

AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
WASHINGTON, D. C. 20523
BIBLIOGRAPHIC INPUT SHEET

FOR AID USE ONLY

Batch 93

1. SUBJECT CLASSIFICATION	A. PRIMARY Food production and nutrition	AA50-0000-0000
	B. SECONDARY Research	

2. TITLE AND SUBTITLE
Investigacion agricola para paises en desarrollo

3. AUTHOR(S)
Moseman, A.H.

4. DOCUMENT DATE 1970	5. NUMBER OF PAGES 134p.	6. ARC NUMBER ARC
--------------------------	-----------------------------	----------------------

7. REFERENCE ORGANIZATION NAME AND ADDRESS

ADC

8. SUPPLEMENTARY NOTES (*Sponsoring Organization, Publishers, Availability*)
(In English and Spanish; English, 140p.:PN-AAC-063) (Translation provided by AID/LA/RTAC)

9. ABSTRACT

10. CONTROL NUMBER

PN-AAG-093

11. PRICE OF DOCUMENT

12. DESCRIPTORS

Developing countries
Organizations
Technology transfer

13. PROJECT NUMBER

14. CONTRACT NUMBER
CSD-2813 GTS

**INVESTIGACION AGRICOLA
PARA PAISES
EN DESARROLLO**

Bases para el Establecimiento
de Sistemas

Por: **Albert H. Moseman**
Miembro Asociado.
Consejo de Desarrollo Agrícola, Inc.



**EDITORIAL
ROBLE**

**CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA
AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL (A.I.D.)
MEXICO / BUENOS AIRES**



Título de la obra original:
**BUILDING AGRICULTURAL RESEARCH SYSTEMS
IN THE DEVELOPING NATIONS**

Copyright © 1970 por:
THE AGRICULTURAL DEVELOPMENT COUNCIL, INC.
Chicago, Illinois

Version en español por:
GHEGORIO MARTINEZ VALDES, Ph.D.,
especialista en información del CIMMYT, México

NOTA A ESTA EDICION

Esta publicación es traducción de la obra titulada **BUILDING AGRICULTURAL RESEARCH SYSTEMS IN THE DEVELOPING NATIONS** editada originalmente en inglés por **THE AGRICULTURAL DEVELOPMENT COUNCIL, INC.** y preparada conjuntamente por **EDITORIAL ROBLE** y el Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.), Departamento de Estado del Gobierno de los Estados Unidos de América. El Centro es una organización dedicada a la producción de versiones en español del material fílmico e impreso de los programas de cooperación técnica de la Alianza para el Progreso.

Primera edición en español, 1974

© Copyright en español por:

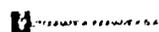
EDITORIAL ROBLE

Todos los derechos reservados

Ninguna parte de este libro se puede reproducir en forma alguna sin el permiso por escrito de la casa editora, con excepción de un crítico literario que desee publicar breves frases en algún trabajo de su especialidad para publicarse en revistas y periódicos, o difundirse por la radio y la televisión.

IMPRESO EN MEXICO

PRINTED IN MEXICO



Acerca del autor:

El interés de Albert H. Moseman en la investigación agrícola data desde los primeros años de la década de 1930, cuando hizo arreglos para efectuar ensayos de demostración de nuevos maíces híbridos en la finca de su familia, ubicada en el Noroeste de Nebraska.

De 1936 a 1940, siendo todavía estudiante, trabajó en la Oficina de Fitoindustria del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), como asistente en el programa cooperativo de mejoramiento de trigo rojo de invierno, realizado por las estaciones experimentales de Nebraska y de otros estados de la región de las grandes planicies. Dicho trabajo le dio una visión profunda y operativa de esta labor coordinada de investigación regional y del programa nacional del cual forma parte. Esta experiencia se aplicó cuando participó en el proyecto de investigación para el mejoramiento del lino, llevado a cabo cooperativamente entre el USDA y la Estación Agrícola Experimental de Minnesota. Durante los años de la Segunda Guerra Mundial, el proyecto se transformó en una actividad coordinada a nivel nacional, en la cual hubo investigación y ensayos cooperativos en 45 localidades de los Estados Unidos y Canadá.

En 1944, el Dr. Moseman fue nombrado asistente del Jefe de la Oficina de Fitoindustria, Suelos e Ingeniería Agrícola, de la Estación de Fitoindustria del USDA, en Beltsville, Maryland. Sus principales tareas se relacionaron con el planeamiento y coordinación de los programas de las recién consolidadas unidades de investigación de fitoindustria, suelos e ingeniería agrícola. La administración de cultivos prosiguió siendo su tarea de 1951 a 1953, cuando fue Jefe de la Oficina de Fitoindustria, Suelos e Ingeniería Agrícola, y de 1953 a 1956 al fungir como Director de Investigación de Cultivos del USDA.

Como miembro del primer grupo de expertos enviado, en 1950, por el Departamento de Estado a discutir con gobiernos extranjeros las posibilidades de cooperación bajo el programa del Punto IV, el Dr. Moseman tuvo la oportunidad de estudiar y estimar las capacidades de investigación agrícola a nivel nacional de numerosos países en desarrollo del Cercano y Medio Oriente, el Sur de Asia y el Lejano Oriente. Su regreso a la India en 1955, en su papel de miembro del Grupo Conjunto Indo-Norteamericano de Investigación y Educación Agrícola, le abrió paso a la invitación para ingresar al personal de la Fundación Rockefeller, a efecto de implantar las recomendaciones del Grupo Conjunto. Se dio especial importancia al fortalecimiento del sistema nacional de investigación de la India.

Durante los años 1960-1965, en que el Dr. Moseman fungió como

Director del Programa de Ciencias Agrícolas de la Fundación Rockefeller, las actividades de investigación cooperativa sobre maíz y trigo se expandieron para alcanzar dimensiones internacionales más amplias. Los trigos mexicanos enanos de amplia adaptación y el Instituto Internacional de Investigaciones sobre Arroz surgieron en esa época. El Dr. Moseman prestó atención particular al fortalecimiento de los sistemas nacionales de investigación de los países donde la Fundación tiene programas cooperativos. Se dio importancia especial al planeamiento del nuevo centro de operaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de México y de su red de estaciones experimentales regionales, al desarrollo del Instituto Colombiano Agropecuario con un sistema nacional de investigación agrícola, y al fortalecimiento de la organización de las estaciones experimentales de Chile.

La estrecha asociación del Dr. Moseman con los programas de ayuda externa de los Estados Unidos —la cual incluye dos años como Administrador Asistente del Programa de Cooperación Técnica e Investigación de USAID— junto con la experiencia previa con una de las principales fundaciones privadas y con el programa coordinado entre el USDA y las estaciones experimentales estatales, le han proporcionado una oportunidad única para estimar la situación y el potencial de la ciencia y la tecnología en los países en desarrollo. Esta experiencia le ha llevado a la convicción de que la base internacional de la investigación agrícola debe ampliarse y fortalecerse mediante la formación de sistemas nacionales, a fin de que la agricultura progrese en muchas de las naciones deficitarias en la producción de alimentos.

CONTENIDO

Capítulo I

INTRODUCCION	1
La imagen del problema alimentario mundial, 1969	2
Reestructuración de las estrategias para el desarrollo agrícola	4
Factores en el crecimiento agrícola	5
La era de la tecnología	7
Problemas de "segunda generación" causados por la revolución verde.	9
Desarrollo de la capacidad nacional de investigación	11

Capítulo II

LA BASE DE LA INVESTIGACION AGRICOLA DE LOS ESTADOS UNIDOS	15
Las estaciones experimentales agrícolas estatales	15
La evolución de los conceptos de experimentación	17
Las estaciones experimentales como entidades propias	18
Relaciones entre científicos y educadores	19
La naturaleza y la calidad de la investigación	20
Investigación y extensión	21
Las estaciones experimentales en el sistema nacional	21
Las estaciones experimentales estatales y el desarrollo agrícola internacional	22
La investigación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos	23
Estaciones y laboratorios federales de investigación	24
Relaciones federales-estatales	26
Investigación regional coordinada	28
Investigación adaptativa	29
Investigación interdisciplinaria sobre nuevos conjuntos de prácticas	30
Protección vegetal	31

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

El apoyo a la investigación por parte de la industria agrícola . . . . .	.32
La agroindustria . . . . .	.32
Las industrias procesadoras . . . . .	.33
Otras organizaciones y asociaciones . . . . .	.34
Programas cooperativos nacionales de investigación con dimensión internacional . . . . .	.35
Introducción de plantas . . . . .	.35
El programa nacional de investigación sobre mejoramiento del trigo . . . . .	.38
Una estimación del sistema institucionalizado de ciencias agrícolas de los Estados Unidos . . . . .	.43
Estabilidad organizativa y presupuestaria . . . . .	.43
Flexibilidad y capacidad de respuesta . . . . .	.45
Aplicabilidad en los países en desarrollo . . . . .	.45

Capítulo III

ORGANIZACIONES DE INVESTIGACION AGRICOLA EN LOS PAISES EN DESARROLLO47

Algunos esquemas de organización . . . . .	.47
Personal científico . . . . .	.49
El nivel y la calidad del adiestramiento . . . . .	.50
Aptitud y dedicación de los investigadores . . . . .	.51
Especialización . . . . .	.52
Fortalecimiento de los programas de adiestramiento . . . . .	.52
Deficiencias de los programas generales . . . . .	.53

Capítulo IV

LA TECNOLOGIA EN LOS PROGRAMAS DE ASISTENCIA TECNICA PATROCINADOS POR LOS ESTADOS UNIDOS55

Primeros esfuerzos cooperativos de asistencia técnica del Gobierno de los Estados Unidos . . . . .	.56
Cooperación en el Continente Americano . . . . .	.56
La agricultura en el Plan Marshall . . . . .	.58

Contenido

La tecnología agrícola en el programa del
Punto IV – después de 1951 58

 El hincapié en las actividades de extensión y de
 desarrollo de la comunidad 59

 El síndrome de los “programas temporales” 60

 Investigación mediante contratos de la AID
 con Universidades Land Grant 61

 El programa central de investigación de la AID 63

El papel de la USAID en la provisión de la
nueva ciencia y tecnología 64

Capítulo V

INVESTIGACION ADAPTATIVA 67

 Programa internacional de mejoramiento de trigo 69

 Programas internacionales sobre maíz, otros
 cultivos y sobre ganado 72

 Investigación adaptativa patrocinada por USAID 74

 Equipos de investigación adaptativa 75

 Proyectos de investigación adaptativa y sistemas
 nacionales de investigación 75

Capítulo VI

**INSTITUTOS DE INVESTIGACION AGRICOLA
ESPECIALIZADA 79**

 La experiencia de los Estados Unidos 79

 Institutos de investigación especializada en los
 países en desarrollo 80

 Los Institutos internacionales de investigación agrícola 81

 Relación entre los institutos especializados con
 los sistemas nacionales de investigación agrícola 82

Capítulo VII

EL FORTALECIMIENTO DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INVESTIGACION .....	.85
Investigación sobre protección vegetal .....	.86
Costo y beneficio de la investigación agrícola .....	.88
Planeación de los sistemas nacionales de investigación .....	.89
Alcance y complejidad de las organizaciones nacionales .....	.91
Un esquema de investigación multidisciplinaria, orientada hacia la solución de los problemas .....	.93
Responsabilidades del gobierno central y de los gobiernos estatales .....	.95
Vínculos entre investigación, educación y extensión .....	.97
Algunos esquemas en proceso de formación .....	.98
El sistema nacional de investigación agrícola de la India .....	.98
Sistemas en otros países .....	.101
Coordinación de los recursos de asistencia técnica en la formación de sistemas nacionales de investigación agrícola .....	.102

Capítulo VIII

RESUMEN Y CONCLUSIONES .....	.105
BIBLIOGRAFIA.....	.111

Capítulo I

INTRODUCCION

La intensa sequía que asoló a la India en 1965 enfocó la atención sobre la creciente y crítica escasez de alimentos en el mundo. Durante muchos años, agrónomos y demógrafos habían compartido su preocupación por la constante disminución del abastecimiento alimentario per cápita en los países en desarrollo. Pero sólo la realidad descarnada del hambre colectiva que se cernía sobre muchas de estas naciones, situó el problema en el primer plano del pensamiento de numerosos políticos y administradores de los países en desarrollo y de las organizaciones interesadas en el desarrollo internacional.

La nueva advertencia de la necesidad de mejorar la agricultura se reflejó en muchas actividades específicas. El Comité de Ayuda para el Desarrollo, dependiente de la Oficina de Cooperación Económica y Desarrollo, se reunió en Washington en julio de 1966, a efecto de considerar algunas acciones especiales para mejorar la producción internacional de alimentos. El Comité de Asesores Científicos de la Presidencia de los EE. UU., organizó un panel sobre el Abastecimiento Mundial de Alimentos que llevó a cabo un estudio detallado y elaboró un informe, *The World Food Problem**, en mayo de 1967 (Food Problem, 1967). La Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) reestructuró su organización y programas al establecer, en febrero de 1967, una oficina de lucha contra el hambre, con el objeto de prestar atención especial a la agricultura, la nutrición y la planificación familiar.

Los esfuerzos para establecer o fortalecer actividades de planificación familiar se intensificaron en ciertos países en desarrollo que afrontaban una escasez de alimentos especialmente crítica. Los presupuestos destinados a los programas de planificación familiar no sólo se aumentaron de

*El problema de la alimentación mundial.

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

5 millones de dólares en el año fiscal de 1967 a 35 millones en 1968 y a 50 millones en 1969, sino que dichos fondos fueron aprobados por el Congreso, específicamente para tal propósito.

No podría decirse que el déficit alimentario de la India fuese inesperado. El grupo de expertos en producción agrícola auspiciado por la Fundación Ford, en su informe de abril de 1959, *India's Food Crisis and Steps to Meet It** (Ford Foundation, 1959, 3, 3-4), asentó que este grupo,

... llega a la conclusión ineludible de que el problema principal para la India en los próximos años es lograr un aumento inmediato y drástico en su producción de alimentos. Señala que sin alimentos suficientes, las esperanzas de la India para mejorar el bienestar de su población, lograr la justicia social y asegurar la democracia, serán casi imposibles.

El grupo indicó también:

Si la producción de alimentos no aumenta en la India a una tasa más rápida que la actual, *la brecha entre las existencias reales y la meta será de 28 millones de toneladas métricas para 1965-66*. Tal significará un 25 por ciento de retroceso en términos de las necesidades. *Ningún programa de importación o de racionamiento podrá resolver una crisis de esta magnitud.*

Pese a esta advertencia tan directa de un equipo de expertos agrícolas que enfocaron su atención específicamente en la India, y pese a las pruebas constantes proporcionadas por la FAO sobre la disminución persistente del abastecimiento per cápita de alimentos en muchos países en desarrollo, el problema de la abundancia de gente en relación a lo inadecuado de la producción de alimentos, no logró un reconocimiento internacional sino hasta 1966.

Los esfuerzos especiales emprendidos en 1966 y 1967 para movilizar recursos dirigidos al mejoramiento agrícola internacional reflejaron la presunción de que este problema persistiría hasta fines del siglo, y que el problema figuraba junto con la búsqueda de la paz mundial como la prioridad que requería una atención internacional conjunta.

La imagen del problema alimentario mundial, 1969

Dentro de los tres años que siguieron al despertar internacional con respecto a la posibilidad de afrontar hambres masivas, surgió un espíritu de optimismo cauteloso sobre el cercano fin de las existencias de ali-

* La crisis alimentaria de la India y los pasos para resolverla.

mentos en el mundo. Las cosechas récord de trigo logradas en 1967 y 1968 en el sureste de Asia y en los países productores de arroz, dieron la seguridad de que la crisis alimentaria mundial *inmediata* no es insuperable. Y el aumento de la productividad de los granos alimenticios en India, Pakistán, las Filipinas y otros países asiáticos, apoyaron vigorosamente las expectativas de que estos países pueden lograr su autoabastecimiento de granos básicos en los próximos años.

La rápida y aparentemente simple solución al problema alimentario mundial hacia fines de 1968, provocó que los funcionarios gubernamentales de los países en desarrollo y algunos dirigentes de instituciones nacionales e internacionales patrocinadoras de programas de desarrollo, subestimaran de nuevo la tarea del desarrollo agrícola y las complejidades de los componentes interactuantes dentro de ese desarrollo.

Una labor importante para evitar el resurgimiento de la complacencia es la presentación de un panorama real de la agricultura mundial al público de los Estados Unidos. Este público está tan sobresaturado de informes sobre excedentes agrícolas y ha desarrollado tal apatía y antagonismo contra la ayuda exterior que el Congreso, como reflejo de esta actitud, redujo las asignaciones para el programa de USAID a un récord mínimo de 1,750 millones de dólares para el año fiscal de 1969.

Un artículo aparecido en el *New York Times* sobre la agricultura estadounidense (Fowler, 1968) indicó: "Saturación es un término que se aplica este año a las cosechas de trigo, maíz y soya, tres de los productos más básicos y valiosos del país". La revisión hecha por el *New York Times* (Sept. 13, 1968) sobre el informe anual de la FAO, *The State of Food and Agriculture, 1967** (FAO, 1967,) señaló las tendencias favorables de la producción mundial de alimentos, con incrementos de 6 por ciento en algunos países en desarrollo, en contraste con un aumento medio en la población mundial de únicamente 2.2 por ciento. La larga columna que comentaba el informe de la FAO decía que "La situación agrícola y alimentaria en el mundo se encuentra ahora en un estado de transición y esperanza", y seguía con un breve informe titulado "Los daneses temen una sobresaturación de grano", el cual apuntaba que la abundante cosecha de grano de 1968 amenazaba con reducir los precios que los daneses recibirían por sus cosechas.

Confrontamos todavía la imagen de la abundancia en la sección de finanzas del *New York Times* que publicó el artículo "La sobresaturación de granos alimenticios ponen tensas las relaciones comerciales" (Jones, 1969). El artículo comienza diciendo: "El aumento en la producción de los principales cultivos alimenticios —un potencial brillante

*El estado de la agricultura y la alimentación, 1967

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

para alimentar a una mayor población— levanta ahora costosos excedentes y hace tensas las relaciones de comercio internacional”. El artículo termina con la siguiente declaración:

... Los pronósticos de hace pocos años de que el aumento demográfico traería consigo hambres masivas no son ya válidos. Aun en los países en desarrollo, según informes autorizados, la producción de granos básicos, como resultado de un nuevo énfasis en los programas agrícolas, crece ahora tan rápidamente como su tasa de 2.5 por ciento anual de su tasa demográfica.

