos los factores indicados en la Figura influirán en mayor o menor grado en la decisión del productor; si en cambio el destino es el autoconsumo, son la tecnología y su riesgo implícito los factores que afectarán significativamente su decisión.

El costo de oportunidad; es decir, en el caso de capital, su empleo en la finca o fuera de ella (por ejemplo, su inversión en la bolsa de valores como un uso alternativo de capital). De la misma forma, considera alternativas de uso de su propia fuerza de trabajo la que, dependiendo del mercado laboral al que tiene acceso, puede dirigirla a aquellas actividades productivas en su finca que le aseguren el máximo de empleo de su fuerza de trabajo o en actividades fuera de la misma.

La tecnología disponible. La presencia excluyente de una tecnología que maximice los ingresos puede impulsar a un productor comercial eficiente a permanecer en el mercado del producto al que va dirigida la tecnología señalada o puede hacer retraer del mismo a productores ineficientes o en los que el riesgo juega un papel importante.

Los servicios de apoyo técnico que, dependiendo de su calidad, cobertura (relación técnico/número de productores asistidos) y oportunidad de los servicios ofrecidos, influyen en la tecnología escogida por los productores:

La disponibilidad de insumos comprometidos en la tecnología asequible en cuanto a calidad, cantidad y oportunidad de los mismos.

El crédito; en cuanto a monto, cobertura (es decir, si el mismo está dirigido a financiar insumos, productos o programas de desarrollo de la totalidad del predio), oportunidad del otorgamiento y condiciones de acceso al mismo.

El mercadeo; esto es, dónde vende, quién le compra, qué precios le ofrecen, cuál es el plazo de pago y cuál el tamaño y la estabilidad del mercado al que se dirige.

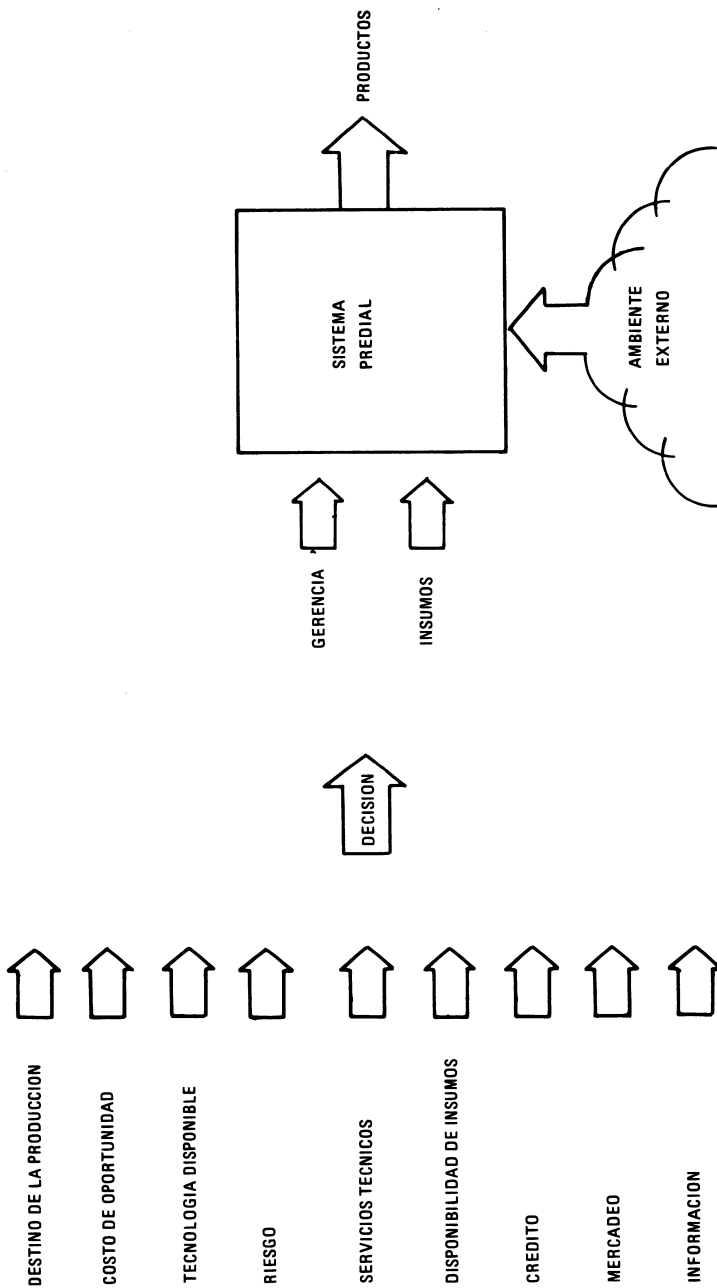


Fig. 19. Factores que intervienen en la toma de decisiones del agricultor.

La información a que tiene acceso sobre política sectorial del gobierno, precios y la experiencia propia y ajena en el manejo de los rubros en cuestión y en la consideración de los factores anteriormente señalados.

Una vez tomada la decisión sobre las bases anotadas y disponibles los insumos que empleará para generar la producción así definida, el volumen de ésta y su rentabilidad estarán en función de la capacidad gerencial del productor para utilizar eficientemente los medios de producción y los insumos comprometidos, una vez adecuados a la información a que tuvo acceso.

Si se admite que la toma de decisiones por parte de los agricultores no descansa exclusivamente en la tecnología disponible sino que también está en función, de las variables indicadas, es claro que la investigación agrícola prevé sólo parcialmente las necesidades de una extensión que responda a las exigencias de los agricultores.

Es necesario que la investigación agrícola, reorientada de acuerdo a lo sugerido en el numeral 4), tome en cuenta la presencia de factores que, como los anotados, incidirán para que su producto, la tecnología, sea o no adoptada por sus usuarios potenciales. Adecuada de esta forma, la investigación estará generando una información que incluye una tecnología a nivel de la totalidad de los predios y que considera los factores que inciden en su adopción por parte de sus destinatarios. Si es así, se deberá admitir que los extensionistas que se responsabilizarán por la adopción de la tecnología originada a través de esa nueva concepción no han sido entrenados para ello y deberán, por lo tanto, ser capacitados en su generación y empleo.

Ante tal circunstancia, el modelo de transferencia de tecnología aquí descrito contempla capacitar a sus extensionistas por medio de su participación en la implementación del modelo desde sus mismas bases. De esta manera, los extensionistas aparecen comprometidos en la caracterización del área (numeral 2), de la clientela (numeral 3), con la adecuación de la generación de la tecnología a las necesidades de la región que atenderá el modelo (numeral 4), y en la implementación, manejo y evaluación de las Unidades Experimentales y Demostrativas y de los Predios Pilotos que se describen más adelante.

Esta reeducación implica un costo adicional del modelo propuesto y la postergación de su puesta en marcha; no obstante, posteriormente se verá que la responsabilidad por este proceso deberá ser compartida con las instituciones de educación agrícola media y supe-

rior a través de la adecuación de sus planes de estudio a las necesidades aquí manifiestas.

b) Unidades experimentales y demostrativas

Largamente empleadas por la investigación y la extensión agrícolas como herramientas en el ensayo y la demostración de resultados, son instrumentos útiles en las etapas finales de la experimentación por producto cuando se desea estudiar sus respuestas a la aplicación de un paquete -en algunos casos insumos aislados- de tecnologías. Asimismo, la extensión agrícola las utiliza como áreas de demostración y de capacitación de agricultores y de estudiantes. Al incluirlas, el modelo conserva los objetivos generales mencionados; sin embargo, al adaptarlas al mismo le introduce algunas particularidades.

Los sistemas de producción toman el lugar de los productos, salvo en aquellas unidades instaladas en áreas de monocultivo (café, caña de azúcar, producción de carne). Tales sistemas poseen las siguientes características:

i) Abarcan los rubros actual o potencialmente disponibles en la totalidad del predio.

ii) Son sistemas mejorados sobre los que actualmente usan las fincas de la región a la cual están relacionadas las unidades; vale decir que surgen de la tipificación de las empresas agrícolas de la región.

Persiguen fines experimentales -además de los demostrativos- relacionados con la verificación del modelo que dio lugar al sistema (ver Cap. 2, sección f. 1).

Son capaces de ofrecer un marco más adecuado a la capacitación de agricultores, de extensionistas y de estudiantes ya que comprenden las variables antes mencionadas, que unos y otros deben tomar en cuenta.

Admiten la experimentación analítica tradicional sobre cada uno de los componentes del sistema, permitiendo de este modo la inclusión y ajustes de tecnologías parciales (cultivares, niveles de insumos) que mejoren el comportamiento de los productos y del sistema que los incluye. Finalmente, permiten la formación y el mantenimiento de equipos multidisciplinarios.

El modelo comprende dos tipos de unidades que conservan las mismas particularidades mencionadas:

La llamada Unidad Experimental de Producción (UEP)⁷, que culmina el proceso de investigación del modelo (ver Fig. 21) y de

sión en 1970 en lo que a cobertura se refiere. Parece válido preguntarse, entonces, si el Estado -por lo menos aquel de economía de mercado- no debería compartir con la acción privada algunas de las actividades de la extensión, si es que quiere alcanzar un impacto mayor al mencionado.

La presencia simultánea de actividades de extensión pública y de asistencia técnica privada (o pública), es común en varios países de América Latina; sin embargo, la relación entre ambas es informal y en muchos casos inexistente. Se propone aquí una relación más estrecha entre ambas, sustentada por bases como las que a continuación se explican.

La extensión se fija objetivos de más largo alcance que la asistencia técnica; es decir, la elevación del nivel de vida de la población rural y la participación de esta última en la fijación de políticas sectoriales. Uno de los medios para alcanzar esas metas es el aumento de los ingresos netos de los productores como consecuencia de la adopción de las tecnologías agrícolas que la propia extensión cuyos resultados dependerá la instalación de la siguiente unidad. Por contener sistemas que aún se encuentran en la etapa de prueba, su ubicación física corresponde a la propia estación experimental que desarrolló los modelos representados en los sistemas. Deberá disponer de un área tal que admita las medidas físicas necesarias para el análisis económico que definirá la rentabilidad de cada sistema y sus posibles alternativas; asimismo, las facilidades que ofrece una estación experimental permitirán un control más estrecho de los sistemas y una capacitación más adecuada de extensionistas y, en alguna medida, de agricultores.

El segundo tipo de unidad es la aquí llamada Predio Piloto (PP), similar a la anterior en lo que respecta a sus fines generales aunque con las siguientes características que la distinguen:

i) Está ubicada en fincas de agricultores privados; su selección se hace tomando en cuenta el grado de representatividad de la finca como integrante de los conglomerados definidos por la tipificación de las empresas de la región afectada por el modelo.

ii) Comprende la totalidad de los recursos productivos de la empresa piloto, los que se integran a un solo sistema de producción.

iii) En consecuencia, los PP siguen en el tiempo a las UEP, ya que en esta última se identifican los sistemas que se instalarán en los primeros.

iv) El sistema instalado tiene en cuenta las condiciones actuales del mercado regional y se beneficia de políticas crediticias adecuadas para servir financieramente la totalidad del predio.

v) La responsabilidad por el manejo del predio es compartida entre el productor y un extensionista del organismo ejecutor del modelo.

vi) Los registros que se lleven de la evolución de los PP son la base del Servicio de Información que se describirá más adelante.

c) Extensión y asistencia técnica

La extensión agrícola es considerada una función típica del Estado, y de allí que la mayoría de los gobiernos de América Latina apoyen la formación de extensionistas a través de la educación agrícola superior y de post grado e impulsen la creación y el desarrollo de servicios de extensión públicos (ver Cuadro No. 20). No obstante este esfuerzo, la cobertura que brindó la extensión hasta 1970 fue tan baja como lo señalan los cuadros Nos. 22 y 23.

Aún actualizando las cifras manejadas, es poco probable que la situación de hoy difiera grandemente con la que presentaba la extensión en 1970 en lo que a cobertura se refiere. Parece válido preguntarse, entonces, si el Estado —por lo menos aquel de economía de mercado— no debería compartir con la acción privada algunas de las actividades de la extensión, si es que quiere alcanzar un impacto mayor al mencionado.

La presencia simultánea de actividades de extensión pública y de asistencia técnica privada (o pública), es común en varios países de América Latina; sin embargo, la relación entre ambas es informal y en muchos casos inexistente. Se propone aquí una relación más estrecha entre ambas sustentada por bases como las que a continuación se explican.

La extensión se fija objetivos de más largo alcance que la asistencia técnica, es decir, la elevación del nivel de vida de la población rural y la participación de esta última en la fijación de políticas sectoriales. Uno de los medios para alcanzar esas metas es el aumento de los ingresos netos de los productores como consecuencia de la adopción de las tecnologías agrícolas que la propia extensión transfiere. La transferencia de tecnología de producción agrícola es el punto de contacto entre uno de los cometidos de la extensión y el

cometido de la asistencia técnica, y es alrededor de ese cometido común que ambas acciones deberían relacionarse y coordinarse; la extensión, por estar preparada para ello, deberá conservar para sí los objetivos de más largo aliento y aquellas metas que, como el agrupamiento de productores en asociaciones, permitan aumentar su capacidad receptora de la tecnología transferida y su capacidad de negociación comercial y política. Pero podrá, en casos como los que se describen más abajo, compartir y a veces delegar la transferencia de tecnología en la asistencia técnica.

Asimismo, ha sido norma que la asistencia técnica que ofrece la extensión agrícola sea un servicio público y gratuito y que dicho servicio y condiciones se extiendan a productores pequeños, medianos y grandes, sin tener en cuenta la capacidad financiera de estos dos últimos para pagar por ellos. Los productores de cualquiera de las categorías mencionadas saben que el uso adecuado de tecnologías representadas por el empleo de insumos que deben ser adquiridos, depende de su capacidad o de la asistencia técnica disponible. Así como se comprende que, por ejemplo, en suelos con algunos años de cultivos continuos el éxito en el uso de fertilizantes depende de carpidas y/o del empleo de herbicidas para el control de las malezas cuya presencia es favorecida por el mismo fertilizante (unos y otros, representados por insumos que deben adquirir), de la misma forma deberían visualizar la asistencia técnica; en otras palabras, el Estado y los productores deberían considerar a la asistencia técnica como aquel insumo que racionaliza el empleo de los demás, y que la gratuidad de ese insumo dependerá de la capacidad que para pagar por él muestran los diferentes usuarios.

Existe poca información del costo de la asistencia técnica considerada a nivel de productor individual; sin embargo, el Cuadro No. 24 muestra dicho costo estimado para un programa de crédito agropecuario supervisado para ejecución en Uruguay⁴⁴ y que incluye asistencia técnica privada financiada por el propio crédito. En el caso particular de Uruguay, el número de productores y de hectáreas atendidos por técnico dentro del programa es suficiente para generar una entrada neta de unos ochocientos dólares mensuales, estimada en ese momento, como atractiva para el país. El cuadro indica la incidencia del costo de la asistencia técnica con una cobertura técnico/productor del orden de 1:25, cuando se tienen en cuenta los costos directos de producción de una hectárea de trigo.

CUADRO No. 22. Número de extensionistas y relación con el número de familias rurales (tomado de Ansorena⁵).

PAIS	Extensionistas (1)	Nº de familias (2)	Relación (2)/(1)
Argentina	462	768 600	1: 1663
Brasil	2 412	5 404 200	1: 2240
Chile	368	344 900	1: 937
Colombia	442	1 368 800	1: 3097
Costa Rica	69	111 474	1: 1615
El Salvador	101	268 914	1: 2662
Guatemala	48	417 390	1: 8695
Honduras	51	241 481	1: 4734
México	922	2 918 000	1: 3164
Nicaragua	48	148 901	1: 3102
Perú	625	1 123 000	1: 1796
TOTAL	5 548	13 115 660	1: 2364

CUADRO No. 23. Proporción de familias rurales atendidas por el Servicio de Extensión (tomado de Franco^{3 2}).

PAIS	Familias rurales	Familias atendidas	% de familias atendidas
Bolivia (1971)	713 200	21 000	2.9
Colombia (1971)	1 374 147	122 227	8.9
Costa Rica (1970)	194 700	8 400	4.3
Guatemala (1972)	550 166	40 153	7.3
Honduras (1971)	164 800	13 250	13.4
México (1970)	3 944 000	500 000	12.7
Perú (1970)	1 293 570	150 399	11.6
Venezuela (1972)	162 343	30 523	18.8
TOTAL	8 396 926	885 952	10.6

CUADRO No. 24. Incidencia del costo de la asistencia técnica con una relación técnico/productor de 1:25 en los costos directos por hectárea de trigo en Uruguay

INSUMOS	Costo/ha en N \$	Porcentaje
Preparación del suelo	70.65	12
Siembra	99.78	16
Fertilización	175.47	28
Control de malezas	23.35	4
Insecticidas	92.50	15
Cosecha (contratada)	80.00	13
Transporte	47.00	8
Asistencia técnica	24.72	4
TOTAL	613.47	100

Las cifras del cuadro señalan que la asistencia técnica, tal como es otorgada en el programa mencionado, es junto con el control de malezas el insumo más barato para la producción de trigo en el país; constituye asimismo, la cuarta parte del costo de la semilla y de los insecticidas y su aplicación, y la séptima parte del costo de los fertilizantes y su distribución. Pero es, fundamentalmente, el insumo que, aplicado correctamente, hace eficiente el empleo de todos los demás.

La delegación de la función de transferencia de tecnología por parte de la extensión a la asistencia técnica privada, dependerá de la capacidad de los usuarios para pagar por la misma. Es decir que:

i) Si los usuarios potenciales pertenecen a los estratos llamados medianos y grandes y sus recursos financieros son propios u otorgados por la banca privada u oficial, y si estos últimos no están atados a los programas gubernamentales de desarrollo, tales productores deberían recibir asistencia técnica privada y en consecuencia pagar por la misma. El papel que le correspondería en este caso a la extensión es el de ofrecer, directamente al usuario o a través del asistente técnico, los servicios que se mencionarán más adelante al hacer referencia al Servicio de Información.

ii) Cuando los productores medianos y grandes tengan acceso a créditos de la banca oficial otorgados en el marco de un programa del tipo de crédito supervisado o dirigido, éste contemplará el financiamiento de la asistencia técnica privada considerándola como un insumo más. En este caso, la extensión supervisará directamente las actividades de los asistentes técnicos y esa supervisión estará claramente establecida en las normas que regulen al programa de crédito supervisado o dirigido, pudiendo la extensión retirar del programa aquellos asistentes y sus productores asistidos que se aparten de las directivas técnicas por las cuales es responsable la extensión. Asimismo, ésta apoyará directamente a los asistentes a través del Servicio de Información.

iii) En el caso de pequeños productores agrupados en cooperativas u otro tipo de asociaciones en que se da el crédito a la asociación y ésta a sus productores, la asistencia será privada, otorgada por la cooperativa o asociación y su costo incluido en el crédito; para ello la tipificación de las empresas agrícolas definirá los conglomerados que presenten sistemas de producción similares y cuyo agrupamiento podrá justificar la inversión en asistencia técnica pagada. En el caso considerado, la extensión tendrá el mismo papel y atribuciones mencionados en el numeral anterior.

iv) Cuando los productores pequeños no se encuentren agrupados, el crédito es dirigido al agricultor individual. En esta circunstancia, el monto del crédito no alcanza, normalmente, a cubrir el costo de la asistencia técnica; por lo tanto, ésta será otorgada directamente por la extensión agrícola y será, por lo mismo, gratuita.

v) Si los pequeños productores no están comprendidos por programas como los mencionados y tienen acceso a las líneas y exigencias normales del crédito, la asistencia técnica será ofrecida como en el caso anterior, es decir, directamente por la extensión agrícola.

Se propone, entonces, que en materia de asistencia técnica la extensión agrícola cubra todos los estratos mencionados a través de su Servicio de Información y que preste asistencia técnica directa solamente a aquellos productores que no estén en condiciones de pagarla. En los casos en que no la preste y en los que la asistencia técnica sea financiada por programas oficiales y especiales de desarrollo agrícola, la relación de aquella con la extensión será de dependencia, es decir, deberá admitir ser técnicamente supervisada por la extensión así como lo será financieramente por la banca que otorga el crédito supervisado o dirigido.

Aún con el apoyo propuesto de la asistencia técnica privada a las actividades de la extensión ésta deberá, actualmente, cargar con la mayor parte de la responsabilidad por la transferencia de tecnología, dado que los productores pequeños no organizados (iv y v) forman la mayoría; en consecuencia, si la extensión agrícola acuerda que una de las limitaciones principales que restringen su impacto es su escasa cobertura, y que un medio para superar la misma es compartir con la acción privada la difusión de tecnología, se sugiere que para estos fines dirija sus actividades fundamentalmente a la organización de dichas categorías de usuarios potenciales de la tecnología. De esta forma logrará engrosar el número de productores comprendidos en iii) y así aumentar el alcance de la transferencia de tecnología a través de su asociación con la asistencia técnica.

Las relaciones propuestas para la extensión y la asistencia técnica hacen necesario el complemento de la formación académica de los técnicos de ambas; aunque más adelante se tratarán los aspectos de la educación agrícola media y superior, conviene ahora resaltar algunos relacionados con dicha formación.

Las funciones asignadas a la extensión agrícola demandan una formación adecuada a las mismas; en ese sentido, los planes de estudio dan o deberían dar énfasis a sociología y sicología rural, antropología, pedagogía, información, economía, administración rural, crédito, mercadeo y estadística, haciendo que la suma de éstas guarde una proporción adecuada con la correspondiente a las ciencias físicas y biológicas.

Los asistentes técnicos por su parte, deberían tener asimismo una formación adecuada a su función; si la misma está dirigida al aumento de la producción y la productividad y a desarrollar la capacidad gerencial del productor en el manejo de su finca, estas prioridades -distintas de las de la extensión- deberían reflejarse en planes de estudio también diferentes y las asignaturas relacionadas con productos, con la síntesis de estos en sistemas de producción -hoy inexistente- y las correspondientes a economía, administración rural y mercadeo, deberían predominar claramente sobre las demás.

Por último, es importante señalar lo siguiente en cuanto a la formación académica de los asistentes técnicos. Si para alcanzar una cobertura más amplia que la actual, en algunos casos la extensión agrícola está dispuesta a apoyarse en la asistencia técnica para transferir tecnología, manteniendo sobre aquélla una estrecha supervisión y evaluación de sus actividades, la exigencia por un alto nivel científi-

co en los asistentes técnicos debe ser menor. De esta manera, programas como los mencionados que tiendan a alcanzar un número importante de usuarios, podrían incorporar no sólo ingenieros agrónomos sino también técnicos de nivel medio y fundamentalmente, productores debidamente capacitados por los mismos programas. La preocupación actual de la medicina por incorporar paramédicos para alcanzar una mayor y más racional cobertura, puede ser un buen ejemplo a ser tomado en cuenta por la extensión agrícola.

6) Crédito

Rice señaló ya que cualquier programa de transferencia de tecnología que involucre la compra de insumos debe incluir el crédito como un componente imprescindible; el modelo en cuestión comprende también al crédito como uno de sus elementos. Para que éste se amolde a las características de los restantes componentes deberá revisarse:

a) Su alcance, entendiendo por tal a qué estratos de productores agrícolas llega actualmente el crédito y cuáles debería alcanzar para hacer efectivo el modelo. En este sentido se aduce que su actual alcance es bajo porque la escasez del crédito impide que una parte importante de los productores tenga acceso al mismo; sin embargo, Adams¹, al tomar la relación valor de la producción/monto del crédito como un indicador de la adecuación de este último a las necesidades financieras, demuestra que dieciocho países latinoamericanos, en promedio, presentaron en 1968/1969 un índice de 0.36, muy poco por debajo de los índices que muestran Estados Unidos de América y Taiwan, dos países de agricultura desarrollada que en el período mencionado alcanzaron 0.53 y 0.39, respectivamente. Asimismo, si se analiza la relación crédito total/crédito agrícola para los mismos países y años, América Latina aparece relativamente favorecida ya que un tercio del crédito total está dirigido al sector agrícola.

Sostiene Adams que lo que limita el acceso al crédito no es su escasez natural sino la provocada por su mala distribución entre los distintos sectores de productores agrícolas; esta afirmación está apoyada por Franco^{3 2}, quien concluye que en siete países latinoamericanos en que analizó el alcance del crédito el rango de familias rurales beneficiadas entre los años 1968 y 1973 fue desde un máximo de sólo 27% en Colombia, a un mínimo de 0.2% en Guatemala. En el

caso de Bolivia, Landman y Tinnermeier⁴¹ encontraron que en el período 1964/1974, 75 % de los créditos fue dirigido a los productores medianos y grandes del oriente boliviano; en Brasil, no obstante ser los estratos de productores con menos de 100 hectáreas responsables por 58% de la producción agrícola brasileña en 1970, recibieron solo 39% de los créditos otorgados, mientras que aquéllos entre 100 y 1000 hectáreas, que generan menos de 30% de la producción total, se beneficiaron con 42% del crédito agrícola. En el mismo año, 90% de los agricultores brasileños no tuvo acceso al crédito a pesar de que los montos otorgados, considerados en moneda constante, se multiplicaron por cuatro⁶ entre 1960 y 1970.

La banca pública o privada es en general renuente a otorgar créditos a productores pequeños, temerosa de una baja tasa de recuperación de los préstamos concedidos a éstos (cosa aún no probada, por otra parte). La forma que preve el modelo para superar esta situación es la de conseguir que la banca otorgue crédito no al pequeño productor individual sino a pequeños productores agrupados en asociaciones (cooperativas, por ejemplo), obviando de esta manera dos problemas supuestos o reales: 1) la garantía por el préstamo sería aumentada, ya que respondería por el mismo la asociación como garante solidario y no cada productor individual, y 2) la asociación de los usuarios haría disminuir los costos bancarios de administración. Es a estas actividades, la de conseguir el agrupamiento de los productores en asociaciones y la orientación del crédito a éstas por parte de la banca, a donde la extensión agrícola debería dirigir una parte importante de sus acciones.

b) El tipo de crédito a ser otorgado. El tipo de crédito que propone el modelo corresponde al llamado supervisado y será concedido sobre las bases sugeridas en los numerales ii y iv de la sección precedente.

c) Los requisitos para el otorgamiento del crédito. Al ser supervisado el crédito, para su concesión el banco tomará en cuenta el programa de desarrollo agrícola del predio beneficiario por encima de los requisitos actuales de otorgamiento, es decir garantía hipotecaria, prendaria o solidaria. El respaldo para el banco será, fundamentalmente, el programa que soporta el desarrollo del predio, la idoneidad del técnico asesor y el apoyo que le ofrecen a éste los componentes de investigación y extensión agrícolas del modelo en consideración; las condiciones señaladas permitirán, como consecuencia, el acceso al crédito de productores hoy marginados del mismo.

d) El destino del crédito, o sea si el mismo estará dirigido al financiamiento de insumos, de productos o al desarrollo de la totalidad del predio. Ya se hizo referencia a la relativa efectividad del crédito cuando éste se orienta a financiar parcialmente las necesidades de la producción agrícola (ver Cap. 3).