Ante estas aseveraciones superoptimistas sobre el futuro de la producción de alimentos, es difícil mantener el sentido de la urgencia, o preocuparse sobre el Famine 1975! (Paddock, 1967)*. Todavía suelen llevarse a cabo conferencias periódicas para revisar el problema del aumento de la población vs. la producción de alimentos, pero el asunto parece relegado y más bien de un interés académico, en lugar de ser de interés internacional crítico y continuo. En general, no se ha reconocido que el encuentro reciente fue una mera escaramuza en la constante guerra contra el hambre, que fuimos más afortunados en tener a la mano las municiones apropiadas y que las soluciones estáticas no irán a la par con las nuevas dimensiones dinámicas del problema.

Reestructuración de las estrategias para el desarrollo agrícola

El aumento en la productividad del trigo y del arroz en ciertas naciones asiáticas con déficit alimentario ha “comprado” tiempo extra—tal vez una década— durante el cual la producción puede incrementarse más aún mediante una explotación más intensa de las nuevas prácticas agrícolas. Para entonces hemos de enfrentarnos de nuevo con la necesidad de acelerar todavía más la tasa de mejoramiento de la productividad, a fin de satisfacer las necesidades de alimentos del mundo de 1980 y de los años que siguen. Como lo mencionó Robert S. McNamara, Presidente del Banco Mundial, en un discurso pronunciado en la Universidad de Notre Dame (McNamara, 1969, 19, 15-16), “La dignidad humana está severamente amenazada por la explosión demográfica -- más severamente, más completamente, más ciertamente amenazada que por cualquier catástrofe que el mundo haya padecido”. El Sr. McNamara señaló más aún:

El hambre total no es inevitable. Estoy seguro que hay tiempo para revertir la situación, si lo utilizamos bien. Queda poco tiempo, pero ciertamente hay

*:Hambre, 1975!

oportunidad. Se trata del tiempo que nos han suministrado los creadores de la revolución en la tecnología agrícola: una revolución basada en nuevas semillas, líneas híbridas, fertilizantes y el uso intensificado de los recursos naturales. Se trata de una revolución que ya ha aumentado en más de un 100% los rendimientos de los granos alimenticios en algunas zonas del sureste de Asia, y que promete incrementar los rendimientos en 1.25 toneladas por hectárea en toda Asia. Es una revolución que ha ampliado el número de hectáreas cultivadas con las nuevas semillas de 200 en 1965 a 20 millones en 1968-- y a una superficie estimada en 34 millones en 1969--, pero que todavía tiene que difundirse a mucho más que un pequeño porcentaje de las zonas productoras de arroz y trigo de todo el mundo.

Si aceleramos la difusión de esta revolución agrícola -- mediante una asistencia técnica y financiera adecuadamente administrada a los países en desarrollo -- podemos esperar que durante las próximas dos décadas, el abastecimiento de alimentos del mundo crezca a una tasa más rápida que su población.

Al hacer hincapié en las consecuencias críticas del crecimiento demográfico indiscriminado, el Sr. McNamara apuntó:

No tiene caso ser ingenuamente optimista acerca de una situación tan peligrosa como lo es la que se refiere a la población. Empero, confío en que la aplicación de la nueva tecnología acrecentará dramáticamente la tasa de crecimiento agrícola y comprará dos décadas -- admisiblemente, el mínimo de tiempo -- que se necesitarán para hacer frente a la explosión demográfica, y reducir la a proporciones manejables.

Sea que el respiro en la crisis mundial de alimentos se extienda por una década o por dos, *hay muy poca diferencia de opinión entre las personas seriamente preocupadas por el rápido aumento de población con respecto a la necesidad de programas de planificación familiar más efectivos y a la necesidad de mejorar las estrategias para lograr un crecimiento sostenido en la producción de alimentos y en la agricultura general de los países en desarrollo.*

Los problemas de alimentación y población están interrelacionados, pero el propósito de este trabajo es revisar alguna experiencia previa en el desarrollo agrícola, y particularmente dentro de la tecnología agrícola, a fin de identificar oportunidades para acelerar y sostener el crecimiento de la agricultura.

Factores en el crecimiento agrícola

Mucho se ha aprendido sobre el desarrollo económico y sobre los componentes del crecimiento agrícola durante más de 20 años de colaboración de los Estados Unidos con los países subdesarrollados. Sin embargo, un aspecto interesante de algunos análisis profundos del desa-

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

rollo agrícola es la identificación efectiva de los componentes críticos, y de allí la ofuscación de tales identidades específicas con las generalizaciones de que “el desarrollo agrícola y el desarrollo económico general son críticamente interdependientes en los países hambrientos”, o bien, “cualquier solución permanente de los problemas nutricionales depende del poder adquisitivo del consumidor y por lo tanto del progreso de los sectores no agrícolas de la economía”. Tales aseveraciones, la primera del *Report of the Panel on the World Food Supply* (Food Problem, 1967)* y la segunda del informe anual de la FAO, *The State of Food and Agriculture, 1967***, aunque básicamente correctos, no deben justificar la continuación de las tendencias anteriores que tocan superficialmente muchas cosas — o que se concentran en los que parecen ser factores sencillos— para fallar en la identificación de los elementos importantes del problema agrícola.

No necesitamos debatir lo deseable de un crecimiento bien redondeado en los varios sectores de la economía, o la importancia de la agricultura versus la industria. Es esencial tratar como un desafío especial la tarea de aumentar la producción de alimentos y el desarrollo agrícola relevante y evitar la mezcla de este esfuerzo en programas más amplios o generalizados de desarrollo económico. La creación de una agricultura más productiva no debe sumergirse ya bajo las preocupaciones generales acerca de bienestar social rural. Este último es un importante problema, pero especial y distinto.

Mosher (1966) identifica los elementos esenciales del desarrollo agrícola como 1) mercado para los productos, 2) tecnología constantemente cambiante, 3) disponibilidad de insumos y equipo a nivel local, 4) incentivos de producción para los agricultores, y 5) transporte. Como “aceleradores” entista, 1) la educación para el desarrollo, 2) el crédito para la producción, 3) la acción en conjunto por parte de los agricultores, 4) el mejoramiento y expansión de las tierras agrícolas y 5) el planeamiento nacional.

Por supuesto, hay diversos puntos de vista sobre la importancia relativa de los diferentes factores, pero existe una prueba creciente de que la elaboración real en la planificación del desarrollo económico estriba en el fortalecimiento de cada componente individual y luego en el acoplamiento efectivo mediante la coordinación. Hasta ahora, el enfoque del “practicante general” en el mejoramiento agrícola no ha sido particularmente efectivo en los programas de asistencia técnica patrocinados por los Estados Unidos, y nuestra experiencia doméstica en la

* Informe del Panel sobre el Abastecimiento Mundial de Alimentos

** El estado de la agricultura y la alimentación, 1967

modernización de la agricultura ejemplifica el valor de combinar diversas especialidades. Hay que dar atención apropiada a cada elemento pertinente para asegurar su adecuación en el desempeño de un papel efectivo en el proceso del crecimiento agrícola.

La era de la tecnología

Aunque no debemos preocuparnos acerca de la *importancia* relativa de los componentes del crecimiento agrícola, debemos estar alerta acerca de la *oportunidad* del papel que éstos desempeñan.

Hemos visto el resultado de muchos años de intentos de utilizar tecnología agrícola *inadecuada* en programas de asistencia técnica, en los cuales se concedió atención primordial al desarrollo de la comunidad, sistemas de extensión, cooperativas, organizaciones de crédito, o a otros factores. Durante los últimos 3 años hemos tenido una demostración convincente de la significación de una tecnología bien *adecuada*, elaborada específicamente para la agricultura tropical.

El avance espectacular en la producción agrícola en Asia ha sido denominado "la revolución verde". Los factores que se combinaron para obtener una mayor producción de granos alimenticios incluyen: 1) un fuerte interés y apoyo de los estratos superiores de los gobiernos nacionales, 2) mayores incentivos para los agricultores, entre los cuales figuran precios de garantía y seguridad de mercadeo, 3) disponibilidad de los insumos esenciales de la producción tales como fertilizantes, insecticidas y equipo, 4) sistemas de promoción o extensión más efectivos, y 5) nueva tecnología.

Los "paquetes de prácticas" que representan la nueva tecnología para la producción de trigo y arroz han sido generalmente reconocidos como las fuerzas dominantes en la generación de niveles superiores de productividad. Las variedades de trigo de paja corta, alto rendimiento, con alta capacidad de respuesta a los fertilizantes, e insensibles al fotoperíodo, junto con las prácticas culturales mejoradas, el mejor manejo del agua de riego, y el control más efectivo de las plagas, son el producto de un intenso esfuerzo de investigación llevado a cabo cooperativamente por la Secretaría de Agricultura en México y la Fundación Rockefeller desde 1943. Esta nueva tecnología de producción, desarrollada bajo las condiciones tropicales y subtropicales de México, se probó extensivamente en ensayos que se iniciaron a principios de la década de 1960 en los países del Cercano Oriente y del Sur de Asia, con la cooperación de la FAO, y desde 1963 en India y en Pakistán (Krull, 1968).

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

Las variedades de arroz de alto rendimiento IR-8 e IR-5, y las prácticas de producción relacionadas, son el producto de una investigación intensa y multidisciplinaria, efectuada por el Instituto Internacional de Investigaciones sobre Arroz, que se estableció en 1962 merced a un auspicio cooperativo de las Fundaciones Ford y Rockefeller y el Gobierno de las Filipinas.

Afortunadamente, los insumos de la nueva tecnología estaban ya disponibles cuando los varios países asiáticos tomaron la decisión de emprender una acción dinámica y vigorosa para aumentar la productividad agrícola. Sin este componente esencial, el problema alimentario mundial ocuparía todavía el primer lugar entre las preocupaciones internacionales.

El mayor potencial de rendimiento de la nueva tecnología de producción de trigo y arroz no sólo ha sido básico para el desarrollo agrícola, sino que también ha ensanchado la significación de los componentes asociados con el crecimiento. Los programas de extensión son de poco valor a menos que se tenga algo que valga la pena divulgar; el crédito y los sistemas de mercadeo tienen mayor relevancia cuando los niveles de producción se tornan redituables con respecto a las inversiones que necesita la agricultura comercial. Por su parte, los fertilizantes, los pesticidas y la maquinaria agrícola tienen significado cuando su adquisición y uso da como resultado una mayor productividad.

Sobre la base de un análisis crítico de los factores que influyen en el progreso rural en la India, el Dr. John W. Mellor (1968, 363-64), profesor de economía agrícola de la Universidad de Cornell, concluyó:

La crítica más común de la política de desarrollo agrícola de la India es que no se reconoció al principio una deficiencia clave: la falta de una organización efectiva que produjese un flujo constante de innovaciones altamente redituables, adecuadas para las condiciones del país. Las razones de este error son demasiado obvias. Había ya un programa de investigación de proporciones sustanciales que clamaba haber obtenido un cúmulo de resultados probados, listos para aplicarse en los campos de los agricultores. El error no consistió en subestimar la importancia de la tecnología mejorada, sino en sobreestimar la productividad y aplicabilidad de lo que se tenía a la mano.

El problema de la investigación se percibió más aun durante los períodos del segundo y del tercer plan. Según se pudo ver, se hubiesen ahorrado por lo menos cinco años, o quizás hasta diez, si este problema se hubiera comprendido mejor y atacado desde el principio. Al comenzar un programa integral de investigación, el esfuerzo debe ser necesariamente pequeño por la falta de personal en los niveles técnico y administrativo y porque se debe ir paso por paso a fin de integrarse adecuadamente con otras instituciones. Por lo tanto, un esfuerzo en esta dirección al iniciarse el primer plan no hubiese sido en detrimento de otros esfuerzos, por ejemplo, el programa de desarrollo de la comunidad, y en cambio conforme creciera gradualmente y tuviese éxito,

hubiera aumentado rápidamente la productividad de otros recursos en el proceso del desarrollo agrícola.

La lección obvia es que la primera fase del programa de desarrollo agrícola debe ser la iniciación de un programa de investigación sustancial, altamente integrado y directamente conectado con los problemas a nivel de la finca por un lado y conectado con la investigación básica y los esfuerzos foráneos por el otro.

Problemas de "segunda generación" causados por la revolución verde.

La producción masiva de granos básicos en el curso de los últimos dos años ha centrado la atención en una amplia gama de problemas que surgen en el sector agrícola de los países participantes. Estos problemas han sido identificados por Blume (1968), Dalrymple (1969), Wharton (1969), Eicher (1969), Flores (1969) y otros. En su mayor parte estos problemas no son nuevos y hubiesen sido mínimos si en los programas de desarrollo nacional se hubiera dado atención a la magnitud de la infraestructura y los servicios requeridos para los niveles de producción que se aproximan a las necesidades nacionales.

Los ajustes que necesita una agricultura cambiante y creciente varían de país a país. Los problemas son en su mayoría específicos para un país dado, si es que no son específicos para una localidad, y requerirán de estudios que consideren los factores sociales y políticos, tanto como los ambientes físicos.

La amplia publicidad dada a los "trigos mexicanos" y al "arroz milagro" ha creado la impresión de que la nueva tecnología, por sí misma, es responsable de los aumentos de la producción de cereales. Hay también la falsa suposición de que la "investigación biológica" se tiene a la mano y que se pueden obtener casi instantáneamente nuevos insumos tecnológicos de una manera relativamente simple, a través de los pocos centros de investigación relacionados con la agricultura tropical a nivel internacional.

Estos juicios no reconocen que los avances recientes de la productividad del trigo y del arroz constituyen sucesos muy poco usuales y que los progresos de tal magnitud en el potencial de rendimiento no se generan a voluntad.

De igual modo, la *productividad sostenida* bajo variadas condiciones de cultivo no se puede estimar bajo la base de uno o dos ciclos, sino que se debe juzgar una vez que haya pasado el tiempo suficiente como para confrontar los materiales vegetales exógenos con las plagas y enfermedades locales.

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

Los procedimientos de fitomejoramiento establecidos señalan en general un mínimo de tres años de pruebas extensivas con una nueva variedad antes de que ésta se distribuya a los productores. En el caso particular de las variedades mejoradas de arroz, éstas se promovieron a escala de producción extensiva en algunos países después de sólo un ciclo de ensayos de observación en un número reducido de localidades. La fuerte destrucción de siembras de IR-8 causada por enfermedades virosas, hongos y bacterias en 1968 en varios países, subraya la importancia de no únicamente los ensayos preliminares sino también de la investigación de protección subsiguiente. La susceptibilidad de los trigos mexicanos a ciertas razas de roya que existen en India, Pakistán y Turquía, es un hecho reconocido por fitomejoradores y patólogos, inclusive por los investigadores que los desarrollaron.

Además de la urgente necesidad de *investigación de protección para mantener los avances* en la tecnología de producción de trigo y arroz, hay que llevar a cabo más investigación adaptativa para explotar los nuevos potenciales de rendimiento mediante el desarrollo de "paquetes de prácticas" más precisos para otras áreas de cultivo.

Hay que emprender labores de investigación efectiva para conseguir aumentos continuos de la productividad. Tal esfuerzo debe integrar la atención hacia los factores de fitomejoramiento, la ciencia del suelo y el control de plagas y enfermedades que se combinan a fin de lograr nuevas capacidades de rendimiento. Los cambios de las características de las variedades, por ejemplo, el color del grano de trigo, o la calidad de cocción del arroz, también demandarán investigación adaptativa.

Una consideración igualmente importante es la *investigación para aumentar la diversificación* y para ensanchar la base de la producción agrícola en los varios países en desarrollo. Para ello se necesita prestar atención no solamente a los granos alimenticios sino también a otros cultivos, oleaginosas, plantas productoras de fibra, cultivos industriales, mejoramiento del ganado, desarrollo de proyectos de mejoramiento de tierras y de irrigación, manejo del agua, del suelo y de la investigación sobre proceso y calidad de los productos. Las dimensiones no biológicas de los problemas que requieren investigación también se pueden identificar. Es evidente que la atención dada al desarrollo de la infraestructura, particularmente lo que se refiere al transporte, almacenamiento y procesamiento, no se proyectó para las necesidades *crecientes* de las naciones en desarrollo, de modo de habilitarlas para manejar las cantidades de productos agrícolas necesarios para el autoabastecimiento de una población en aumento constante.

Habrà que revisar las medidas adoptadas para estimular e intensificar la producción agrícola —por ejemplo, precios de garantía y otros in-

centivos para los agricultores, y un mercado seguro—, a fin de mantener la producción futura en un equilibrio razonable con las oportunidades de mercadeo. Las expectativas de ciertos países de que sus excedentes de granos encuentren una aceptación rápida en los canales del mercado internacional han sido efímeras y deben reconsiderarse realísticamente con objeto de evitar una sobreinversión por parte de los gobiernos en los programas de precios de garantía para cultivos que carecen de mercado.

La investigación sobre administración de la finca y sobre costos de producción para los diferentes tipos o sistemas de cultivo, inclusive estudios de sustitución de importaciones, será esencial para guiar los programas nacionales de diversificación agrícola. Al mismo tiempo habrá que fortalecer la investigación sobre economía y ciencias sociales a fin de reducir al mínimo los problemas de disparidad de ingreso en las áreas rurales y para atemperar el impacto social del desarrollo agrícola y del cambio no sólo en las comunidades rurales sino también en la aceleración de la urbanización conforme avanza el desarrollo nacional.

Desarrollo de la capacidad nacional de investigación

Desde una perspectiva general o internacional, sólo se pueden apreciar y resolver algunos problemas internacionales inherentes al proceso del crecimiento y desarrollo agrícola. La mayoría requerirá de un conocimiento íntimo de las condiciones particulares, sea que consideremos los suelos y los climas de las regiones productoras o las características étnicas y sociales de comunidades específicas. Es de tremenda importancia, por consiguiente, que cada nación en desarrollo forme y fortalezca su propia capacidad de investigación, no únicamente para suministrar nuevos insumos biológicos sino también para proporcionar la orientación y el entendimiento de los múltiples factores asociados con el desarrollo económico sostenido.

Con base en la experiencia de los Estados Unidos, podemos concluir que la ayuda a las ciencias agrícolas procedente de fuentes externas debe ser una cosa temporal y que el crecimiento sostenido comienza en realidad cuando un país establece sus propias instituciones de investigación. Esto tiene una especial relevancia en la época actual, puesto que muchos países ganaron recientemente su independencia política y no se debe esperar que se contenten con un statu quo colonial en la ciencia y la tecnología.

Los centros o institutos internacionales de investigación son principalmente— y es probable que continúen siendo—centros de recursos y

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

puntos de distribución de innovaciones que se necesitará adaptar a los ambientes locales específicos con el fin de obtener los máximos beneficios de su potencial básico. Por consiguiente, estos centros desempeñarán un papel importante, pero ciertamente parcial y de transición, en la agricultura mundial conforme cada país desarrolla su propia capacidad de investigación.

Muchos programas internacionales de ayuda técnica se interesan en algún aspecto del desarrollo institucional. Sin embargo, muy pocos se orientan hacia la formación de sistemas nacionales de investigación agrícola. Como lo señala el Dr. T. W. Schultz (1964,201), de la Universidad de Chicago:

Aunque nuestro gobierno ha participado activamente en labores de ayuda técnica en Latinoamérica durante dos décadas, la triste verdad es que ningún centro de investigación agrícola de primera clase se ha desarrollado como resultado de esas actividades. México ha tenido un desempeño notable, pero no porque se lo deba a algún programa de asistencia técnica del Gobierno de los Estados Unidos. Los fondos y los recursos humanos suministrados por la Fundación Rockefeller han desempeñado, sin embargo, una parte en el proceso mexicano. Japón, por sí mismo, ha logrado avances excepcionales. Pero al través del Sur de Asia, donde tenemos compromisos oficiales y privados para ayudar a la agricultura, la nueva investigación agrícola ha sido ignorada, con muy pocas excepciones. Entre tales excepciones figuran la nueva investigación para desarrollar variedades superiores de trigo, maíz y sorgo en la India, y el recientemente establecido Instituto Internacional de Investigaciones sobre Arroz, en las Filipinas.

Habrá quien tome partido con respecto al juicio antes anotado, pero persiste el hecho de que lamentablemente tenemos muy pocos centros de investigación agrícola efectivos, cinco años después de la declaración de Schultz. La poca atención prestada a la formación de sistemas nacionales de investigación agrícola no sólo refleja la falta de percepción de tal necesidad por parte de la mayoría de las naciones en desarrollo, sino también —y esto es muy significativo— la continua carencia de interés por parte de muchas instituciones y países patrocinadores.

El aumento continuo de la productividad de la agricultura estadounidense, que ha permitido la duplicación o cuadruplicación del rendimiento de muchos cultivos durante las últimas tres décadas, se originó en un sistema altamente integrado de ciencia agrícola institucionalizada. Empero, hasta ahora nuestros programas de asistencia técnica subrayan principalmente los intentos de transferir los frutos de este sistema, o el trasplante de únicamente los componentes seleccionados de las instituciones dentro del sistema. Y en tanto que la tecnología introducida de producción de trigo y arroz ilustra en forma dramática el potencial de una investigación bien diseñada, contribuirá poco al desarrollo de los

insumos de crecimiento continuo y a largo plazo a menos que estos proyectos se instituyan dentro de organizaciones nacionales efectivas.

Tal vez el aspecto más cierto acerca de la formación de sistemas nacionales de investigación agrícola, es que ni su significación ni su proceso son bien comprendidos por la mayoría de quienes trabajan en el desarrollo agrícola internacional. Al parecer, quienes nos interesamos en el problema, hemos desempeñado un papel más bien mediocre en comunicar la relevancia de la ciencia agrícola institucionalizada, su estructura, sus funciones, y los procedimientos mediante los cuales podemos fortalecer o establecer este recurso nacional tan esencial.

Una dificultad importante es que las personas que participan en los programas de desarrollo agrícola operan desde bases ampliamente divergentes de conocimiento y experiencia. Proviene de distintas disciplinas científicas o profesionales: economía, ciencias sociales, o ciencias naturales. La variación pudiera radicar dentro de la profesión, digamos como científico-investigador, maestro o agente de extensión; o bien puede encontrarse en el alcance de la experiencia profesional, al nivel local, estatal, nacional o internacional. Independientemente de los antecedentes específicos desde los cuales operamos, encontraremos difícil percibir el alcance de la tarea de formar instituciones de investigación agrícola efectivas dentro de los sistemas nacionales en los países en desarrollo, debido a que tenemos un concepto incompleto y fraccionado de tales sistemas.

Este trabajo revisa algunas características pertinentes o componentes de programas efectivos de investigación agrícola con referencia especial a la experiencia de los Estados Unidos, y a sus interrelaciones dentro de un sistema nacional en funcionamiento. Al considerar los sistemas nacionales de investigación, debemos tomar en cuenta la amplia gama de disciplinas y áreas, inclusive aquéllas que se relacionan con las ciencias naturales, las ciencias sociales y la economía.

Empero, con propósitos meramente ilustrativos, en este trabajo se da particular atención a la experiencia sobre investigación en el mejoramiento de los cultivos, porque: 1) tiene especial relevancia en los recientes avances en el desarrollo de paquetes de prácticas para aumentar la producción de trigo y de arroz, y 2) las experiencias locales, nacionales e internacionales en el mejoramiento de los cultivos ilustran cómo la investigación en otros campos o disciplinas puede llevarse a cabo mediante esfuerzos cooperativos integrados.

Para poder desarrollar sistemas nacionales de investigación, los dirigentes de los países y de las instituciones de asistencia técnica deben entender sus requerimientos. Este trabajo se ha escrito teniendo en mente al segundo de esos grupos, pero puede ser igualmente útil para el primero.

Capítulo II

LA BASE DE LA INVESTIGACION AGRICOLA DE LOS ESTADOS UNIDOS

El conocimiento de la estructura institucional de la investigación agrícola de los Estados Unidos es particularmente esencial para los agrónomos norteamericanos que orientarán la organización de sistemas nacionales de investigación de los países en proceso de desarrollo. Los principales componentes del sistema estadounidense son: 1) las estaciones agrícolas experimentales estatales, 2) el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), y 3) la investigación realizada por las industrias o instituciones privadas.

Existe la tendencia general de identificar unidades específicas tales como una estación experimental estatal, un colegio de agricultura, un instituto de investigación para un cultivo o producto determinado, o un proyecto de investigación agrícola del USDA, e intentar luego el establecimiento de una contraparte de una o más de tales unidades en los países en desarrollo, con la explicación de que así se podrá suministrar el insumo tecnológico efectivo. La experiencia demuestra que en el mejor de los casos este enfoque da como resultado únicamente la instalación de ese pequeño segmento del sistema que no forma por sí mismo una efectiva infraestructura nacional de investigación.

Las estaciones experimentales agrícolas estatales

Muchos especialistas norteamericanos de la actual generación tienden a considerar los colegios de agricultura estatales (Land Grant Colleges)*, con su triple función de educación, investigación y extensión como un

*N del T. En el texto original, *Land Grant Colleges o Land Grant Institutions*, refiriéndose a los colegios de agricultura y artes mecánicas creados, junto con el

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

enfoque unificado y sistemático para el mejoramiento agrícola que tiene una considerable transferibilidad —desde el punto de vista de forma y función— para los países en desarrollo. ¿Cuán válido es este juicio? Para tratar de contestar la interrogante, con respecto a la investigación, convendría ver el alcance o el impacto potencial de una sola estación agrícola experimental estatal. También convendría revisar la emergencia y la evolución del componente "investigación" en los colegios estatales de agricultura y reconocer que fue necesario un gran esfuerzo para establecer esta parte en la triple función que ahora desempeña.

El *impacto nacional* de las estaciones agrícolas experimentales estatales estriba en la existencia de una o más de tales instituciones en cada Estado de la Unión, y en las interrelaciones o cooperación que mantienen con respecto a los problemas regionales. Como una sola entidad, la estación experimental estatal cubre una área geográfica limitada, y aunque influye considerablemente al nivel del Estado, tiene sólo un efecto modesto sobre el desarrollo agrícola nacional. La Estación Experimental de Cornell (Nueva York), por ejemplo, tiene poca influencia directa sobre el mejoramiento de la producción de cítricos en Florida, California o Texas. La Estación Experimental de Florida a su vez casi no contribuye con los productores de manzana del Valle de Yakima o con la agricultura diversificada y bajo riego de la cuenca del Río Columbia, en Washington. De igual modo, la Estación Experimental de Iowa no influye directamente sobre los productores de algodón de los Estados del Sur o de California, Arizona y Nuevo México.

El poco impacto directo a nivel nacional de una estación agrícola experimental determinada no disminuye la importancia de la investigación que llevan a cabo dichas estaciones. En realidad, algunos de los estudios básicos más significativos surgen de los excelentes ambientes académicos que prevalecen en estas instituciones. Igualmente, las aportaciones de la investigación realizada por los estudiantes de postgrado suministran una base de gran valor para la acumulación de conocimientos. El intercambio de ideas y materiales que se lleva a cabo a través de la participación en programas regionales y nacionales de investigación también amplía el alcance de la influencia de una estación agrícola experimental determinada. Empero, esos elementos por sí mismos no se combinan automáticamente para dar forma a una investi-

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, en 1862, mediante la ley propuesta por el diputado Justin Smith Merrill. Esta ley otorgó a los Estados 30,000 acres de tierras públicas por cada senador y representante a fin de que el producto de su venta se invirtiese y el ingreso obtenido se empleara para sostener los colegios de agricultura y artes mecánicas estatales. De ahí el término *land grant* o "concesión de tierras". En el texto en español se usará *land grant*, un nombre propio ya institucionalizado.

gación coherente y sistematizada, multidisciplinaria y orientada hacia la solución de problemas que es necesaria para lograr un impacto nacional.

La dimensión nacional e internacional más importante de la institución *land grant* proviene del componente de la enseñanza, en particular a nivel de postgrado. Pero en tanto que muchos estudiantes graduados constituyen un vínculo con muchas secciones de los Estados Unidos y con muchas regiones del mundo, éstos no necesariamente transmiten algún segmento significativo de la investigación orientada hacia la solución de problemas prácticos de las estaciones experimentales o de las universidades en donde estudian.

La evolución de los conceptos de experimentación

Con frecuencia no reconocemos que las estaciones experimentales se desarrollaron como componentes distintos --y algo separados-- de las instituciones *land grant*. Su papel de participantes en el triunvirato se caracteriza por un esfuerzo largo y un tanto tortuoso para lograr su fortalecimiento e identidad, primero en relación con el componente educativo de cada universidad y más tarde con respecto a las funciones de la extensión. Este aspecto se relata muy bien en la obra *State Agricultural Experiment Stations: A History of Research Policy and Procedures** (USDA, 1962), publicada en ocasión del centenario del Departamento de Agricultura y de las instituciones *land grant*. Esta obra narra la evolución de la investigación aplicada al mejoramiento agrícola, desde el concepto de experimentación expuesto en el siglo XIII por el fraile franciscano Roger Bacon, hasta la presente década, pasando desde luego por los estudios sistemáticos que guiaron el desarrollo agrícola de Inglaterra y de las colonias norteamericanas durante el siglo XVI.

El concepto de la experimentación, o sea "la elaboración de interrogantes científicos y su prueba sistemática en la práctica", fue propiciado en los primeros años por las sociedades agrícolas condales, ciudadanas o estatales, las cuales sumaban más de 900 hacia el año de 1860, dos años antes de que el Congreso aprobara las leyes que crearon el USDA y los colegios de agricultura de los Estados.

El desarrollo sistemático de la experimentación agrícola en Escocia y en Sajonia estimuló, a principios de la década de 1850, a algunos norteamericanos a crear estaciones de investigación agrícola en los Estados Unidos. Se acredita a Samuel W. Johnson, quien fue discípulo del químico alemán Justus Von Liebig y más tarde se incorporó al laboratorio

* Las estaciones agrícolas experimentales estatales: una historia de la política y de los procedimientos de investigación.

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

analítico de Yale, el "haber dedicado su vida a la búsqueda de los procedimientos más efectivos de institucionalizar la investigación agrícola" (USDA, 1962, 14). Johnson ayudó a promover el concepto de la estación experimental como un centro que contase con laboratorios, biblioteca, invernaderos y parcelas para ensayos, y con un científico destacado que fungiera como director o dirigente ejecutivo.

Aunque data de 1850 la idea de institucionalizar la investigación agrícola a través de un colegio estatal de agricultura bien dotado y con una finca experimental --"con maestros que difundan el conocimiento e investigadores que lo enriquezcan"--, sólo cinco de los colegios de agricultura habían establecido estaciones experimentales antes de que la Ley Hatch fuese aprobada en 1887. Estos fueron el Colegio de Agricultura de Michigan que estableció la estación en 1862, y las universidades de California en 1880, Tennessee en 1882, Wisconsin en 1883 y Kentucky en 1885 (USDA, 1962, 29). En el resto de los Estados no había interés por establecer estaciones experimentales, o bien deseaban formarlas como entidades separadas de los colegios de agricultura.

Las estaciones experimentales como entidades propias

En el curso de los primeros años de existencia de las estaciones experimentales agrícolas estatales, existió una continua incertidumbre acerca de sus relaciones con los colegios de agricultura y con el USDA. Tuvo importancia especial la asignación de fondos federales a través del USDA para apoyar las estaciones experimentales asociadas a los colegios de agricultura de los Estados, y libres del dominio o de la dirección excesiva del comisionado agrícola federal. La Ley Hatch del 2 de marzo de 1887 resolvió venturosamente este aspecto y concedió un alto grado de autonomía a los Estados en lo que se refiere a la planificación y ejecución de las actividades de investigación.

La legislación sucesiva que apoyó el establecimiento y el fortalecimiento de las estaciones agrícolas experimentales reconoce claramente a éstas como entidades distintas dentro de los colegios de agricultura, según se relata enseguida:

- 1) La Ley Hatch de 1887 que estableció las estaciones agrícolas experimentales en conexión con los colegios de agricultura que se *formaron* en los varios Estados de acuerdo con lo señalado por la Ley Morrill del 2 de julio de 1862 y las leyes suplementarias;
- 2) La Ley Adams de 1906 que autoriza una mayor ministración anual para las estaciones agrícolas experimentales y regulariza los egresos correspondientes;
- 3) La Ley Purcell de 1925 que autoriza la dotación más plena de las estaciones experimentales, y que también sirve a otros propósitos;
- 4) La Ley Bankhead - Jones de 1935, que integra a la investigación en las leyes

Cap. II/La base de la investigación agrícola de los Estados Unidos

y principios básicos relacionados con la agricultura y que provee lo necesario para el mayor desarrollo del trabajo cooperativo de extensión agrícola y de una dotación y apoyo más completos a los colegios de agricultura;

5) La enmienda a la Ley Bankhead-Jones y a la Ley de Mercadeo Agrícola de 1946, que proveen lo necesario para una mayor investigación en las leyes y principios básicos de la agricultura y para mejorar y facilitar el mercadeo y distribución de los productos agrícolas;

6) La Ley de 1955 que consolida la Ley Hatch de 1887, y las leyes suplementarias relativas a la asignación de fondos federales para el apoyo de las estaciones experimentales estatales, y de Alaska, Hawai y Puerto Rico.

Relaciones entre científicos y educadores

Una continua controversia, o por lo menos competencia, entre los académicos y los científicos se refleja en el desarrollo de la Asociación de Colegios de Agricultura, formada en 1887. Por muchos años, los rectores de los colegios y los directores de las estaciones experimentales tuvieron un conflicto sobre la cuestión de si acaso la Asociación debería organizarse en dos secciones: una relacionada con el trabajo de los colegios y otra con la actividad de las estaciones experimentales. Un interés importante de los directores de las estaciones experimentales fue el de facilitar el máximo intercambio de ideas entre los científicos de las diversas disciplinas, y promover "una oportunidad irrestricta para la prosecución de la investigación agrícola".

En 1889, muchos de los asistentes a la reunión de la Asociación no compartieron el interés especial sobre la investigación "debido acaso a que sus diversas tareas académicas sin relación con la investigación -particularmente la actividad en el aula- les impedía que tuviesen una preocupación fundamental por la investigación" (USDA, 1962, 69). No fue sino hasta 1903 cuando la Asociación se organizó en dos secciones: una de naturaleza académica que admitía sólo a los presidentes o rectores de los colegios, y la otra relacionada con las actividades de los campos experimentales, a la cual ingresaron principalmente los directores de las estaciones, aunque también se admitió a otros investigadores.

La primera etapa de la relación colegio de agricultura-estaciones experimentales se caracterizó por la incertidumbre con respecto a la "doble tarea" del profesor e investigador. William A. Henry, quien había sido director de la Estación Agrícola Experimental de Wisconsin desde su fundación en 1883, declaró en el discurso pronunciado en 1893 en su carácter de Presidente de la Asociación de Colegios de Agricultura: "ningún hombre, no importa cuán capaz sea, está adecuadamente preparado para desempeñar una considerable actividad de enseñanza en el aula y luego efectuar investigaciones del grado que nuestras estaciones experimentales requieren en el futuro" (USDA, 1962, 74). En aquella

época se acostumbraba que los profesores se hicieran cargo de la enseñanza, en tanto que sus ayudantes —generalmente recién graduados— llevaban a cabo los trabajos en la estación experimental. El Presidente Henry señaló que “si no disponemos de investigadores de primera clase tanto en el aula como en la estación experimental, tengámoslos en la estación y transfiramos la instrucción general a los ayudantes” (USDA, 1962, 74). Sugirió, sin embargo, que “los investigadores de primera clase” no deben separarse por completo de las labores de enseñanza sino que deben venir a las aulas una hora diaria durante el período escolar a efecto de que impartan instrucción de alta calidad y así den el “retoque final” a los alumnos que se van a graduar.

La naturaleza y la calidad de la investigación

El conflicto entre los educadores y los investigadores abarcó también la cuestión de la calidad de la investigación. El Dr. Wilbur Atwater, primer director de la Oficina de Estaciones Experimentales, bosquejó los principios para contar con una experimentación agrícola efectiva, a saber: 1) la selección de sólo algunos problemas para ser estudiados, 2) la planificación de un programa de experimentos detallados sobre cada problema, 3) la persistencia de cada programa a efecto de llevarlo a un término y establecer una conclusión, y 4) la operación de la estación experimental como una institución científica todo el tiempo (USDA, 1962, 83). Sin embargo, según los registros históricos, la primera generación de investigadores que laboró en las estaciones experimentales después de que se aprobó la Ley Hatch, no pudo concentrarse en “investigaciones originales”, puesto que la actitud de los “hombres de mente práctica” —sin adiestramiento en disciplinas científicas avanzadas— predominó durante el resto del siglo XIX.

La tendencia a concentrarse en ensayos o demostraciones de campo en lugar de una pesquisa científica efectiva, plagó a las estaciones experimentales durante la década que siguió a la aprobación de la Ley Hatch. Whitman Jordan, Director de la Estación Experimental de Geneva (Nueva York), declaró en 1897 que la persistente falla en comprender la distinción entre “instrucción” e “investigación” caracterizó a casi todo el personal de las instituciones *land grant*. Culpó de ello a la doble tarea de investigar y enseñar, la cual absorbía la energía y el tiempo de los investigadores de manera tal que las estaciones experimentales obtenían un beneficio inadecuado de los gastos autorizados por la Ley Hatch. Señaló además que el tipo de investigaciones que se emprendieron entonces no tenían como meta descubrir nuevos principios, sino ilustrar la aplicación de viejas verdades, a lo cual llamó un esfuerzo de

instrucción más que de investigación real.