Al incluir crédito, el modelo lo adecua a financiar el sistema de producción que surja de la asistencia técnica y que afectará, por lo tanto, la totalidad del predio beneficiario del crédito supervisado.

e) La cobertura, entendiendo por tal si el crédito financiará el cien por ciento de los costos directos de cada operación que componen los subsistemas del sistema predial. Para el caso, el crédito financiará la totalidad de los costos directos correspondientes a los primeros años de evolución del programa de desarrollo predial; a medida que dicho programa evoluciona el crédito irá cubriendo fracciones menores de los costos directos anuales a fin de obligar al beneficiario a reinvertir en las fracciones no cubiertas por el crédito. El banco se obligará, sin embargo, a mantener el financiamiento total de la asistencia técnica privada, y finalmente debería incluir en el crédito un componente destinado a financiar las necesidades primarias del beneficiario (alimentación, vivienda, educación) hasta la venta de su producción en condiciones de mercado favorables.

f) El plazo. Estará de acuerdo con la biología y el grado de terminación de los productos incluidos en el sistema predial. Así, los préstamos que financien cultivos anuales tendrán un plazo de recuperación menor de un año, aquéllos destinados a cultivos perennes serán amortizados por medio de sucesivas cosechas, los dirigidos a producción animal serán cancelados según la terminación del producto (cría, recría o engorde) entre otros.

g) El interés. Según Adams, es una idea generalizada que las tasas altas de interés retraen a los productores agrícolas latinoamericanos del empleo del crédito, aunque dicha idea no aparece sustentada por la información que maneja ese autor. De acuerdo a la misma, los índices de inflación que soporta la mayoría de los países del área son generalmente superiores a las tasas de interés de la banca oficial, transformándose éstas en tasas de interés negativas. Concluye por tanto que contrariamente a la idea mencionada, las tasas de interés no solamente no son elevadas sino que a través de las mismas se ha venido subsidiando el precio del dinero.

Aún en condiciones de mercados monetarios estables, los créditos otorgados por la banca oficial a intereses por debajo del costo del dinero en lugar de favorecer un uso y una distribución racional del crédito, provocaron:

i) El deterioro de la cartera del banco al recuperar este dinero depreciado, debiendo recurrir para mantenerla a fuentes financieras externas al banco.

ii) La disminución de la calidad de los servicios por el banco (crédito supervisado, por ejemplo) que una baja tasa de interés no puede mantener.

iii) El alejamiento de la banca privada del mercado financiero sectorial al no poder competir con tasas bajas de interés ofrecidas por la banca oficial.

iv) El desinterés en el ahorro por parte de los agricultores

v) La canalización de los préstamos agrícolas por parte de los beneficiarios a otros sectores de mayor rentabilidad.

vi) Que, tomada por los beneficiarios como una expresión de paternalismo del Estado, la disposición para la devolución de préstamos otorgados con tasas de interés beneficiadas sea menor que para préstamos de otros orígenes y otras condiciones; esta situación, unida a la depreciación del dinero que presta el banco, deteriora aún más su cartera agrícola.

Adams¹ y Donald²⁸ concuerdan en que el interés de los préstamos dirigidos al sector agrícola no puede ser, en general, utilizado como estímulo para la adopción de tecnologías que supongan la adquisición de insumos, y recomiendan como alternativas el desarrollo de canales de comercialización que aseguren el pago de la producción al contado y en tiempo adecuado, el subsidio de insumos específicos o a través del ajuste de los precios o de las políticas impositivas. Siguiendo esa línea de pensamiento, el modelo propone un interés acorde con el valor del dinero.

7) Mercadeo

Es uno de los componentes más importantes, si no el principal, de la estructura del modelo propuesto. Al respecto sostienen Harrison y sus colaboradores³⁴ que "se observa que los planificadores económicos prestan mucha atención a las inversiones en proyectos diseñados para aumentar la capacidad de producción industrial y agrícola. La mayor parte de los aspectos de comercialización, excluyendo inversiones en infraestructura básica de transporte, general-

mente son relegados a un papel secundario en el proceso de desarrollo. Relativamente se le da poca atención al crédito, asistencia técnica y capacitación para mejorar los sistemas de comercialización, especialmente en lo que se relaciona con las actividades del sector privado”.

Sobre el papel del Estado en el desarrollo del mercadeo, los mismos autores consideran que “la tradicional creencia de que los sistemas de comercialización eficientes se desarrollarán automáticamente, aún en el mejor de los casos se hace dudosa. Es ampliamente reconocido que los productores agrícolas e industriales deben ser educados, motivados, asistidos y a veces subsidiados para promover las innovaciones necesarias para alcanzar el desarrollo; por lo tanto no hay razón aparente para esperar que los intermediarios del mercado (o más precisamente formas del sistema de comercialización) sean diferentes. En efecto, la evidencia acumulada sugiere que en determinados momentos los esfuerzos de las agencias públicas para estimular el desarrollo de mercados internos eficientes puede ser crucial para el desarrollo”.

No obstante estar de acuerdo con los autores citados en cuanto a que el mercadeo es un mecanismo que debe coordinar las actividades de producción, distribución y consumo y que en consecuencia, funciona como un sistema, en esta oportunidad el mismo será tratado solamente desde el punto de vista de la producción.

La inserción adecuada del mercadeo a los objetivos del modelo de transferencia de tecnología aquí propuesto se hará siguiendo los pasos descritos a continuación (E. Medina, comunicación personal):

a) Análisis institucional. Comprende el análisis del papel que juegan los participantes del proceso del mercadeo; tomará en cuenta:

i) Los productores; en cuanto a si actúan independientemente vendiendo su producción en sus propias fincas o transportándola directamente a los mercados, o si se agrupan para la comercialización.

ii) Los centros de comercialización; en cuanto a su ubicación, volúmenes comercializados, especialización (mercados, ferias, frigoríficos, mataderos, molinos), destino (mayoristas, minoristas, consumidores) y almacenamiento.

iii) Los comerciantes; si son mayoristas, rescatistas, agentes de comercio (comisionistas) o transportistas.

b) Análisis funcional; entendiendo por tal los mecanismos de:

- i) Compra.
- ii) Venta.
- iii) Almacenamiento.
- iv) Clasificación y control de calidad.
- v) Procesos de transformación de los productos.
- vi) Financiamiento del proceso.
- vii) Riesgos inherentes a la comercialización y financiamiento de la misma.
- viii) Información del mercado en manos del productor.

Del diagnóstico realizado deben surgir las soluciones a las restricciones encontradas, las que se centran, generalmente, alrededor de la reducción de costos y márgenes de comercialización y del acortamiento de los canales de ésta pero, fundamentalmente, de la obtención de tales mejoras a través del agrupamiento de productores.

De la misma manera que la asociación de productores facilita a éstos su acceso al crédito, también mejorará la capacidad de negociación de los productores ante mercados generalmente adversos a sus intereses. La asociación más apropiada a los fines descritos es la cooperativa de servicios que comercializa productos e insumos de y para los asociados, ofrece asistencia técnica por medio de los mecanismos descritos en el numeral 5) b), regula la oferta y, eventualmente, puede hacer lo mismo con la producción a través de la delegación por parte de la banca del destino y la administración del crédito (ver numeral 6), literal a)).

El diagnóstico mencionado en las páginas precedentes corresponde, obviamente, a especialistas en mercadeo; sin embargo, la participación del componente extensión agrícola considerado por el modelo, ocurre, fundamentalmente, en la asociación de productores en cooperativas de servicios. Esta labor, mucho más especializada que la asistencia técnica, estará dirigida a formar conciencia en los potenciales beneficiarios sobre las ventajas de la asociación y a apoyar su consolidación en cooperativas y en su administración y evolución posterior.

8) Un servicio de información agrícola

El servicio que aquí se propone como componente de un modelo de transferencia de tecnología difiere en sus objetivos de los servicios de información basados en documentación agrícola o de aquellos dirigidos a captar y difundir información contable (*accounting*

systems). Estas diferencias irán apareciendo a medida que se describan los objetivos, componentes, características, alcances y limitaciones del servicio de información que se sugiere.

a) Datos e información

Los datos son símbolos que representan cantidades, cosas, acciones o metas, es decir mensajes no evaluados para un empleo y un momento particulares y son el resultado^{11, 29} de medir o de contar cosas; no son, por lo tanto, más que materia prima. Por su parte, información es el resultado del procesamiento de esa materia prima y tiene como objetivo servir a los gerentes de empresas para la toma de decisiones.

Los datos deben ser primero recogidos y luego elaborados para que, finalmente, se transformen en información. De la precisión en la toma de datos y de su elaboración, dependerá la utilidad de la información disponible para la toma de decisiones.

Sobre la toma de datos, Bonnen¹¹ sostiene que la primera pregunta que debe responderse se refiere a qué es lo que es necesario contar o medir, y agrega que si se desea que la configuración de los datos producidos tenga alguna correspondencia con la realidad, debe haber algún concepto de la realidad del mundo que va a ser medido. Por lo tanto, al intentar producir “datos confiables implícita o explícitamente se desarrolla una serie de conceptos que en cierto grado son capaces de representar y de reducir la casi infinita complejidad del mundo real de una manera que pueda ser atrapada por la mente humana”. Agrega que como los conceptos no pueden ser medidos directamente, es necesario hacerlos operativos a través del establecimiento de categorías de fenómenos empíricos (variables) tan correlacionados como sea posible con la realidad del objeto que está siendo medido. Bonnen reconoce tres pasos que aseguran que los datos recogidos sean representativos de la realidad en estudio:

i) Conceptualización; ii) Operacionalización del concepto, es decir definición de las variables, y iii) La medición; sostiene asimismo, que fallar en cualquiera de los pasos limita seriamente la calidad y las características de los datos producidos.

La etapa siguiente a la recolección de datos es el procesamiento de los mismos para que se transformen en información útil; se considera que los avances conseguidos en computación facilitan enormemente el procesamiento de datos, tanto que se está en un punto en

que los mecanismos de difusión de información son superiores a los datos empleados en la misma ³³.

El proceso de creación de información fue diagramado por Bonnen ¹¹ de la forma en que aparece en la Fig. 20, la que resalta los pasos de la recolección de datos, su procesamiento y la generación de información, y permite distinguir entre ambos.

b) Los objetivos de la información

La información es considerada por Bonnen como esencial en cualquier proceso de decisión, sin la cual las ventajas de la presencia de nuevas tecnologías se perderían por la incapacidad de sus usuarios para utilizarlas racionalmente.

Blackie¹⁰ sostiene que “una empresa no puede operar racionalmente sin el conocimiento de su estado actual y del ambiente en que funciona; información de este tipo debe ser transmitida al gerente de la empresa por medio de algún sistema de información” y que “cuando las empresas operan bajo condiciones no bien conocidas o rápidamente cambiantes, los gerentes requieren una retroalimentación rápida, ajustada y originada en la misma empresa, a fin de juzgar la efectividad de cualquier decisión tomada. El ambiente competitivo e interactuante de las empresas modernas asegura una demanda creciente de información específica y al día, y, por lo mismo con sistemas de información especializados”. Al referirse a las empresas agrícolas señala que éstas, al igual que las empresas de otros sectores, tienen requerimientos de información no sólo sobre su comportamiento en el pasado sino también sobre los resultados de la gerencia actual o de estrategias alternativas futuras.

La necesidad de información para la toma de decisiones es tan acentuada en los productores agrícolas latinoamericanos como lo es en aquellos de países desarrollados; ya se hizo referencia a que muchos productores pequeños utilizan los recursos a su disposición con un grado de eficiencia similar al de los productores comerciales. Sin embargo, uno de los recursos de que carecen los primeros y cuya presencia puede hacer máxima la eficiencia de los demás es, justamente, información, entendiéndose por tal el conocimiento de la política sectorial, de los precios, del mercado, del crédito, de su propia experiencia y de otros productores y, principalmente, utilizar esa información en la programación de sus futuras actividades. Sin la

misma, la posibilidad de los pequeños productores de tener acceso al mercado y permanecer en él, aparece seriamente comprometida.

La información para la toma de decisiones es transmitida a los usuarios a través de un sistema de información; Eisgruber²⁹ lo define como una configuración lógica de información significativa y de importancia para un problema determinado. A pesar de que reconoce que el gerente agrícola no es el único usuario del servicio de información, éste debe incluir solamente información que es primariamente registrada para y/o por la finca y, más aún, dirigida primariamente para su consumo por la misma. Señala que, en este aspecto, un sistema de información se asemeja a los de información contable (*accounting systems*), aunque a diferencia de estos últimos incluye información de mercados locales o regionales, información técnica y resultados derivados de métodos de planificación y de técnicas de decisión.

El objetivo de un sistema como el descrito es proveer información útil a los usuarios; por ello conviene distinguir con Plaunt⁵⁰ las necesidades de los diferentes usuarios.

El gerente de una finca requiere información de dos frentes: de su propia finca y de otras. En el primer caso necesita información financiera e información física; la financiera es requerida en el control de la empresa para definir las necesidades de crédito, del pago de obligaciones y para el manejo financiero general de la finca. La información sobre las entradas y salidas físicas es requerida para la planificación de la finca en el conocimiento de las restricciones que pueden presentar los recursos físicos disponibles. En cuanto a la información proveniente de otras fincas, la misma es necesaria para que el gerente pueda escoger entre alternativas; tal información debe originarse en otras fincas ya que la suya no está, en general, en condiciones de generar información más que de una sola alternativa de producción.

La necesidad que por un sistema de información agrícola manifiesta la extensión es similar a la que requiere el productor individual; la información sobre la situación de una finca en particular provendrá del análisis de la situación física y financiera que de dicha finca realice el sistema de información, mientras que el conocimiento de alternativas se originará del análisis de otras fincas y de resultados experimentales.

Asimismo, los investigadores agrícolas y los responsables por la fijación de la política sectorial tienen necesidades similares en cuanto

a la información que ofrece un sistema como el descrito. Sin embargo, a diferencia de los anteriores, están más preocupados en poder generalizar con base en la información disponible que en analizar fincas individuales o grupos homogéneos de éstas; para esos fines se vuelven más importantes aún los datos surgidos de la tipificación de las empresas de los que se nutre el sistema de información.

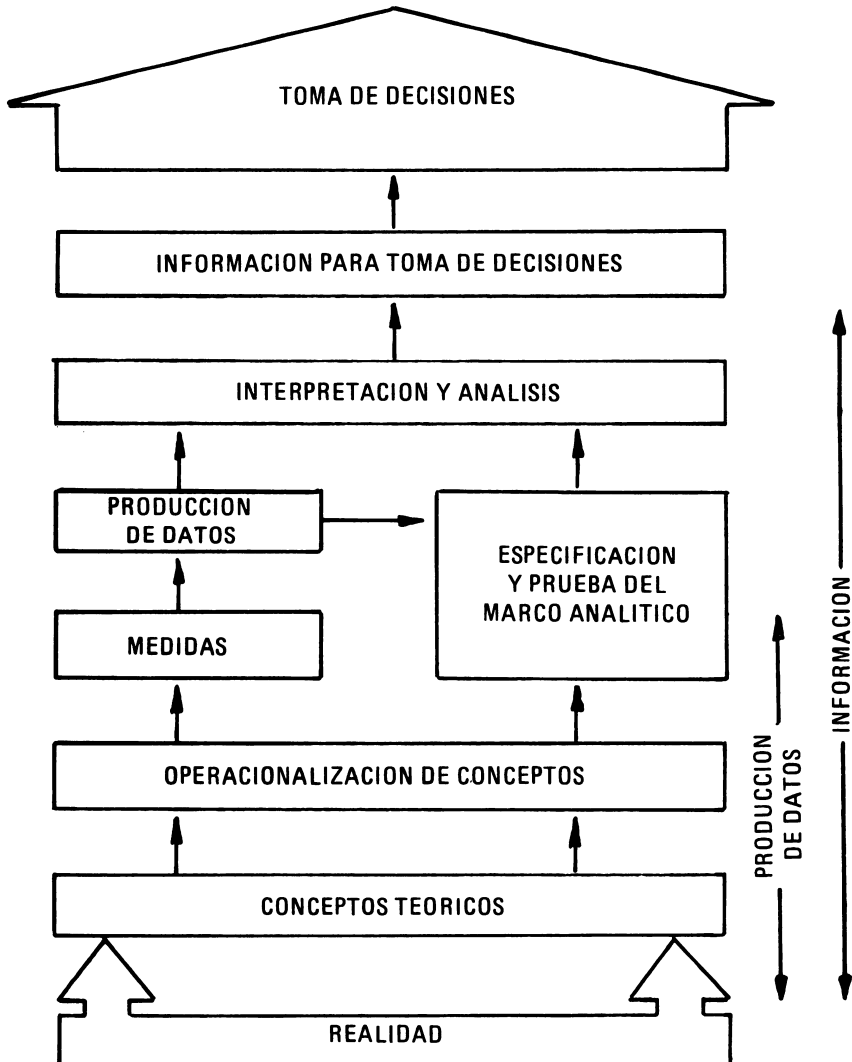


Fig. 20. Desarrollo de información (tomado de Bonnen¹¹).

En resumen, y como lo señala Plaunt, las necesidades por información de la producción agrícola pueden diferir en términos de muestreo o de nivel de agregación requerido, pero todas ellas envuelven datos básicos originados en las propias fincas.

c) La evolución de los sistemas de información agrícola

Los primeros sistemas de información posiblemente, se desarrollaron en los colegios agrícolas de Estados Unidos de América y tienen como objetivo proveer, a solicitud del usuario (*mail-in*), registros elaborados de datos que permiten al productor tomar decisiones con base en los mismos. Ofrecen en general información retrospectiva, es decir que representan una situación pasada de la empresa y no información relativa a la proyección de la misma¹⁰.

Como extensión de los sistemas *mail-in* surgió el sistema de información Canfarm de Canadá, que ofrece “paquetes de planificación” con base en modelos de simulación para empresas dedicadas a producción de carne, aves y leche⁴². Por su parte, el *Farm Management Service Laboratory* de la University of Western Australia provee información relativa a fuentes y empleo de fondos, cambios de liquidez y transacciones y ganancias, entre otros aspectos financieros. Blackie considera que ambos sistemas son los primeros que incorporan la planificación en la información que ofrecen los sistemas modernos.

Otros sistemas que menciona dicho autor son aquellos actualmente en operación en Gran Bretaña y que manejan información relativa a producción de aves, cerdos, carne y lana; Estados Unidos de América contaba en 1978, por su parte, con catorce sistemas de información en funcionamiento o en desarrollo, de los cuales los más conocidos eran los manejados por las universidades de Virginia (CMN), Michigan (TELPLAN) y Minnesota (MAPS)³⁷.

Esta rápida evolución de los sistemas de información tiene su origen en la expansión en el empleo de la computación, que permitió incluir modelos de programación matemática y de simulación como base de la información dirigida a la toma de decisiones por parte de gerentes agrícolas; ese desarrollo llega a tal en Estados Unidos de América que a principios de 1978 ya se estaba evaluando el efecto, en la calidad de los servicios de extensión, de tres diferentes sistemas de terminales remotos conectados a centrales de computación³⁹.

No obstante estos avances, se señalan las siguientes limitaciones que afectan a los sistemas de información en uso:

i) Los sistemas de información computarizados alcanzaban, en 1972, a muy pocos productores estadounidenses. Eisgruber³⁰ encontró que dicho servicio fue utilizado, en ese año, solamente por el 12% de una muestra de agricultores correspondiente a tres estados de ese país, y que dentro de dicho porcentaje aquellos que lo habían empleado pertenecían, en su mayoría, a productores con altos ingresos y con más años de educación formal.

ii) Shaffer⁵⁶ encuentra, entre las limitaciones de la recolección de datos y su manejo para dar lugar a la información, el poco conocimiento de las relaciones estructurales. La conceptualización a que se refería Bonner lo hace dudar de la validez de muchos de los datos recogidos; cuestiona la calidad y precisión de los datos cuando en su recolección no se toma debida cuenta de aquellos correspondientes a fincas faltantes y la imputación de valores a las mismas; que datos tomados en esa forma pueden generar información errada; actualmente se generan tantos datos, muchos de los cuales se presentan inapropiadamente, que en lugar de facilitar al usuario su decisión se le llena de material superfluo, evidenciando por parte de los responsables por el servicio poco conocimiento de las necesidades reales de los agricultores.

iii) Los programas de computación útiles a los fines de investigación no lo son cuando se les emplea en extensión. Candler¹⁵ ejemplifica acertadamente esta situación: un investigador desea un programa de computación lo más flexible posible de forma que la estructura de su modelo pueda ser cambiada de un uso a otro; por su parte el extensionista necesita un modelo de computación fijo, al que pueda insertarle datos sin que se altere la interpretación de los resultados obtenidos. Concluye que la relativa importancia que se da al desarrollo de programas de cómputo adaptados a la extensión quita efectividad a los servicios de información computarizados empleados en apoyo a la extensión.

iv) El alto costo en equipo y personal necesario es señalado como una limitación por Infranger, Robbins y Debertain³⁷. Sin embargo Walker⁶⁰, al discutir el trabajo de estos autores, se pregunta si es caro en comparación con métodos alternativos de información o si lo es comparado con no hacer el servicio. En este sentido manifiesta que "la asistencia basada en computación es la fuente más barata a nuestra disposición para realizar esa función".

d) Un servicio de información adecuado al modelo.

Las limitaciones que deben ser superadas para que un servicio de información sea efectivo aumentan cuando es incorporado a la extensión en países de agricultura en desarrollo; en este caso, a las restricciones anotadas deberán agregarse las siguientes:

En primer lugar, un servicio de información como el descrito se nutre de datos que suministra el propio productor; esto supone que el productor dispone de registros físicos y económicos de la evolución de su finca, de una confiabilidad tal que hagan seguros también los datos que proporciona. Sin duda muy pocos productores latinoamericanos están en estas condiciones.

Debe considerarse que la información que surge del procesamiento de dichos datos es transmitida directamente al productor que la solicita. Por más simple que sea la forma en que la información es presentada, su empleo efectivo supone un mínimo de conocimientos gerenciales por parte del usuario que no muchos productores del área poseen.

Otra se refiere a que los modelos matemáticos en que actualmente se apoyan los servicios de información abarcan, en su mayoría, componentes de la empresa agrícola y no el total de finca; en otras palabras, contienen respuestas con relación a la optimización del empleo de recursos o a alternativas de uso de los mismos aplicados a subsistemas de las fincas; son útiles por lo tanto para aquellas empresas agrícolas monocultoras (café, caña de azúcar, lechería, aves) pero poco adaptables a empresas de producción diversificada, que son mayoría en América Latina.

Asimismo, la construcción de tales modelos, representen éstos subsistemas o el sistema total, necesitan de una información básica que pocas regiones o países del área poseen. Dichos modelos se basan para su elaboración en el conocimiento lo más acabado posible de las relaciones físicas y económicas entre las variables de las distintas funciones de producción que, en conjunto, expresan el comportamiento de los subsistemas o el sistema a nivel de toda la finca.

Finalmente, y como consecuencia de lo anterior, un sistema de información ajustado a los cometidos del modelo de transferencia de tecnología aquí expuesto y a las condiciones en que el mismo deberá operar, tendrá en cuenta:

i) La necesidad de un fuerte apoyo de la investigación agrícola que reoriente sus objetivos fundamentalmente a la obtención de la información necesaria que permita cuantificar las variables de las distintas funciones de producción y sus interacciones, tanto del punto de vista físico como económico. Hasta que no se disponga de un mínimo de información al respecto que permita la construcción de modelos matemáticos de decisión, el servicio estará restringido a ofrecer información no integrada y de menor valor como base para la toma de decisiones de los gerentes agrícolas (precios, condiciones del mercado, tecnología).

ii) La necesidad de apoyar el servicio con las acciones que desarrollan los asistentes técnicos, consideradas por el modelo de transferencia de tecnología y a las que se hizo referencia anteriormente. Parte de dichas acciones estarán dirigidas a la capacitación de los usuarios del servicio en el manejo de registros de entradas y salidas físicas y financieras de sus fincas a fin de producir datos adecuados a los requerimientos del servicio; acciones similares serán necesarias para capacitar a los usuarios en el uso de la información generada por los mismos datos, para la toma de decisiones apropiadas.

iii) La necesidad de construir modelos de decisión que abarquen toda la finca y no solamente los subsistemas que la integran; de otra manera se estaría desconociendo la diversificación de la producción que caracteriza a la mayoría de los agricultores del área y su dificultad en integrar eficazmente información parcial.

Sobre este último aspecto, información a nivel de la totalidad de la finca, se ocuparon recientemente algunos autores de Nueva Zelanda y de Australia.

Dent²¹ reconoce que conceptualmente existe la posibilidad del empleo de modelos de simulación prediales que permitan al usuario escoger entre planes alternativos, implementar el más apropiado, evaluar su comportamiento y, cuando sea necesario, realizar las correcciones adecuadas o eventualmente modificarlo. Sin embargo, reconoce también que queda fuera de toda posibilidad concebir que los beneficios de una información así desarrollada serían capaces de absorber el costo que representa la construcción de modelos "a medida" para cada finca. Como alternativas viables considera las siguientes aproximaciones al problema:

El uso de módulos autónomos. Se basa en el desarrollo de submodelos que representan otros tantos subsistemas del sistema total, o sea la finca. Una vez desarrollados se supone que dichos submodelos

permanecerán utilizables por un período de tiempo y aplicables a todas las fincas de una determinada región con características similares. Las versiones programadas del modelo permanecen en una central de cómputo y se recurre a ellas para combinarlas de tal manera que satisfagan las necesidades de información de una finca en particular; estas combinaciones formarían la médula de la totalidad de dicha finca. Secciones adicionales, como preferencias del agricultor, estructura del capital y obligaciones financieras, pueden ser programadas y unidas a la médula de módulos seleccionada. Según Dent, el resultado sería un modelo único para una finca en particular.

El desarrollo de fincas representativas. Implica, primero, tipificar empresas de la misma forma que se describió en el literal b. 3), definir grupos o estratos de fincas similares y concluir que una de dichas fincas es capaz de representar a las demás o, en su defecto, que una finca media sintetizada lo haga. Finalmente, se considera que las restantes del grupo o estrato se relacionarán con ella.

La última alternativa corresponde a la construcción de modelos "esqueleto". Según sus autores ^{8, 9} el modelo "esqueleto" representa la estructura lógica de un sistema real. Dent lo resume así: "incluye sólo los parámetros básicos y no cambiantes del sistema real, es literalmente un marco que absorberá la carne de un amplio espectro de sistemas reales. Los supuestos son que la lógica definida no cambia de finca a finca y los únicos datos a ser incorporados son aquellos que pueden ser considerados constantes entre fincas. Dados estos supuestos, cuando el modelo esqueleto es combinado con información apropiada de una finca individual, el modelo acoplado resultante puede ser considerado como hecho a medida para esa forma y, por lo tanto, dar lugar a una simulación confiable de ésta". Más adelante agrega que "un modelo esqueleto debe ser capaz de absorber los diferentes detalles que distinguen a cada finca o empresa dentro de la finca y éstos deben afectar el comportamiento del modelo acoplado de la misma manera que afectan el sistema real".

Al describir el funcionamiento de un modelo esqueleto Dent toma como ejemplo uno aplicado a la producción de cerdos, desarrollado por los autores citados arriba. Señala que el modelo es almacenado en una computadora y que cada empresa productora de cerdos que desea emplearlo dispone de un espacio de cómputo en el cual, a su vez, se almacenan sus propios datos y son puestos al día regularmente. Al acoplarse los datos por finca con el modelo, éste genera previsiones detalladas de flujos de caja y comportamientos físicos de

la empresa para los siguientes doce meses. Asimismo, es capaz de comparar las metas físicas y financieras previstas con el comportamiento real de la finca, con base en los datos que cada cuatro semanas el productor envía; así, éste puede tomar decisiones acordes con las posibilidades de corregir la marcha de su finca.