Por su parte, Isaac P. Roberts, Director de la Estación Experimental de Cornell, arguyó que las estaciones experimentales debieran funcionar principalmente como difusoras de los métodos mejorados y sólo secundariamente como centros de investigación. Su idea era que las estaciones deberían dedicarse a la instrucción rural hasta que la comunidad agrícola hubiese explotado plenamente la capacidad tecnológica de la información disponible en la década de 1890. Entre el personal de las estaciones experimentales —los científicos agrícolas— se pensaba en general que los colegios usaban las demostraciones para agricultores con el fin principal de ganar el favor de las comunidades rurales y por consiguiente asegurar el apoyo de las legislaturas estatales para los presupuestos universitarios.

Investigación y extensión

Además de las diferencias continuas con los dirigentes de las instituciones *land grant* sobre las “funciones didácticas erosivas” y la calidad de la investigación, las estaciones experimentales afrontaron la diversión gradual de los fondos otorgados por la Ley Hatch hacia actividades que no eran de investigación, por ejemplo impresiones, correspondencia, administración, y operaciones generales de las propias estaciones. Esta desviación llegó a proporciones tales que A. C. True, Director de la Oficina de Estaciones Experimentales, escribió una carta el 25 de febrero de 1909, en la cual propugnaba por restringir la diversión de fondos (USDA, 1962, 113). True escribió: “A partir del 1o. de julio de 1909, se esperará que todos los gastos de trabajo de extensión y de impresión de publicaciones, sean eliminados de la cuenta Hatch”. La aprobación de la Ley Smith-Lever en 1914, que autorizaba fondos para el servicio de extensión, ayudó a resolver esas dificultades.

Las estaciones experimentales en el sistema nacional

Uno de los aspectos más importantes en la evolución de las estaciones agrícolas experimentales de los Estados Unidos, fue el reconocimiento de que:

... la investigación no debe considerarse desde un mero punto de vista local. Las estaciones experimentales constituyen un sistema nacional y deben mantener una relación íntima con el Departamento de Agricultura al nivel federal. La correlación de sus esfuerzos, es esencial para la economía y para lograr avances eficientes. Una vez conseguida tal correlación, habrá todavía suficientes oportunidades para el individuo e iniciativa institucional para alentar la autoexpresión (USDA 1962, 126).

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

La declaración antes anotada fue pronunciada en 1929 por el Dr. Edwin Allen, entonces jefe de la Oficina de Estaciones Experimentales y Director Asistente de Trabajo Científico del USDA. Sus palabras aclaran el concepto de la conjunción efectiva de las estaciones experimentales estatales y el Departamento de Agricultura dentro de un sistema nacional de ciencias agrícolas. En esta relación se han registrado muchas imperfecciones, tensiones y discordias, pero a pesar de ello por muchas décadas se ha contado con una estructura de investigación cooperativa, orientada a dar servicio a la agricultura del país.

Las estaciones experimentales estatales y el desarrollo agrícola internacional

La revisión anterior se refiere únicamente a algunos de los problemas que tuvieron las estaciones experimentales en el curso de su evolución dentro de las instituciones *land grant* estatales. Hay aquí varios puntos que podemos ponderar conforme se considera esta experiencia de los EE.UU. a efecto de sugerir algunos principios para fortalecer la infraestructura de investigación agrícola de los países en vías de desarrollo.

Existen aún puntos de vista divergentes con respecto al nivel de importancia y prioridad que se debe otorgar a: 1) la educación, 2) las demostraciones de campo o extensión, o 3) la investigación. Independientemente de la importancia relativa, *según se puede juzgar de la evolución histórica de las estaciones experimentales dentro de las instituciones land grant y de acuerdo con la experiencia de los programas externos de ayuda técnica, es evidente que el componente de investigación no se podrá formar como parte de la estructura de recursos de los países en desarrollo, si a ello no se dedican esfuerzos especiales.*

No debemos esperar que la capacidad de investigación surja automáticamente a partir de los programas cooperativos orientados del todo o en su mayor parte al desarrollo de instituciones educativas o a programas de extensión. Es dudoso, asimismo, que se logren avances científicos y tecnológicos como residuos de proyectos dirigidos por personas cuyo interés principal son la educación y la extensión.

Los países en desarrollo, tomados separadamente, tienen diferentes necesidades educativas que deben ser satisfechas por sus escuelas vocacionales y sus escuelas superiores de agricultura. Estas se deben fortalecer a medida que se requiera, pero la formación de la estructura nacional de investigación no debe sumergirse en un complejo amorfo de educación-investigación-extensión sólo porque este tipo de organización ha sido útil *como parte* del sistema nacional de los Estados Unidos durante las últimas décadas.

La valoración de las contribuciones en el campo de la investigación por parte de las universidades *land grant*, sería incompleta si no pusiera atención a las tendencias de los últimos 15 años, particularmente durante la era espacial. La urgencia de los colegios *land grant*, por ser reconocidos como verdaderas universidades, tendió a colocar en papeles subordinados a los colegios de agricultura de esas instituciones. La creciente disponibilidad de fondos otorgados por numerosas dependencias federales favorece la reorganización de las instituciones de investigación y enseñanza agrícolas de las universidades *land grant* y alienta los estudios básicos, sin utilidad práctica inmediata. La enseñanza e investigación resultantes, apoyadas por lo que se ha dado en llamar, un tanto desafortunadamente, "los dineros federales blandos", tienen un valor limitado tanto en lo que se refiere al adiestramiento como en su aplicación para los países en desarrollo. Más aún, la idea de que la investigación aplicada carece de dignidad y sofisticación para el individuo y para la universidad, ha reducido el número de instituciones que pueden servir efectivamente a las necesidades de los países en desarrollo. Tales necesidades se asemejan a las de la agricultura norteamericana durante el período 1920-1940.

Ordinariamente se supone que las universidades *land grant* constituyen el recurso primario con que cuentan los Estados Unidos para ayudar a mejorar la agricultura de las naciones subdesarrolladas. Aunque una gran proporción de la investigación realizada por dichas universidades pudiera ser ahora inadecuada para las necesidades específicas de los países en vías de desarrollo, la importancia que se concedió durante los primeros años a la investigación orientada al desarrollo de la agricultura norteamericana, y la interacción no sólo entre las disciplinas sino también entre las funciones de investigación, enseñanza y extensión, tienen mucho que ofrecer al desenvolvimiento agrícola internacional. Conviene reconocer que la experiencia de los primeros años tiene mayor valor y relevancia que la de este último período.

La investigación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

La investigación agrícola al nivel del gobierno federal se remonta al interés por los primeros dirigentes nacionales, entre ellos George Washington y Thomas Jefferson, y al papel que éstos desempeñaron en la formación de las sociedades agrícolas. Una de las actividades precursoras del gobierno federal fue la introducción de plantas de otros países, trabajo que realizaba la Oficina de Patentes del Departamento

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

del Interior. La División Agrícola de la Oficina de Patentes, que en los primeros años de la década de 1850 contaba con la ayuda profesional de un entomólogo y un químico, constituyó el núcleo a partir del cual se desarrolló el Departamento de Agricultura en 1862, bajo un comisionado que no tenía el rango de miembro del gabinete federal. La ley del 15 de mayo de 1862 que estableció el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, instruyó al Departamento "para adquirir. . . información útil en asuntos relacionados con la agricultura en el sentido más amplio y general de la palabra. . ." (USDA, 1962, 26). Esta amplia autorización capacitó al USDA para participar efectivamente en múltiples actividades de interés nacional.

Estaciones y laboratorios federales de investigación

Cuando fue evidente que el movimiento de la agricultura norteamericana hacia el oeste del país necesitaba de mayor orientación técnica, particularmente para los sistemas agrícolas en terrenos de secano o en regiones irrigadas, el Departamento de Agricultura estableció varios centros de investigación especializada. Dichas estaciones, fundadas casi a principios del siglo, incluyeron la Estación de las Grandes Planicies del Norte de los Estados Unidos, con sede en Mandan, Dakota del Norte, y la Estación de las Grandes Planicies del Sur de los Estados Unidos, en Woodward, Oklahoma. Se establecieron estaciones más pequeñas en Newell, Dakota del Sur; Sheridan, Wyoming; Akron, Colorado; Sacaton, Arizona; Mesa, California, y en otras localidades del Occidente.

Las estaciones experimentales para terrenos de riego y de secano tuvieron contribuciones importantes en la selección de cultivos y en el desarrollo de nuevas variedades y de prácticas culturales relacionadas con el manejo y la conservación del suelo y del agua. Se trataba esencialmente de campos de demostración en donde se empleaban las mejores prácticas según la experiencia de los propios agricultores y la relativamente limitada investigación sobre cultivos y suelos.

A mediados de la década de 1940, merced al reconocimiento del hecho de que la investigación sobre la fertilidad de los suelos y el manejo del agua es altamente específica para localidades determinadas, puesto que tiene una estrecha relación con los tipos de suelo y los patrones de precipitación pluvial, el USDA decidió transferir muchas de las facilidades e instalaciones federales empleadas en los estudios de terrenos de secano a las estaciones experimentales estatales. Así se movilizaron fondos federales y personal técnico hacia un programa más intensivo de investigación fundamental, que se llevó a cabo en forma creciente en los centros de operación de las principales estaciones ex-

perimentales estatales. Empero, una década más tarde, los agricultores y ganaderos de los estados del oeste demandaron de nuevo una orientación más efectiva sobre el manejo del suelo y el uso del agua, así que se formuló y aprobó una nueva legislación para apoyar el establecimiento de nuevos centros de investigación sobre el suelo y el agua.

Los laboratorios federales regionales establecidos merced a lo dispuesto por la Ley Bankhead-Jones de 1935 (USDA, 1962, 223) reflejaron: 1) el reconocimiento de que era necesaria una mayor investigación fundamental en diversos campos problemáticos, y 2) la importancia de que científicos de varias disciplinas diesen atención conjunta a esos problemas. Por recomendación de los Estados de la región y con financiamiento del gobierno federal, se establecieron laboratorios federales regionales para efectuar investigación sobre hortalizas en Charleston, Carolina del Sur; sobre forrajes en State College, Pennsylvania; sobre cultivos, suelos y nutrición vegetal en Ithaca, Nueva York; soya en Urbana, Illinois; avicultura en East Lansing, Michigan; mejoramiento de ovejas en Boise, Idaho, y salinidad de los suelos en Riverside, Calif.

Los laboratorios Bankhead-Jones se fundaron a finales de la década de 1930. El estallido de la Segunda Guerra Mundial indujo un cambio definitivo en la orientación de los estudios, los cuales viraron de la investigación básica hacia estudios aplicables a los problemas de la producción, cuyo fin era el de satisfacer las necesidades del esfuerzo bélico. Como resultado, los presupuestos se restringieron desde el principio y aún cuando los laboratorios han hecho contribuciones importantes, esos años de fondos escasos afectaron adversamente su impacto.

Los cuatro laboratorios federales regionales de investigación sobre la utilización de productos agrícolas se establecieron hacia 1940 en Peoria, Illinois; Wyndmoor, Pennsylvania; New Orleans, Louisiana, y Albany, California. Su propósito es el de ampliar los usos de los productos agrícolas, no sólo de aquéllos que registran excedentes sino también para buscar la expansión del acabado de los productos y sus residuos o subproductos. Aunque estos laboratorios se establecieron durante los primeros años de la Segunda Guerra Mundial, continúan desempeñando un papel predominante en los programas nacionales de investigación agrícola.

El papel de las estaciones y laboratorios especializados del USDA, ha disminuido o se ha modificado a medida que aumenta la capacidad de investigación de las estaciones y subestaciones estatales. Esto no significa que disminuyan las actividades del USDA, puesto que existe una demanda continua de investigación sobre problemas especiales por parte del sector agrícola. Tales demandas han promovido el establecimiento de nuevos centros de investigación financiados por el gobierno

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

federal, como el laboratorio de investigación sobre el gusano cogollero, con sede en Brookings, North Dakota, los centros de investigación sobre suelo y agua mencionados anteriormente, y otros centros más.

Relaciones federales-estatales

El papel del USDA en el sistema nacional de investigación es flexible. No hay una distinción drástica entre las responsabilidades federales versus las responsabilidades estatales y esto se manifiesta en la declaración de la comisión especial, nombrada en 1906, para determinar,

... la organización y la política que en opinión de la comisión deben prevalecer en el gasto público que se suministra para la experimentación y la investigación científica agrícola, a efecto de que tales fondos se apliquen de la manera más económica, eficiente y útil para la obtención de resultados de valor permanente (USDA, 1962, 124).

Lo que se menciona a continuación reviste especial importancia para nuestra estimación de la estructura institucional de los países en desarrollo, especialmente de aquéllos que plantean interrogantes acerca de las funciones de los gobiernos estatales o centrales:

Debe haber una definición más clara de los campos relativos de trabajo del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y de las estaciones experimentales (estatales). Se debe preservar el control de las estaciones dentro de sus campos respectivos, a la vez que se debe estimular su crecimiento a manera de agencias fundadas para investigar sobre problemas locales y sobre problemas científicos básicos. La institución federal, por su parte, debe dedicarse al casi ilimitado ámbito que ofrecen los problemas de relevancia nacional o interestatal, y a los vastos problemas científicos que requieren gastos cuantiosos, equipo elaborado, estudios a largo plazo y la correlación de resultados obtenidos por muchos investigadores, cuyos esfuerzos trascienden el ámbito y los medios de una estación experimental determinada. En muchos casos la cooperación armoniosa de ambas entidades será esencial para lograr una mayor eficiencia del esfuerzo (USDA, 1962, 125)

Esta base tan amplia para la aplicación de fondos federales y estatales a los problemas de importancia nacional, regional o local, junto con el reconocimiento de la necesidad de seguir enfoques interdisciplinarios, según se declaró en 1906, ha sido un factor de suma importancia en la investigación de los Estados Unidos por más de medio siglo.

La importancia de vincular fuertemente las entidades federales con las estatales en las labores de desarrollo agrícola fue señalado por el entonces presidente de la Universidad de Missouri, Elmer Ellis, al hablar en la Conferencia Internacional de Desarrollo Rural celebrada en julio de 1964:

Cap. II / La base de la investigación agrícola de los Estados Unidos

A menudo he reflexionado acerca de la curiosa orientación local, estatal y nacional de estos colegios y universidades (*land grant*). Son en todo sentido escuelas estatales entrelazadas en la trama de cultura de cada Estado. Y, sin embargo, casi todas deben su existencia a una ley aprobada por el Congreso Nacional. Más aún, muchos de los colegios *land grant* no hubiesen sobrevivido los tumultuosos primeros años sin el apoyo de la asignación de terrenos. Los presupuestos estatales concedidos para la operación de esos colegios no empezó sino hasta fines de la década de 1870. Los fondos federales han sido siempre una parte importante de los presupuestos de estas instituciones estatales. Hay buenas razones que justifican la existencia de esta sociedad federal-estatal, que se ha desarrollado en el curso del tiempo. Los beneficios de la investigación agrícola raras veces se detiene en el límite geográfico de un Estado. No hay, por ejemplo, algo como una vacuna contra el cólera porcino exclusiva para Missouri (Ellis, 1964, 7-8).

Las relaciones entre el USDA y los Estados, en general creciente y en avance constante, no han estado totalmente libres de tensiones ocasionales. Los períodos 1903-1906, 1930-32, y 1953-58 se reconocen como etapas un tanto críticas. Casi siempre se originaron por cambios en las prioridades y orientación de los programas o por cambios en la organización.

Un factor de tensión en esta relación ha sido el grado de dirección o dominación de las estaciones experimentales estatales por parte del USDA, en lo que concierne a la administración de los fondos de la Ley Hatch y de otros fondos federales. En 1894, por ejemplo, el Secretario de Agricultura, J. Sterling Morton, advirtió que no poseía el control sobre el egreso de los fondos de la Ley Hatch, y eliminó este concepto de su solicitud de presupuesto para 1895. Después de aclarar el tipo de informe que los Estados le tendrían que rendir, restauró el concepto (USDA, 1962, 91).

De igual manera, en 1905, un comité que representaba a las estaciones experimentales estatales y el Secretario de Agricultura, James Wilson, discutieron ante el Congreso el monto de las asignaciones federales a los Estados. Esta audiencia reflejó la preocupación de las estaciones experimentales estatales por la creciente intervención del USDA en las actividades de investigación – con un mayor número de estaciones experimentales federales establecidas en diferentes Estados – y por el crecimiento del personal de investigadores de tiempo completo sin tareas de enseñanza, que para 1904 superaba al total de los empleados de las estaciones estatales. Se puntualizó entonces que la Oficina de Industria Agrícola operaba en 1904 con un presupuesto mayor que los fondos concedidos por la Ley Hatch a todos los Estados.

Pese a la inevitable competencia y a los conflictos que han persistido hasta ahora, la filosofía del USDA es la de dar orientación sin forzar la dirección administrativa de los fondos de la Ley Hatch ni de otros recur-

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

sos federales, y de participar cooperativamente y proporcionar servicios de coordinación en programas regionales de investigación.

La naturaleza y magnitud de la participación federal en la investigación agrícola varían de acuerdo con los diferentes campos especializados, pero en general son extensivas tanto en los problemas como en las áreas geográficas que cubren. El papel del USDA destaca en varios campos, por ejemplo, en la utilización de los productos agrícolas. Por otra parte, existe una estrecha cooperación entre el USDA y las estaciones estatales en la clasificación de los suelos, y en el manejo y conservación del agua y del suelo. Una parte sustancial de la investigación sobre las prácticas de cultivo la realizan las estaciones experimentales estatales y sus subestaciones, puesto que ese tipo de estudios es específico para una región determinada y depende no sólo de los tipos de suelo sino también de la precipitación pluvial, temperatura y otros factores climáticos.

En muchos casos, el USDA facilita sus instalaciones y servicios especiales o toma la iniciativa para establecer nuevas actividades cooperativas de investigación. El laboratorio de Beltsville dedicado a la aplicación de la energía atómica a la investigación agrícola —entre lo cual figura el uso de radioisótopos en estudios de suelos y nutrición vegetal— es un ejemplo. Otro ejemplo es la División de Investigaciones sobre Malezas, iniciada a principios de la década de 1950, que fomenta y facilita los esfuerzos conjuntos y coordinados de los científicos federales, estatales y de la industria privada en lo que respecta al desarrollo de herbicidas y otros métodos de control de las malezas.

Investigación regional coordinada

La Ley Adams, aprobada en 1906, estableció la política de que la ayuda del gobierno federal debe conjuntarse con los recursos estatales para subsidiar la investigación científica en las estaciones experimentales de los Estados (USDA, 1962, 221). Esta ley sostuvo la idea de una investigación de alta calidad y una política administrativa que alentase la iniciativa local con la ayuda federal. La Ley Purnell, de 1925, aumentó las asignaciones federales a cada Estado y ensanchó el campo de la investigación para que se incluyeran estudios económicos y sociológicos (USDA, 1962, 222). Los administradores federales y estatales utilizaron este apoyo para iniciar y fortalecer investigaciones cooperativas en varios campos.

Uno de los proyectos regionales que tuvo una extraordinaria influencia en las modalidades metodológicas de la investigación agrícola a nivel nacional e internacional, fue la venturosa explotación del vigor híbrido

para obtener aumentos espectaculares del rendimiento del maíz en la década de 1930. Fue éste uno de los cimientos importantes en la aplicación de la ciencia y la tecnología al desarrollo agrícola. Muchos fitogenetistas contribuyeron al conocimiento básico del vigor híbrido, pero fue el Dr. H. K. Hayes, profesor emérito de la División de Agronomía y Fitogenética de la Universidad de Minnesota y uno de los primeros científicos participantes, quien expresó que el ímpetu real para el desarrollo práctico del maíz híbrido en los Estados Unidos provino del establecimiento, en 1925, del programa cooperativo de investigación entre las estaciones experimentales de la faja maicera y el USDA, merced a la Ley Purnell. Este programa, bajo el liderazgo coordinado del Dr. F.D. Rickey, del USDA, y con la participación de investigadores estatales y federales, favoreció el intercambio de materiales e ideas, fomentó la planeación de experimentos uniformes que rinden información de numerosas localidades en un año determinado, y facilitó la pronta disponibilidad de datos y resultados experimentales para todos los cooperadores.

Investigación adaptativa

El programa cooperativo federal-estatal de mejoramiento de maíz, iniciado en 1925, produjo varios híbridos adecuados para la faja maicera a principios de la década de 1930. Diez años más tarde, sin embargo, se puso de manifiesto que 1) los híbridos más destacados para la faja maicera no se adaptaban bien en las regiones sur y sureste del país, y 2) el esquema de investigación coordinada que se formó para servir a la faja maicera no podía realizar con eficiencia los trabajos de investigación para la región sur. En 1945 se inició de nuevo una organización regional separada, bajo la dirección del Dr. Rickey, quien ubicó su centro de operaciones en la Estación Agrícola Experimental de Tennessee. (El Dr. Rickey había sido jefe de la Oficina de Industria Agrícola de 1934 a 1938, trabajó luego en negocios privados y en 1945 se reintegró al USDA). Además del Dr. Rickey, el USDA asignó fitomejoradores de maíz de tiempo completo en Carolina del Norte, Georgia, Mississippi y Louisiana, a efecto de que trabajaran con sus colegas de los Estados de la región sur.

La experiencia que se obtuvo al transferir los beneficios del maíz híbrido sobre la corta distancia de Iowa a Carolina del Norte y Georgia, puede ser relevante para el problema de integrar la nueva tecnología a los programas de desarrollo agrícola internacional. Dicha experiencia constituye un ejemplo de cuán importante es la investigación adaptativa para adecuar los nuevos progresos tecnológicos a ambientes ecológicos

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

específicos. Aun cuando los materiales o las prácticas pudiesen ser más o menos adecuados para una región determinada, la adaptación precisa de su potencial a localidades específicas es lo que origina su productividad máxima.

Investigación interdisciplinaria sobre nuevos conjuntos de prácticas

La segunda característica especial del programa cooperativo cuyo propósito era el de formar maíces híbridos adaptados a las condiciones de los Estados del sur, fue la investigación complementaria llevada a cabo con el fin de producir un "paquete de prácticas" efectivo para aumentar los rendimientos de maíz. Este programa, iniciado por el USDA y la Estación Agrícola Experimental de Carolina del Sur y en el cual participaron después otros Estados, prestó atención simultánea a la selección de híbridos adaptados a la población de plantas por hectárea y al manejo del suelo, de manera que obtuviesen rendimientos máximos bajo diferentes condiciones de suelo y de clima. Esta atención conjunta por parte de los fitomejoradores, agrónomos y especialistas en suelos no era común antes de 1945, pero constituye ahora una de las principales características de la ciencia agrícola moderna nacional e internacional.

En la agricultura norteamericana, es común el empleo de la nueva tecnología en la forma de combinaciones o interacciones de varias prácticas mejoradas y por ello no recibe atención especial. No obstante, en los programas de ayuda técnica internacional, este enfoque suele restringirse porque se supone que a los agricultores que siguen prácticas simples les será difícil aceptar o adoptar más de uno o dos cambios a la vez. Igualmente, por carencia de investigaciones a nivel local, faltan en muchos casos innovaciones cuya aplicación pudiera combinarse.

En sus recomendaciones para mejorar la producción de alimentos en la India, el grupo de la Fundación Ford subrayó en 1959 la importancia de las "combinaciones efectivas" de mejores prácticas. Según señalaba su informe:

Unas cuantas prácticas mejoradas pueden ser efectivas si se adoptan aisladamente, pero solo se obtendrá el beneficio pleno si tales prácticas se adoptan en combinaciones adecuadas para las condiciones específicas de clima y de suelo. Las semillas mejoradas, los fertilizantes en cantidad suficiente, los insecticidas, los métodos apropiados de manejo del agua y del suelo, son importantes por sí mismos, pero podrán ser plenamente efectivos sólo si se combinan entre sí (Ford Foundation, 1959, 18).

Los programas que aplican la nueva tecnología para la producción de trigo y de arroz en Asia desde 1965 ponen en práctica, internacional-

mente, los conceptos y conocimientos sobre la combinación de prácticas, algo que ha sido común en la agricultura estadounidense por más de 20 años.

Protección vegetal

Una contribución importante del sistema nacional de ciencia y tecnología agrícola de los Estados Unidos es la protección que se brinda al agricultor norteamericano, a la industria agrícola y a los consumidores, contra las pérdidas causadas por enfermedades, plagas o siniestros naturales. Las plantas cultivadas se mejoran y se seleccionan de acuerdo con su tolerancia a los riesgos ambientales como son la sequía, las heladas o las altas temperaturas. De igual manera, se sostiene una lucha constante contra nuevas formas virulentas de las enfermedades o insectos que pueden destruir cultivos y animales. Sin embargo, estas luchas no son generalmente a nivel nacional, sino que se trata de escaramuzas de corta duración, y por ello este tipo de investigación pocas veces se reconoce o se aprecia cabalmente.

Enseguida se presenta una lista de enfermedades y plagas que alguna vez fueron serias amenazas y que se controlaron sistemáticamente a través de investigaciones intensivas financiadas por fondos federales especiales. Estos proyectos se llevaron a cabo conjuntamente por científicos del USDA y de las estaciones experimentales de los estados donde se presentaron dichas amenazas. Esto ilustra la elasticidad de la investigación cooperativa regional y la rápida capacidad de respuesta del sistema nacional:

- 1) La serie de enfermedades de la avena causadas por *Helminthosporium*, *Septoria* y las nuevas razas de roya de la corona y del tallo que se presentaron en el Medio Oeste entre 1941 y 1953.
- 2) La violenta emergencia de la raza 15-B de la roya del tallo del trigo, cuyo ataque destruyó el 60% en 1953 y el 75% en 1954 de la cosecha de trigo cristalino antes de que se le pudiese controlar.
- 3) La nueva forma virulenta de carbón hediondo del trigo en la región Noroccidental. A principios de la década de 1950, esta enfermedad aumentó considerablemente las cargas de trigo clasificado como "carbonoso".
- 4) Las pérdidas causadas por la enfermedad "cuello negro del tabaco" en Carolina del Norte, Carolina del Sur y Kentucky.
- 5) Las amenazas a la alfalfa por parte de la marchitez bacteriana, el áfido manchado y el nematodo del tallo.
- 6) Los ataques del áfido verde sobre el trigo y otros cereales, y del gusano de alambre sobre el maíz en el Medio Oeste.
- 7) La amenaza de la mosca de la fruta y de la mosca prieta sobre la industria cítrica de Texas y California.
- 8) La investigación para controlar el gusano barrenador que ha causado pérdi-

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

das fuertes y continuas a la producción animal en el Suroeste de los Estados Unidos.

Las enlistadas son únicamente algunas de las amenazas más graves que recibieron atención mediante investigaciones intensivas durante los años cuarentas y cincuentas. No incluyen desde luego los problemas que sistemáticamente ataca día a día el sistema nacional de investigación agrícola. A la lista podríamos añadir muchos ejemplos de estudios cuyos resultados han reducido pérdidas en las industrias ganadera y avícola, en productos almacenados, en el transporte, y en muchos puntos localizados entre la finca o el corral de engorde y el consumidor. Estas investigaciones son particularmente efectivas para dar estabilidad y seguridad a la producción, lo cual con frecuencia pasa desapercibido en virtud de la imagen de abundancia que proyecta la producción agrícola norteamericana.

El apoyo a la investigación por parte de la industria agrícola

Un componente que se acrecienta —en particular durante las últimas dos décadas— y un factor importante en la actual tecnología agrícola de los Estados Unidos, es la investigación que lleva a cabo la industria agrícola privada. En un estudio realizado por el USDA y la Asociación de Universidades Estatales y Colegios Land Grant (1966), se encontró que del financiamiento nacional total que recibió la investigación agrícola en el año fiscal de 1965, la industria privada aportó 460 millones de dólares, o sea el 53.9%; el USDA 167 millones, equivalentes al 19.5% y las estaciones experimentales estatales 227 millones, o sea el 26.6%. De esta última cantidad, los Estados suministraron 118 millones, en tanto que los restantes 109 millones procedieron de contribuciones federales y de otras fuentes.

La agroindustria

Las industrias que fabrican fertilizantes y parasiticidas, las que producen y venden semillas mejoradas y las que manufacturan equipo e implementos, se interesan por que sus productos sean adecuados a las necesidades de los agricultores, que se usen apropiadamente y que rindan resultados deseables. Análogamente, las industrias que sirven a la agricultura de los países en desarrollo tienen ahora un mayor interés positivo en el agricultor y en su productividad, que el que tenían las

industrias cuya preocupación principal era la de comprar algodón, yute, azúcar, hule, bananas, u otras cosechas de exportación destinadas a los mercados internacionales.

El productor que avanza hacia la agricultura comercial pero que posee recursos limitados, debe asignar cuidadosamente sus inversiones en semillas, fertilizantes, parasiticidas y otros insumos esenciales para aumentar la productividad. Por lo tanto, las industrias agrícolas de los países en desarrollo deben interesarse especialmente en la investigación, que asegure la eficiencia y la efectividad de los insumos de producción adquiridos por los agricultores.

Para fomentar el uso apropiado de sus materiales, las firmas industriales prestan a menudo servicios de asesoría a través de sus distribuidores y agentes, y en muchos casos emplean especialistas en agronomía o en administración rural. Este servicio de extensión por parte de la industria puede suplementar las actividades de los gobiernos en lo que incumbe a la trasmisión de información sobre la nueva tecnología. No hay que esperar, desde luego, que dicho servicio remplace las funciones de los servicios agrícolas gubernamentales, los cuales deben trascender la tarea de una mera trasmisión de la tecnología. La agroindustria ha servido muy bien a la agricultura en Europa, Norteamérica y Japón. Ahora comienza a desempeñar funciones importantes en el suministro de insumos de producción y de servicio a muchos países en desarrollo y ya participa en los programas de producción de granos alimenticios en Pakistán, India, las Filipinas y otros países de Asia.

El papel, cada vez más relevante de la industria privada en las actividades de investigación agrícola en los Estados Unidos y en los países en desarrollo, no disminuye la importancia de una estructura de investigación financiada por el sector público. Tal apoyo se necesitará particularmente para estudios sobre manejo del agua y de la fertilidad de los suelos, uso de la tierra, muchos aspectos de mejoramiento del ganado, mejoramiento de cultivos autopolinizados, y control de plagas y enfermedades de los cultivos y el ganado. Una responsabilidad constante de las instituciones de investigación estatales y federales serán los estudios básicos y la "tecnología no comercial", como por ejemplo el control biológico de insectos y malezas.

Las industrias procesadoras

A medida que avanza el desarrollo agrícola y se tiene una mayor producción y diversificación, se acrecienta el papel de las industrias de procesamiento. Las funciones de almacenamiento, proceso y mercadeo requerirán existencias adecuadas de productos de alta calidad. Para ello

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

se necesita de una estrecha asociación entre las plantas procesadoras y los agricultores, de manera que se asegure que las prácticas de producción, cosecha y transporte sean tales que se pueda mantener una máxima calidad a través de esas operaciones.

En muchos países, con una agricultura avanzada, la investigación por parte de la industria alimenticia y otras agroindustrias, constituye el factor más importante para lograr una alta calidad de los productos elaborados o frescos. Estas industrias, por lo tanto, participan sustancialmente en estudios que de otra manera tendrían que ser realizados en su totalidad por los gobiernos estatales o nacionales. Sin embargo, en la mayoría de los países en desarrollo, el componente de la industria privada está todavía ausente o se encuentra apenas en sus primeras etapas. La integración positiva de la industria agrícola como un sector más del sistema nacional de desarrollo y transmitir de la nueva tecnología, añadiría un factor importante y constructivo a la tarea de aumentar la productividad agrícola.

Otras organizaciones y asociaciones

En los Estados Unidos hay numerosas organizaciones relacionadas con la agricultura que tienen un efecto relevante sobre la ciencia y la tecnología. El Centro Nacional para el Desarrollo de Fertilizantes, dependiente de la Autoridad del Valle del Tennessee (TVA), ha hecho contribuciones importantes a la investigación sobre mejoramiento y uso de los fertilizantes en los Estados Unidos (McCune, Hignett y Douglas, 1966). La TVA da guía y orientación con respecto a las necesidades de fertilizantes en muchos países en desarrollo.

Varias organizaciones agrícolas, asociaciones comerciales y asociaciones de producción y mercadeo, ejercen una fuerte influencia sobre la investigación. El Consejo de Calidad de Cultivos, el Consejo Nacional del Algodón, la Asociación Nacional de Trigueros y otras asociaciones semejantes con intereses en soya, tabaco, cítricos y otros productos, participan efectivamente en la definición de áreas problemáticas sobre las cuales hay que investigar y en la obtención de fondos de fuentes federales y estatales. Aunque este tipo de relación es sujeto de crítica en el sentido de que la investigación puede estar excesivamente dominada por los intereses comerciales, ayuda a mantener un alto grado de respuesta y de orientación hacia los problemas reales por parte de la investigación agrícola patrocinada por el sector público.

Programas cooperativos nacionales de investigación con dimensión internacional

Durante muchos años, el sistema de investigación agrícola estadounidense ha trascendido las fronteras nacionales al participar en proyectos planeados principalmente para servir a la agricultura norteamericana. Muchos de esos proyectos, por supuesto, han rendido beneficios tanto para los EE.UU. como para el país donde se realizan.

Tenemos numerosos ejemplos de cooperación internacional para el mejoramiento de cultivos y animales, y en particular con respecto al control de plagas y enfermedades. La investigación sobre suelos ha mantenido vigoroso vínculo con científicos e instituciones del extranjero por más de un siglo, y esta colaboración se ha ampliado en décadas recientes para cubrir la clasificación, la fertilidad y el manejo de los suelos.

Para el propósito de este trabajo, se seleccionaron dos actividades específicas que se presentan aquí en virtud de su particular relevancia para el desarrollo agrícola internacional actual. La primera es el programa de introducción de plantas, y la segunda el programa coordinado nacional de investigación sobre el mejoramiento del trigo.

Introducción de plantas

Durante esta época de incertidumbre acerca del grado de participación de los Estados Unidos en la ayuda externa o en programas internacionales de ayuda técnica, es de especial importancia recordar la fuente de muchos de los insumos básicos que han permitido el desarrollo de la agricultura norteamericana.

Muy pocos de los cultivos comerciales son nativos de los Estados Unidos. Del Hemisferio Occidental, principalmente de México y de Centroamérica, obtuvimos variedades de algodón, frijol, maíz, chile, aguacate, vainilla y henequén. Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia fueron fuentes generosas de germoplasma básico de papas, frijol "kidney", frijol lima, papaya, tabaco y tomate. Estos países también suministraron variedades de calabaza y quinina. El marañón, el cacahuate, la casava y las piñas vinieron de Brasil y Paraguay.

Del Noreste de África vinieron la cebada, la avena, el centeno, la higuera y los sorgos. Los países del Medio Oriente proporcionaron trigos harineros, almendro, albaricoque, repollo, zanahoria y cereza. De esa región también es la vid, la calabaza de verano y la cebolla.

De la India y el Sureste de Asia proceden el algodón, el manzano, la pera, el melón chico, la espinaca, el chícharo y el ajonjolí. Y la región

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

indobirmana dió chícharos de vaca, pepinos, plantas de huevo, cáñamo, mango, pimienta negra y arroz. Los países del Este de Asia contribuyeron con el trigo sarraceno, naranjo, durazno, soya, caña de azúcar, toronja, banano, jengibre, ñame y cocotero. Estas y otras plantas fueron introducidas y adaptadas a la agricultura norteamericana a través de un amplio programa de investigación básica, aplicada y adaptativa. Las nuevas introducciones constituyeron una reserva continua de germoplasma para ser empleada por nuestros fitomejoradores en su tarea de elevar el rendimiento y mejorar la resistencia a plagas y enfermedades, u otras características de los cultivos comerciales.

La colección, evaluación y mantenimiento de germoplasma de plantas cultivadas fue uno de los primeros trabajos sistemáticos realizados con el fin de mejorar la agricultura de los Estados Unidos. Data de 1819, cuando el Departamento del Tesoro solicitó a los cónsules norteamericanos que colectaran semillas, plantas e información sobre cultivos y suelos de los países donde estaban asignados. Veinte años más tarde, el Comisionado de Patentes fue autorizado para coleccionar semillas y plantas foráneas a efecto de distribuirlas a los agricultores norteamericanos. En 1856 el Comisionado inició una campaña para propagar los sorgos. A ésta siguió un programa para distribuir algodón y tabaco en 1862, cuando se estableció el Departamento de Agricultura.

La introducción de germoplasma prosiguió como una función especial del Departamento de Agricultura hasta 1901, cuando se conjuntó con otras líneas de investigación orientadas hacia el mejoramiento de los cultivos y se fundó la Oficina de Industria Agrícola dentro del USDA.

El interés por la introducción de materiales foráneos y el apoyo que esta actividad recibe ha tendido a registrar altas y bajas de acuerdo con el interés o preocupación de los propios científicos. La prioridad cambia también y refleja las necesidades de "emergencia" de germoplasma exótico como fuente de resistencia a nuevas plagas o enfermedades.

En 1947 se reorganizó y se fortaleció el sistema de introducción de germoplasma exótico al reconocerse la necesidad de establecer un programa más ordenado y sistemático para seleccionar y coleccionar germoplasma de todo el mundo, para evaluar y catalogar los datos que permitiesen una pronta identificación de las cualidades genéticas, y para mantener existencias de semillas que pudiesen asegurar su disponibilidad a fitomejoradores federales, estatales y privados.