No obstante la mejor aproximación a las necesidades de un número mayor de fincas, sus responsables son concientes de que modelos como los descritos son útiles, fundamentalmente, a fincas monocultoras, dada la dificultad que significa el desarrollo de modelos que incluyan fincas de producción diversificada; también que el acoplamiento de estos modelos "madre" con los datos de las fincas usuarias necesita que la recolección de dichos datos no dependa, exclusivamente, de su envío por parte de los productores, debiendo más bien apoyarse en las acciones de técnicos de campo entrenados para ese fin. Ambas cosas dificultan y encarecen el servicio.

En consideración a las limitaciones anotadas, el servicio de información que aquí se sugiere como un componente del modelo de transferencia de tecnología estará respaldado por modelos de decisión que intentan combinar las ventajas de modelos basados en fincas representativas con las correspondientes a los modelos "esqueleto". La razón para esta proposición es la siguiente: ya los autores citados manifestaron la imposibilidad práctica de construir un modelo "esqueleto" capaz de cubrir una región amplia, y, a la vez, fincas de producción diversificada.

En consecuencia, se propone tipificar las empresas agrícolas del área de influencia del modelo de transferencia de tecnología a fin de agruparlas en forma tal que las diferencias debidas a factores tales como los productos que manejar, la tecnología y los insumos empleados, el destino de la producción y las preferencias de los gerentes, sean mínimas; construir modelos "esqueleto" para cada uno de los grupos, y apoyar el sistema de información así estructurado en la acción de los técnicos asistentes en la recolección de los datos a nivel de finca que alimentan el modelo y con el empleo de la información generada.

Cualquiera que sea el tipo de modelos de decisión que soporte un sistema de información, la puesta en marcha de este último, depende de un largo proceso de adecuaciones sucesivas de todos y cada uno de los componentes señalados de un modelo de transferencia de tecnología adaptado a una clientela como la latinoamericana. Aun sin

tener claro en qué momento de ese proceso podrá contarse con modelos de decisión - y si realmente podrá disponerse de ellos en alguna oportunidad - su valor como, talvez, la herramienta más eficaz para alcanzar la asistencia técnica individual, hace necesario que su construcción sea una de las metas, a mediano o largo plazo, de cualquier programa de investigación comprometido con el desarrollo agrícola.

c. Implementación del modelo

Comprende la integración de todos los componentes descritos en una secuencia de acciones ordenadas que generan tecnología e información siguiendo un flujo como el descrito en la Fig. 21.

El proceso comienza con el ajuste de la política del sector a los planes nacionales, ajuste realizado por la oficina de planificación especializada y aprobado por la autoridad competente. Su aplicación a nivel regional permite definir las áreas en que se llevará a cabo la ejecución del modelo, ahora transformado en un programa de desarrollo agrícola regional.

Una vez definida el área, ésta y los productores agrícolas comprendidos en la misma son caracterizados tomando en cuenta los respectivos parámetros oportunamente considerados literales **b.2)** y **b.3)**; dicha caracterización permitirá detectar las siguientes necesidades:

1) De tecnología, en cuanto a los requerimientos de a) tecnología parcial, generada por disciplinas o productos, o integral, generada por sistemas prediales, y b) tecnologías de transición, poco exigentes en insumos originados extra finca, o de tecnologías meta, dirigidas a la producción netamente comercial y en lo cual el riesgo no es considerado una restricción importante.

2) De asistencia técnica, en cuanto a si la misma será ofrecida directamente a productores individuales a través de extensión agrícola, si ésta lo hará a través del agrupamiento de usuarios y apoyada en la asistencia técnica pagada, o delegará en esta última la responsabilidad por la misma en las condiciones explicadas (Numeral 5) c)).

3) De crédito, en relación a qué grupo de productores pueden ser beneficiarios del crédito supervisado, componente del Programa, y qué productores están en condiciones de recurrir a las líneas regulares de la banca oficial o privada.

4) De mercadeo, en cuanto a qué grupos requieren integrar programas públicos o privados de comercialización.

5) De información y las necesidades o no de desarrollar modelos de decisión computarizados.

La política sectorial y la caracterización de la clientela marcan la evolución del Programa. De esta forma, si la política sectorial está orientada al aumento de la producción y productividad para obtener el incremento de las exportaciones y la sustitución de las importaciones agrícolas, se apoyará en los productores comerciales incluidos, en su mayor parte, en las categorías de medianos y grandes productores; en este caso, la secuencia del Programa no necesariamente se ajusta a lo señalado en la Fig. 21. Dependiendo de la capacidad gerencial de los productores en que descansa la política mencionada, es probable que el Programa no necesite ir más allá de generar tecnologías por disciplinas y por producto y difundirlas a través de los servicios del sistema de información directamente a los productores o por medio de sus asistentes técnicos. Políticas como las mencionadas comprenden, generalmente, líneas de crédito de fácil acceso por parte de las categorías de productores indicados y canales de comercialización asegurados por el mercado externo.

En cambio, si la política sectorial se dirige al aumento de los niveles de vida de la mayoría de los productores y de su participación en la evolución del sector, el Programa debe apoyarla implementando todos los pasos incluidos en la figura mencionada; en consecuencia, significará generar tecnología predial adaptada a las necesidades que manifieste cada uno de los conglomerados definidos en la caracterización -tipificación- de la clientela, ensayarla a nivel de Unidad Demostrativa y de Producción y difundirla por medio de Predios Pilotos. Institucionalmente significa también consolidar esta orientación reservando la definición de objetivos de la investigación a los programas responsables por los sistemas de producción locales. El uso de la tecnología así desarrollada debe ser soportada por una política crediticia como la descrita en el numeral anterior, es decir, que incluya otros requerimientos más que garantías hipotecarias para el acceso de productores a la misma y la supervisión del crédito. En la adecuación de dicha política, la extensión agrícola jugará su papel más importante, así como en el desarrollo de asociaciones de productores para facilitar su accesibilidad al crédito y aumentar su capacidad de mercadeo. La tecnología, el crédito y el mercadeo requieren integrarse en

asistencia técnica individual, para lo cual se hace necesario la construcción, en un momento más o menos dilatado en el tiempo, de modelos de decisión gerencial que creará y difundirá el servicio de información.

La Figura 21 muestra, además, la participación de los componentes de investigación, extensión, asistencia técnica, crédito y mercadeo en el desarrollo del Programa. La responsabilidad por la caracterización de la clientela y por el servicio de información es completamente compartida entre la investigación y extensión agrícolas, a fin de que una u otra adecuen sus programas y actividades a las necesidades de aquellos. La investigación por disciplinas, por productos y por sistemas es responsabilidad de la investigación agrícola, con una participación creciente de la extensión, a fin de que ésta se capacite en su generación y asegure de esa forma su mejor difusión; la investigación mantendrá la responsabilidad mayor hasta el desarrollo y manejo de las unidades Demostrativas de Producción, por ser la investigación todavía su componente principal. A partir de la creación y manejo de los Predios Pilotos, la extensión agrícola tendrá mayor responsabilidad por éstos y por la organización de los productores y la adecuación a tales organizaciones, del crédito y el mercadeo. Paralelamente, la extensión agrícola capacitará a los técnicos asistentes, comprometidos en el Programa, en el manejo de sus componentes desde el desarrollo de tecnologías por productos, capacitación que incluirá el relevamiento de los datos que alimentan el servicio de información y la difusión de ésta.

d. Institucionalización del modelo

El Programa representado en la figura señalada posee un mecanismo de retroalimentación generado en el servicio de información, que pasa a la mayoría de sus componentes y de éstos a los responsables de la formulación de las políticas sectoriales y nacionales.

Se refiere únicamente a la organización institucional necesaria para la ejecución del modelo a escala regional; la misma a nivel nacional será discutida más adelante.

La institucionalización regional sugerida supone que el organismo de investigación y extensión agrícolas depende, a nivel regional, de otro responsable por el desarrollo agrícola o rural de la misma región. Las funciones de este último son las de planificar, supervisar y evaluar no sólo dichas actividades sino las de crédito, comercializa-

ción y eventualmente la de desarrollo de infraestructuras de producción y de estructuras de tenencia de la tierra, cada una de responsabilidad de otros tantos organismos.

En la Fig. 22 aparece una propuesta organizativa de la institución responsable por la investigación y extensión agrícolas regionales, compuesta por una *única* dirección regional que, en acuerdo con su oficina de planificación, es responsable por planificar y ejecutar dichas actividades dentro del marco de la política regional de desarrollo agrícola o rural.

La dirección regional de investigación tiene como función la generación de tecnologías adecuadas a esa política y a las pautas indicadas anteriormente (ver literal b. 4)). Su organización responde a las sugerencias hechas en el Capítulo 4, por lo que las unidades ejecutoras de la investigación serán los programas de experimentación integrada, de los cuales dependen los proyectos por productos y de éstos, los proyectos por disciplinas.

La dirección regional de extensión será responsable por:

- 1) La difusión de la tecnología, directamente o a través de los técnicos asistentes (ver literal b. 4) b)).
- 2) La difusión de información, por medio de la operación del servicio de información.
- 3) La capacitación de técnicos asistentes, productores y estudiantes de ciencias agrícolas.
- 4) La organización de los productores en asociaciones que les facilite el acceso al crédito y al mercadeo.

Las actividades mencionadas como responsabilidad de la extensión pueden ser ampliadas de acuerdo a los objetivos del Programa; si éste incluye reformas en la estructura de tenencia de la tierra, la extensión y la investigación deberán participar en su planificación ya que ambas poseen la información básica para esos fines, producto del diagnóstico regional, la generación de tecnología adecuada a productores pequeños y la caracterización de la clientela en que intervinieron; de la misma forma su concurso, por las razones anotadas, es imprescindible para un racional desarrollo de las infraestructuras de producción (camino, educación, salud, depósitos). Nuevamente, las actividades de difusión de información y las de educación de la extensión se hacen prioridades sobre aquellas de, meramente, la asistencia técnica individual.

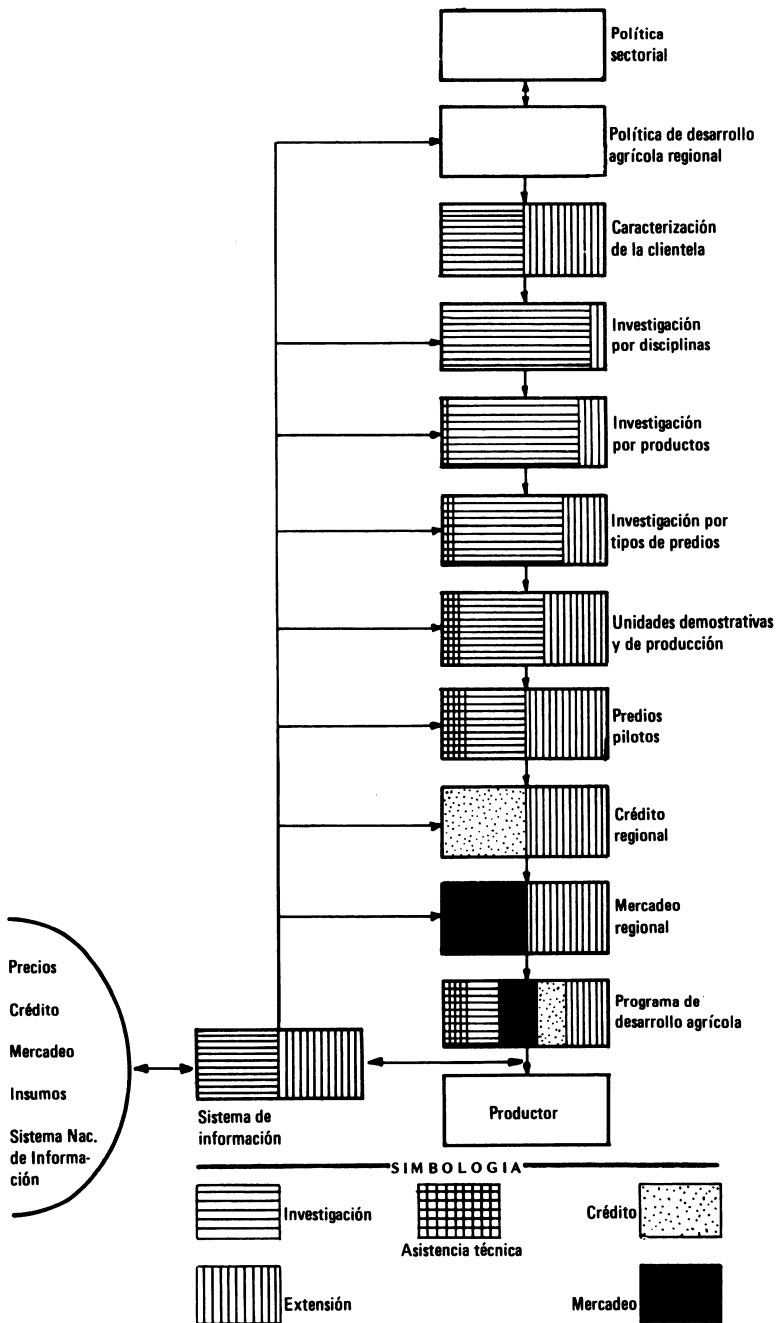


Fig. 21. Flujo de generación de tecnología e información en un modelo de transferencia para el desarrollo agrícola.

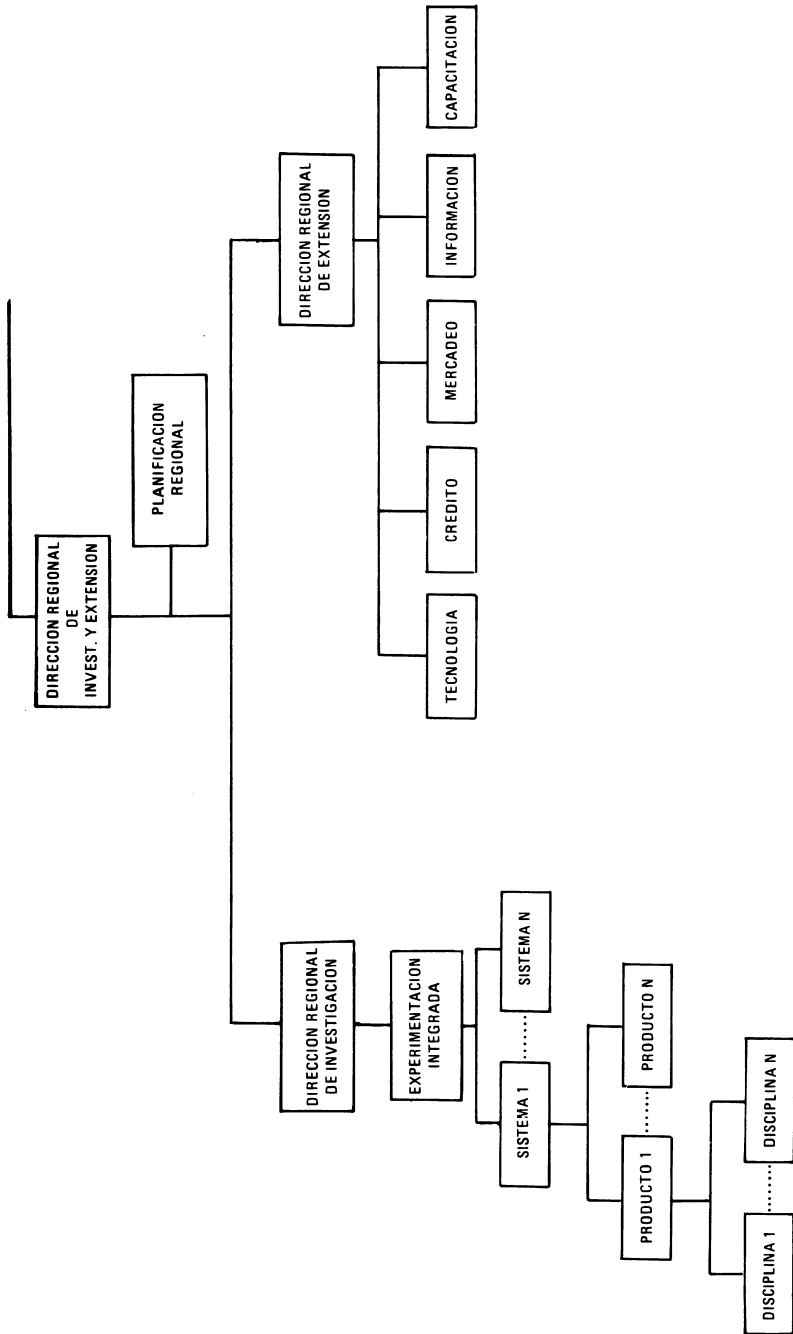


Fig. 22. Organigramma de un organismo regional de generación y de transferencia de tecnología e información adecuado al desarrollo agrícola.

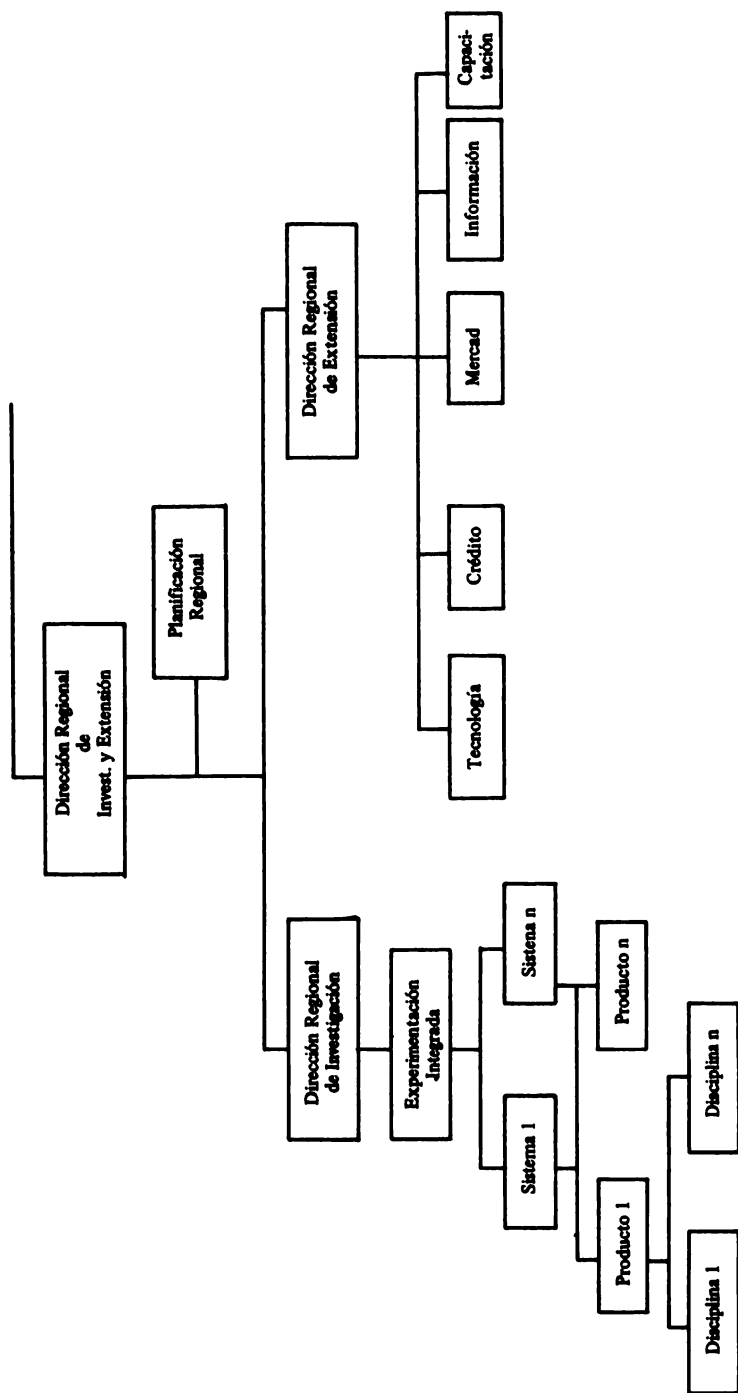


Fig. 22. Organigrama de un organismo regional de generación y de transferencia de tecnología e información adecuado al desarrollo agrícola.

BIBLIOGRAFIA

1. ADAMS, D. W. Agricultural credit in Latin America: a critical review. *Amer. J. Agr. Econ.* 53:163-179. 1971.
2. ALONSO, A. Algunas técnicas de conglomeración. Su naturaleza y sus posibilidades en tipificación de empresas. Documento presentado a la Reunión Técnica sobre Tipificación de Empresas Agropecuarias. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1977. p.51-79.
3. ANONIMO. Nuevo enfoque de la extensión rural. *Desarrollo Rural en las Américas.* 3(1):73-79. 1971.
4. ANSORENA, I. La extensión agrícola como instrumento de desarrollo. *Desarrollo Rural en las Américas.* 3(2):26-34. 1971.
- 5.----- . La extensión rural en el desarrollo. *Desarrollo Rural en las Américas.* 4(1):80-96. 1972.
6. ARAUJO, P.F.E. de y R.L. MEYER. Agricultural credit policies in Brazil: Objectives and results. *Amer. J. Agro. Econ.* 59:956-961. 1977.
7. BELLO, E. Las Unidades Experimentales de Producción en la investigación ganadera. In E. Gastal Ed. *Análisis Económico de los Datos de la Investigación en Ganadería*, Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur. 1971. p. 229-238.
8. BLACKIE, M.J. y ANDERSON, F.M. A management system for farm enterprises. *Can. J. Agric. Econ.* 24:95-101. 1976.
- 9.----- y J. B. DENT. Analysing hog production strategies with a simulation model. *Amer. J. Agr. Econ.* 58:39-46. 1976.
10. ----- . Management information systems for the individual farm firm. *Agric. Systems* (1):23-36. 1976.
11. BONNEN, J.T. Assessment of the current agricultural data base: an information system approach. In L.R. Martin, Ed. *A Survey of Agricultural Economic Literature*. Univ. Minnesota Press. 2:386-407. 1978.

12. BOSCO PINTO, J. Extensión o educación: una disyuntiva crítica. *Desarrollo Rural en las Américas*. 5(3):165-186. 1973.
13. BOYCE, J.K. y R.E. EVENSON. *National and International Agricultural Research and Extension Programs*. New York, Agricultural Development Council, 1975. 229 p.
14. BRYANT, W.K. Rural economic and social statistics. In L. R. Martin, Ed. *A survey of Agricultural Economic Literature*. Univ. Minnesota Press. 2:408-420. 1978.
15. CANDLER, W.M., M. BOEHJE y R. SAATHOFF. Computer software for farm management extension. *Amer. J. Agr. Econ.* 52:71-80. 1970.
16. CARTER, H.O. Representative farms-guides for decision making? *J.Farm Econ.* 45:1448-1455. 1963.
17. COHAN, H.E. Tipificación de empresas y análisis de sistemas. In H.E. Cohan, Ed. *Seminario sobre Métodos y Problemas de Tipificación de Empresas Agropecuarias*, Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1971. s/p.
18. ----- y A. ALONSO. Aplicación de técnicas estadísticas para la tipificación de empresas. Trabajo presentado al I Seminario de Modernización de Empresa Rural. Río de Janeiro, 25-27 mayo de 1977. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1977. 28 p.
19. CRUZ, L.C. Columnas editoriales. Si la educación rural es necesaria necesitamos extenderla. *Extensión Rural en las Américas* 12:1-2. 1967.
20. DAVIS, L. Improving managerial capabilities of limited resources farmers: a discussion. *Amer. J. Agr. Econ.* 60:834-835. 1978.
21. DENT, J.B. The application of system theory in agriculture. In G.E. Dalton, Ed. *Study of Agricultural Systems*. London, Applied Science Publishers, 1975. p. 107-127.
22. DIAZ BORDENAVE, J. Un nuevo rumbo para la extensión en América Latina. *Desarrollo Rural en las Américas*. 1(2):131-140. 1969.

23. DIAZ CISNEROS, A. Comentarios a la mesa redonda. **In Organización y Funciones de Organismos de Extensión Agrícola. XX Reunión. Mesa Redonda del Consejo Técnico Consultivo, Ottawa, Canadá, IICA. 1975. s/p.**
24. DILLON, J.L. The economics of system research. *Agric. Systems* (1):5-26. 1976.
25. DIRECCION DE INVESTIGACIONES ECONOMICAS AGROPECUARIAS. Información histórica de precios agrícolas. Montevideo, Uruguay, 1974. s/p. (Serie Informativa No.5).
26. ----- . Trigo, resultados e información retrospectiva. Indicadores tecnológicos del cultivo. *Boletín Estadístico. Montevideo, Uruguay, 1977. 72 p. (Serie Cultivos 1, Número 13).*
27. ----- . Coeficientes técnicos y presupuestos para la zona arrocerá de la Cuenca Oeste de la Laguna Merín. Montevideo, Uruguay, 1978. 87 p. (Serie Informativa No. 10).
28. DONALD, G. *Credit for Small Farmers in Developing Countries*. Boulder, Colorado. Westview Press, 1976. 286 p.
29. EISGRUBER, L. M. Micro- and macro-analytical potential of agricultural information systems. *J. Farm. Econ.* 49:1541-1552. 1967.
30. ----- . Managerial information and decision systems in the USA: Historical development, current status and major issues. *Am. J. Agr. Econ.* 55:930-937. 1973.
31. FERREIRA, P.E. Técnicas disponibles para tipificación de empresas agropecuarias. **In H.E. Cohan, Ed. Seminario sobre Métodos y Problemas de Tipificación de Empresas Agropecuarias. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1975. s/p.**
32. FRANCO, A. Desarrollo institucional y situación de organismos agrícolas en algunos países de América Latina. *Desarrollo Rural en las Américas* 7(3):219-255. 1975.
33. HARSH, S. B. The developing technology of computerized information systems, *Amer. J. Agr. Econ.* 60:908-912. 1978.

34. HARRISON, K., D. HENLEY, H. RILEY y J. SHAFFER. Mejoramiento de los Sistemas de Comercialización de Alimentos en Países en Desarrollo. San José, Costa Rica, IICA, 1976. 71 p. (Serie de Publicaciones Misceláneas No. 139).
35. HATHAWAY, D. E. Alternative institutions and other agents of change for increased food availability. In *The World Food Conference of 1976. Proceedings*, Iowa St. Univ. Press. 1977. p. 593-601.
36. INFORME A LA JUNTA DIRECTIVA. Extensión y transferencia de tecnología. *Desarrollo Rural en las Américas*. 7(1):5-20. 1975.
37. INFRANGER, C.L., L. W. ROBBINS y D. L. DEBERTIN. Interfacing research and extension in information delivery systems. *Amer. J. Agr. Econ.* 60 :915-920. 1978.
38. JIMENEZ, L. La asistencia técnica a pequeños productores en áreas de temporal. In *Organización y Funciones de Organismos de Extensión Agrícola*. XX Reunión. Mesa Redonda del Consejo Técnico Consultivo. Ottawa, Canadá, IICA, 1975.
39. LA DUE, E.L. Impact of alternative remote access computer system on extension programs. *Amer. J. Agr. Econ.* 60:135-139. 1978.
40. LAFFITTE, V. y J. C. MARTINEZ. Conclusiones y recomendaciones. In H. E. Cohan, Ed. *Seminario sobre Métodos y Problemas en Tipificación de Empresas Agropecuarias*, Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1975. s/p.
41. LANDMAN, J. R. y R. TINNERMEIER. Credit policies and rural financial markets in Bolivia. *Amer. J. Agr. Econ.* 59:962-66. 1977.
42. LEE, G.E. y R. C. NICHOLSON. Managerial information (recording, data and decision) Systems in Canada. *Amer. J. Agr. Econ.* 55:921-929. 1973.
43. MERCON VIERA, P. EMBRATER: Un modelo de empresa estatal para transferencia tecnológica. In A. Marzocca, Ed. *Semina-*

rio sobre Transferencia de Tecnología Agrícola, Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1976. s/p.

44. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. Programa de Crédito Agropecuario Supervisado (mimeo), Montevideo, Uruguay, 1977. 104 p.

45. MYREN, D.T. El diseño de tecnología para pequeños agricultores y factores que limitan su poder de decisión para adoptarla. In A. Marzocca, Ed. Tecnología para el Pequeño Agricultor. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1977. p. 205-227.

46. NAVARRO, L. A. Dealing with risk and uncertainty in crop production. A lesson from small farmers. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1977. 270 p.

47. NORMAN, D.W. Farming systems research to improve the livelihood of small farmers. Amer. J. Agr. Econ. 60:813-818. 1978.

48. OWEN, W. F. The significance of small farms in developing countries. In H.H. Biggs y R.L. Tinnermeier, Eds. Small Farm Agricultural Development Problems. Fort Collins Colorado St. Univ. 1974. p. 21-45.

49. PASTORE, J. Agricultura de subsistência e opções tecnológicas. In A. Marzocca Ed. Tecnología para Pequeños Productores. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1977. p. 529-536.

50. PLAUNT, D.H. Canada's experience in and operations for a comprehensive farm data system. J. Farm. Econ. 49:1526-1540. 1967.

51. PLAXICO, J.S. y L. G. TWEETEN. Representative farms for policy and projection research. J. Farm. Econ. 45:1458-1468. 1963.

52. REICHART, N. Análisis crítico de los diversos enfoques de transferencia de tecnología agrícola en América Latina. In A. Marzocca, Ed. Seminario sobre Transferencia de Tecnología Agrícola. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1976. s/p.

53. RICE, E.B. Extension in the Andes. An evaluation of official U.S. assistance to agricultural extension services in Central and South America. Washington, D.C., AID Evaluation Paper 3A. 1971. s/p.
54. ROSADO, H. Extensión agrícola y desarrollo, su importancia. Guatemala, IICA, ROCAP, Zona Norte, 1973. 200 p. (Publicación Miscelánea No. 104).
55. ----- . Organización y funciones de organismos de extensión agrícola. In XX Mesa Redonda del Consejo Técnico Consultivo IICA. Ottawa, Canadá, 1975. s/p.
56. SHAFFER, R.E. The developing technology of computerized information systems: a discussion. Amer. J. Agr. Econ. 60:913-914. 1978.
57. SRIPLUNG, S. y E.O. HEADY. Policies for increasing food production. In The World Food Conference of 1976, proceedings. Iowa St. Univ. Press, 1977. p. 285-298.
58. TEIXEIRA FILHO, A. R. y V. F. PALMA-VALDERRAMA. Geração, difusão e adoção de tecnologia. Agricultores de baixa renda. Brasil. In A. Marzocca, Ed. Tecnología para el Pequeño Agricultor. Montevideo, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1977. p. 59-102.
59. VELA GOMEZ, C. Comentarios a la mesa redonda. In Organizaciones y funciones de organismos de extensión agrícola. XX Reunión. Mesa Redonda del Consejo Técnico Consultivo del IICA. Ottawa, Canadá, 1975. s/p.
60. WALKER, H.W. Interfacing research and extension in information delivery systems: a discussion. Amer. J. Agr. Econ. 60:921-922. 1978.

CAPITULO 6

LA EDUCACION Y EL DESARROLLO AGRICOLA

INTRODUCCION

En el curso expositivo de esta publicación se ha intentado demostrar que dadas las características que distinguen a la mayoría de los agricultores latinoamericanos, es necesario reenfocar muchas de las actividades en manos del sector público agrario si es que, a través de las mismas, se quiere alcanzar el desarrollo agrícola y rural.

La reformulación de las acciones mencionadas y la reestructuración de las organizaciones que las soportan crean nuevas necesidades, fundamentalmente en cuanto a recursos humanos capaces de llevarlas adelante. Así, la generación de tecnología deberá apoyarse en biólogos con formación en el análisis y la síntesis de sistemas agrícolas prediales; la extensión, la asistencia técnica, el crédito, el mercadeo y la reforma de las estructuras agrarias, en sociólogos, en antropólogos, en economistas, en mercadistas y en especialistas en producción por sistemas. Finalmente, la formulación, ejecución y evaluación de programas y proyectos en los que se integran aquéllos, deberá descansar en especialistas en planificación agrícola.

En todos los casos, tales necesidades deberían ser suplidas por la educación agrícola, y es justamente la capacidad de ésta para responder a los requerimientos anotados el tema de las próximas páginas. Del análisis de la situación actual de la educación agrícola media y superior y de su grado de compromiso con el desarrollo agrícola y rural surgirá o no la necesidad de revisar sus objetivos y los planes de estudio que soportan la posibilidad de alcanzarlos. Aunque el análisis de ninguna manera es exhaustivo y las conclusiones que se extraigan apenas preliminares, ambos pueden ser útiles por representar el punto de vista de sectores que, como planificación,

tecnología y producción, son los principales usuarios del producto de la educación agrícola. Es posible que sus ubicaciones, externas a la propia educación, les provea de una mayor objetividad para un análisis como el que sigue.

EVOLUCION DE LA EDUCACION AGRICOLA

Según Schlottfeldt⁴, en el siglo pasado existían cinco facultades de Agronomía en América Latina ubicadas en México, Chile, Argentina y Brasil. Entre 1900 y 1920 se crearon otras quince, y once más entre la primera y segunda guerras mundiales. A partir de esta última comenzó el desarrollo acelerado de dichas facultades hasta alcanzar, en 1974, a 117 Facultades que otorgaban títulos en agronomía, 57 en veterinaria, 25 en zootecnia, 21 en forestales, 11 en ciencias domésticas, 4 en ingeniería agrícola, 2 en pesquería, 1 en edafología y 1 en fruticultura³. El total de facultades en ciencias agrarias en América Latina aparece distribuido por países en el Cuadro No. 25.

CUADRO No 25. Número de centros de educación agraria en América Latina en 1974, según países (Franco³).

Países	Número de Centros	Países	Número de Centros
Argentina	31	Honduras	2
Bolivia	5	Jamaica	1
Brasil	69	México	28
Colombia	22	Nicaragua	2
Costa Rica	1	Panamá	1
Cuba	1	Paraguay	2
Chile	11	Perú	24
Ecuador	16	Rep. Dominicana	6
El Salvador	1	Trinidad	1
Guatemala	3	Uruguay	2
Haití	1	Venezuela	9
TOTAL			239

La enseñanza para graduados, por su parte, comienza en América Latina con el establecimiento de la Escuela para Graduados del IICA en Turrialba, Costa Rica, en 1946; la siguen, a fines de la década del 50, la Universidad de Puerto Rico, la Molina en Perú y Chapingo en México, hasta alcanzar, en 1978, a 27 centros (ver Cuadro No. 26).

CUADRO N.º 26. Número de centros de educación agrícola para graduados en América Latina en 1975 (Cedie²).

Países	Número de Centros
Argentina	2
Brasil	13
Colombia	1
Costa Rica	1
Chile	1
México	4
Perú	1
Puerto Rico	1
Trinidad	1
Venezuela	2
TOTAL	27

Esta evolución de la enseñanza agrícola superior significó, según Franco³, inversiones y gastos que en el período 1970/1971 llegaron a afectar entre 1 a 7%, aproximadamente, del PBI del sector en diez países latinoamericanos, y que en Bolivia y Venezuela, en el mismo período, el presupuesto dedicado a la educación agrícola universitaria superase al correspondiente a la investigación y extensión juntas, y que en Colombia, Ecuador y El Salvador aquél fuese superior, por lo menos, al de la extensión agrícola (ver Cuadro No. 27).

CUADRO Nº 27. Afectación del PBI del sector a la educación universitaria, la extensión y la investigación agrícola en el período 1970/1971. según países (tomado de Franco³).

Países	Educación Universitaria	Extensión	Investigación
Bolivia	5.4	2.6	0.3
Colombia	1.5	1.2	1.8
Costa Rica	2.3	11.0	6.7
Ecuador	5.1	2.2	11.9
El Salvador	3.6	3.0	4.3
Guatemala	1.8	5.1	3.2
México	0.7	0.8	1.7
Perú	—	0.9	0.5
Venezuela	6.6	2.9	2.5

En cuanto al costo por egresado, Franco señala variaciones que oscilan entre US\$ 3 700 en Colombia y 66 800 en Venezuela por egresado de carreras agronómicas, y entre US\$ 4 200 a 47 200 por egresado en ciencias veterinarias en Ecuador y Venezuela, respectivamente.

No obstante esta evolución, Schlottfeldt⁴ resume así algunos aspectos que aún preocupaban a los responsables por la educación superior ya que, aunque el proceso de cambio estaba en marcha, no se habían conseguido definiciones claras con relación a:

a. Los objetivos de la educación; no obstante, “se viene intensificando la conciencia de la Universidad como productora de nuevos conocimientos; como transmisora de nuevos conocimientos y de otros ya obtenidos; como productora de profesionales y especialistas de varios niveles; como promotora de conocimientos técnicos y de su aplicación; como núcleo multiplicador de la cultura, la ciencia, la educación, la tecnología y el bienestar general”.

b. La coordinación intra y extra facultad; aunque “la progresiva coordinación de la facultad con otras de un mismo sistema universitario es también una tendencia presente entre las instituciones más actualizadas. En algunos casos el sistema universitario crea institutos comunes para las ciencias básicas y deja a las facultades las funciones más específicas de formación profesional”.

c. El papel de la extensión en la facultad; en ese sentido, “lo que parecería ocurrir, en relación con algunas facultades, es el no haber aceptado que el concepto de extensión, como un proceso básicamente educativo, debe ser encarado como una función característicamente universitaria. Por lo tanto, se trata de una ampliación de las funciones de la moderna universidad hacia los ambientes extra-muros”.

d. La ubicación física de la facultad, es decir, urbana o rural; “en relación con este aspecto, parecería afirmarse la tendencia de que estas instituciones sean trasladadas a áreas próximas a centros urbanos que dispongan de grandes núcleos universitarios. Ahí se podrían instalar con suficientes facilidades para la enseñanza y la investigación, además de asociarse más directamente con los Servicios de Extensión”.

e. La proliferación de facultades: “la creación desordenada de nuevas facultades es un problema que siempre preocupa a las que existen y a los educadores en general. Resalta el contrasentido de una manera especial cuando las ya existentes en una región no consiguen recursos suficientes que les garanticen un funcionamiento satisfactorio y cuando su potencial, una vez adecuadamente aprovechado, resulta suficiente para atender las necesidades regionales” ... “es lamentable tener que admitir la existencia de este fenómeno en países que podrían concentrar más eficientemente en este campo sus generalmente exiguos recursos educacionales”.

f. Currícula rígidos versus flexibles; “especialmente a partir de 1945 se acentuaron los movimientos de revisión de los currícula clásicos y rígidos que caracterizaron el comienzo de este siglo. Gradualmente comenzaron a desarrollarse esquemas alrededor de la idea central de una fase de formación de las bases, seguida por otra de formación técnica y profesional” ... “especialmente en este decenio, un número de instituciones de por lo menos 10 países viene estudiando y adoptando esquemas especiales para el Ciclo de Orientación, destinado a los 2, 3 ó 4 últimos semestres del curso. Algunos llaman a esta fase, ciclo de semiespecialización, diversificación o de diferenciación”.

g. Cursos anuales versus semestrales; aún no definido a pesar de que Schlottfeldt sostiene que “la gran mayoría de las facultades pasó a adoptar un régimen semestral de estudios que permite una mejor flexibilidad en la organización y presentación de los cursos. Esta también facilita la programación de materias con una intensidad de-

masiado baja para ser adecuadamente ofrecidas por el sistema de materia-año”.

h. La necesidad de docentes con régimen de dedicación exclusiva; sobre este aspecto “resulta la conclusión de que la sola adopción de la dedicación exclusiva produce la mejor solución para los numerosos problemas relacionados con la formación del profesor y el funcionamiento de la facultad misma”, y más adelante que “aunque sea notorio el interés de las facultades por ese problema, se puede afirmar que todavía no alcanzan a un 50% las que presentan una mayoría de profesores a tiempo completo”.

i. Finalmente, la respuesta de la educación agrícola sobre la demanda en cuanto al número de profesionales necesarios para el desarrollo agrícola; según el autor citado ya a mediados de la década del 60 se reclamaba triplicar el número de técnicos agrícolas “para atender bien las necesidades de investigación, enseñanza, extensión y fomento agrícola”, significando esto que la educación agrícola estaba muy atrás de las necesidades que, en ese aspecto, presentaba América Latina.

ADECUACION DE LA ENSEÑANZA AL DESARROLLO AGRICOLA

No obstante la importancia de algunos de los aspectos señalados por Schlottfeldt —objetivos, uso racional de los recursos disponibles, dedicación exclusiva de los docentes, respuesta a la demanda de profesionales— este autor encontró pocas referencias en cuanto al grado de adecuación de los egresados de las universidades al medio en que actuarán, adecuación que de una manera u otra debe estar reflejada en los planes de estudio en que se apoya la formación académica.

En ese sentido, parecería que la educación agrícola está más preocupada por discutir las ventajas o desventajas de currícula rígidos o flexibles o de cursos anuales o semestrales, que por analizar si tales currícula son los más apropiados a la formación de los profesionales que requiere la sociedad que está pagando por ella. Los objetivos de la educación universitaria señalados por Schlottfeldt son, sin duda, válidos para la educación agrícola superior y media; sin embargo estas últimas no han definido sus propios objetivos de una manera tal que las lleve a plasmarlos claramente en sus planes de estudio.

Pocos estarán en desacuerdo con que los objetivos que debe fijarse la educación agrícola media y superior deberán estar estrecha-

mente ligados al desarrollo agrícola y rural. Nuevamente es necesario referirse a lo que se entiende aquí por uno y otro: ya se señaló que el desarrollo agrícola es el resultado de la voluntad y de las acciones tendientes al incremento de la producción, productividad e ingresos netos de la mayoría de los productores agrícolas; el desarrollo rural, por su parte, sería el resultado de voluntades y acciones que permitan alcanzar el bienestar de la población rural a través de su desarrollo agrícola y de su acceso a los medios que le aseguren la salud, la educación y la recreación. Propone este autor que la ligazón entre la educación agrícola y el desarrollo agrícola y rural debe ser tal, que el *objetivo de la educación agrícola media y superior sea el de formar profesionales capaces de planificar, ejecutar y evaluar el desarrollo agrícola y rural de un área, de una región y de un país.*

Admitido dicho objetivo, las metas que deberá proponerse la educación agrícola para alcanzarlo son dar al estudiante la capacitación necesaria para, primero, comprender el desarrollo agrícola y rural y, después, mejorarlo. El objeto es entonces el desarrollo agrícola y rural y, por lo tanto, para su comprensión y mejora la educación agrícola deberá dividirlos en sus partes constituyentes, otorgando la capacitación señalada durante el proceso de la reconstitución del fenómeno. Es claro que la calidad de la capacitación impartida dependerá de la precisión del análisis y de la síntesis que la propia educación agrícola haga, principalmente del desarrollo agrícola. Si aquella desconoce la presencia de cualquiera de sus componentes, estará afectando negativamente la formación del egresado.

En la Fig. 23 aparecen esquemáticamente las principales partes constituyentes del desarrollo agrícola, no así las correspondientes al desarrollo rural, apenas esbozadas. Las primeras están representadas por medio de un flujograma dirigido a señalar las relaciones que las afectan y las que indican, una vez más, que el desarrollo agrícola funciona como un subsistema del sistema desarrollo rural, y como tal debe ser considerado por la educación agrícola, es decir como “un arreglo de componentes físicos o un conjunto o colección de cosas conectadas o relacionadas de tal manera como para formar o actuar como una unidad, como un todo” (ver Cap. 2). A su vez, el subsistema desarrollo agrícola está compuesto por una serie de subsistemas, los más complejos englobando los menos, hasta llegar a las expresiones más simples de aquél, en este caso las matemáticas, las físicas y las químicas.

Observando la figura de izquierda a derecha se puede seguir el proceso de separación en subsistemas cada vez más simples que

la educación agrícola realiza, para luego reconstruir el fenómeno para los fines de la enseñanza. Dicha separación —análisis— permite ver, en forma de una secuencia invertida, que:

a. El desarrollo rural es en parte producto del subsistema desarrollo agrícola y, por lo tanto, lo contiene.

b. El desarrollo agrícola (de una región) es el resultado, también en parte, del desarrollo agrícola de cada uno de los predios que integran una región y de la presencia de una voluntad para llevarlo a cabo, de una planificación y de los servicios adecuados a ese efecto.

c. El desarrollo agrícola de cada predio es consecuencia de la eficiencia del proceso productivo animal y vegetal cuando éste se integra con y se apoya en, una gerencia de empresa eficaz.

d. Cada uno de los tres componentes del desarrollo del predio es, a su vez, producto de:

1) El mejoramiento genético, la sanidad, el manejo y la nutrición cuando aparecen integrados, estrechamente, en la producción física animal y vegetal; aquellos, por su parte, aparecen apoyados por una secuencia de disciplinas que tienen soporte, en la figura, en las matemáticas, las ciencias físicas y las químicas.

2) Una serie de disciplinas acomodadas en una secuencia que culmina en la gerencia de empresas agrícolas; de la misma forma, las disciplinas denominadas “puras” le dan la base necesaria.

La educación agrícola recorre el camino inverso, es decir la síntesis del fenómeno del desarrollo agrícola y rural, que aparece señalada de derecha a izquierda en la Fig. 23; del compromiso en seguir rigurosamente ese proceso dependerá la capacidad de la educación agrícola para alcanzar el objetivo que se propuso.

Dicha capacidad deberá estar, como ya se señaló, reflejada en los planes de estudio elaborados por la educación agrícola; por lo tanto, del análisis de esos planes se puede extraer un buen indicador del ajuste de aquella con las necesidades que, por profesionales, manifiesta el desarrollo del sector.

En esa línea se considera que las asignaturas (disciplinas) ofrecidas, la distribución de la carga académica entre éstas y su ubicación en el proceso de la síntesis mencionada son, en parte importante, los que determinarán el tipo de profesional egresado y su grado de adecuación al medio en que actuarán. Sobre estas bases es que se analizan, seguidamente, algunos planes de estudio, para lo que se tomó

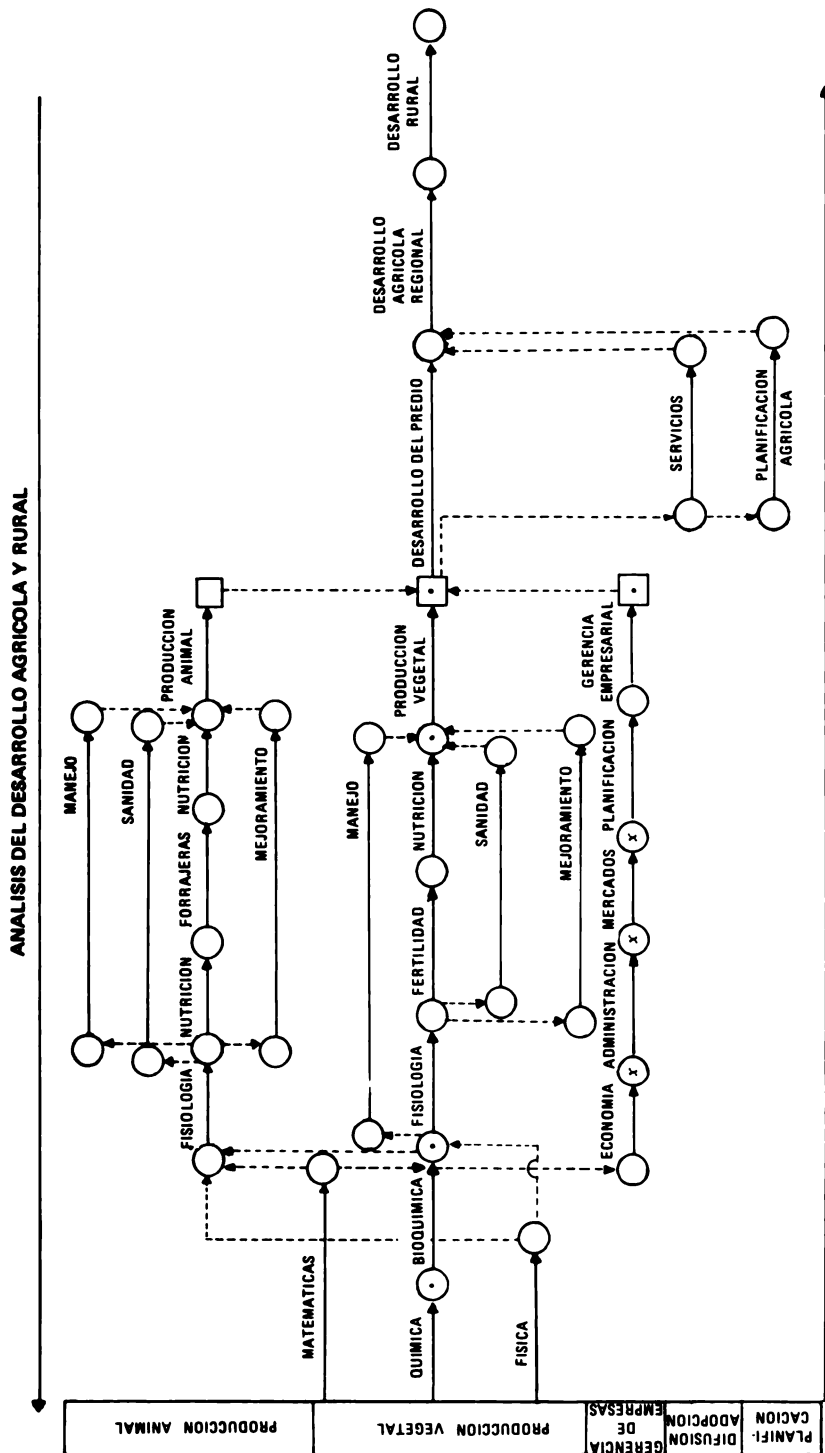


Fig. 23. Los componentes principales del desarrollo agrícola.

en cuenta la información disponible por el autor y que corresponde a cuatro facultades de agronomía, dos de zootecnia y un centro de educación media, todos ellos correspondientes a otros tantos países de América del Sur. En cuatro de los siete casos analizados, los planes de estudio eran los vigentes en 1976 y 1979, y los tres restantes en 1971 y 1972. Aunque se hubieran introducido cambios en estos últimos, es probable que no afecten en mucho las conclusiones que se extraen más adelante.

a. Las asignaturas y su carga académica

Para el análisis que sigue, las asignaturas ofrecidas por los centros de educación agrícola mencionados fueron clasificadas en:

1) Asignaturas “básicas”; aquellas que como las matemáticas y las químicas no sirven exclusivamente las ciencias agrícolas, y las que, aún identificadas con éstas, no tienen relación directa con la producción agrícola, tales como fisiología animal o vegetal, microbiología, estadística y genética general.

2) Asignaturas “aplicadas”; las que son requisitos para las siguientes pero que no son de producción propiamente dicha. En esta categoría se incluyen, por ejemplo, agroclimatología, genética animal y vegetal, fertilidad de suelos, fitopatología, entomología y reproducción animal.

3) Asignaturas “de producción”; por ejemplo forrajeras, producción de carne bovina o de leche, cereales, oleaginosos, hortalizas y frutales.

4) Asignaturas “socioeconómicas”; tales como las economías, mercadotecnia, administración, sociología, comunicación, extensión y planificación agrícolas.

Una vez agrupadas las asignaturas en esta forma, las cargas académicas que los planes de estudio analizados les asignan fueron calculadas, según la información disponible, con base en porcentajes de los créditos totales o asignaturas totales que cada uno de dichos planes exige para otorgar el correspondiente título académico; los resultados aparecen en los cuadros siguientes.

En el Cuadro No. 28 se compara la distribución de la carga académica que las cuatro facultades de agronomía destinan a las asignaturas agrupadas de acuerdo a los criterios mencionados.

CUADRO N.º 28. Distribución porcentual de la carga académica según grupos de asignaturas en cuatro facultades de agronomía.

Grupos de Asignaturas	Facultades de Agronomía				
	“A”	“B”	“C”	“D”	“X”
	%	%	%	%	%
“Básicas”	42	36	42	35	39
“Aplicadas”	30	26	31	29	29
“De Producción”	13	19	20	26	19
“Socioeconómicas”	15	19	7	10	13
TOTAL	100	100	100	100	100

En todos los casos la carga académica de las asignaturas “básicas”, es decir las que no están directamente relacionadas con la producción, superan a los restantes grupos considerados individualmente; dicha carga supera o equivale, asimismo, a las denominadas “de producción” y “socioeconómicas” sumadas; también en todos los casos la suma de las cargas académicas asignadas a los grupos de asignaturas “básicas” y “aplicadas” son mayores a las correspondientes a la suma de las restantes. En otras palabras, los planes considerados parecen dedicar más tiempo al estudio de los componentes aislados (matemáticas, estadística) y de los subsistemas más simples (fertilidad de suelos/nutrición vegetal) que a la comprensión y mejora del sistema de producción predial y sus subsistemas (vegetal, animal y gerencial) y del fenómeno de desarrollo agrícola, ambos de una complejidad mucho mayor.

Prueba adicional de ello es que, según la información original consultada:

a) La facultad “D” dedica cuatro semestres (16 créditos) a la enseñanza de las matemáticas y sólo uno (3 créditos) a la de horticultura, no obstante ésta incluya “la nutrición, el manejo y la sanidad de tomate, pimentón, vainitas, coles, cuburbitáceas, lechuga, papa, ve-rengena, etc.” (sic).

b) La facultad "A" ofrece seis cursos de química y uno sólo de producción lechera y de cerdos, ambas dentro de una sola asignatura.

En el Cuadro No. 29 aparecen las asignaturas previamente clasificadas como "aplicadas", "de producción" y "socioeconómicas" cuando se las agrupa de un modo diferente. En esta oportunidad se les reúne de acuerdo con su relación con el mejoramiento genético, la nutrición, el manejo y la sanidad animal y vegetal y la gerencia de empresas, componentes del desarrollo del predio que aparecen en la Fig. 23.

La primera columna, correspondiente a cada facultad, expresa la importancia relativa de cada grupo en relación con los cuatro restantes, y la segunda, la correspondiente a cada uno de dichos grupos con el total de asignaturas ofrecidas por las facultades consideradas.

CUADRO N^o. 29. Distribución porcentual de la carga académica según grupos de asignaturas en cuatro facultades de agronomía.