Se asignó un presupuesto continuo para viajes y exploraciones de campo en el extranjero. Se mejoraron las instalaciones de la estación de introducción inicial y de cuarentena, ubicada en Glenn Dale, Maryland, y en otros centros donde se siembran primero los materiales introducidos. Se establecieron estaciones regionales en cooperación con las

Cap. II / La base de la investigación agrícola de los Estados Unidos

estaciones experimentales estatales en Ames, Iowa; Experiment, Georgia; Geneva, N. York; y Pullman, Washington, a fin de manejar la propagación, prueba, mantenimiento y distribución del germoplasma introducido de cultivos de importancia especial para cada región. En Sturgeon Bay, Wisconsin, se fundó una estación interregional para el estudio de la genética, mejoramiento y problemas fitopatológicos de la papa.

Además de las nuevas estaciones de introducción de plantas que se establecieron para servir más efectivamente a los fitomejoradores de diversas regiones agrícolas, en 1956 se fundó el Laboratorio Nacional de Almacenamiento de Semillas en la Universidad Estatal de Colorado. En el laboratorio se conservan pequeñas muestras de germoplasma de todos los cultivos importantes, bajo condiciones controladas de humedad y de temperatura.

Muchas de las colecciones estadounidenses de germoplasma se han utilizado en programas internacionales a través del intercambio regular de materiales con otros países. En años recientes su empleo se ha incrementado merced a una serie de programas como la investigación adaptativa del Programa de Ciencias Agrícolas de la Fundación Rockefeller. La colección de plasma germinal de trigo del USDA ha constituido un recurso muy importante para el programa internacional de mejoramiento de trigo cuyo centro de operaciones se halla en México. La colección de arroz constituyó la base de la excelente y ahora más extensa fuente de plasma germinal del Instituto Internacional de Investigación sobre Arroz. Por su parte, las colecciones de mijo y sorgos —junto con la participación de exploradores botánicos norteamericanos— contribuyeron a formar la amplia base genética de estos cultivos, cuyo germoplasma se mantiene en la India y en los EE.UU.

La Academia Nacional de Ciencias y el Consejo Nacional de Investigación patrocinaron un proyecto especial, iniciado en los años cuarentas, para coleccionar las razas de maíz de Latinoamérica. A través de este proyecto se coleccionaron más de 12,000 líneas que se mantienen en los bancos de germoplasma de México, Colombia y Brasil (Clark, 1956). Las colecciones se clasificaron y luego se formaron compuestos, a partir de los materiales más sobresalientes de más de 200 razas.

Aunque las colecciones de los principales granos alimenticios se "internacionalizaron" en los bancos de germoplasma que se mantienen en las Filipinas, la India y Latinoamérica, se ha avanzado poco en el desarrollo de una organización internacional efectiva para la colección, utilización y mantenimiento de plasma germinal de plantas y animales. Las iniciativas tomadas por la FAO desde hace más de 20 años reciben poco apoyo no sólo de los países avanzados, sino también de los países en desarrollo y de la FAO misma (Harrington, 1958b). Cada vez es

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

mayor el número de agrónomos con interés en el plasma germinal que advierten la necesidad de proteger la diversidad genética mediante colecciones que se mantengan en los centros de origen de la planta o cultivo en particular (FAO, 1967). Esta medida sería más trascendental que la colección y utilización de los nuevos materiales genéticos a fin de afrontar los problemas específicos de resistencia a las plagas o a las enfermedades, y los relacionados con la calidad de los cultivos.

Los países con una agricultura científica avanzada deben cimentar la organización y operación de los componentes principales de sus sistemas nacionales de investigación. *En los Estados Unidos hemos dado mayor y más continua atención al fortalecimiento de nuestra capacidad de investigación en las dos últimas décadas que a vigorizar y ampliar tal capacidad en los países en desarrollo a través de nuestros programas cooperativos de ayuda técnica.*

El programa nacional de investigación sobre mejoramiento del trigo

La investigación cooperativa y coordinada entre el gobierno federal y los Estados para mejorar la producción de trigo es un excelente ejemplo de un programa nacional que ha alcanzado dimensiones internacionales importantes, aunque dentro de los Estados Unidos tiene una fuerte orientación regional y local. La organización y operación de este programa refleja el esquema utilizado en los programas cooperativos de investigación para el mejoramiento de los cultivos alimenticios patrocinados por la Fundación Rockefeller, y en varios de los programas de investigación que apoya la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID).

Los papeles desempeñados por el USDA y por los estados participantes en este programa nacional son semejantes a los de la Fundación Rockefeller y los países colaboradores, y semejantes también a los del equipo directivo de los proyectos patrocinados por AID y por los países que participan en ellos. El programa nacional de investigación sobre trigo puede ser igualmente un modelo acerca de cómo atacar múltiples áreas problemáticas que afrontan los sistemas nacionales de investigación agrícola de los países donde se establecieron nuevos cultivos, o donde se trata de aumentar la productividad de los viejos cultivos. El trigo no es originario de los EE.UU., y como señala Reitz (1962, 108):

Llegó a nosotros desde el otro lado del globo como un alimento para los colonos del nuevo mundo o en el equipaje de los emigrantes que conocían bien su valor. La introducción del trigo de muchas regiones suministró una gran cantidad de tipos y clases para ser probados por los colonos. Muchos tipos fallaron debido a que no se adaptaron al suelo y al clima de los sitios donde se

Cap. II/ La base de la investigación agrícola de los Estados Unidos

sembraron y fueron luego reemplazados por semillas de las variedades que tuvieron éxito. El trigo se estableció de esta manera a lo largo de la costa atlántica antes de 1800. El proceso se repitió a medida que los colonizadores avanzaron hacia el oeste. Hacia 1859 el trigo ya parecía nativo de los Estados Unidos. En la actualidad se siembra regularmente en 44 Estados

El proceso de prueba y error que se utilizó al principio para identificar los trigos que se adaptaban a condiciones específicas de cultivo, progresó hacia un procedimiento sistemático de introducción continua del nuevo germoplasma foráneo y de manipulación biológica por parte de fitomejoradores, fisiólogos, fitopatólogos, especialistas en suelos y otros investigadores agrícolas. Este procedimiento tenía --y tiene-- como fin aumentar la productividad del cultivo bajo una amplia gama de condiciones ambientales. El esquema nacional es coordinado a través del USDA, entidad que participa en la investigación, ayuda en el planeamiento, realización, análisis e información de ensayos uniformes, paga el personal y proporciona las instalaciones para las pruebas de calidad de molenda y panificación, y suministra un flujo constante del nuevo germoplasma de la colección internacional de trigos que cuenta ahora con más de 18,000 líneas.

Dado que existen determinadas demandas del mercado y del consumidor para las varias clases de trigo que tienden a adaptarse específicamente a las diferentes condiciones de cultivo del país, el programa nacional de investigación se ha desarrollado sobre esquemas regionales. A fines de la década de 1920 se estableció un programa coordinado para mejorar los trigos rojos de primavera, en el cual participaron los Estados de las planicies norteadas y de la región norte central. Subsecuentemente se iniciaron programas cooperativos de mejoramiento de trigos duros rojos de invierno en la zona que abarca desde Texas hasta las Dakotas y Montana; para los trigos rojos suaves de invierno, en el este de los EE. UU., para los trigos blancos, en la región Pacífico-Noroccidental y California, y para los trigos cristalinos, en las Dakotas y Montana. La dirección coordinadora, primero a cargo del personal del USDA radicado en Washington, D.C., pasó luego a científicos del USDA que participan activamente en la investigación y que laboran en alguna de las estaciones experimentales de las regiones respectivas; esto es, en Maryland, North Dakota, Nebraska y Montana.

Los programas reciben una atención efectiva de investigación interdisciplinaria por parte de los fitomejoradores, fitopatólogos, bioquímicos, especialistas en suelos, entomólogos y otros especialistas del USDA o de los científicos de las estaciones experimentales cooperadoras, quienes ordinariamente laboran en un centro experimental estatal. La asignación de científicos federales a los centros experimentales

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

estatales permite la formación de equipos de investigación bien integrados dentro de un Estado y dentro de una región triguera específica.

De la amplia gama de servicios proporcionada por el grupo coordinador, la colección del nuevo germoplasma y su distribución a los fitomejoradores ha sido algo particularmente valioso. El empleo del trigo Norin 10 para formar las variedades de paja corta, de alto rendimiento y alta respuesta a los fertilizantes, es de especial interés debido a los beneficios internacionales que se generarán a partir de este germoplasma. Norin 10 y otras variedades de este tipo fueron introducidas en 1946 del Japón a los Estados Unidos por el Dr. S. C. Salmon, quien a la sazón dirigía el programa de investigación de trigo del USDA y fungía como asesor agrícola del ejército de ocupación en el Japón, (Reitz y Salmon 1968).

El Dr. O. A. Vogel, fitomejorador del USDA en la estación agrícola experimental estatal de Washington, ubicada en Pullman, fue el primer genetista que usó extensivamente los trigos semienanos en Norteamérica. Las progenies de sus cruzas de Norin 10 x Brevor y Norin 10 x Baart que se han utilizado mucho en los Estados Unidos, constituyeron la base de los trigos mexicanos semienanos desarrollados por el Dr. N.E. Borlaug y sus colegas mexicanos que colaboraron con él. Los materiales derivados de los híbridos formados por Vogel cruzados con variedades mexicanas, y los derivados de cruzas semejantes de variedades mexicanas con Norin 33 x trigo de Indiana, obtenidos en la Universidad de Purdue y llevados a México en 1957 por el Dr. Ignacio Narváez, se distribuyeron a escala comercial entre los agricultores mexicanos en 1962.

Es bien conocido el comportamiento de los trigos mexicanos semienanos, relativamente insensibles al fotoperíodo, que en años recientes se han sembrado extensamente en el Oeste y en el Sur de Asia. Se estima que en la actualidad esos trigos cubren del 15 al 20% de la superficie triguera total de India y de Pakistán, y que merced a su empleo, la producción de este cereal en el Oeste y Sur de Asia puede incrementarse en alrededor del 20% en 1968-69 (Dalrymple, 1969).

El comportamiento y el gran impacto del germoplasma de Norin en la producción de trigo de los Estados Unidos recibió menos publicidad. A partir del cruzamiento de trigo de las diferentes regiones trigueras y con los materiales Norin 10 x Brevor, del Dr. Vogel, se ha obtenido ya un cierto número de variedades comerciales. Las variedades *Gaines* y *New Gaines*, desarrolladas por el programa cooperativo entre el USDA y las estaciones experimentales de Washington, Oregon e Idaho, se distribuyeron en 1961 y 1965, respectivamente. Estas variedades cubrieron alrededor de un millón de hectáreas de la superficie sembrada con trigo en la región Pacífico-Noroccidental en 1968. Algunos agricultores han

obtenido rendimiento de más de 100 bushels por acre (8,691 kg/ha) y un productor del Estado de Washington obtuvo en 1965 el récord mundial de rendimiento con 209 bushels por acre (18,164 kg/ha) con la variedad Gaines (Reitz, 1969).

La variedad *Maricopa*, un trigo semienano blanco de primavera, adecuado para la siembra de otoño en Arizona, fue distribuida comercialmente por la Estación Experimental de Arizona en 1961. Por su parte, el trigo rojo de invierno *Blueboy*, distribuido por la Estación Experimental de Carolina del Norte en 1966, produjo más de 100 bushels por acre (8,691 kg/ha) en dicho Estado en 1967. Esta fue la primera variedad que alcanzó tal nivel de rendimiento en la región Este del país. La variedad *Yorkstar*, un trigo semienano de invierno de grano blanco, fue distribuida en 1966 por la Estación Experimental de Cornell. La variedad *Timwin*, un trigo rojo de invierno, semienano, fue obtenida por la Estación Experimental de Wisconsin y distribuida a partir de 1967 (Reitz y Salmon, 1968).

Una segunda contribución importante del programa nacional de investigación de trigo es el papel que desempeña en el control de plagas y enfermedades que suelen emerger virulentamente. Los fitopatólogos y los entomólogos asignados a las estaciones experimentales federales y estatales pueden detectar e inmediatamente iniciar el combate de alguna nueva forma de enfermedad o de insecto que se encuentre en cualquier punto de las principales zonas productoras de trigo.

Un ejemplo de ello es la experiencia que se tuvo con la virulenta raza 15-B de la roya del tallo, encontrada por los fitopatólogos por vez primera en 1938, en un hospedero alternante — el agracejo — en el norte de los Estados Unidos. Pronto se emprendió la tarea de identificar las fuentes de resistencia genética, para lo cual se probaron inclusive variedades de trigo introducidas de Australia, Kenya, Egipto y muchos otros países. Durante la Segunda Guerra Mundial, la investigación se redujo en términos de presupuesto y de personal, aunque para 1950, cuando esta raza se encontró en fincas comerciales, los fitomejoradores y los fitopatólogos ya habían hecho considerables avances en la obtención de variedades comerciales que poseían un alto grado de resistencia a dicha enfermedad. La cooperación de los fitopatólogos y los fitomejoradores desde Texas hasta las Dakotas y Minnesota, de los especialistas del programa de trigo llevado a cabo en México con el patrocinio de la Fundación Rockefeller, y del laboratorio de royas de Winnipeg, Canadá, no sólo acortaron el ciclo de las pérdidas causadas por la raza 15-B de roya del tallo, sino que más tarde evitaron ataques extensos de otras enfermedades de trigo.

El enfoque de los estudios efectuados para controlar la raza 15-B

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

tipifica la orientación de la ciencia agrícola moderna hacia los problemas reales. El conocimiento previo acerca de la posibilidad de que surgiesen diferentes formas del patógeno con grados variables de virulencia o destructividad potencial, hizo que los investigadores se movilizaran para enfrentarse al problema, que en este caso vino a ser una realidad. Las pérdidas de 60 y 65%, respectivamente, de la cosecha potencial de trigo cristalino en 1953 y 1954, fueron muy severas pero de corta duración, merced a la rápida movilidad y efectividad de la investigación.

Los científicos agrícolas norteamericanos que participan en ese tipo de investigación aplicada y dirigida, conocen bien las deficiencias de que adolecen los materiales y los métodos que se utilizan actualmente en las fincas comerciales. Advierten asimismo el potencial de aplicación del nuevo conocimiento básico y de esa manera dan un alto grado de "innovación" y de "respuesta" en su investigación.

Durante varias décadas, la cooperación internacional ha sido una parte básica del programa federal-estatal de mejoramiento de trigo. A partir de la década de 1920, se enviaron a las estaciones experimentales canadienses ensayos especiales de variedades o líneas seleccionadas, a efecto de determinar su resistencia al invierno frío y su reacción a las enfermedades. Luego de la aparición de la raza 15-B de la roya del tallo, los ensayos internacionales de enfermedades de los cereales forman una parte importante del programa coordinado de investigación federal-estatal. Dentro de este esquema se cuenta con cooperadores en los países de Latinoamérica, Europa, y el Medio y el Cercano Oriente, donde se siembran ensayos uniformes. En el programa cooperan aproximadamente 150 científicos, que atienden ensayos en 85 sitios de 40 países. La investigación sobre el trigo tiene probablemente una mayor organización sobre bases nacionales y regionales que cualquier otro programa de mejoramiento de cultivos en los Estados Unidos. Sin embargo, la característica de muchas otras actividades cooperativas de investigación que sirven a la agricultura norteamericana, es el esquema básico que se funda en la participación y el apoyo del gobierno federal en problemas de interés nacional y regional y en la participación activa de las estaciones experimentales estatales en tales proyectos. El esquema incluye el financiamiento por parte de los estados para los proyectos que operan en zonas específicas dentro de la propia área geográfica.

Una estimación del sistema institucionalizado de ciencias agrícolas de los Estados Unidos

Sir Eric Ashby (1966,3), el educador británico, apuntó:

Una institución es la corporación de un ideal. Para sobrevivir, una institución ha de llenar dos condiciones: debe ser lo suficientemente estable para sostener el ideal que le dio origen, y debe poseer una capacidad de respuesta suficiente para proseguir siendo relevante a la sociedad que la apoya.

Estabilidad organizativa y presupuestaria

El sistema nacional de investigación agrícola de los Estados Unidos tiene la estabilidad que le otorgan las leyes aprobadas por el Congreso desde 1862, mediante las cuales se estableció el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y se concedió una dotación de tierra a cada Estado con el propósito de promover el desarrollo de "por lo menos un colegio donde el objetivo principal será . . . la enseñanza de las ramas del conocimiento relacionadas con la agricultura y las artes mecánicas. . ." (USDA, 1962, 218). La legislación subsecuente y el apoyo presupuestario a nivel federal y el que concede las legislaturas estatales, han contribuido al crecimiento y a la estabilidad del programa nacional de investigación agrícola.

En el curso de la última centuria, el programa de investigación del USDA ha sido objeto de numerosas reorganizaciones y cambios en su orientación. Entre esto figura el cambio de su esquema de organización que en sus primeros años se orientaba hacia las disciplinas y que, particularmente en las décadas de 1920 y 1930, se tornó hacia un alto grado de investigación interdisciplinaria, con una orientación hacia la solución de problemas reales. Igualmente, ha habido cambios recurrentes hacia la centralización de la investigación en los laboratorios patrocinados por el gobierno federal, o hacia la descentralización del apoyo monetario para facilitar una mayor colaboración con las estaciones experimentales estatales. Estos cambios no han provocado inestabilidad en el sistema nacional, sino que, por lo general, el resultado ha sido su fortalecimiento.

Esta descripción de la evolución, operaciones y relaciones cooperativas entre las estaciones experimentales estatales y el USDA puede dar la impresión de que el sistema nacional funciona siempre en forma armoniosa y tersa. Por supuesto, ese no es el caso. Las estaciones experimentales estatales gozan de plena autonomía y pueden operar en forma separada de las otras estaciones y del gobierno federal.

De igual manera, el USDA está autorizado para operar con un alto

grado de autonomía. Aunque su interés principal se enfoca hacia los problemas de trascendencia nacional o regional, el USDA también responde a solicitudes de investigación sobre problemas específicos de una zona determinada. Esto se refleja en el gran número de estaciones experimentales y de laboratorios federales que por muchos años han operado en todo el país.

Aunque a través de los fondos otorgados por el gobierno federal existe un vínculo financiero-legal, la colaboración es voluntaria en gran parte. La colaboración entre el gobierno federal y los Estados tiende a ser más estrecha durante el período de tensión o cuando existe una demanda especial por ciertas investigaciones, y se afloja cuando se reduce la presión sobre las necesidades de la producción agrícola. Esta es precisamente la situación que ha prevalecido durante la mayor parte del período transcurrido desde que terminó la Segunda Guerra Mundial.

Varios factores han contribuido a relajar los vínculos entre la investigación agrícola federal y estatal en el transcurso de los últimos 20 años. La provisión de fondos especiales bajo la Ley de Investigación y Mercadeo de 1946, lo cual señala que serán los Estados los que lleven a cabo la investigación regional, tendió a reducir la participación del USDA en algunos de los proyectos regionales (USDA, 1962, 225). Además el hecho de que los científicos dispongan ahora de fondos provenientes de instituciones federales como la Fundación Nacional para la Ciencia, los Institutos Nacionales de la Salud, la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio, etc., ha apartado de los estudios aplicados u orientados hacia la solución de problemas a un buen número de los científicos agrícolas más capaces, quienes se dedican actualmente a la investigación fundamental o básica. El resultado es el aislamiento, o por lo menos la independencia, de esos científicos dentro de la estructura de la estación agrícola experimental estatal y dentro de las actividades cooperativas entre el gobierno federal y los Estados.

Los diversos factores que ha modificado los esquemas de la investigación agrícola de los Estados Unidos en los últimos 20 años, tienen como efecto neto que se enmascaren la estructura institucional nacional y se oscurezcan los programas coordinados como los de introducción de plantas y el programa nacional de mejoramiento de trigo. *Por lo tanto, es importante que los interesados en el estudio de la organización y el funcionamiento del sistema norteamericano de investigación agrícola, concentren su atención sobre diversas actividades específicas a fin de que puedan percibir cómo están estructuradas e integradas.* En este respecto, uno de los mejores análisis de la investigación agrícola de los Estados Unidos que hayan hecho especialistas extranjeros, fue el que prepararon los señores P. P. I. Vaidyanathan y K. C. Naik, ambos de la

India, durante una corta visita que hicieron en 1958. Su informe titulado *Instituciones Agrícolas de los Estados Unidos de América*, ofrece no sólo un excelente resumen de la estructura norteamericana, sino también una comparación con el esquema de la investigación agrícola de la India.

Flexibilidad y capacidad de respuesta

Tenemos ejemplos abundantes de la capacidad de respuesta del sistema nacional para afrontar situaciones de emergencia, particularmente cuando se trata de proteger la agricultura norteamericana. Tenemos también prueba de la efectiva conjunción de los recursos federales y estatales para hacer frente a las necesidades críticas de la Primera Guerra Mundial, la Segunda Guerra Mundial y el conflicto de Corea. Igualmente, se han aprobado medidas legislativas especiales para ampliar la investigación e incluir las ciencias sociales y económicas y los problemas de mercadeo, y para profundizar la investigación básica o fundamental.

Los factores limitativos que confrontan los agricultores no se detienen en las fronteras territoriales. Trascienden no únicamente los límites de los estados, sino también las áreas regionales que abarcan los grupos de estaciones experimentales estatales, los esquemas previos del Servicio de Conservación de Suelos y otras organizaciones semejantes. El esquema de apoyo general para la "investigación regional" sobre problemas que inciden en diversas áreas territoriales, otorga un alto grado de elasticidad en el programa nacional de investigación.

Aplicabilidad en los países en desarrollo

Al considerar la aplicabilidad del sistema de investigación agrícola de los Estados Unidos y los países en desarrollo, no esperaríamos que su esquema específico de organización ni su desarrollo evolutivo tuviesen relevancia directa. Empero, para los países interesados en el desarrollo de sus capacidades institucionales para la ciencia y la tecnología agrícolas, se pueden subrayar varios puntos:

- 1) Se debe dar atención específica al planeamiento y evolución de la capacidad de la investigación interdisciplinaria, orientada hacia la solución de los problemas. Esto no se genera espontáneamente a partir de instituciones preestablecidas cuya actividad principal es la enseñanza, la extensión, u otras tareas de desarrollo agrícola.
- 2) El esquema norteamericano de investigación agrícola no está sujeto a limitaciones de escala y tiene aplicabilidad en países grandes o

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

pequeños. La diferencia principal estribará en el número de estaciones y laboratorios de investigación, el número y la complejidad de los proyectos específicos, y el número de científicos que se necesitan.

3) La estimación y la aplicabilidad potencial del esquema norteamericano debe considerar: a) un sistema vigoroso a nivel nacional que incluya centros de investigación locales y regionales conforme se requieran para atender las diversas condiciones agrícolas, b) la asociación de programas de enseñanza y adiestramiento en centros de investigación seleccionados donde la investigación en la educación estén vinculadas de modo tal que se pueda ofrecer el adiestramiento necesario en las especialidades agrícolas específicas, y c) un vínculo estrecho entre los centros de investigación, la extensión, y otras actividades orientadas hacia el fomento de la nueva tecnología entre los agricultores.

Estos factores se discuten más a fondo en el capítulo donde se analiza el fortalecimiento de los sistemas nacionales de investigación agrícola en los países en desarrollo.

Capítulo III

ORGANIZACIONES DE INVESTIGACION AGRICOLA EN LOS PAISES EN DESARROLLO

Es difícil generalizar acerca de la capacidad de investigación agrícola de los países en desarrollo. Se han registrado varios cambios institucionales desde los primeros años de la década de 1940 cuando se estableció en Costa Rica el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, y cuando la Fundación Rockefeller inició su programa agrícola cooperativo en México. Empero, si se observa como un todo el mundo constituido por las naciones recién independizadas y por Latinoamérica, se advierte que durante los últimos 25 años ha progresado poco la capacidad local de investigación agrícola. En efecto, en varios de los países que se independizaron después de la Segunda Guerra Mundial, la capacidad de investigación agrícola disminuyó conforme emigraron los científicos extranjeros que allí laboraban y a medida que ocuparon sus puestos personas relativamente inexpertas y/o inadecuadamente adiestradas.

Algunos esquemas de organización

En las ex colonias británicas existe un patrón más bien consistente de institutos centrales de investigación que se concentran principalmente en estudios básicos sobre cultivos o productos específicos, en particular los de exportación. Se ha dado poca atención a la investigación adaptativa en gran escala, la cual es esencial para lograr la diversificación y modernización de la agricultura. Este esquema prevaleció en la India y en Pakistán ya independientes, con sus institutos centrales de investigación para yute, algodón, caña de azúcar y otros cultivos, y también en África, donde se establecieron institutos de investigación con el objeto de dar servicio a amplias zonas de África

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

Occidental con plantaciones de hule, cacao y palma de aceite. El establecimiento, en 1925, del Instituto de Investigación sobre Hule en Malaya refleja igualmente el interés de contar con un apoyo técnico para los cultivos comerciales, y la limitada atención a la investigación que ayudase a balancear la agricultura de ese país.

En la India y en Pakistán la agricultura se considera una responsabilidad del estado, aunque la investigación se acepta como una tarea conjunta o concurrente del gobierno estatal y del gobierno central. Dado que los recursos estatales son escasos, es difícil obtener un vigoroso apoyo financiero para la investigación de los ministerios de agricultura de los estados. Como resultado, la investigación aplicada o adaptativa para resolver los problemas de los productores —una tarea que se dejó a los estados— se ha descuidado mucho.

La investigación no es una de las actividades principales de las escuelas de agricultura de muchos países en desarrollo. Estas son más bien instituciones de enseñanza, con programas y procedimientos académicos guiados por las universidades de las cuales dependen.

En la India y en Pakistán existen consejos de investigación agrícola que suministran recursos para ciertos proyectos. Sin embargo, en ausencia de una infraestructura sólida de investigación a nivel nacional, las dotaciones financieras relativamente modestas y casi siempre a corto plazo que se canalizan a proyectos estrechamente definidos dentro de disciplinas especiales, rinden un beneficio práctico o acumulativo muy limitado. Durante la última década, la India inició una serie de pasos muy positivos a efecto de llevar a cabo proyectos de investigación adaptativa y aplicada a nivel nacional. Para ello utilizó fondos del Consejo de Investigación Agrícola de la India, los cuales se canalizaron hacia tales proyectos coordinados en todo el país.

En general, la investigación agrícola de los países atrasados es más personalizada que organizada, y depende en gran parte de la iniciativa, vigor y nivel de adiestramiento de los propios investigadores. Las variedades de caña de azúcar formadas en la Estación Experimental de Coimbatore, India y las "cañas nobles" de Java han constituido recursos de gran importancia para desarrollar la industria azucarera de todo el mundo, y algunos científicos británicos, holandeses y belgas han contribuido en forma destacada al conocimiento de la biología y la agricultura de los trópicos. Tales contribuciones disminuyeron desde la Segunda Guerra Mundial, debido en parte a la repatriación de los científicos después de que esos países ganaron su independencia, debido también a los esfuerzos de importar tecnología a través de programas de extensión, e igualmente a causa de la especial importancia que muchos países dieron al desarrollo industrial.

Cap.III/Organizaciones de investigación agrícola en los países en desarrollo

La prioridad otorgada por muchas organizaciones internacionales de ayuda técnica a los programas de acción perpetúa el bajo nivel de la investigación agrícola en numerosos países en vías de desarrollo. Según lo manifestó hace varios años un científico agrícola hindú, el lento avance hacia la modernización de la agricultura no se debe a la falta de voluntad para aceptar las innovaciones por parte de los productores. La principal limitación es la carencia del apoyo de los dirigentes políticos y de quienes administran los programas de investigación que generan las innovaciones.

Personal científico

El Dr. Frederick Seitz, ex presidente de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, al expresar en fecha reciente su preocupación por la posibilidad de que un menor número de estudiantes norteamericanos ingresen a las carreras científicas, apuntó (Seitz 1968a, 29): "nada sustituye el contar con un gran número de personas brillantes; tal ha sido la base de nuestro poderío durante los últimos 25 años.

Podemos apreciar el significado de este poderío intelectual en la ciencia y la tecnología agrícolas de los Estados Unidos al hojear el directorio del USDA titulado *Trabajadores profesionales de las estaciones experimentales agrícolas estatales y de otras instituciones estatales cooperadoras* (USDA, 1965), en el cual podemos notar el número de investigadores que poseen los grados de maestría y doctorado. En cada una de las 188 páginas del directorio había de 50 a 100 ó más investigadores con doctorado en 1965-66. Los recursos humanos de los programas del USDA y de las estaciones experimentales estatales llegaban a 10,330 científicos en 1965.

La carencia de personal científico es actualmente el factor que más limita la transformación de la agricultura en la mayoría de los países en vías de desarrollo Por ejemplo, la Estación Agrícola Experimental de Minnesota cuenta con más personal al nivel de doctorado en sólo dos de sus subestaciones, la del noroeste y del sur, que toda la Rama de Investigación de la División de Agricultura del Gobierno de Malasia.

El gran número de científicos dedicados a la investigación en los Estados Unidos, la concentración de equipos multidisciplinarios en los principales centros de investigación y asignación de personal bien adiestrado a las estaciones experimentales locales, tienen un efecto importante en la difusión de la tecnología a los agricultores. El extensionista del noroeste o del sur de Minnesota dispone de materiales confiables

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

—probados por la estación experimental cercana— que puede ofrecer a sus agricultores. Esto contrasta notablemente con la tarea del extensionista asiático, quien en años recientes afronta la responsabilidad de recomendar la tecnología de producción de arroz o de trigo desarrollada en las Filipinas y en México, probada en forma limitada por las estaciones experimentales locales.

El nivel y la calidad del adiestramiento

En la mayoría de los países pobres hay pocos agrónomos adiestrados más allá del nivel de licenciatura (Ingeniero Agrónomo, en los países de habla española), aunque en las naciones que siguen el esquema universitario británico existe un creciente número de técnicos que tienen licenciatura en ciencias con honores ("B.S. Honors Degree") —equivalente al grado de maestría— en disciplinas científicas relacionadas con la agricultura. Hay, sin embargo, la opinión generalizada de que debido al bajo desarrollo de la agricultura tradicional, los individuos que tienen la licenciatura pueden lograr la modernización o la transformación agrícola. Por supuesto, esto es una concepción deformada, a la cual contribuyen muchos agrónomos norteamericanos quienes sugieren que "las tareas técnicas pueden ser manejadas por un buen agente de extensión o un especialista en extensión". Estas palabras tienen un sonido familiar a medida que recordamos la controversia que hubo con respecto a la "investigación sólida" contra las "demostraciones expeditas" en la evolución de las estaciones agrícolas experimentales de los EE. UU.

En realidad, las tareas relacionadas con la mejora de los cultivos, el manejo del agua y la sanidad animal, etc., son tan o más complejas en las zonas agrícolas tropicales que en cualquier parte de Norteamérica. Los problemas económicos y sociales son también difíciles, y por tanto se necesitan investigadores capacitados para resolverlos.

No esperaríamos, desde luego, que los técnicos con el grado equivalente a ingeniero agrónomo solamente, sean investigadores efectivos en los Estados Unidos. El adiestramiento y la experiencia para conceptualizar un problema y para organizar una investigación con el fin de resolverlo o conocerlo más, se adquieren ordinariamente en los programas de maestría o de doctorado. Y hasta en tanto no se incremente la capacidad profesional de los agrónomos locales —no sólo en investigación sino también en lo que respecta a los servicios de extensión y asesoramiento— una gran parte del insumo tecnológico continuará siendo de segunda mano y de segunda clase.

Algunos países en vías de desarrollo cuentan ya con un número sustancial de personas que han cursado estudios avanzados en ciencias

agrícolas en universidades norteamericanas, inglesas o de otros países adelantados.

No obstante, su contribución al desarrollo agrícola práctico de su propio país será limitado si sus estudios se concentran en asuntos teóricos y si al regresar a su patria carecen de liderazgo que los ayude a enfocar su trabajo sobre problemas locales relevantes, o si no existe una base de organización que les proporcione el apoyo financiero y la estabilidad programática que necesitan.

Aptitud y dedicación de los investigadores

Aunque el nivel de adiestramiento académico adquirido a través de los estudios de maestría o de doctorado, da una medida de la competencia intelectual, la experiencia del trabajo en la metodología experimental es igualmente importante. Esta competencia para planear y llevar a cabo trabajos de investigación, varía en las naciones en desarrollo. Por ello el adiestramiento en proyectos experimentales, particularmente en la ejecución de investigaciones de campo y de laboratorio, ha venido a constituir un problema creciente a medida que los científicos norteamericanos se orientan hacia una investigación más especializada, gran parte de la cual requiere de equipo elaborado y costoso.

Una característica notable de los programas agrícolas de la Fundación Rockefeller, desde su comienzo, es la importancia que se concede al adiestramiento en servicio dentro de los proyectos de investigación. Más de 700 jóvenes agrónomos mexicanos se capacitaron merced a este esquema, el cual se integró también a los programas cooperativos de la Fundación en Colombia, Chile y la India. Estos programas, además del IRRI con sede en las Filipinas y el CIMMYT con sede en México, son centros donde se ofrece este tipo de adiestramiento.

Un atributo de gran importancia, aunque algo intangible, de un científico agrícola es su vigor, entusiasmo y dedicación a la tarea de resolver problemas. Sin estos rasgos, un investigador inteligente y bien capacitado logrará muy poco. Aunque dichas características son en parte inherentes, pueden ampliarse o disminuirse merced al apoyo institucional y al ambiente de trabajo. Existe la tendencia de criticar a los investigadores de los países en desarrollo por su renuncia a ensuciarse las manos o a trabajar en parcelas experimentales. Pero ordinariamente no se aprecia que la falta de una sólida base institucional, con la incertidumbre correspondiente, puede ser un factor que contribuye a tal tendencia.

Especialización

La carencia de una estructura vigorosa y estable de investigación, sea sobre líneas de cultivos o de áreas problemáticas, favorece la frecuente transferencia de investigadores de un proyecto a otro. No es raro que un científico haya trabajado en 4 ó 5 cultivos diferentes en un período de 10 años y que sus cambios hayan sido motivados principalmente por modestos aumentos de salario en el nuevo campo de trabajo. Este personal trashumante contribuye poco al progreso de la tecnología.

Otro factor limitativo presente en los países en vías de desarrollo es la tendencia a otorgar a un solo individuo la responsabilidad de una amplia gama de investigaciones. En algunos lugares es práctica común designar a un botánico de un instituto de investigación como dirigente de programas de fitomejoramiento de varios cultivos importantes tales como trigo, algodón, sorgos, mijos, oleaginosas, etc. Aun cuando esta persona dispusiera de un gran número de subordinados con menor adiestramiento, ningún científico, no importa cuan competente sea, puede constituirse en líder incisivo y progresista de un campo de investigación tan amplio.

Fortalecimiento de los programas de adiestramiento

Una base sólida de investigación agrícola –con investigadores de alta capacidad científica para hacerla productiva, y extensionistas competentes para transferir con éxito las innovaciones hacia las fincas de los agricultores– requiere de una superación sustancial de la educación agrícola que actualmente se ofrece en los países en desarrollo. En la mayoría de los casos, la meta de lograr que un gran número de técnicos se adiestren al nivel de postgrado dista de ser satisfactorio. Además, es dudoso que la educación vocacional que se ofrece a un nivel equivalente al del liceo o bachillerato produzca asesores agrícolas o extensionistas capaces de entender la importancia de *combinar apropiadamente* los “paquetes” de prácticas o insumos agrícolas modernos.

Se han logrado avances considerables en varias naciones que cuentan con programas de becas otorgadas por instituciones locales y foráneas, a través de los cuales se ha formado un grupo vigoroso de científicos bien capacitados. Igualmente, a través de contratos de USAID con las universidades *land grant*, se ha utilizado el componente de adiestramiento a fin de capacitar a numerosos estudiantes de los países cooperadores, al nivel de maestría o de doctorado. Como resultado, se dispone ahora de un creciente núcleo de investigadores competentes en los países donde las universidades norteamericanas han colaborado durante una década o

más. Para muchas naciones esto representa el mejor recurso disponible en lo que se refiere a personal especializado.

Para que los países en desarrollo progresen hacia una agricultura moderna basada en la ciencia, éstos no deben depender de la ayuda externa para lograr el adiestramiento avanzado de sus técnicos. Deben invertir sus propios fondos a fin de desarrollar su capacidad nacional de investigación. La experiencia obtenida a través de muchos años en el campo de la educación superior y el adiestramiento de agrónomos de países en desarrollo, sugiere que un esquema efectivo deberá incluir tres aspectos: 1) El adiestramiento en servicio sobre métodos experimentales que se necesitan para llevar a cabo investigaciones de campo y de laboratorio. Este adiestramiento se debe realizar a través del aprendizaje en proyectos bien estructurados que se orienten hacia la solución de problemas en el propio país, en otro país de la misma región, o en uno de los institutos nacionales o internacionales de investigación especializada. 2) Luego del adiestramiento en servicio, se debe capacitar al técnico al nivel de maestría en una institución local, dentro de la región, o en un colegio de agricultura asociado con uno de los institutos de investigación regionales o internacionales. 3) A las personas que tienen características para ser líderes de investigación se les debe capacitar al nivel de doctorado en instituciones —locales o foráneas— que se seleccionan sobre la base de cuan adecuadas son con respecto a las necesidades de especialización y a las necesidades del individuo. En esta etapa, el interés radica en una capacitación en una área especializada, que se combine con una exposición apropiada y amplia a las disciplinas científicas relacionadas con el campo académico correspondiente.

Deficiencias de los programas generales

La carencia de instituciones de investigación estructuradas a nivel nacional y el número inadecuado de especialistas bien capacitados, constituyen factores que limitan en forma crítica la generación de tecnología agrícola en los países en vías de desarrollo. Además de estas restricciones, hay otros problemas operacionales y programáticos que deben superarse.