Facultades de Agronomía					
	"A"	"B"	"C"	"D"	Promedio
	%	%	%	%	%
Grupos de Asignaturas	G. T.	G. T.	G. T.	G. T.	G. T.
M. Genético	23 11	24 9	30 18	14 8	23 12
Nutrición	32 16	27 10	24 15	36 18	30 15
Manejo	14 7	27 10	14 8	14 8	17 8
Sanidad	18 9	13 5	16 6	28 14	19 9
Gerencia	13 6	9 3	16 10	8 4	11 6

G = Grupo

T = Total

Las cifras de las primeras columnas del cuadro destacan algunas tendencias. Primero, una prioridad manifiesta otorgada a los aspectos biológicos del desarrollo del predio sobre los gerenciales, ya que estos últimos apenas alcanzan a 11% en promedio de la carga académica aplicada a los cinco grupos de asignaturas analizadas en el cuadro; en el mejor de los casos la facultad "C" le asigna 16% a la gerencia de las empresas agrícolas. Segundo, una distribución de cargas académicas de una irregularidad difícil de explicar cuando se compara la asignación de las mismas a los cuatro primeros grupos dentro de cada facultad y entre éstas. Así, la facultad "C" asigna la mayor carga a mejoramiento genético, mientras que las restantes la destinan a nutrición, cuando no es evidente que uno u otro grupo sean los principales componentes físicos de la producción animal o vegetal, ni aún en los países que dichas facultades representan.

Son, asimismo, llamativas las cifras correspondientes a la segunda columna, es decir los créditos o asignaturas dedicados a los grupos comparados con los totales que ofrecen los planes de estudio analizados; dichas cifras señalan que, no obstante la importancia del manejo, de la sanidad y de la gerencia en la producción animal y vegetal, las cargas académicas puestas en las asignaturas alcanzan, en promedio, a sólo 8, 9 y 6% respectivamente del total de las asignaturas ofrecidas por las facultades consideradas. También en este caso es difícil explicar por qué se destinan más créditos a las matemáticas y a las químicas, las que absorben en algunas facultades 8 y 12% del total respectivamente, que a las asignaturas directamente relacionadas con manejo, sanidad y gerencia, las tres fundamentales para el desarrollo de los predios agrícolas.

El mismo tipo de análisis fue aplicado a las facultades que otorgan títulos de zootecnia. El Cuadro No. 30 expresa, porcentualmente, las cargas académicas de las asignaturas según el primer tipo de agrupamiento considerado.

Las cifras del Cuadro No. 30 no difieren en mucho de las correspondientes al Cuadro No. 28 anterior; por lo tanto, lo señalado en cuanto a un probable exceso de carga en las asignaturas constituyentes de los grupos introductorios a la comprensión y mejora del desarrollo agrícola, carga que alcanza casi a 70% del total, es aplicable también a las facultades de zootecnia aquí consideradas.

De la misma forma que en el Cuadro No. 29, en el Cuadro No. 31 se analiza la carga académica cuando las asignaturas clasificadas como "aplicadas", "de producción" y "socioeconómicas" se agrupan según apoyen mejoramiento genético, nutrición, manejo y sanidad animales y gerencia de empresas agrícolas.

CUADRO N^o 30. Distribución porcentual de la carga académica según grupos de asignaturas en facultades de zootecnia.

Grupos de Asignaturas	Facultades de Zootecnia		
	A	B	Promedio
	%	%	\bar{X}
“Básicas”	46	35	41
“Aplicadas”	26	31	28
“De Producción”	15	24	20
“Socioeconómicas”	13	10	11
TOTAL	100	100	100

CUADRO N^o 31. Distribución porcentual de la carga académica según grupo de asignaturas de dos facultades de zootecnia.

Grupos de Asignaturas	Facultades de Zootecnia					
	“A”		“B”		Promedio	
	Grupo	Total	Grupo	Total	Grupo	Total
M. Genético	15	7	29	15	22	11
Nutrición	31	14	29	15	30	15
Manejo	17	8	13	7	15	8
Sanidad	19	9	21	11	20	10
Gerencia	18	8	8	4	13	6

De la misma manera que las facultades de agronomía consideradas en el Cuadro No. 29, las dos de zootecnia aparecen dando prioridad a los componentes físicos de la producción agrícola sobre

el componente gerencial de la misma; tampoco parece muy adecuada a la realidad de los países representados la distribución de las cargas entre los componentes físicos, la que va en perjuicio del manejo y sanidad animales sin una razón aparente. Lo señalado en los comentarios del Cuadro No. 29 en cuanto a la comparación de las cargas de estas últimas con los correspondientes a la totalidad de las asignaturas es válido también en este caso.

Finalmente se analiza la carga académica por grupos de disciplinas en la educación agrícola media, para lo cual se tomó en cuenta la única información disponible para el autor.

Los objetivos específicos del centro en cuestión se dirigen a “formar a los estudiantes para que se desenvuelvan eficientemente en los procesos directos de producción agrícola y pecuaria”, a “propiciar una formación práctica” y a “estimular en los estudiantes la capacidad empresarial”. En consecuencia tienden a dar una formación fundamentalmente “práctica” en producción y gerencia de empresas, por lo que es de esperar que los técnicos así formados complementen sus actividades con las de los técnicos surgidos de niveles superiores. De ser así, y los objetivos citados parecen indicarlo, los planes de estudios de unos y otros deberían reflejar esa complementación; conviene, entonces, comparar las cifras que presenta el Cuadro No. 32 con las correspondientes a los Cuadros Nos. 28 y 30 anteriormente analizados.

CUADRO N^o 32. Distribución porcentual de la carga académica según grupos de asignaturas en un centro de educación agrícola media.

Grupos de Asignaturas	Porcentaje del total
“Básicas”	60
“Aplicadas”	12
“De Producción”	25
“Socioeconómicas”	3
TOTAL	100

De la comparación surge que, contrario a lo esperado, la educación agrícola media analizada destina un porcentaje considerablemente mayor, 60%, a las asignaturas clasificadas como "básicas" cuando se le compara con lo asignado por las facultades de agronomía y de zootecnia, 39 y 41% respectivamente. De este modo no parece que el plan de estudio señalado se ajuste a las intenciones de propiciar una formación práctica que manifestó el centro en cuestión; asimismo, tampoco aparece claro cómo se conseguirá estimular la capacidad empresarial de los estudiantes cuando el mismo plan de estudio reserva únicamente 3% de los créditos totales al grupo de asignaturas "socioeconómicas", dentro de las cuales aparece gerencia de empresas.

Llama la atención que, por ejemplo, las matemáticas cubran un total de 13 horas semanales durante los tres años del curso mientras destina sólo 6 horas semanales (la mitad) a cultivos, no obstante estos incluyan "especies y variedades, origen, caracteres botánicos, clima, suelos, zonas, épocas, sistemas y labores culturales" de maíz, trigo, cebada, centeno, avena, patata, lenteja, lino, alfalfa, tréboles, vicia, festuca y otros. Destina, también, sólo un total de 3 horas semanales (la cuarta parte) a bovinotecnia (principales razas, establos, alimentación, reproducción, manejo, enfermedades, sacrificio de bovino y costos de producción), y 2 horas semanales (la sexta parte) a administración de "granjas" (características de la unidad agropecuaria, factores y condiciones de ésta, organización y administración, contabilidad, costos de producción, planes de explotación y comercialización). Una carga académica así distribuída hace difícil ver cómo se podrán alcanzar los objetivos que, con relación a la formación de paratécnicos, el propio Centro se marcó

b. El arreglo de asignaturas en los planes de estudio

Se señaló que un determinado arreglo de asignaturas en un plan de estudios, es decir sus respectivas ubicaciones en una secuencia de transmisión de conocimientos, influirá en el grado de adecuación del egresado a las necesidades del medio.

Conviene, entonces, analizar algunos de dichos arreglos y la forma en que los mismos pueden afectar la adecuación mencionada; para ese fin se seleccionaron, de los centros de educación señalados anteriormente, los arreglos correspondientes a una facultad de agronomía, otro de zootecnia y al de educación agrícola media.

En las Figs. 24, 25 y 26 aparecen tales arreglos según los centros mencionados; las flechas que conectan asignaturas representan

el grado de asociación entre éstas, y siguiéndolas es posible apreciar la secuencia de conocimientos que va adquiriendo el estudiante; haciendo el camino inverso a las flechas es fácil notar el ya citado fraccionamiento de sus partes que en el fenómeno de la producción agrícola hace la educación para propósitos de enseñanza.

En cualquiera de los tres casos aparece clara una estrecha asociación de asignaturas para los primeros semestres o años, evidenciada por las relaciones entre las asignaturas “básicas” y las llamadas “aplicadas”; asimismo, su ubicación en la secuencia anual o semestral parece la apropiada, ya que respeta lo que se da en llamar “previaturas”

No obstante, a partir de los dos últimos años o cuatro últimos semestres es posible observar cómo los planes de estudio en cuestión se apartan del proceso de síntesis del desarrollo agrícola y, por lo tanto, de los objetivos de la educación agrícola propuestos.

En primer lugar, se rompe la secuencia que deben respetar las asignaturas “aplicadas” para la síntesis y comprensión de los subsistemas de producción animal y vegetal. Así, en caso de la facultad de agronomía “A” (Fig. 24) se ofrecen asignaturas del grupo “aplicadas” (Tecnología de Suelos, Maquinaria Agrícola, Patología Vegetal y Zoología Agrícola) paralelamente a las asignaturas “de producción” (Cereales, Olericultura y Forrajeras) cuando aquéllas deberían ser dictadas previamente; asimismo, Terapéutica Vegetal es ofrecida posteriormente a las asignaturas “de producción” vegetal a pesar de considerársela un prerrequisito de estas últimas. En el caso del centro de educación agrícola media (Fig. 26) éste aparece ofreciendo cursos de Suelos y Fertilizantes y de Plagas y Enfermedades en el mismo ciclo correspondiente a Cultivos, Horticultura y Fruticultura, cuando, como en el caso anterior, deberían ser dictados previamente.

En segundo lugar, y sin duda lo más importante, los planes de estudio analizados dejan trunco el proceso de la síntesis del desarrollo agrícola señalado en la Fig. 23. Si se compara dicha síntesis (y si por supuesto se la admite verdadera) con las que aparecen en las Figs. 24, 25 y 26, las diferencias entre aquélla y ésta son notorias. La primera va uniendo en secuencias las partes aisladas en subsistemas simples y estos en otros cada vez más complejos hasta la síntesis del desarrollo agrícola. De esta forma, las matemáticas, las químicas y las físicas apoyan, sucesivamente, la fisiología vegetal y la fertilidad de suelos, las que al integrarse forman el subsistema de nutrición vegetal. Este, junto a los correspondientes a manejo, sanidad y mejoramiento genético, componen el subsistema producción vegetal, el que se une a los subsistemas producción animal y gerencia de empresa para re-

constuir el fenómeno de la producción a nivel de predio individual como un todo. Finalmente, el desarrollo agrícola es el sistema mayor, resultante de la suma del desarrollo de los predios individuales y la presencia de servicios y planificación agrícola regionales. En cambio los procesos representados en las Figs. 24, 25 y 26 se detienen en la síntesis de productos aislados (producción de cereales o de oleaginosos o carne o de lana) siguiendo una secuencia imperfecta. Como resultado, el estudiante termina su formación adquiriendo conocimientos sobre los fragmentos que componen el fenómeno de la producción y del desarrollo agrícola, pero nunca el fenómeno como un todo. Prueba de ello es el aislamiento que guardan entre sí:

1) Tecnología de Suelos, Cereales, Olericultura, Terapéutica Vegetal, Producción de Carne, de Leche y de Cerdos, Economía Agrícola, Administración Rural y Extensión (Fig. 24).

2) Alimentación del Ganado Vacuno de Carne, de Leche, Ovinos, Alpaca y Porcinos (Fig. 25).

3) Suelos y Fertilizantes, Cultivos, Agrimensura, Horticultura, Maquinaria, Fruticultura y Vacunos de Carne y Leche (Fig. 26).

Acordadas las conclusiones señaladas y admitido que el objetivo fundamental de la educación agrícola es formar profesionales adecuados a las necesidades del desarrollo rural, conviene ahora analizar en qué grado los planes de estudio considerados se ajustan a tales necesidades.

El aumento de la producción, productividad e ingresos netos de un predio y del conjunto de ellos, base del desarrollo agrícola, depende de la eficacia del proceso de generación, difusión y adopción de tecnologías; por tanto la educación debe estar preparada para formar los profesionales capaces de generar, difundir y apoyar la adopción de tecnologías de tal forma que éstas tornen rentable la producción agrícola de un predio, de una región y de un país.

Generar tecnologías compuestas por técnicas de producción o por técnicas gerenciales es crear nuevas o adaptar las existentes a las condiciones locales y por lo tanto requiere *investigadores*; difundir tecnologías es hacer que la información sobre las mismas llegue al mayor número de beneficiarios en forma eficaz y en el momento en que se necesite. Si estos son productores, la difusión de tecnologías deberá preocuparse de su organización para que tengan acceso más fácil a las tecnologías que se difundan, a los insumos que requieran y al destino del producto generado por su empleo. En todos los casos, estas acciones son funciones de *extensionistas*. La adopción de tecnologías que hagan más rentable la producción del predio individual ne-

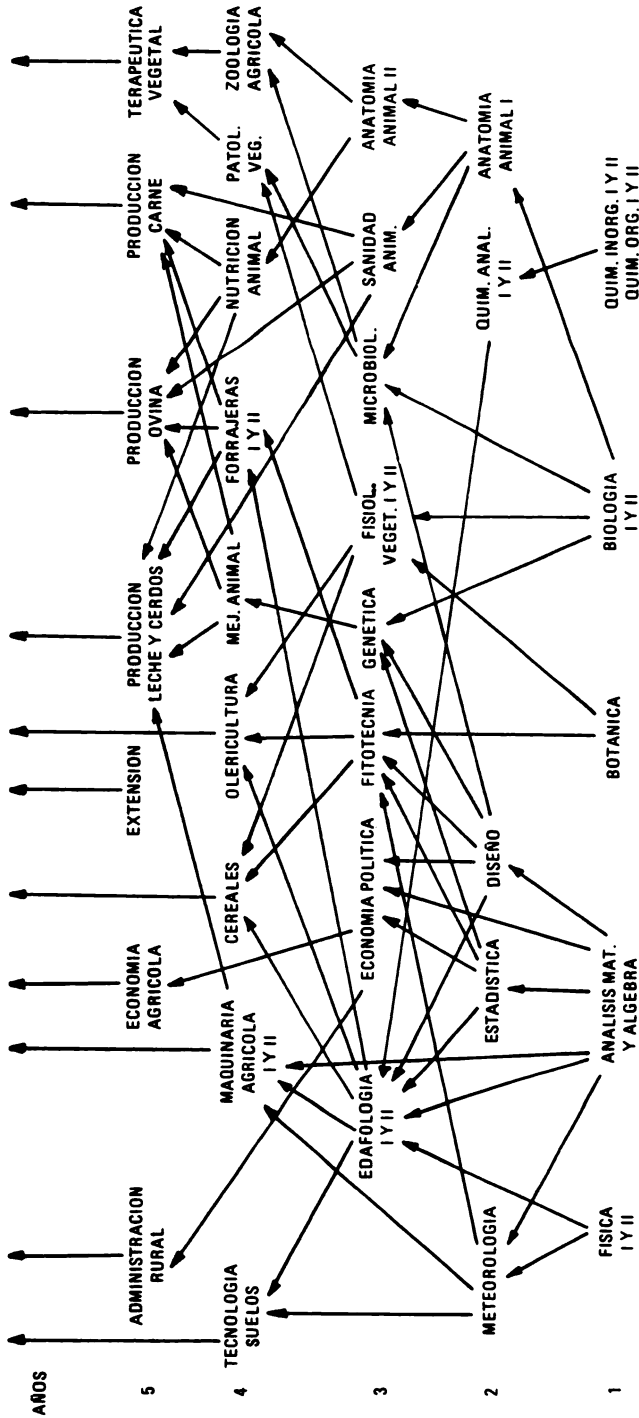


Fig. 24. Arreglo de asignaturas en la Facultad de Agronomía "A" (1978).

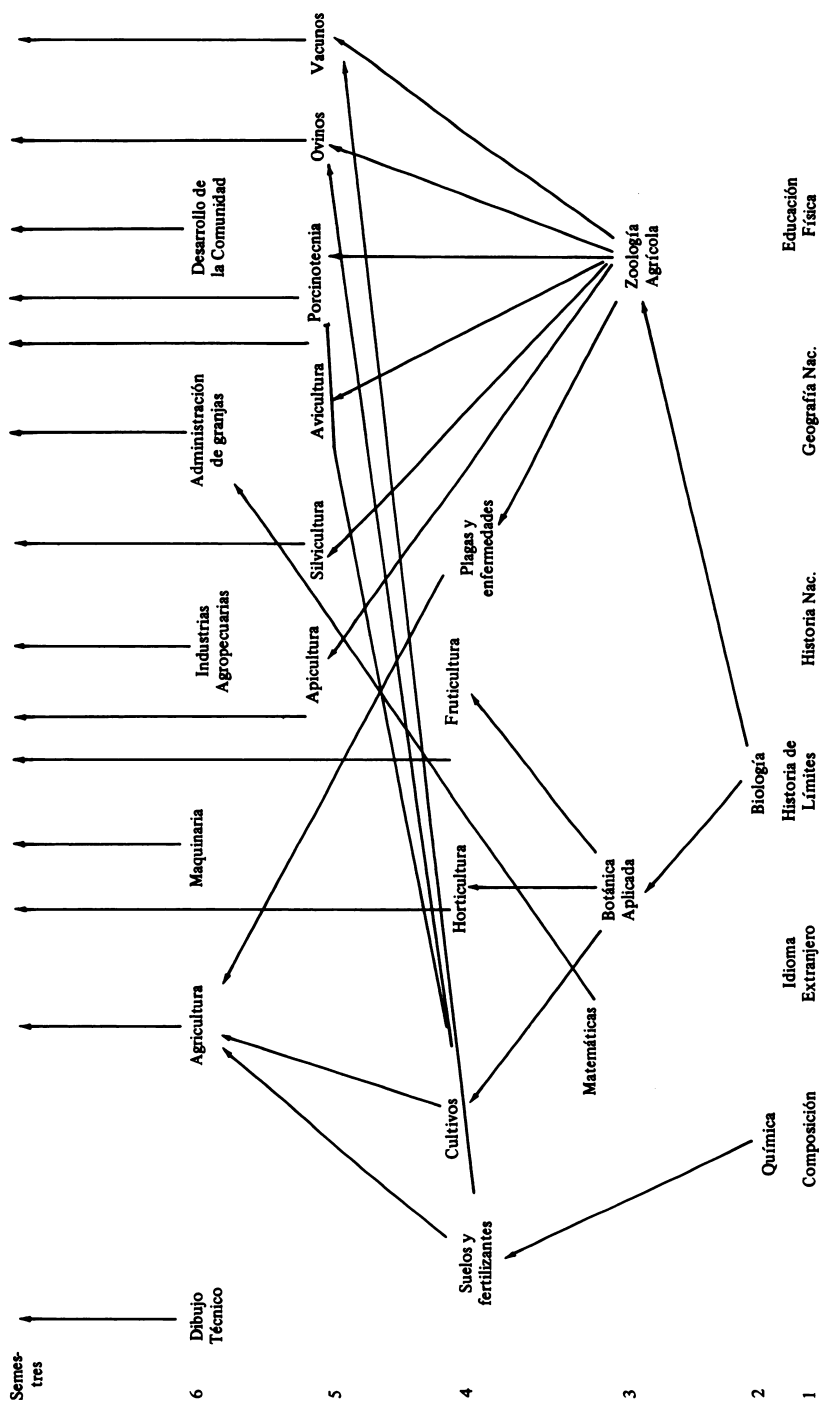


Fig. 26. Arreglos de asignaturas de un Centro de Educación Agrícola Media (1972)

cesita la presencia de asistencia técnica que ajuste las tecnologías de producción y de gerencia a las características del predio, que provea la información sobre disponibilidad de capital (crédito) para comprarlas oportunamente, sobre la disponibilidad de servicios agrícolas que las apoyen y sobre la existencia de mercados que absorban la producción; necesita, por lo tanto, de *especialistas en producción agrícola*.

Por su parte, la adopción de tecnologías a nivel de una región está en función de la existencia en ésta de unidades de producción (tierras) con áreas y forma de tenencia adecuadas a la adopción de aquellas, de servicios y de infraestructuras que faciliten producir y desplazar la producción, de mercados regionales y de créditos en volúmenes apropiados, factores que condicionan la adopción y, en consecuencia, el desarrollo agrícola regional. Por último, el desarrollo agrícola de una región deberá estar en equilibrio con el desarrollo de otras y, asimismo, deberá crear los nexos con los servicios no agrícolas (salud, educación) que permitan finalmente el desarrollo rural. La adecuación de estos componentes a las necesidades regionales para la programación, seguimiento y evaluación del desarrollo agrícola requiere de *especialistas en planificación agrícola*.

Los cuatro tipos de especialistas indicados (en investigación, en extensión, en producción y en planificación) son los responsables por el proceso de generación, difusión y adopción de tecnologías de cuya eficiencia depende el incremento de la producción, productividad e ingresos netos de la mayoría de los productores y, por ende, el desarrollo agrícola.

Para ver el grado de ajuste de la educación agrícola aquí considerada con las necesidades que por tipos de profesionales demuestra el desarrollo agrícola, se revisará la información ya manejada, principalmente la que aparece en los Cuadros Nos. 28 a 31 y en las Figs. 23 a 26 para ir analizando la capacidad de los planes de estudio para formar los cuatro especialistas mencionados. Se reitera, una vez más, que las conclusiones que se extraigan están fundamentadas en la información disponible y no significan un juicio del autor sobre orientaciones de la educación agrícola no tenidas en cuenta aquí.

Los Cuadros Nos. 28 y 30 señalan que, en promedio, casi 70% de las asignaturas que se ofrecen a los estudiantes de agronomía y de zootecnia están absorbidas por las llamadas "básicas" y "aplicadas", dejando 20% para las "de producción" y algo más de 10% para las "socioeconómicas". Los Cuadros 29 y 31 muestran también en promedio que de las asignaturas directa o indirectamente dedicadas a la producción agrícola, prácticamente 90% están dirigidas a

soportar la producción física y poco más de 10% a generar la capacidad gerencial que haga eficiente a aquella. Las Figs. 24, 25 y 26 sugieren, por su parte, que la síntesis que hace la educación agrícola de los fenómenos de producción y desarrollo no va más allá de la síntesis de productos aislados entre sí, y deja de lado la correspondiente a la unidad de producción y, por supuesto, la del desarrollo agrícola (ver Fig. 23).

En esas condiciones, ¿cuál es el tipo de profesional que las facultades consideradas están generando? Sin duda que están preparadas para formar profesionales adecuados a los requisitos de la investigación agrícola física; las cargas académicas destinadas a las asignaturas "básicas" y a las "aplicadas", y el énfasis puesto en las matemáticas y las químicas las habilitan para ello. También está dirigida en ese sentido la mayoría de las tesis de grado en aquellos centros donde estas son requisitos para optar al título.

Sin embargo, no parece tan clara la capacidad de los centros de educación agrícola en cuestión para formar profesionales orientados a las restantes tres especialidades. Para formar extensionistas tropiezan con estas limitaciones: una carga muy baja aplicada a las asignaturas "socioeconómicas" y por lo tanto a sociología rural, a organización campesina, a extensión y a comunicación; un sesgo hacia la producción física en detrimento de la gerencia de la empresa y con un concepto de la síntesis de la producción agrícola que termina con productos separados sin tener en cuenta las interacciones que los afectan. Estas deficiencias alejan a los extensionistas de las necesidades de los productores en cuyos predios se generan tales productos, en mayor o menor grado, como componentes de sistemas integrales definidos, a su vez, por los factores económicos y sociales del medio en el que están insertos.

La formación de buenos especialistas en producción aparece limitada por los mismos factores; no se concibe una buena asistencia técnica que desconozca que la mayoría de la producción agrícola de países en desarrollo es diversificada y que constituye, por lo mismo, un sistema mucho más complejo que la mera suma de los productos que lo integran. Una buena asistencia técnica tampoco debe desconocer que la administración de la empresa y la información sobre políticas gubernamentales, precios, mercados y acceso a servicios es tan o más importante que la producción física del predio; situaciones que se presentan mucho más agudizadas en el centro de educación agrícola media considerado.

Por último, es más claro que la formación de especialistas en planificación agrícola no fue debidamente considerada por los centros analizados; las asignaturas ofrecidas, las cargas asignadas a éstas

y la falta de otras relacionadas con la formulación y evaluación de proyectos así lo demuestra.

De esta forma, el producto esperado de la orientación actual de dichos centros lo constituyen, principalmente, biólogos con una preparación adecuada para integrarse, potencialmente, a la investigación agrícola física. La posibilidad de formar los restantes profesionales que se sostiene son necesarios en la producción y desarrollo agrícolas, aparece como muy cuestionable.

POSIBILIDADES DE MEJORAR EL PRODUCTO DE LA EDUCACION

Se han propuesto varias alternativas que tienden, conscientemente o no, a superar los problemas de la adecuación del producto de la educación agrícola al desarrollo del sector: 1) dejar que la experiencia adquirida por el egresado en el ejercicio de sus actividades supla las deficiencias anotadas; 2) recurrir a estudios de posgrado, y 3) la revisión de los planes de estudio en vigencia.

La primera de ellas, y la más implícitamente aceptada, se apoya en el supuesto de que el tiempo, el interés y la capacidad personal del egresado son capaces de encauzarlo hacia la satisfacción de las necesidades del desarrollo agrícola y rural; empero no parece acertado dilatar más aún los retornos de los recursos que se invirtieron en su educación ni descansar en una experiencia que no siempre está a su alcance y cuya bondad es difícil de evaluar.

La segunda, que tomó un impulso considerable en los últimos años, tiene la ventaja de superar muchas de las deficiencias de formación anotadas, pero al precio de una especialización tan marcada que aleja más al estudiante del enfoque integral de los sistemas de producción que más adelante deberá enfrentar. También implica, como en el caso anterior, un costo muy elevado en tiempo y en dinero y un destino de los posgraduados que generalmente van a engrosar los sectores de la educación y la investigación agrícolas (Castronovo y colaboradores¹ concluyeron que, en el caso de Argentina, el primer gran empleador de los egresados de cursos de posgrado es el sector universitario, con 30 a 50% del total, y el segundo el organismo nacional responsable por la investigación agrícola).

La tercera de las soluciones propuestas provocó una serie de cambios en los planes de estudios en muchos centros de educación media y superior. Varios de ellos optaron por pasar de la formación de profesionales "generalistas" a planes de estudios que contemplan la posibilidad de orientar la formación hacia determinados campos

de la producción, reservando para ello el o los dos últimos años del plan, o al desarrollo de carreras especializadas, tales como ingeniería agrícola, forestal y zootecnia. Sin embargo, tales intentos no resolvieron los problemas aquí considerados como de fondo, ya que dejaron intocadas la excesiva carga académica sobre las asignaturas no directamente relacionadas a la producción y fundamentalmente la ausencia de una síntesis de conocimientos que acerque al egresado a los sistemas de producción en uso y a la posibilidad de su mejora. En ese sentido, una modificación efectiva de planes de estudio que hayan definido sus objetivos tal como se propone aquí debe tomar en cuenta 1) una selección adecuada de las asignaturas, 2) una distribución racional de la carga académica entre éstas, 3) una síntesis de los conocimientos que permita comprender y mejorar los sistemas de producción actualmente en operación, y 4) la oportunidad de una orientación hacia las cuatro “especializaciones” descritas anteriormente.

Asimismo, la consideración de los puntos señalados en la confección de planes de estudio supone la definición, por parte del centro de educación agrícola, del área geográfica con la cual se comprometerá, sus sistemas de producción y las motivaciones que impulsan a los agricultores a mantenerlos, es decir los aspectos que distinguen la región a la cual se afecta la educación agrícola.

La formulación de un plan de estudio con un enfoque de sistemas integrales de producción presenta varios problemas. El primero es que existe muy poca información acerca de planes elaborados sobre esas bases y menos aún sobre otros actualmente en ejecución, por lo menos en América Latina y el Caribe. La única diferencia a que tuvo acceso este autor corresponde a una propuesta presentada en Brasil⁵ y de cuya puesta en práctica no se tiene información. La carencia de datos sobre resultados obtenidos limita la posibilidad de superar los problemas que se puedan presentar en la elaboración y ejecución de planes de estudios con un enfoque que, en muchos aspectos, presenta diferencias sustanciales con el actual.

Otro problema tiene que ver con la estrategia a seguir en la formulación y ejecución de un plan de estudio con ese enfoque; una alternativa es elaborar y poner en marcha un plan con una estructura completamente orientada por sistemas desde un principio, y otra es que dicha orientación se adopte gradualmente, es decir un plan de estudio dinámico que vaya admitiendo los cambios necesarios hasta alcanzar la estructura adecuada a dicho enfoque.

Cualquiera sea la alternativa escogida, los esquemas que se proponen corresponden a un organismo de educación agrícola ubicado en una región que comprenda un centro de comercialización y trans-

formación de productos agrícolas y áreas de producción concéntricas a éste; la primera y más próxima de esas áreas ocupada por sistemas de producción intensivos (frutales, hortalizas, aves y cerdos); la segunda, por sistemas de producción animal intensivo o semiintensivo (producción de leche) y, la más alejada, por sistemas extensivos (cultivos extensivos, forestales, carne bovina).

La primera alternativa se traduce en un plan de estudios que reserva los primeros ocho semestres, de un total de diez, para el análisis de dichos sistemas y los subsistemas físicos y socioeconómicos que los componen, y para la síntesis de otros tantos mejorados sobre los primeros; es decir, propone el paso de un plan de estudios actual a uno por sistemas sin transiciones intermedias. Un esquema muy general del plan se presenta en el Cuadro No. 33.

Dicho plan ocupa sólo los dos semestres iniciales con la enseñanza de las materias "básicas", en número y con cargas académicas suficientes, se cree, para la comprensión de los fundamentos de los sistemas y subsistemas que soportan; el tercer semestre, dedicado a las ciencias sociales, da las bases necesarias para entender, más adelante, las razones que motivan a los productores a desarrollar y mantener los actuales sistemas de producción; los cinco semestres siguientes hacen el análisis y la síntesis, en secuencia, de los tres macro sistemas (intensivo, semiintensivo y extensivo), incluidos en el área de influencia del centro de educación agrícola. El análisis los separa para su estudio en los sistemas de producción que los integran (por ejemplo hortalizas en el primer caso, y leche y cultivos en los restantes). A su vez, los primeros son divididos en sus componentes, o sea los subsistemas mejoramiento genético, nutrición, manejo y sanidad. De esta manera, las asignaturas "aplicadas", como entomología, fitopatología, control de malezas, microbiología, fertilidad de suelos, enfermedades parasitarias, enfermedades infecciosas y nutrición animal, entre otras, aparecen como partes constituyentes de los subsistemas mencionados. En otras palabras, cada una de ellas no es ofrecida como una disciplina aislada sino como un componente de un conjunto mayor que respeta, en consecuencia, las interrelaciones que las disciplinas señaladas guardan entre sí y con el producto esperado.

A este análisis sigue el proceso de síntesis que reconstruye, mejorados, los actuales sistemas físicos y gerenciales y que supone el compromiso del estudiante, tal como se verá más adelante, con la instalación, manejo y evaluación física y económica de aquéllos.

Los dos últimos semestres permiten las cuatro "especializaciones" consideradas fundamentales para el desarrollo agrícola, y para ello es necesario el aporte de los mismos departamentos que apoyaron el desarrollo del plan de estudio y la presencia de las facilidades

CUADRO N.º 33. Esquema de un plan de estudio con un enfoque de sistemas.

Semestres	Asignaturas
1º	Matemáticas, Biofísica, Bioquímica, Anatomía y Fisiología Animal, Anatomía y Fisiología Vegetal, Teoría de Sistemas.
2º	Economía, Estadística, Genética, Nutrición Animal, Nutrición Vegetal, Suelos, Agroclimatología.
3º	Antropología, Sociología, Sociología Rural, Macroeconomía, Microeconomía, Mercadeo, Cómputo.
4º	Mejoramiento Genético, Manejo, Sanidad y Nutrición de Frutales y Hortalizas. Idem de Aves y Cerdos.
5º	Análisis y síntesis de sistemas físicos y gerenciales de producción de frutales y hortalizas. Idem de Aves y Cerdos.
6º	Mejoramiento Genético, Manejo, Sanidad y Nutrición del Ganado Lechero, Análisis y síntesis de sistemas físicos y gerenciales de Producción Lechera.
7º	Mejoramiento Genético, Manejo, Sanidad y Nutrición de cultivos. Idem Producción de Carne y de Lana.
8º	Análisis y síntesis de sistemas físicos y gerenciales de producción extensiva.
9º y 10º	Cursos avanzados de soporte a las orientaciones escogidas (Investigación, Extensión, Producción y Planificación). Tesis de grado.

físicas de investigación que requieren las tesis de grado. Los departamentos planificarán y dictarán los cursos avanzados en un régimen similar al adoptado por los centros de educación de posgrado, es decir en un número tal que el estudiante atienda los mismos y las actividades que demande la tesis de grado.

El esquema descrito ofrece ventajas y limitaciones con relación a los planes de estudio en vigencia analizados. Las ventajas son similares a las que se señalarán al plan de estudios que se describirá y que corresponde a la segunda alternativa propuesta; los problemas de su adopción son propios de un esquema que implica cambios drásticos sobre una estructura establecida y consolidada por mucho tiempo.

El primero de ellos se relaciona con que un enfoque de sistemas de la educación agrícola requiere, como se indicó, el compromiso de ésta con una región definida y por consiguiente el conocimiento de la misma, tanto desde el punto de vista productivo como social; generalmente, la ubicación física de las facultades agrícolas toma más en cuenta otros factores que la atención a problemas de desarrollo de regiones específicas. En consecuencia, dichas facultades no han definido áreas de influencia y por lo tanto el conocimiento de la región en que están insertas es bajo, como bajas también las posibilidades de un adecuado análisis y síntesis de los sistemas físicos y socioeconómicos objeto de la enseñanza. La adopción del esquema está condicionada, entonces, a la definición previa de esa área y sus características; algo similar a lo que se recomendó debe realizar un modelo de transferencia de tecnología que tienda al desarrollo del sector; definir el área, caracterizarla y caracterizar asimismo a los productores que la integran (ver Capítulo 5).

El segundo es la carencia de docentes capaces de adaptarse a un nuevo enfoque de la educación agrícola. Estos, al igual que los investigadores, los extensionistas y los técnicos en producción, se formaron bajo un enfoque disciplinario que los aparta considerablemente de los sistemas que el esquema propuesto pone ante ellos; tal situación sin duda está en condiciones de limitar, por lo menos en su inicio, la implementación del esquema descrito.

El último de los problemas tiene que ver con el nivel de formación adquirido en la secundaria por los que ingresan a la educación agrícola superior. En ese sentido se admite que la eficacia de los cursos básicos ofrecidos en el primer y segundo semestres dependerá de un buen nivel preuniversitario, no siempre presente, del estudiante. Parte importante de la razón de dicha ineficiencia está en la poca ingerencia de la Universidad en la confección de los planes de estudio de la enseñanza secundaria, con lo que parece claro que una mayor participación de los centros de educación superior en la elaboración

de dichos planes puede superar, a corto plazo, la limitación planteada.

La segunda alternativa considera la elaboración de un plan de estudio que aún conservando un enfoque de sistemas lo adopta sin provocar una ruptura brusca con la orientación actual de la educación agrícola. Dicho plan sería capaz de superar durante su ejecución los problemas señalados y preparar el camino para la adopción de un plan de estudio como el esquematizado en el Cuadro No. 33.

El plan de estudios descrito fue propuesto recientemente por M. Zapata⁶ y modificado por este autor con el propósito de contemplar la mayoría de los problemas que acarrea el plan anterior. Zapata mantuvo la orientación tradicional, guiándola gradualmente hacia un enfoque de sistemas; este autor introdujo cambios en el plan de Zapata aunque dejó la idea central en su forma original.

En la Fig. 27 aparece esquemáticamente, y para efectos comparativos, el plan en consideración junto a un plan tradicional y al plan orientado totalmente al enfoque de sistemas, y en el Cuadro No. 34 el plan propiamente dicho. El nuevo esquema propone tres cambios fundamentales en relación con un plan tradicional: una reducción considerable del tiempo que insume el proceso de síntesis a nivel de productos físicos, la presencia de dos semestres dedicados al análisis y síntesis de sistemas, y de otros dos semestres orientados a las cuatro "especializaciones" ya indicadas.

La primera modificación que se introduce tiene como fin alcanzar una síntesis de conocimientos que supere la sola etapa de los productos y permita al estudiante conocer los fundamentos del manejo de los predios individuales y del desarrollo agrícola y rural, de acuerdo con la secuencia señalada en la Fig. 23. Dado que tal reducción implica que la síntesis por productos se ofrezca en seis semestres en lugar de los diez que le asignan los enfoques tradicionales, fue necesario eliminar un número importante de asignaturas, considerando 1) asignaturas no imprescindibles para la comprensión y mejora, por parte del estudiante, de los sistemas de producción que éste deberá tomar en cuenta en el séptimo y octavo semestre (por ejemplo, Redacción Técnica, Dibujo, Topografía, Construcciones Rurales, Tecnologías de Lana y Carne, disminución del número de cursos de matemáticas y químicas), y 2) que muchas de tales asignaturas estarán disponibles en los semestres noveno y décimo correspondientes a las "especializaciones" (por ejemplo, cursos adicionales de matemáticas y estadística pueden ser necesarios para Investigación y Planificación y no para Extensión y Producción; tecnología de carne puede ser útil en Producción pero no para Investigación dirigida a Fertilidad

CUADRO Nº 34. Esquema de un plan de estudios con un enfoque parcial de sistemas.

Semestres	Asignaturas
1o.	Matemáticas I, Química Analítica, Química Orgánica, Biofísica, Botánica, An. y Fisiol. Animal, Sociología Rural. Créditos: 25.
2o.	Matemáticas II, Bioquímica, Fisiología Vegetal, Agroclimatología, Génesis y Clasif. Suelos, Ecología, Teoría de Sistemas. Créditos: 26.
3o.	Estadística y Cómputo, Genética Gral., Fitopatología, Fertilidad de Suelos, Manejo de Suelos y Agua, Mecanización Agrícola, Macroeconomía. Créditos: 26.
4o.	Mejoramiento Vegetal, Entomología, Control de Malezas, Mejoramiento Animal, Sanidad Animal, Forrajes, Microeconomía. Créditos: 25.
5o.	Prod. de Frutales, Prod. de Hortalizas, Prod. de Cultivos Extensivos, Prod. de Cultivos Especiales, Utilización de Pasturas, Nutrición Animal. Créditos: 24.
6o.	Prod. de Carne Bovina, Prod. de Leche, Prod. de Cerdos, Prod. de Aves, Prod. de Ovinos, Administración de Empresas Agrícolas. Créditos: 24.
7o. y 8o.	Análisis de Sistemas (físico, económico, social, crédito y mercadeo), Síntesis de Sistemas (modelación física y matemática), Instalación, Manejo y Evaluación de Sistemas Mejorados. Créditos: 50.
9o. y 10o.	Asignaturas de orientación (cuatro por semestre) de apoyo a las "especializaciones" (Investigación, Extensión, Producción y Planificación), Tesis de Grado. Créditos: 50.

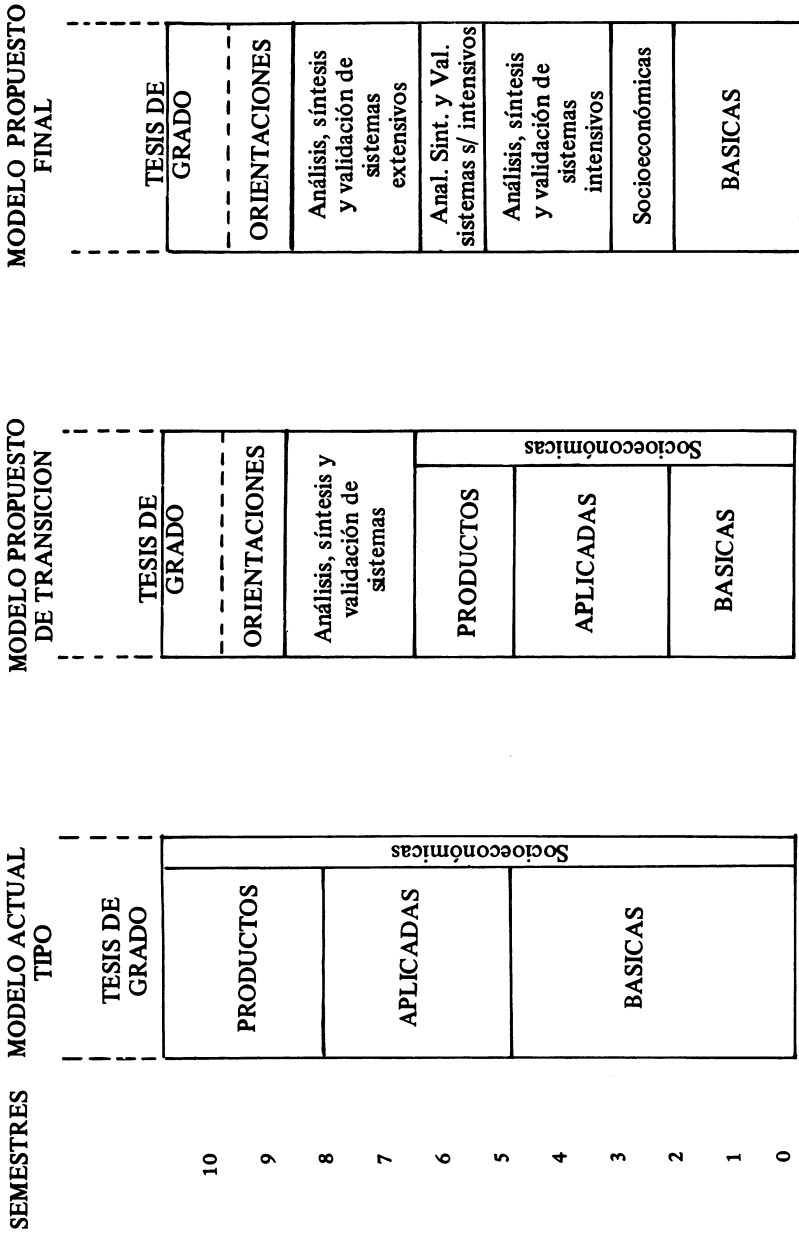


Fig. 27. Evolución de modelos de planes de estudio enfocados por sistemas de producción.

de Suelos). La misma reducción permitió agregar asignaturas que como Macro y Micro Economía son requeridas para la gerencia de empresas agrícolas y planificación sectorial y que, como Cómputo y Teoría de Sistemas, lo son para la investigación y modelación de sistemas de producción. Asimismo, permitió aumentar el número de asignaturas “de producción” que parecen insuficientes en los planes de estudio tradicionales.

La Segunda modificación es la introducción del análisis y síntesis de sistemas de producción física y gerenciales a nivel del predio individual y del conjunto de éstos en una región; para ese fin (Fig. 28) el plan destina dos semestres en que el estudiante dedicará los dos primeros meses al análisis de los sistemas establecidos, el que incluirá los aspectos físicos (producción y productividad), los económicos (rentabilidad), los sociales (que explican por qué los productores eligen esos sistemas y no otros), los crediticios (montos, plazos, tasas de interés, sus limitaciones), los de mercadeo (políticas gubernamentales, precios, regulación de la oferta) y, finalmente, los servicios disponibles (tecnología, asistencia técnica, infraestructura de producción). En el tercer mes, con la información experimental por producto disponible —de la propia facultad o ajena a ésta— y con la relevada de la forma descrita, el estudiante “armará” sistemas de producción física y gerencial mejorados sobre los actuales; para ello, dependiendo de la información señalada, generará modelos físicos o matemáticos empleando las técnicas descritas en los Capítulos 3 y 4.

Una vez seleccionados los modelos, en el cuarto mes el estudiante procederá a instalarlos físicamente (o modificar aquéllos en operación) en campos experimentales, en las denominadas Unidades Experimentales de Producción (ver Cap. 5), los próximos cinco meses estarán destinados a la capacitación del estudiante en el manejo de los sistemas instalados y el último a la validación o verificación de los modelos en ensayo, es decir la utilidad o relevancia de los mismos o el grado en que representa al sistema real (ver Cap. 2). En cualquier caso, tales acciones están dirigidas tanto a la evaluación física como económica de aquéllos.

Como se aprecia, el plan de estudio descrito destina solamente dos semestres al análisis y síntesis de sistemas de producción prediales, mientras que el que aparece en el Cuadro No. 33 ocupa cinco semestres. Eso significa que en este último caso el estudiante tiene oportunidad de aplicar el proceso mencionado a cada uno de los macrosistemas (intensivo, semiintensivo) regionales, cuando en la alternativa en consideración el mismo estudiante debe escoger uno de los tres para los mismos fines. No obstante (M. Zapata, comunica-

ción personal) en este caso el estudiante recibe la capacitación adecuada en la metodología del análisis y síntesis del sistema, lo que lo habilita para la comprensión y mejora de los restantes.

La tercera modificación que se introduce en los planes de estudio en vigencia es la posibilidad de que el estudiante escoja entre orientar su futura actividad profesional hacia la investigación, la extensión, la producción o la planificación agrícolas. Para ello (Fig. 28) los dos últimos semestres le ofrecen ocho asignaturas avanzadas que el estudiante seleccionará según la orientación elegida, y a partir del noveno semestre pondrá en ejecución la tesis de grado, que generalmente se extenderá más allá del décimo semestre.

Normalmente, los objetivos de las tesis se generarán durante la actividad que los estudiantes realicen en el proceso de análisis y síntesis de los sistemas de producción, es decir en el séptimo y octavo semestres. Así, aquél que se oriente hacia la investigación podrá seleccionar como objetivo de su tesis los aspectos imperfectamente conocidos que aparecieron cuando intentó "armar" modelos alternativos a los sistemas de producción en marcha; los que escojan extensión tendrán como uno de los objetivos el desarrollo o adaptación de metodologías de organización de productores dirigidas a la misma área estudiada; los que hagan lo propio con producción tienen la oportunidad de escoger uno de los predios del área como "finca tipo" para su desarrollo integral y, finalmente, aquéllos orientados a la planificación regional disponen de toda el área estudiada en los semestres séptimo y octavo para la formulación de proyectos de desarrollo agrícola regional.

En cuanto a las ventajas y limitaciones que pueda presentar un plan de estudio como el propuesto, la principal ventaja fue señalada al describirlo, es decir su capacidad para adecuarse a las necesidades del desarrollo agrícola planteadas en la Fig. 23 al incluir la síntesis del fenómeno de desarrollo rural hasta el nivel de predio, el conjunto de éstos y el desarrollo agrícola. De esta forma tiende a asegurar la formación de profesionales que se ajusten a las necesidades mencionadas.

Otra ventaja es que se dirige a la superación de las limitaciones que, se sostiene presentan algunos planes de estudio vigentes y que fueron discutidas al analizar los Cuadros Nos. 28 a 32 y las Fig. 24 a 26 de este capítulo. En el Cuadro No. 35 se comparan las cargas académicas que, en promedio, destinan las facultades de agronomía y de zootecnia (ver Cuadros Nos. 28 y 30) a las asignaturas agrupadas como "básicas", "aplicadas" "de producción" y "socioeconómicas" con aquellas que asigna el plan de estudio propuesto.

Séptimo y Octavo Semestres

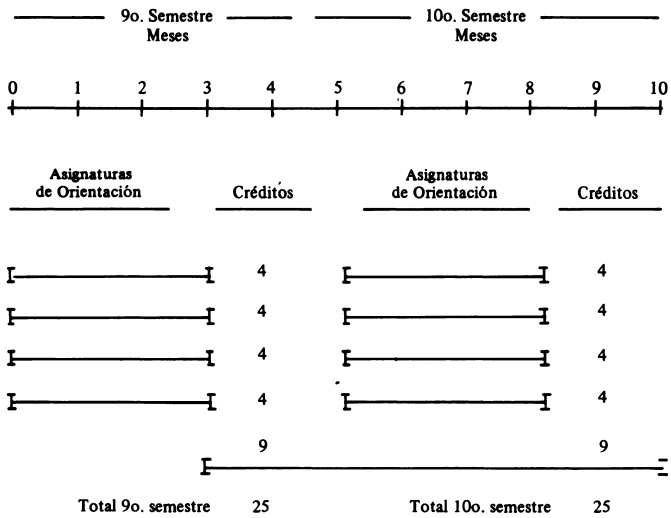
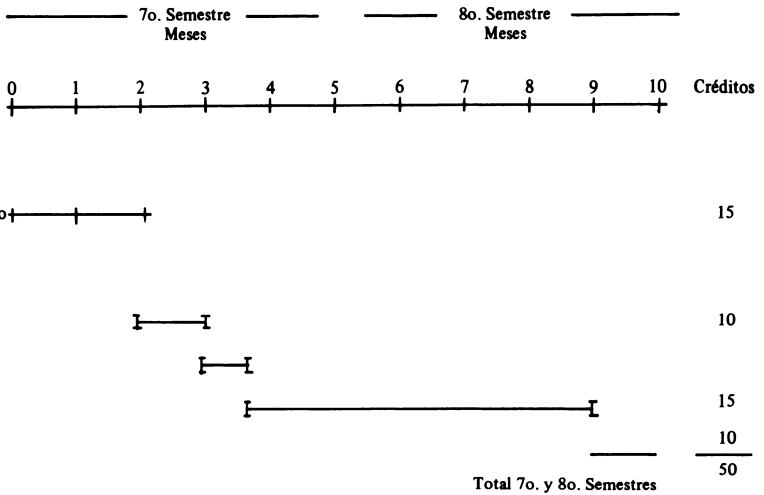


Fig. 28. Descripción de los contenidos de los semestres séptimo a décimo en un plan de estudios con un enfoque parcial de sistemas de producción.

Para los objetivos del desarrollo agrícola parece más adecuada la distribución de las cargas académicas que hace el plan de estudio propuesto al otorgar una mayor importancia relativa a las asignaturas “de producción” y “socioeconómicas”, disminuyendo en consecuencia las cargas aparentemente excesivas destinadas a las “básicas”, lo que hace posible que el plan propuesto esté en mejores condiciones de formar los profesionales orientados hacia la extensión, la producción y la planificación, aspecto que los otros dos no pueden considerar adecuadamente.

Asimismo, el Cuadro No. 36 compara las cargas académicas que asignan los planes de estudio de las facultades a los grupos indicados en los Cuadros Nos. 29 y 31 con la distribución que, en ese sentido, realiza el plan de estudio en análisis. Nuevamente, la distribución de las cargas académicas del plan propuesto parece más ajustada a las necesidades de la producción agrícola al aumentar considerablemente la carga destinada a las asignaturas que apoyan la gerencia de empresas agrícolas y al equilibrar la importancia relativa que deben guardar entre sí las correspondientes a la producción física, es decir mejoramiento genético, nutrición, manejo y sanidad animal o vegetal.

Por último conviene comparar la secuencia que muestran las asignaturas en el plan propuesto con aquellas señaladas en las Figs. 24, 25 y 26. Al contrario de éstas, que manifiestan ciertos desajustes entre algunas asignaturas y sus prerrequisitos, en el plan considerado tales desajustes desaparecen. Las materias “básicas” se concentran en los dos primeros semestres, las “aplicadas” en los dos siguientes y las “de producción” en el quinto y sexto, de tal forma que el estudiante pueda, guiado y por sí solo, ir sintetizando los conocimientos en cada uno de dichos niveles. Por su parte, las “socioeconómicas” están dispuestas de modo que aquél llegue al sexto semestre con los fundamentos necesarios para comprender la gerencia de empresas que empleará a partir del séptimo semestre del plan de estudios.

Indudablemente, muchos de los problemas que presenta la primera alternativa considerada subsisten en ésta. Permanece, aunque en menor grado, la dificultad para disponer de profesores capaces de darle el enfoque adecuado a las asignaturas “aplicadas” y, fundamentalmente, a las “de producción” para preparar al estudiante para el análisis y síntesis de sistemas.

También, y no obstante la presencia de dos cursos de química y dos de matemáticas, la posibilidad de que el estudiante esté en condiciones apropiadas para introducirse en la fisiología y nutrición animal y vegetal o para desarrollar modelos matemáticos más o menos complejos, dependerá en gran parte de su formación preuniversitaria.

CUADRO N° 35. Distribución porcentual de la carga académica según grupos de asignaturas y planes de estudio.

Grupos de Asignatura	Facultades de Agronomía	Facultades de Zootecnia	Propuesto
	%	%	%
“Básicas”	39	41	22
“Aplicadas”	29	28	26
“De producción”	19	20	28
“Socioeconómicas”	13	11	24
TOTAL	100	100	100

CUADRO N° 36. Distribución porcentual de la carga académica según grupos de asignaturas y planes de estudio.

PLANES DE ESTUDIO						
Grupos de Asignaturas	Facultades de Agronomía		Facultades de Zootecnia		Propuesto	
	%		%		%	
	Grupo Total		Grupo Total		Grupo Total	
M. Genético	23	12	22	11	21	15
Nutrición	30	15	30	15	23	17
Manejo :	17	8	15	8	21	15
Sanidad	19	9	20	10	17	13
Gerencia	11	6	13	6	18	13

Sin embargo, si la educación agrícola ratifica el desarrollo agrícola como su principal objetivo y que los planes de estudio hoy vigentes en muchos de sus centros no se ajustan a las necesidades que éste presenta, tendrá que revisarlos para luego adaptarlos a esas necesidades.

Aún con sus limitaciones, esquemas como los presentados parecen más apropiados a esos fines, y la educación agrícola deberá considerar la posibilidad de incorporarlos aunque para ello la Universidad deba comprometerse con la Educación Secundaria para asegurar un nivel apropiado del producto que ésta genera.

BIBLIOGRAFIA

1. CASTRONOVO, A. GIL, J. y A. R. ALVAREZ. Estudio preliminar de la demanda de personal técnico de alto nivel para el sector agropecuario en la República Argentina. Buenos Aires, Argentina, Centro de Documentación sobre Investigación y Enseñanza Superior Agropecuaria de la Zona Sur, Facultad de Agronomía y Veterinaria, IICA, Zona Sur, 1974. 44 p.
2. CENTRO DE DOCUMENTACION SOBRE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA SUPERIOR AGROPECUARIA DE LA ZONA SUR. Cursos para graduados en ciencias agropecuarias y forestales en América Latina y el Caribe. Buenos Aires, Argentina. Facultad de Agronomía -U. B. A., IICA, Zona Sur, 1975. 150 p.
3. FRANCO, A. Desarrollo Institucional y situación de organismos agrícolas en algunos países de América Latina. *Desarrollo Rural de las Américas*. 5 (3): 218 - 255. 1975.
4. SCHLOTTFELDT, C. La evolución de la enseñanza agronómica superior de América Latina. In L. A. Montoya, Ed. Informe de la primera reunión de rectores, decanos y directores de universidades, facultades y escuelas de Agronomía del Trópico Americano. Belén de Pará, Brasil, IICA. 1971. p. 5-44.
5. SEMINAR ON SYSTEM PRODUCTION RESEARCH IN AGRICULTURE. Consultants Report. The development of Agricultural system, study by EMBRAPA. Paper to IICA-EMBRAPA Seminar, Brasilia, Set. 28-Oct. 3, 1975. 19 p.
6. ZAPATA, M. Informe de consultoría para analizar un plan de estudios en educación agrícola superior. Bolivia, IICA, 1980. s/p.

CAPITULO 7

UN MODELO ORGANIZATIVO PARA EL ENFOQUE DE SISTEMAS

Al principio se señaló que para los efectos de esta publicación desarrollo agrícola es “el resultado de la voluntad y las acciones tendientes al aumento de la producción, productividad e ingresos netos de la mayoría de los productores agrícolas de una localidad, de una región o de un país”, y que manifestada tal voluntad dichas acciones se dirigen, principalmente, a conseguir un proceso eficaz de generación, difusión y adopción de tecnologías que lo soporte; asimismo, cuando el desarrollo agrícola se acompaña con otras acciones orientadas a poner al alcance de la población rural facilidades de, por ejemplo, salud, educación, transporte y recreación, se lograría el desarrollo rural. Como proceso, aquellas decisiones se manifiestan como tales, primero, en la unidad de producción. El desarrollo armónico de un grupo de éstas provocará el desarrollo agrícola de una localidad, la suma de ellos, el de una región, y la de estas últimas el del país.

El modelo de generación, difusión y adopción de tecnologías presentado en el Capítulo 5, no obstante integrar los principales componentes de aquel proceso y proveer la información necesaria para admitir otros (reforma de la estructura de la tierra, por ejemplo), no parece capaz, por sí solo, de extenderse más allá de un área o de una localidad. Para ello requiere estar inserto en un mecanismo que asegure la integración de los componentes mencionados a nivel regional y nacional, la presencia de organismos de planificación sectorial que contemplen el equilibrio del desarrollo regional y nacional, de otros responsables de proveer los recursos humanos necesarios y la presencia de organismos que como los de educación, salud, transportes y recreación, permitan el desarrollo rural.

Un mecanismo así es provisto, directa o indirectamente, por el Estado a través de sus Ministerios y de la Universidad. La capacidad de esta última ya fue discutida; conviene ver ahora cómo se organiza el Estado para otorgar los servicios que requiere el desarrollo agrícola y rural; parece claro que los servicios del desarrollo agrícola deben ser responsabilidad del Ministerio de Agricultura. Parte importante de la eficacia de los servicios que presta descansa en la organización institucional que éste adopte.

LA ORGANIZACION TIPO

Se le considera como la organización que se da frecuentemente en Ministerios de Agricultura. Para su análisis es necesario considerarla bajo dos puntos de vista: del organismo que presta los servicios y de quienes los reciben, es decir los productores agrícolas. El primero busca alcanzar los objetivos planteados y los otros, que tales servicios satisfagan sus necesidades. El éxito dependerá, en parte importante, de que los objetivos que se fijen y la organización institucional que adopte el primero respondan a los requerimientos de los segundos.

En consecuencia, a fin de analizar la organización tipo y sus efectos es necesario tener en cuenta: 1) los objetivos que se marca un Ministerio de Agricultura tipo, 2) las necesidades que por sus servicios manifiesta la mayoría de los usuarios y 3) la organización institucional que se da en aquél a fin de satisfacerlas.

Es probable que los objetivos que persiguen los Ministerios de Agricultura en general no difieran mucho de los que se mencionan más adelante, los que corresponden al ministerio tipo señalado (A. Franco, comunicación personal):

- a. El mejoramiento de los niveles de vida de la mayoría de la población rural.
- b. El incremento de la producción, de la productividad y de la calidad de los rubros básicos para la alimentación popular, para la exportación, para suplir necesidades de las industrias de transformación y para sustituir importaciones.
- c. El mejoramiento de los procesos de comercialización agrícola para beneficio de productores y consumidores.
- d. El uso racional y la rehabilitación económica de los recursos renovables naturales.
- e. La promoción del desarrollo agrícola equilibrado de las distintas regiones del país.

Los cuatro últimos son propios de un Ministerio de Agricultura y tienden en conjunto a alcanzar el desarrollo agrícola de los usuarios

de sus servicios; el primero supone la asociación estrecha y coordinada de los servicios del Ministerio de Agricultura con los sectores responsables por la salud, la educación, la vivienda y el transporte para alcanzar no sólo el desarrollo agrícola sino también el desarrollo rural.

Por su parte, los productores agrícolas reclaman del ministerio tipo servicios que les permitan tener acceso a los siguientes componentes de la producción:

a. Tierra en área suficiente y con un régimen de tenencia tal que su producto les provea ingresos netos acordes con sus necesidades y las de su familia.

b. Tecnología adecuada a sus motivaciones y posibilidades actuales (o futuras) de su empleo.

c. Un mecanismo de difusión de tecnología que ponga ésta a su alcance, de forma que permita su adopción.

d. Capital suficiente para hacer un uso eficaz de la tierra, la tecnología y de la fuerza de trabajo disponible.

e. Un mercado que absorba totalmente sus excedentes comercializables de producción.

f. Una infraestructura (caminos internos y de acceso, instalaciones físicas) que les facilite producir y desplazar la producción.

g. Mecanismos que aseguren la calidad de los insumos que compran y normas a las cuales ajustarse para asegurar la calidad de lo que venden.

h. Acciones que les permitan mantener o recuperar los recursos naturales que manejan.

Los servicios que respaldan las acciones descritas y que facilitan el acceso a los componentes mencionados son vistos por los usuarios como medios de aumentar sus ingresos; no obstante reclaman, además, al Ministerio de Agricultura o al Gobierno en general, servicios adicionales a los anotados, que como salud, educación y recreación, les permitan alcanzar su superación personal y familiar.

Según los beneficiarios potenciales, la satisfacción de tales necesidades tiene que llenar las siguientes condiciones:

a. Para ser eficientes, los servicios deben expresarse integralmente como un sistema, lo que significa que a muy pocos productores les interesa la tecnología si la misma no está apoyada por facilidades de

acceso al capital (crédito), si el producto generado por el empleo de la misma no es de fácil comercialización (mercadeo), si su recurso tierra, en cantidad y calidad, no es capaz de absorberla eficientemente (reforma de la estructura agraria) y si carece de medios para mover y almacenar su producción (infraestructura de producción), tampoco si la tecnología y las acciones que soportan su empleo no van acompañadas con normas de control que aseguren la calidad de los insumos que compran o de los productos que comercializan (control de calidad), o si aquella va en detrimento de la conservación de sus recursos naturales (conservación de recursos naturales renovables). Asimismo, aún dadas tales condiciones, la presencia de éstas de poco servirá si el usuario no cuenta también con facilidades de educación, de salud y de recreación que permitan su estabilidad y la de su familia en el sitio en que produce.

b. La mayoría de los servicios señalados, al ser considerados aisladamente conforme un sistema. Tal como se señaló en más de una oportunidad, la generación y la transferencia de tecnología, así como el crédito y el mercadeo, se ajustan más a las necesidades de la mayoría de los productores cuando los mismos se manifiestan a través de un enfoque de sistemas. En caso contrario, es decir tecnología, transferencia, crédito y mercadeo por insumos o por producto, los beneficiarios serán los empresarios comerciales eficientes con la habilidad necesaria para captar primero, y sintetizar después a nivel de predio, partes aisladas que son puestas a su disposición.

c. Por último, los servicios deben estar adaptados a las regiones y a los productores que sirven; así, la tecnología será distinta si se dirige a pequeños, medianos o grandes productores, o si se aplica a zonas ecológicamente diferentes. De la misma forma, las prioridades de las acciones de la extensión agrícola variarán si los receptores son pequeños productores (organización campesina) o grandes productores (asistencia técnica); una y otra acción estarán apoyadas por distintas políticas de crédito, de mercadeo y de reforma agraria de acuerdo a las regiones y a los usuarios a los que tales políticas se dirijan. Es decir, que las acciones señaladas, en cada una de ellas y en su conjunto, deberán estar adecuadas a las regiones que van a servir.

Es necesario ahora analizar de qué manera la organización institucional de un Ministerio de Agricultura tipo es capaz de 1) satisfacer las necesidades de los usuarios a fin de 2) alcanzar los objetivos fijados.

La estructura institucional adoptada por muchos de los Ministerios de Agricultura parece heredada de organismos que les precedie-

ron en el tiempo y que muestran objetivos y características que les son muy propios. Una organización institucional que, tal vez, haya influido en aquella adoptada por los ministerios de agricultura es la de la Universidad, reflejada en las correspondientes facultades de ciencias agrícolas.

Para fines de enseñanza, y tal como se señaló anteriormente, la Universidad encaró el fenómeno de la producción agrícola, que es un todo, y lo fraccionó en sus constituyentes. De esta manera, primero lo separó en producción animal y en producción vegetal y desarrolló facultades de zootecnia y de agronomía o especializó la primera en sanidad animal, dando lugar a las facultades de veterinaria. Luego cada uno de esos componentes principales fue subdividido a su vez en mejoramiento genético, manejo, sanidad y nutrición animal o vegetal y su enseñanza asignada a cátedras o departamentos; estos se subdividen, otra vez, para incluir disciplinas que van a soportar los últimos componentes señalados. Al iniciarse el proceso de educación, la enseñanza sigue un sentido inverso al descrito ya que el estudiante tiene acceso a ésta comenzando por las fracciones más pequeñas y, a través del desarrollo del plan de estudio, va recomponiendo el fenómeno de producción animal y vegetal hasta terminar (o así lo intenta) con un proceso de síntesis del mismo.

A diferencia de la Universidad, que transmite conocimientos aislados en una secuencia que toma años y deja, normalmente, al estudiante la consolidación de aquéllos, el usuario de los servicios de un Ministerio de Agricultura, el productor agrícola, pone como condición que el conocimiento que aporta en servicios se manifieste como una tecnología de producción y que, para su adopción, ésta sea integral. No obstante esta diferencia, el Ministerio de Agricultura tipo incorporó un modelo de organización institucional similar al de la Universidad y, de la misma forma que ésta, fraccionó el fenómeno de producción agrícola; así aparecen o aparecieron como grandes divisiones del Ministerio de Agricultura tipo las direcciones de ganadería y de agricultura, cada una constituída por subdirecciones, departamentos y divisiones que para justificarse desmenuzaron el fenómeno señalado en rubros (productos) o disciplinas.

Pero también a diferencia de la Universidad, la estructura adoptada por el Ministerio de Agricultura tipo no deja ver cómo al análisis sigue un proceso de síntesis de conocimientos, tal como lo hace la organización secuencial expresada en los años que insume un plan de estudios o como lo hace el productor en la explotación de su finca. El Ministerio tipo permite que componentes de la producción agrícola que presentan fuertes interacciones aparezcan institucional-

mente separados en departamentos o en divisiones aisladas unos de otros y sin posibilidad, por lo tanto, de tomarlo en cuenta; de esta forma suelos y agua, por ejemplo, constituyen sendos departamentos separados y en una misma posición jerárquica de los de producción de cultivos, de forrajeras o de forestales, es decir los productos cuya mejora es, precisamente, lo que justifica la actividad de los primeros. Asimismo, los servicios de sanidad animal o vegetal aparecen aislados del de mejoramiento genético, de nutrición y de manejo sin que importen las relaciones que mantienen. Por último, y tal vez a causa de lo anterior, la gran división del Ministerio tipo en agricultura (cultivos) y en ganadería desconoce que, salvo la minoría de productores especializados —monocultores—, la mayor parte de aquellos diversifican la producción a fin de atender sus necesidades de subsistencia y las de los mercados hacia donde dirigen su producción, los que por ser internos exigen esa diversificación.

En consecuencia, el sistema de producción de la mayoría de los agricultores latinoamericanos asocia estrechamente producción vegetal y animal y considera por lo tanto que los servicios que apoyan su mejoramiento deben estar asociados, lo que no admite orígenes ni canales de expresión separados. Parecería que a través de la división señalada se ignorase que la interacción de la asociación cultivos anuales/pastizales/carne, rota por la misma división, es mucho más importante que mantener en una misma unidad producción de carne bovina y producción de huevos, en las cuales es difícil ver cualquier tipo de asociación. En otras palabras, la organización institucional adoptada parece más preocupada por un academicismo alejado de las características que distinguen la producción agrícola —producción por sistemas— y por proteger profesiones universitarias (agrónomos, zootecnistas, veterinarios) que por atender eficazmente las necesidades de la mayoría de los usuarios.

Una organización institucional así, que toma fragmentos separados del fenómeno de producción agrícola y los incorpora a compartimentos estanco ubicados en una misma línea provoca, necesariamente:

- a. Una gran dificultad para integrar servicios, tal como lo requieren los usuarios y el desarrollo agrícola.
- b. Como consecuencia limita la posibilidad de incorporar eficazmente otras acciones (salud, educación, transportes, vivienda) que, coordinadas con los servicios agrícolas, permiten el desarrollo rural.
- c. Que la misma compartimentalización admita la duplicación de funciones y de infraestructuras administrativas.

d. Que esto último provoque a su vez una burocratización excesiva del proceso técnico y administrativo, un mal uso de recursos y, por lo tanto:

- 1) Un número insuficiente de personal técnico o una relación de personal administrativo y técnico demasiado alta.
- 2) Bajos niveles salariales.
- 3) Bajo nivel técnico de personal.
- 4) Desestimular el interés del personal técnico y administrativo en una capacitación superior.
- 5) La evasión del personal calificado.
- 6) Fondos reducidos para inversiones y gastos.

e. Que para superar los problemas señalados en d., muchos organismos, principalmente los de investigación y extensión, tiendan a la llamada descentralización presupuestal, técnica y administrativa, solución que limita aún más las posibilidades de integrar servicios.

f. Un entorpecimiento de la acción eficaz de la oficina de planificación en tal grado que es difícil apreciar de qué manera las actividades que llevan a cabo las dependencias ejecutoras son un reflejo de la política sectorial de cuya definición es responsable aquella.

Por último, el Ministerio tipo ha mostrado también poca imaginación cuando opta por seguir las divisiones políticas del país al llevar sus servicios al nivel del usuario; de esta manera descentraliza sus actividades en Estados, Provincias o Departamentos que incluyen áreas que guardan poca relación con las regiones agroeconómicas y sociales que muestra el país. Este atarse a divisiones políticas causa, muchas veces, la repetición innecesaria de infraestructuras de servicios y administrativas que se harían más eficientes si estuviesen comprometidas con regiones como las indicadas. Nuevamente, la regionalización de los servicios así entendida, no es la más ajustada a lo que reclaman los productores.

En consecuencia, la organización institucional escogida no parece ser capaz de llenar totalmente las necesidades manifiestas por los usuarios (integración y regionalización de los servicios) y por lo tanto de alcanzar los objetivos que se plantea el Ministerio de Agricultura tipo.

UNA ALTERNATIVA DE ORGANIZACION INSTITUCIONAL

Debe ser tal que los servicios que soporte sean capaces de satisfacer las necesidades manifiestas por los usuarios para alcanzar los objetivos fijados. En otras palabras, deberá tener en cuenta:

a. Objetivos tendientes a alcanzar el desarrollo agrícola y el desarrollo rural, para lo cual preverá las relaciones del sector agrícola con los restantes sectores comprometidos con aquel último.

b. Las necesidades de los usuarios y las restricciones que imponen a las mismas. Así, dichas necesidades se concretarán en ocho acciones (siete si la generación y la transferencia de tecnología es considerada como una sola) en manos del Ministerio de Agricultura, y otras (salud, educación, transporte, vivienda) de responsabilidad de los restantes sectores, todas ellas otorgadas en forma integral y regionalmente.

c. La necesidad de fortalecer las oficinas de planificación sectoriales nacionales y regionales a fin de identificar problemas, definir prioridades en las cuales concentrar recursos generalmente escasos y permitir el desarrollo equilibrado de los distintos sectores del país.

d. La necesidad de eliminar o evitar duplicidad administrativa y de funciones.

e. La participación de los beneficiarios en la fijación de la política sectorial nacional y regional y en aquella correspondiente a cada una de las acciones señaladas.

f. Final y fundamentalmente, la concreción de dichas acciones en planes, programas y proyectos regionales integrados en el propósito de alcanzar el desarrollo agrícola y rural.

Sobre estas bases se articuló un modelo de organización institucional cuya generación y operación es descrita seguidamente con carácter de proposición y tesis personal del autor, para su posible discusión y enriquecimiento.

a. La generación del modelo

Comienza con la identificación de las unidades que ejecutarán, como otros tantos proyectos, las acciones señaladas. Cada una de dichas unidades aparece comprometida con actividades regionales a corto y mediano plazo (la ejecución de proyectos y programas que soportan planes de desarrollo rural regionales) y con actividades nacionales de más largo alcance. Se analizarán, seguidamente las primeras:

1) De investigación y extensión; las que, comprometidas con la generación, transferencia y adopción de tecnologías, se expresan como sendos proyectos que soportan programas regionales de desarrollo. La primera tendrá como función principal generar sistemas de

producción mejorados sobre los actuales, y la segunda la organización de los usuarios a fin de facilitar su acceso a aquél y otros servicios que se describen más abajo.

2) De crédito; que, como proyecto, captará recursos financieros públicos o privados, internos o externos, para su canalización a los beneficiarios de los programas de desarrollo. Inicialmente encauzará dichos recursos a través de la banca regional pública y privada comprometida en el financiamiento de los programas hasta que las organizaciones de productores, motivadas por la extensión agrícola, sean capaces de manejar tales recursos directamente.

3) De mercadeo; agregará a sus funciones inherentes (fijación de precios, comercialización) las de capacitación de las organizaciones de productores a fin de que el proceso de mercadeo permanezca, fundamentalmente, en manos de los beneficiarios de los programas de desarrollo.

4) De infraestructura de producción; entendiendo por tales las facilidades físicas internas de las unidades de producción incluidas en los programas en ejecución y las facilidades externas, cuando no existan acciones locales en ese sentido por parte de organismos competentes (gobiernos regionales, ministerios de transportes) referentes a la construcción de caminos, depósitos, y otros.

5) De estructura de la tierra; cuyas acciones (reforma agraria y asentamientos rurales) estarán en todos los casos en función de las necesidades que en ese sentido manifiestan los programas de desarrollo regionales.

6) De recursos naturales renovables; responsable por la ejecución de proyectos en áreas en que se hayan identificado programas de rehabilitación y mantenimiento de dichos recursos.

7) De control y fiscalización; responsable por el control de la calidad de los insumos y productos manejados en los programas de desarrollo regionales.

Una vez identificadas las unidades de ejecución de las acciones que en materia de desarrollo agrícola reclaman los productores, el segundo paso es la atención a las restricciones impuestas a estas, es decir su integración en programas y planes de desarrollo regionales; por consiguiente las unidades mencionadas requieren, para integrarse en programas y planes, ser coordinadas por una única figura jerárquicamente superior a todas ellas. De esta forma la estructura básica del modelo es la que aparece en el esquema siguiente (Fig. 29) y sería vá-

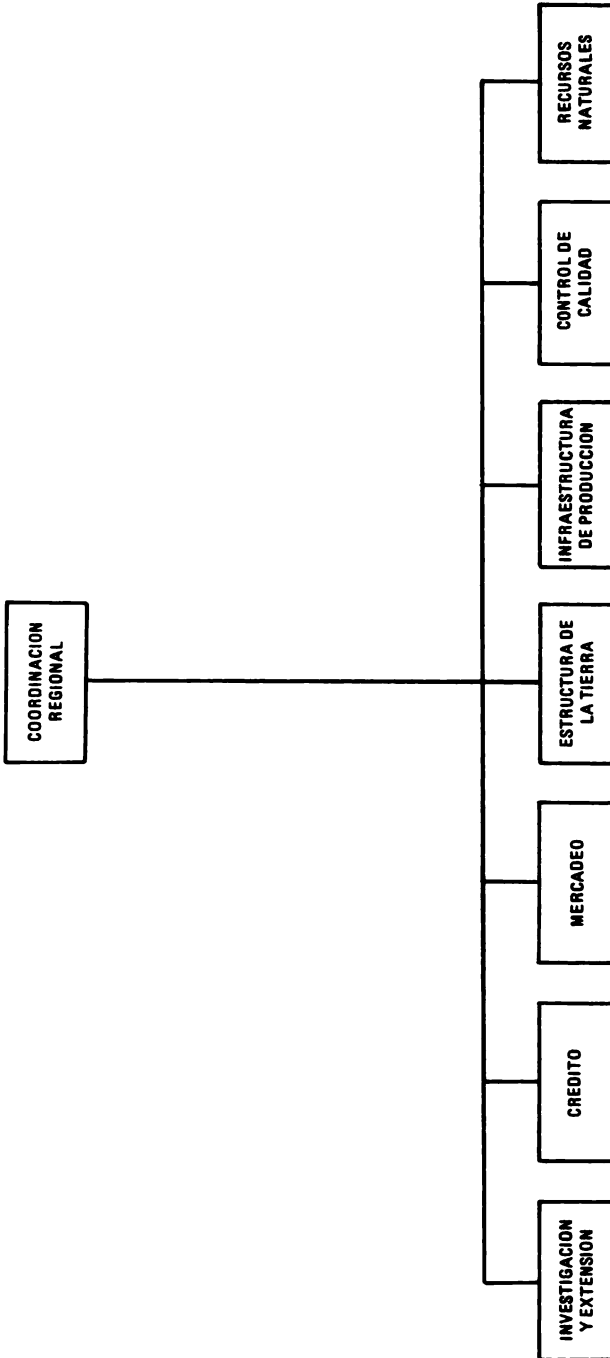


Fig. 29. Estructura básica del modelo.

lida para cada una de las regiones o divisiones del país. Tal estructura considera no sólo los requerimientos que en cuanto a acciones manifiestan los productores (las siete unidades señaladas en el esquema) sino además su integración y regionalización.

Para que la ejecución de tales acciones (proyectos) promueva el desarrollo agrícola de los beneficiarios (programas) y de la región como un todo (plan de desarrollo agrícola regional), la coordinación debe ser 1) planificada a fin de definir prioridades hacia las cuales concentrar integralmente dichas acciones, y 2) prever el desarrollo agrícola en equilibrio con el crecimiento de los restantes sectores de la región.

La estructura básica incorpora dos elementos más: una unidad de planificación regional y un consejo asesor integrado por representantes de los usuarios y por representantes de los sectores responsables, entre otros por salud, educación, vivienda y transporte regionales. De esta forma aparece asegurada la participación de los productores en la fijación e implementación de las políticas regionales de desarrollo agrícola así como el concurso de los sectores que aseguran el desarrollo rural regional. Al incorporar tales componentes, la estructura básica del modelo queda así modificada (Fig. 30).

A este nivel (coordinación, planificación y asesoría regionales) se definen el plan regional de desarrollo agrícola y rural y los programas y proyectos que lo implementarán; surge entonces la necesidad de una nueva figura que el modelo debe considerar, es decir la dirección de programas (Fig. 31).

Por lo tanto, se dan dos niveles de coordinación de la ejecución de las actividades regionales: un director de programa que coordina la ejecución de los proyectos y, por encima de aquél, un director regional responsable por el plan regional de desarrollo agrícola y rural que coordina los programas que lo constituyen.

Hasta aquí el "esqueleto" del modelo, considerado a nivel de cada una de las divisiones políticas o regionales del país. Es clara, por consiguiente, la necesidad de coordinación de las acciones a nivel nacional. El esquema más simple, y tal vez más eficaz, para esos efectos es el que aparece seguidamente (tomando en cuenta sólo los componentes que distinguen al modelo) en la Fig. 32.

A nivel nacional se repiten, aunque con ese carácter, los mismos elementos de planificación, asesoría y coordinación que se dan a nivel regional. Tienen como función normar y supervisar la política del sector y asegurar el desarrollo equilibrado sectorial e intersectorial a nivel regional y nacional a través de las acciones de la Oficina Na-

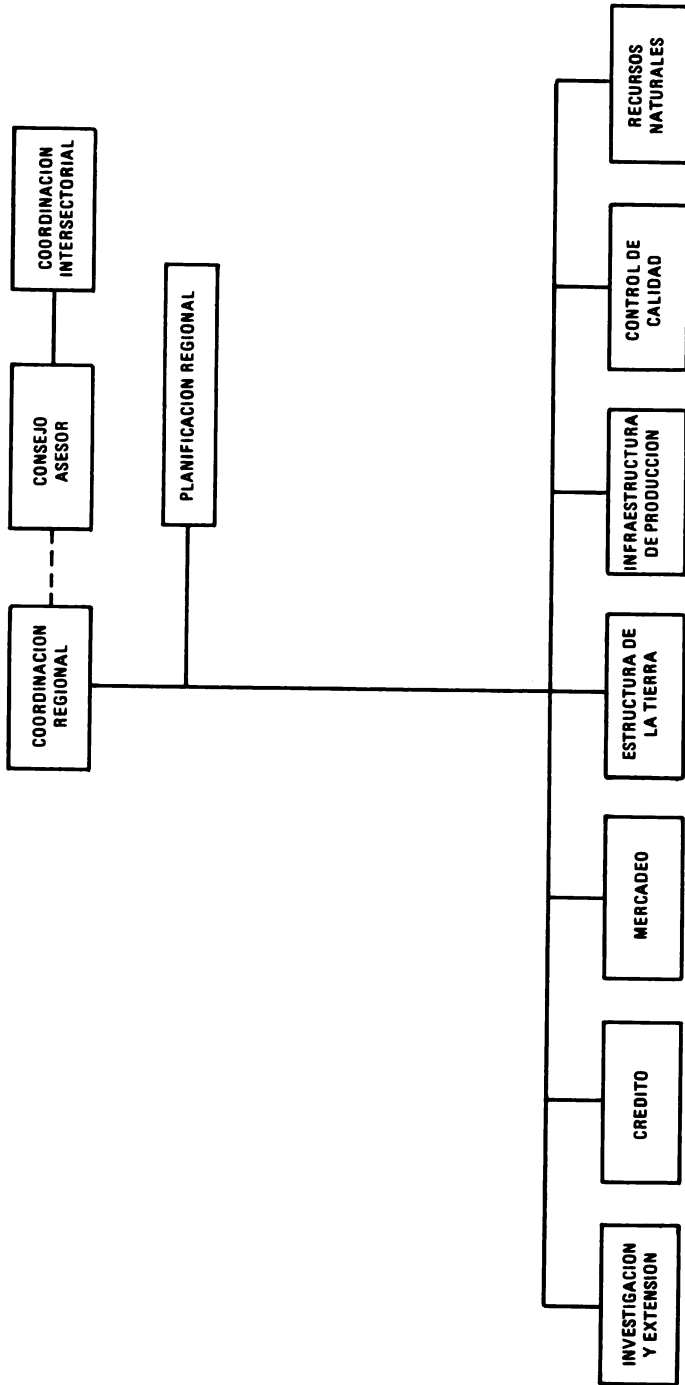


Fig. 30. Estructura básica del modelo modificado.

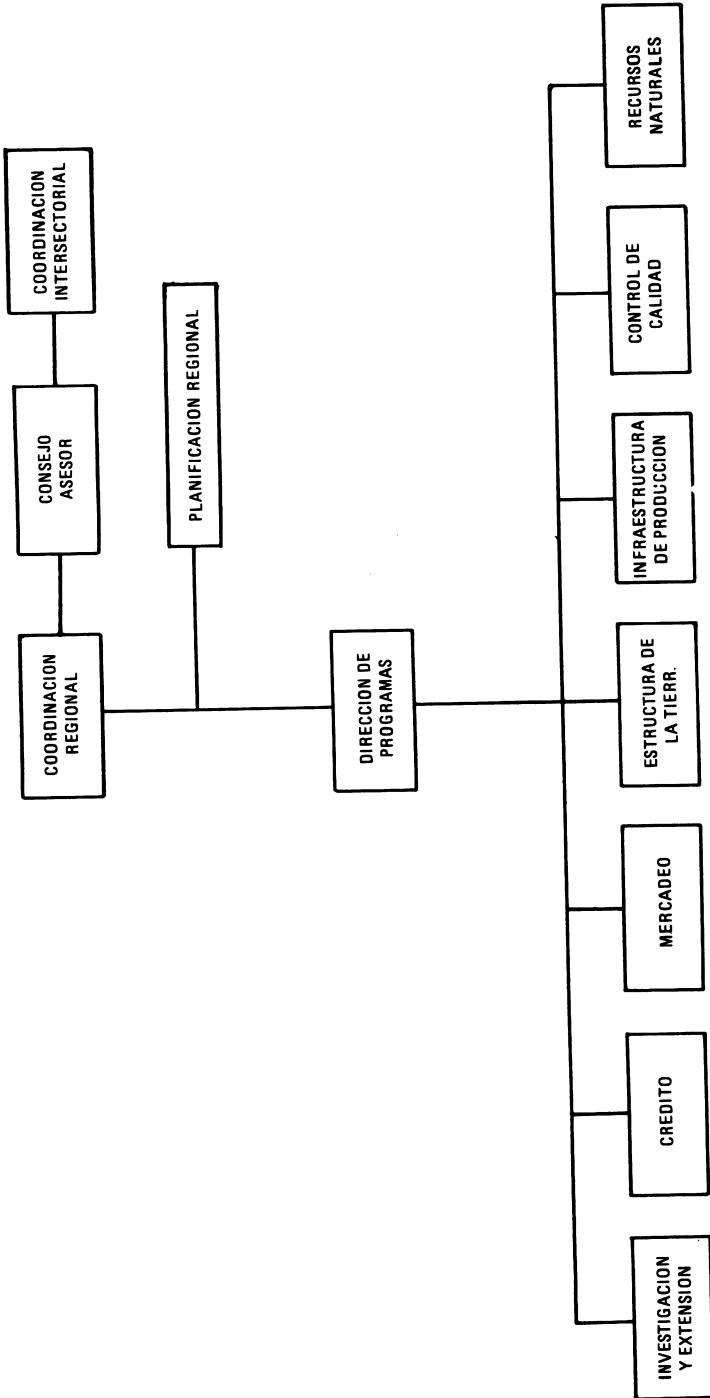


Fig. 31. Estructura básica del modelo ampliado.

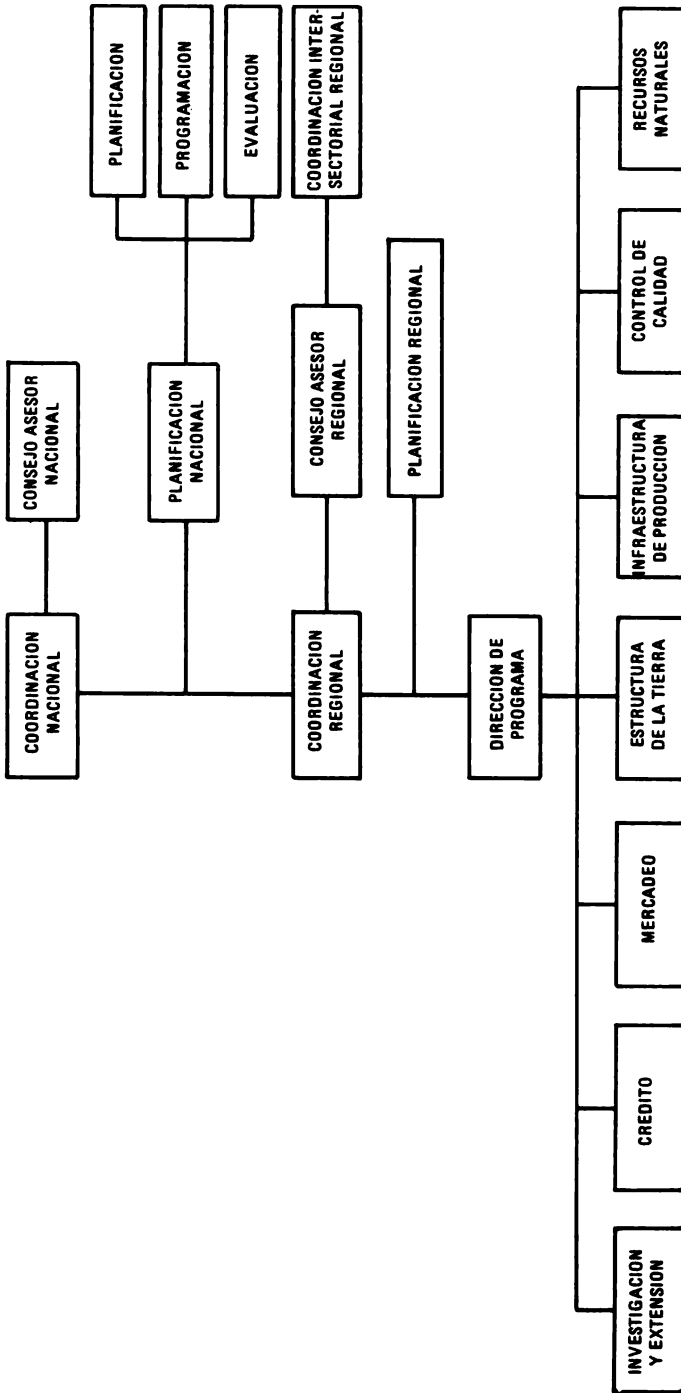


Fig. 32. Esquema de coordinación de las acciones a nivel nacional.

cional de Planificación, del Consejo Asesor Nacional —en el que participan el Ministerio de Planeamiento y el de Finanzas y la representación nacional de los productores— y de la Coordinación Nacional (Ministro y Vice Ministro).

Por lo tanto el esquema prevé que, a nivel central del Ministerio de Agricultura, aparezcan sólo funciones normativas, de supervisión, de evaluación y de decisión, dejando las de ejecución exclusivamente en manos de los organismos regionales.

Sin embargo, una descentralización tal parece más propia de una organización federativa. Una estructura de aplicación más general es aquella que mantiene a nivel central las mismas siete acciones ejecutadas regionalmente, aunque con características que las distinguen. La necesidad de las mismas surge, como se señaló anteriormente, de la presencia simultánea de acciones a corto y mediano plazo —expresadas en proyectos, programas y planes de desarrollo— que tienen un ámbito regional, y de acciones a largo plazo que no están, por lo tanto, restringidas a la ejecución de programas a término y que tienen carácter nacional. Tales unidades centrales conservarán las siguientes funciones:

1) Las actividades continuas, que trascienden la duración de proyectos, programas y planes de desarrollo (por ejemplo muchas actividades de la investigación agrícola).

2) Las acciones que trascienden regiones, tales como las de sanidad vegetal y animal y las de mercadeo.

3) Las acciones fiscales, en cuanto a la elaboración y el cumplimiento de las legislaciones, tales como las relacionadas a la conservación de recursos naturales.

4) De apoyo a la planificación nacional; por ejemplo la identificación de recursos hídricos o forestales.

5) Finalmente, la de fijación de las políticas nacionales de investigación y extensión, de crédito, de mercadeo y otros, que normarán las acciones de cada una de las siete unidades de ejecución regional. Para los efectos señalados, el esquema más apropiado es el presentado en la Fig. 33.

El modelo descrito, que no es más que un esqueleto que deberá ser completado incorporándole elementos que respondan a las condiciones del medio en que operará, presenta las siguientes características:

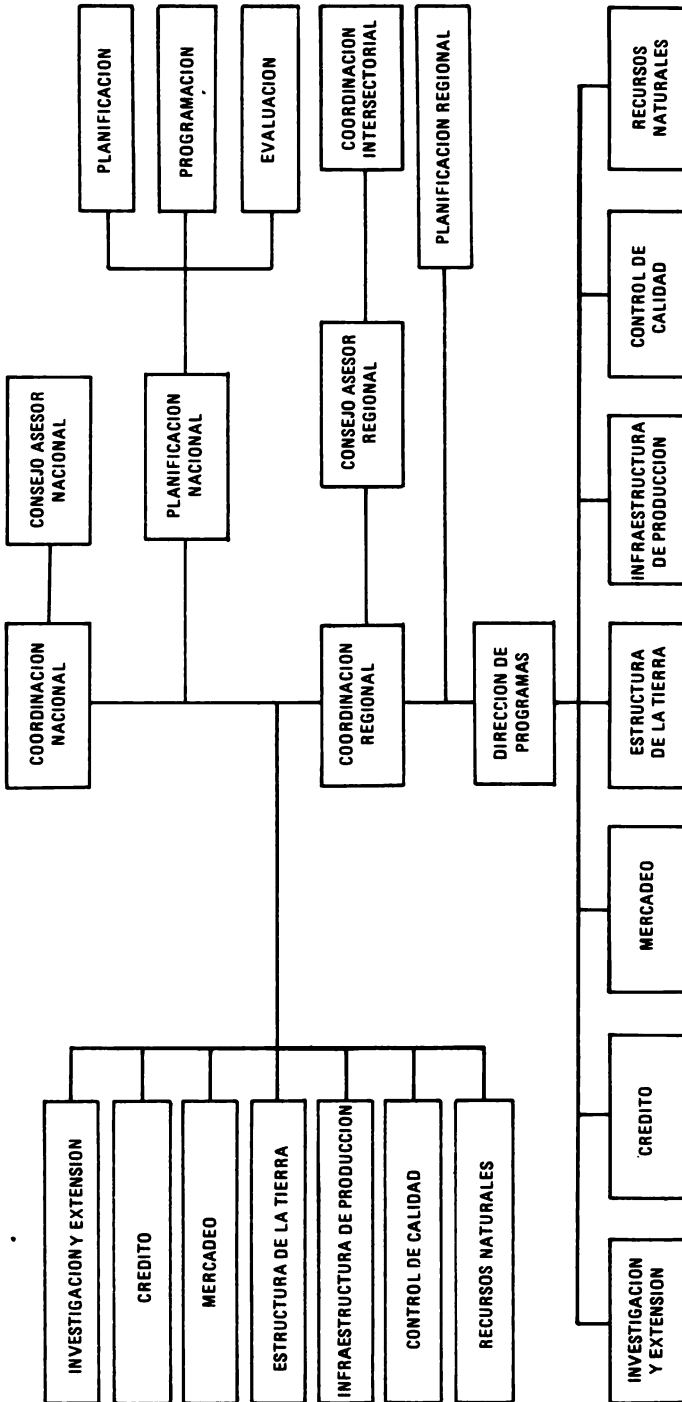


Fig. 33. Funciones del modelo.

1) Contempla la presencia de la totalidad de las acciones que los productores agropecuarios esperan del organismo especializado del Gobierno.

2) Tales acciones permitirán el desarrollo agrícola individual, y la suma de éstos el desarrollo agrícola regional y nacional.

3) El nivel de coordinación, asesoría y planificación regionales asegura:

- a) La ejecución de acciones integrales, por sistemas.
- b) La evolución equilibrada de Programas y Proyectos que apoyan el Plan de Desarrollo Agrícola Nacional.
- c) La evolución equilibrada intersectorial regional.
- d) La participación de los productores agrícolas.

4) El nivel de decisión, asesoría y planificación nacionales asegura a su vez:

- a) El desarrollo armónico interregional.
- b) El desarrollo armónico intersectorial nacional.
- c) La participación de los productores agrícolas.

5) Asegura la planificación y la evaluación de los resultados a los siguientes niveles:

- a) Nacional
- b) Regional
- c) A nivel de ejecución de funciones.

6) Elimina la duplicidad de funciones.

7) Permite una administración simplificada al disminuir el número de organismos que dependen del nivel de decisión y al descentralizar, técnica y administrativamente, las actividades regionales.

b. La operación del modelo

En la Fig. 34 aparece el flujo de acciones que el modelo debería llevar a cabo, y que comienza con la definición de una política nacional por parte del organismo nacional de planeamiento (i). Dicha política es posteriormente adecuada al sector agropecuario por la Oficina de Planeamiento sectorial y el organismo asesor de coordinación intersectorial nacional que funcionan en el Ministerio de Agricultura a nivel central (ii y iii). El producto de esta última acción es, entonces, la política sectorial por la que deberán regirse las acciones que a nivel nacional y departamental realicen las distintas dependencias del Ministerio.

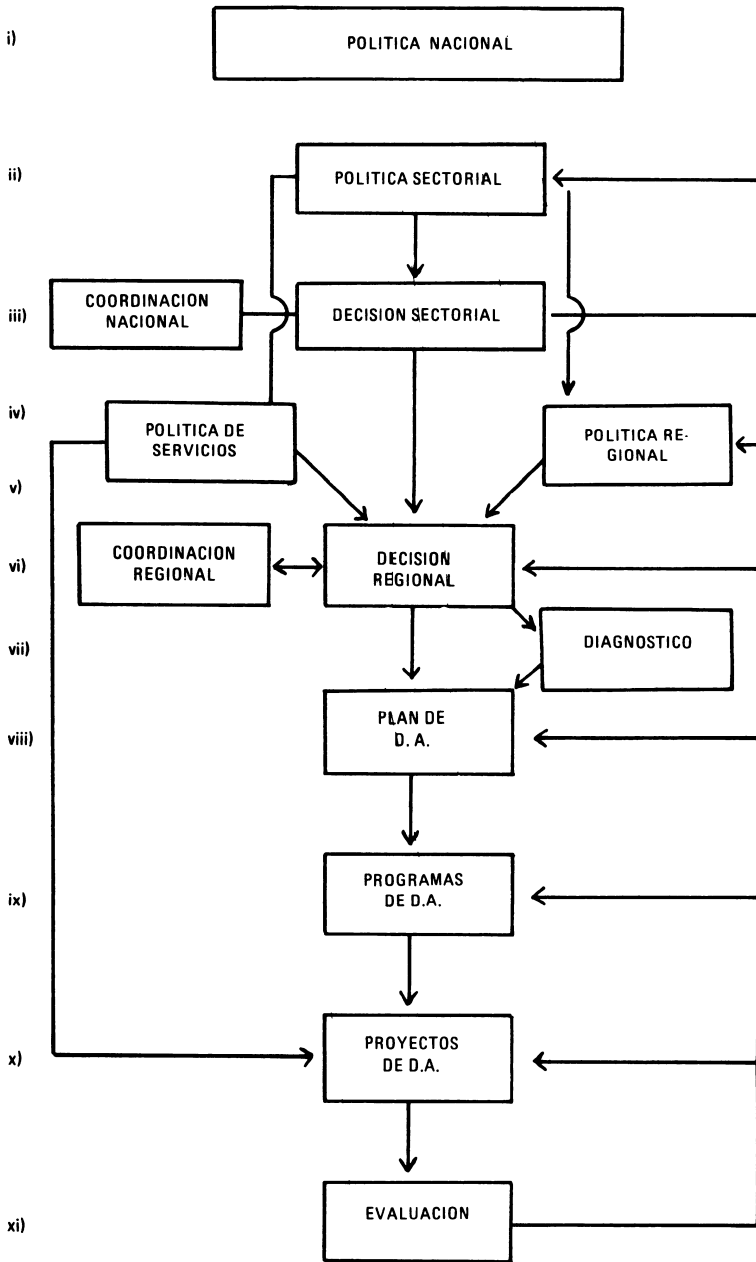


Fig. 34. Flujo de acciones en el modelo.

Con base en la política sectorial así definida, las unidades centrales de servicios fijan sus respectivas políticas de investigación y extensión, crédito, mercadeo, infraestructura de producción, reforma agraria, control y recursos naturales renovables (iv). Sobre la misma base, hace lo propio la Oficina de Planificación Sectorial Regional (v). Una vez definidas ambas políticas, las de los servicios nacionales y la regional, las mismas son comunicadas como instrucciones normativas al organismo de ejecución regional, en este caso la Coordinación Regional y el organismo asesor de coordinación intersectorial regional en el que están representados los productores (vi), denominado Consejo Asesor Regional.

La ejecución de la política sectorial regional, definida de esta manera, se inicia con un diagnóstico de la situación del sector en el que intervendrían las siete unidades regionales de ejecución nombradas más arriba (vii). De dicho diagnóstico surge el Plan Estadual, Provincial, Departamental o Regional de Desarrollo Agrícola (viii) en el cual aparecen identificados uno o más Programas Regionales de Desarrollo Agrícola (ix). Estos programas regionales, cuya ejecución será de responsabilidad de un Director de Programa dependiente del Coordinador (o Director Regional), serán *a término* y atacarán integralmente los problemas detectados por el diagnóstico y que afectan el desarrollo agrícola regional.

La integración de acciones coordinadas comprenderá algunas o todas de las correspondientes a investigación y extensión, crédito, mercadeo, infraestructura de producción, reforma agraria, control de calidad de insumos y productos, y recursos naturales renovables.

El compromiso de tales acciones con la implementación de los programas se hará efectivo a través de la programación y ejecución de Proyectos Regionales de Desarrollo Agrícola (x) en acuerdo con las políticas nacionales de investigación y extensión, reforma agraria, control, y otras definidas en (iv); de esta forma, cada programa estará constituido por una serie de proyectos. Así existirán proyectos regionales de investigación y extensión, de crédito, de mercadeo que, aunque su ejecución será de responsabilidad de los respectivos organismos, dependerán del programa regional que los coordina. Dado que, por ejemplo, una estación experimental o una agencia de crédito regionales ubicadas en un área determinada deben, probablemente, apoyar más de un proyecto y de un programa, aquéllas deberán planificar sus actividades con el fin de servir apropiadamente cada uno de ellos, y, de no ser posible, se definirán prioridades entre proyectos y programas y se adecuarán sus actividades a las mismas. Es claro que la definición de prioridades no es competencia de los

proyectos ni de los programas sino del Plan Regional de Desarrollo Agrícola a través de la Oficina de Planificación Sectorial Regional y el Consejo Asesor Regional, a cargo de un Director Regional y su equipo asesor.

Una vez definidos los proyectos que apoyan cada uno de los programas, éstos y aquéllos son elevados a la consideración de la Oficina de Planificación, de la Dirección y del Consejo Asesor Regional (v y vi, respectivamente), quienes los ajustarán al Plan Regional de Desarrollo Agrícola. A este nivel, como producto de las acciones del Consejo Asesor Regional, se incorporan a los programas de desarrollo agrícola componentes tales como salud, educación y vivienda, los que aseguran el desarrollo rural regional. Una vez aprobados a este nivel, el Plan es elevado a su vez a la consideración sucesiva de 1) las unidades centrales de servicios (iv) quienes considerarán su adecuación a sus respectivas políticas y definirán las necesidades de apoyo técnico, 2) la Oficina de Planificación Sectorial (ii), la que realizará los ajustes de política y presupuestales necesarios y programará la evaluación (xi) de los planes regionales puestos a su consideración, y 3) el Consejo Asesor Nacional, responsable por el asesoramiento en cuanto a la coordinación intersectorial a nivel nacional (iii).

Finalmente, con base en la información así generada, el Consejo Asesor Nacional y la Oficina de Planificación Sectorial harán las recomendaciones al nivel de decisión que considera el modelo —Ministro, Viceministro— para la aprobación de los Planes de Desarrollo Agrícola elevados por cada uno de los Departamentos y/o a los responsables por la fijación de la política nacional a efecto de su revisión.

La operación del modelo propuesto presenta las siguientes características:

1) Permite la comunicación de arriba a abajo y viceversa.

2) La información es manejada en ambos sentidos y sucesivamente por la Oficina Central de Planificación, las respectivas oficinas de planificación de las regionales y aquellas de las unidades que apoyan los Programas Regionales de Desarrollo Agrícola.

3) La programación y ejecución de los planes son hechos en forma descentralizada ya que los servicios centrales conservan, fundamentalmente, funciones normativas, de seguimiento y de apoyo técnico.

4) Aparece un único Plan de Desarrollo Agrícola por región apoyado por Programas y estos por Proyectos.

5) Permite el crecimiento armónico de Planes, Programas y Proyectos ya que el mismo es controlado a nivel departamental y nacional por los Consejos Asesores Departamentales y el Consejo Asesor Nacional, respectivamente, que ajustan tales actividades al desarrollo de los restante sectores.

6) Finalmente, y como consecuencia, permite la integración de las actividades de desarrollo agrícola al Ministerio y a la de los restantes sectores a través de la coordinación que realizan los Consejos Asesores Regionales y Nacionales para alcanzar el desarrollo rural.

OTROS TITULOS DEL SERVICIO EDITORIAL IICA

Acarología. E. Doreste
Administración de empresas asociativas de producción agropecuaria. H. Murcia
***Administración de organizaciones agropecuarias.** A. T. Mosher
Agroecología del trópico americano. P. Montaldo
Articulación social y cambio técnico. La producción de azúcar en Colombia. E. Trigo y M. Piñeiro, Coordinadores
Arroz en los trópicos. R. F. Chandler
Associative farm management. H. Murcia
Batata o camote. (La). F. Folquer
Cambio técnico en el agro latinoamericano. Situación y perspectivas en la década del 80. E. Trigo y M. Piñeiro, Coordinadores
Caribbean seminar on farming systems research methodology. Varios

Comunicación escrita. A. Mac Lean
Conservación de suelos. F. Suárez de Castro
Compendio agronomía tropical Tomo I. IICA-Gob. de Francia
Compendio de mercadeo de productos agropecuarios. G. Mendoza
Crédito rural. Jaime Vélez
Cultivo de cítricos. Ch. Morín
Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. A. Montaldo
Cultivo y mejoramiento de la papa. A. Montaldo
Diagnóstico de fallas en motores de combustión interna. J. Gilardi
Ecología basada en zonas de vida. L. Holdridge

Elementos de diseño del tractor y herramientas de labranza. J. Ashburner y B. Sims
En busca de tecnología para el pequeño agricultor. A. Marzocca
Enfoque de sistemas para el desarrollo agrícola. (Un). A. Saravia
Estrategias de enseñanza-aprendizaje. J. Díaz Bordenave y A. Martins
***Factores agrícolas en planificación y desarrollo regional.** I. Arnon
Farm Management handbook. G. Guerra

Física de suelos. W. Forsythe
Guía para elaboración de proyectos. S. Miragem, Coordinador
Introducción a la estadística. W. Caballero
Introducción a la evaluación económica

y financiera de inversiones agropecuarias. Manual de instrucción programada. J. A. Aguirre
Introducción a la fitopatología. L. C. González

Introduction to the diagnosis of plant disease. (An). Ch. Brathwaite
Invertebrate pests of annual food crops in Central America. A. B. S. King and J. L. Saunders
Management of low fertility acid soils of the american humid tropics. Varios
Manual de administración de empresas agropecuarias. G. Guerra
Manual de enseñanza práctica de producción de hortalizas. H. Holle y A. Montes
Métodos de investigación fitopatológica. E. R. French y T. T. Hebert
Mineralogía de arcillas de suelos. Eduardo Besoain
Modelos operacionales de reforma agraria y desarrollo rural en América Latina. A. García
Motores de combustión interna. J. Gilardi
Organización de la investigación agropecuaria. E. Trigo y M. Piñeiro, Coordinadores
***Organización y administración de la investigación agrícola.** I. Arnon

Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. A. B. S. King y J. L. Saunders
Proceedings caribbean workshop on the organisation and administration of agricultural research. Varios autores
Procesos sociales e innovación tecnológica. E. Trigo y M. Piñeiro
Producción de hortalizas. E. Cásseres
Química de suelos. H. Fassbender
Reparación de motores de tractores agrícolas. J. Gilardi
Sistemas de riego. Gurovich
Suelos del trópico. P. A. Sánchez
Taxonomía vegetal. A. Marzocca

Tecnología de la leche. A. Revilla
Tomates. R. Villareal
Traditional and potential fruit tree crop development. Varios

Tres formas de acelerar el crecimiento agrícola. A. T. Mosher
Yuca o mandioca. (La). A. Montaldo

Próxima aparición:

Aprovechamiento forestal. H. Anaya y P. Christiansen

Manual de prácticas de fruticultura. F. Leal y M. G. Antoni

Fisiología vegetal experimental. G. Fernández y M. Johnston

Series de diapositivas educativas sobre: caciones, fitopatología, botánica, clasificación de suelos, microbiología y bioquímica.

* Edición agotada.

Ejemplares fotocopiados o microfilmados pueden ser obtenidos en la siguiente dirección:
INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION 3501 Market Street, University City Science Center Philadelphia, P.A. 19104 USA.

Remita este cupón al Servicio Editorial IICA, Oficina Central, Apartado 55, 2200 Coronado, San José, Costa Rica, o a la Oficina del IICA en su país, la cual nos informará inmediatamente de su pedido.

- Remítame factura proforma por _____ ejemplar(es) de los libros arriba indicados.
- Envíeme el Catálogo de Publicaciones del IICA.
- Orden en firme sólo para librerías, instituciones o bibliotecas (agregue un 15% al monto para efectos de correo).

Nombre completo

Dirección

Firma



editorial IICA

*Este libro se terminó de imprimir en
los talleres de Imprenta y Litografía
Varitec S.A. en el mes de febrero 1986
Su edición consta de 3000 ejemplares.*

ISBN-92-9039-002-6

EN UN ENFOQUE DE SISTEMAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA Antonio Saravia expone, con sólidas argumentaciones científicas, la necesidad de incorporar este sistema organizativo a las prácticas del desarrollo agrícola, y con ello hacia su máxima aspiración, el desarrollo rural en general.

La obra parte de un cuidadoso análisis sobre lo que es la teoría de sistemas, su efectividad particular en la planificación y la ejecución de proyectos, así como en su evaluación. Posteriormente el autor inscribe dicho enfoque en aspectos concretos de inmediata aplicación, tales como la generación, transferencia y adopción de tecnología, la producción y la productividad, la investigación institucional y la educación, hasta proponer un modelo estructurado sobre subsistemas complementarios que integran toda una visión global del desarrollo. La metodología expuesta en esta valiosa obra puede ser, además, aplicada con algunas variantes a otros rubros de la actividad humana.

Antonio Saravia Goyenola (Uruguay, 1933), Ingeniero Agrónomo por la Facultad de Agronomía de Uruguay (1959), *Master Scientiae* por la *Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz"*, de la Universidad de San Pablo (Brasil, 1970), ha seguido además cursos en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores, de Monterrey, México. Su especialización comprende Fertilidad de Suelos, Nutrición de Plantas, Análisis Matemático y Estadística. Actualmente se desempeña como funcionario del IICA asignado en La Paz, Bolivia.

Portada: Fotografía por Marcel Sire, en *THE ASCENT OF MAN*, © Little, Brown and Co.