El concentrar los trabajos casi exclusivamente sobre los cultivos de exportación trae como consecuencia un interés inadecuado por mejorar la producción de cultivos alimenticios y por formular sistemas de cultivo diversificados para obtener la máxima productividad de los recursos de suelo y agua. Un aspecto que se ha desdeñado es la investigación sobre el manejo del suelo y del agua, en la cual figura el uso y la

conservación del agua de lluvia. Este problema fue revisado críticamente por el grupo del Banco Asiático de Desarrollo (1969). Pocos países conceden la atención que merece el mejoramiento del ganado; a la vez, la investigación de problemas socioeconómicos de la agricultura es en extremo deficiente.

El hincapié que los institutos de investigación ponen sobre los estudios básicos, tiende en muchos casos a limitar la atención sobre las soluciones prácticas a los problemas inmediatos que inhiben la productividad. A menudo, las instituciones de investigación agrícola basan su organización en torno a las disciplinas, es decir: divisiones de botánica, química, micología, entomología, etc., a manera de casilleros estrechos que impiden la atención conjunta a los problemas agrícolas complejos. Igualmente, según se mencionó antes, la organización estructural que suele otorgar la responsabilidad de un amplio programa de investigación a un solo botánico, edafólogo, micólogo o veterinario, restringe el alcance de la capacidad física e intelectual de los individuos para planear y llevar a cabo las investigaciones.

Otra sería dificultad es la abrogación del personal administrativo —no técnico— para tomar las decisiones que se refieren a presupuestos, distribución de fondos, reclutamiento y selección del personal técnico, aprobación de viajes, adquisición de equipo y materiales, etc. Esto varía en los diferentes países, pero en pocos lugares se acepta el esquema norteamericano en que el director de un instituto o de un centro de investigación es un científico bien capacitado, y donde las funciones administrativas —que deben estar en manos de personal adiestrado y subordinado al director— se consideran como servicios que se desempeñan para expeditar los programas de investigación.

Lo inadecuado de las instalaciones —laboratorios, campos de experimentación, instrumentos científicos— es un problema general y a menudo uno de los más difíciles de evaluar. Tal vez la deficiencia más común de la investigación agronómica es la falta de precisión de los estudios de campo debido a que los terrenos experimentales no se adecúan a ensayos exactos y reproducibles, dado el manejo inapropiado de la irrigación o de la humedad, y al ineficiente control de las malezas, las enfermedades y las plagas.

La limitación de la capacidad de investigación de los países en desarrollo no sólo restringe la cantidad y la calidad de la investigación realizada por el personal y las instituciones locales sino que también limita, a veces seriamente, las oportunidades de utilizar la ayuda técnica y científica foránea. Los expertos y el apoyo extranjero no serán de ayuda a menos que exista un estándar mínimo de personal local preparado y de facilidades que favorezcan el esfuerzo conjunto.

Capítulo IV

LA TECNOLOGIA EN LOS PROGRAMAS DE ASISTENCIA TECNICA PATROCINADOS POR LOS ESTADOS UNIDOS

El flujo constante de nuevos insumos técnicos que recibe la agricultura norteamericana en la forma de variedades mejoradas, medidas más efectivas de control de plagas y enfermedades, maquinaria más eficiente, mejores razas de ganado con una mejor nutrición y un mejor manejo y control de enfermedades, así como otras contribuciones en el sector del mercado, ha generado niveles cada vez más altos de productividad en todas las regiones agrícolas y ganaderas del país. La aplicación pronta y continua de las innovaciones generadas por el esfuerzo conjunto entre el USDA, las estaciones agrícolas experimentales estatales y la industria agrícola, reduce los riesgos y las dificultades de la producción, tanto en problemas de interés nacional como en los problemas que confrontan pequeños grupos de agricultores a nivel de la comunidad rural.

A pesar de que la agricultura norteamericana depende fuertemente de la generación continua de nueva tecnología, por casi dos décadas los programas de asistencia técnica patrocinados por los Estados Unidos, no han desarrollado ni utilizado efectivamente la nueva tecnología agrícola en los países cooperadores.

Es evidente el potencial de la nueva tecnología en los países en desarrollo que tienen bajos niveles de productividad medidos por el rendimiento por unidad de superficie. Tal potencial se ha podido demostrar con amplitud durante los últimos tres años a través de los aumentos de la productividad logrados merced al uso de los "paquetes de prácticas de producción" para el trigo y el arroz en India, Pakistán y otros países asiáticos.

Numerosos factores contribuyen a que se soslaye el desarrollo de nuevos insumos tecnológicos en los programas de asistencia técnica patrocinados por los Estados Unidos. Algunos, aunque no todos, pue-

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

den atribuirse a USAID y a las instituciones que le precedieron. La selección de prioridades es influida notablemente por las autorizaciones a corto plazo y las asignaciones monetarias por parte del Congreso. Los cambios en la orientación de los programas— a menudo cambios precipitados— junto con las frecuentes reorganizaciones y transferencias de personal, son fallas en parte de AID y en parte de los cambios de la administración política. Pero la comunidad de científicos norteamericanos —tanto del USDA como de las estaciones agrícolas experimentales estatales— no ha contribuido en la medida de su capacidad en la participación directa o en la guía de los programas cooperativos de desarrollo internacional. Por varias razones los científicos tienden a aislarse de los esfuerzos de ayuda externa de los Estados Unidos.

Tenemos diversas experiencias en la transferencia de tecnología agrícola entre los países y también en la formación del potencial local de investigación. Estas experiencias deben revisarse a fin de identificar los enfoques más efectivos para fortalecer la base tecnológica del desarrollo agrícola internacional.

Primeros esfuerzos cooperativos de asistencia técnica del Gobierno de los Estados Unidos

Cooperación en el Continente Americano

Algunos de los primeros programas agrícolas cooperativos bilaterales fueron los suscritos entre los gobiernos de México y los Estados Unidos con el propósito de controlar plagas y enfermedades de cultivos y animales, entre las cuales figuraron el gusano rosado del algodón, la mosca de la fruta, la mosca prieta de los cítricos y la fiebre aftosa del ganado (Mosher, 1957). Estos programas se establecieron principalmente con el fin de evitar la difusión de dichas plagas y enfermedades a los Estados Unidos; empero, incluyeron investigaciones sobre control de plagas y enfermedades, en las cuales colaboraron científicos norteamericanos que fueron comisionados a México.

El Programa de Desarrollo de Caucho, iniciado a principios de la década de 1940 con el objeto de mejorar las fuentes de hule natural en el hemisferio occidental, fue administrado por la Oficina de Industria Agrícola del USDA, aunque los fondos se le suministraron a través del Departamento de Estado. Dicho programa involucró investigaciones cooperativas con doce países latinoamericanos. En 1954, en un intento por consolidar todas las actividades externas, el programa de investi-

gación sobre hule fue transferido del USDA a la Administración de Cooperación Técnica. Se tomó esta decisión pese a que el programa se había elaborado con el fin principal de servir a los intereses de los Estados Unidos más que al desarrollo agrícola y económico del país cooperador. Después de la transferencia, el programa coordinado regional se fraccionó en componentes "de orientación local" y se desintegró con rapidez.

El "programa de cultivos complementarios", establecido bajo la égida de la Oficina de Relaciones Agrícolas Exteriores del USDA tuvo como interés primordial la investigación para estimular, en Latinoamérica, la producción de ciertos cultivos que no se sembraban en gran escala en los Estados Unidos. Los acuerdos con los gobiernos cooperadores señalaban un programa continuo por un período de diez años, de 1942 a 1952.

El Instituto de Asuntos Interamericanos, organizado en 1943 bajo la dependencia de la Oficina de Coordinación de Asuntos Interamericanos, estableció inicialmente programas en nueve países a efecto de acelerar la producción agrícola como parte del esfuerzo bélico desplegado durante la Segunda Guerra Mundial.

Se ha señalado que los programas de la Oficina de Relaciones Agrícolas Exteriores sufrieron limitaciones de antemano, puesto que se restringieron a cultivos complementarios tales como café, bananas, etc., que no competían con la producción de la agricultura norteamericana.

De igual manera, las presiones que se ejercieron sobre el Instituto de Asuntos Interamericanos para forzar la obtención de resultados inmediatos en sus programas indujeron una prioridad especial para los programas de extensión, elaborados con el propósito de conseguir rápidos aumentos de la producción.

Hubo ciertos conflictos burocráticos entre las varias instituciones norteamericanas que operaban programas semejantes en América Latina. Entre ellas figuraban la Oficina de Industria Agrícola y la Oficina de Relaciones Agrícolas Exteriores (OFAR), dependientes del USDA, y el Instituto de Asuntos Internacionales (IIAA). El problema fue resuelto en parte mediante la transferencia de las actividades del OFAR al IIAA, en 1952. El Programa de Desarrollo de Caucho, manejado por la Oficina de Industria Agrícola, fue lo suficientemente distinto como para disminuir los conflictos, y la absorción y la disolución eventual de este programa por la Administración de Cooperación Técnica, en 1954, borró tales dificultades de jurisdicción.

La agricultura en el Plan Marshall

El insumo que representó la nueva tecnología agrícola en el período del Plan Marshall, de 1948 a 1951, fue relativamente modesto. Quizás la contribución más importante durante esta etapa fue la transferencia a Europa de los materiales y técnicas de producción de maíces híbridos. El programa de introducción de maíces híbridos norteamericanos a Europa bajo los auspicios iniciales de la Administración de las Naciones Unidas para la Rehabilitación Rural (UNRRA) en Italia, en 1946, se formalizó y amplió en el verano de 1947, cuando en Bérgamo, Italia, se llevó a cabo la primera conferencia de fitomejoradores de maíz de Europa (Nichols, 1954). En 1948, el Dr. M.T. Jenkins del USDA, asumió la dirección y coordinó un proyecto patrocinado por la FAO para llevar a cabo los primeros ensayos cooperativos de maíces híbridos norteamericanos en Europa. Varios fitomejoradores norteamericanos siguieron al Dr. Jenkins en el liderazgo técnico. Se trataba de un programa de investigación adaptativa dirigido por científicos competentes, y dado que el ambiente de las zonas templadas de los países europeos se asemeja al de las regiones maiceras de los Estados Unidos, un gran número de híbridos y materiales autopolinizados se adaptaron bien.

Aunque la introducción directa de materiales y prácticas estadounidenses constituyó un punto de arranque para que los productores europeos se beneficiaran con la nueva tecnología agrícola norteamericana, se trató en realidad de una bendición dual, puesto que entre muchos especialistas de los Estados Unidos creó la impresión de que el "know-how" norteamericano—inclusive las variedades y las prácticas culturales— se podría utilizar directamente para modernizar la agricultura e incrementar la productividad de todo el mundo. Una falla importante de los esfuerzos subsecuentes fue la de no incluir científicos experimentados y bien preparados en la dirección de la investigación y experimentación adaptativa, una necesidad especialmente relevante para ajustar la tecnología moderna a los ambientes tropicales y subtropicales de las naciones en desarrollo de Asia, África y América Latina.

La tecnología agrícola en el programa del Punto IV - después de 1951

El aspecto más importante del "Punto IV" del discurso de toma de posesión del Presidente Truman en enero de 1949, fue la disposición de compartir los avances técnicos de los Estados Unidos con los países menos privilegiados del mundo.

Cap. IV/La tecnología en los programas de asistencia técnica patrocinados . . .

Es interesante señalar que cuando, a fines de 1949, el Departamento de Estado emprendió los pasos iniciales para la planeación del Programa del Punto IV, el trabajo de la OFAR orientado hacia la investigación se consideró de especial relevancia. El Dr. Ross E. Moore, Jefe de la Rama de Cooperación Técnica del OFAR, fue comisionado como director de un equipo de especialistas (en el cual se incluyó al autor --quien entonces representaba a la Administración de Investigación Agrícola del USDA-- y a Paul V. Kepner, del Servicio de Extensión Agrícola del USDA) cuya tarea era la de revisar las necesidades y oportunidades que implicaba la implantación del Programa (Drosdloff, 1966).

Durante tres meses, a partir del 27 de enero de 1950, el grupo se reunió con los representantes de los gobiernos de Egipto, Siria, Líbano, Iraq, Irán, Pakistán, India, Afganistán, Ceilán, Tailandia y las Filipinas, con el objeto de identificar los problemas agrícolas específicos y las áreas de colaboración potencial.

El grupo convino en que el desarrollo agrícola cooperativo debía involucrar: 1) el fortalecimiento de los servicios de extensión, 2) la pronta aplicación de la tecnología local e introducida mediante investigación cooperativa y asistencia técnica, y 3) el fortalecimiento de las instituciones locales de investigación. Como resultado del recorrido, en mayo de 1950 se tomaron medidas para establecer varios proyectos, aún antes de que se aprobara la legislación sobre dicho Punto IV. Se previno que tales proyectos se llevarían a cabo en Asia, bajo la autorización de la Ley Pública 402. Estos incluían cooperación con Irán para el desarrollo de la extensión y la investigación agrícolas, con Ceylán en un programa de extensión agrícola para aumentar la producción de arroz, y con Pakistán para mejorar el trabajo de extensión. Además, se enviaron especialistas a las Filipinas a fin de que cooperasen en las actividades de extensión agrícola y en el trabajo de investigación sobre fitopatología, y a Tailandia para que colaborasen en los trabajos de suelos y de mejoramiento del arroz.

El hincapié en las actividades de extensión y de desarrollo de la comunidad

Al implementar después el programa del Punto IV, se dió importancia especial a los proyectos de extensión preparados primordialmente para transferir de manera directa los materiales y las prácticas generados en los Estados Unidos. Este "sesgo del extensionismo" tuvo un éxito parcial debido a que se carecía de tecnología local aplicable y a lo inadecuado que resultaban los materiales y prácticas de las zonas templadas de los Estados Unidos bajo las condiciones de la agricultura tropical. Se

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

pueden citar algunos ejemplos de introducción venturosa de nuevas variedades y prácticas culturales, pero los resultados dispersos y transitorios de este enfoque distaron mucho de llenar los requisitos necesarios para lograr una agricultura dinámica en los países en desarrollo que participaron en los programas.

El hincapié que se dió a la extensión al formular inicialmente el Punto IV favoreció el reclutamiento de numerosos especialistas cuyo adiestramiento y experiencia habían sido mayormente en el campo de la extensión y en actividades operativas. Esta modalidad de reclutamiento de personal y de orientación de los programas tendió a persistir en los programas de asistencia técnica, de manera que aún hoy día la ayuda externa de los Estados Unidos cuenta con un número limitado de científicos agrícolas que poseen experiencia en la conducción y organización de la investigación agrícola.

El entusiasmo general que despertó el "desarrollo de la comunidad" durante la primera mitad de los años cincuenta dio como resultado la aplicación de cuantiosos recursos a estos programas cuyos propósitos múltiples ofrecían atención simultánea —aunque generalmente superficial— a la salubridad, al mejoramiento de caminos, etc. Dichas actividades fueron, por supuesto, útiles para lograr una mayor cohesión en la estructura de la comunidad. Debido a la poca atención que se concedió al mejoramiento de la productividad agrícola y al amplio espectro de actividades desempeñadas por los trabajadores que laboraban al nivel de la comunidad y por los especialistas en el desarrollo de las aldeas, estos técnicos tendieron a diferir y a retardar el crecimiento de las organizaciones básicas de educación, investigación y extensión agrícolas.

Los comentarios anteriores no pretenden disminuir la importancia de los proyectos de extensión y de desarrollo de la comunidad. No obstante, la prioridad que se concedió a esos esfuerzos cuando se carecía de una fuente confiable y vigorosa de insumos tecnológicos, constituyó una seria limitación para lograr que la agricultura avanzara sobre bases sólidas en muchas naciones en vías de desarrollo.

El síndrome de los "programas temporales"

Un factor de importancia que restringe la atención hacia el componente de investigación en la cooperación externa es la actitud que se ha generado entre los norteamericanos —y que se refleja en el Congreso—, en el sentido de que la ayuda técnica es un proceso temporal de corta duración. Los programas de investigación, que requieren de un grado razonable de estabilidad y continuidad, ordinariamente se descartan o

reciben baja prioridad por parte de los administradores que buscan resultados rápidos y visibles.

Los administradores de la ayuda externa han utilizado la necesidad de obtener autorizaciones y asignaciones presupuestarias anuales para los programas, para justificar su falta de apoyo para la investigación. Esto, empero, es una razón parcialmente fundamentada, puesto que el programa de investigación del USDA ha proseguido por muchas décadas a base de asignaciones anuales.

El concepto actual de temporalidad difiere con las creencias y consideraciones de las personas que originalmente participaron en el desarrollo e implementación del Punto IV. El aerograma del 26 de enero de 1950, signado por el Secretario de Estado Dean Acheson, y enviado a los diplomáticos y funcionarios consejeros norteamericanos a efecto de informarles acerca de la visita del grupo de asesores del Punto IV, señalaba que uno de los propósitos del grupo era "discutir en todos los países incluidos en su recorrido las necesidades, posibilidades y primeros pasos para iniciar el *programa de asistencia técnica agrícola a largo plazo* del Punto IV, a través de los Estados Unidos y de las Naciones Unidas. Añadía que se esperaba iniciarlo después del primero de julio de 1950 (bastardillas del autor).

Investigación mediante contratos de la AID con Universidades Land Grant

Las universidades *land grant* han participado en numerosos contratos con AID y sus agencias predecesoras, a efecto de dar orientación y asistencia en el establecimiento de instituciones semejantes en los países en desarrollo que colaboran en los programas cooperativos. Aproximadamente 39 universidades *land grant* han participado en 95 contratos separados para dar asistencia a unas 78 instituciones de investigación y educación de 44 países. Más de 1,500 investigadores de universidades estadounidenses han trabajado en los países subdesarrollados merced a estos contratos. Igualmente, más de 2,300 participantes foráneos en los programas agrícolas han viajado a los Estados Unidos para recibir adiestramiento a través de los contratos con las Universidades *land grant*, y un igual número de becarios ha sido patrocinado mediante convenios directos con el gobierno de los Estados Unidos (USAID, 1968, b, 2). Esta colaboración ha marchado por más de 16 años.

En 1964, la AID estableció un convenio con el Comité de Cooperación Institucional de las Universidades del Medio Oeste para que este Comité emprendiese un estudio de los proyectos de educación e investigación agrícolas llevados a cabo bajo contratos entre la AID y las

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

universidades. Un informe del estudio se publicó a principios de 1969 bajo el título de *Building Institutions to Serve Agriculture** (C. I. C., 1968). El estudio también produjo 19 informes especiales.

Aunque existe la impresión general en el sentido de que las universidades *land grant* estadounidenses ayudan al establecimiento de instituciones donde se combinan la investigación, la educación y la extensión en los países en desarrollo, la mayoría de estos contratos ha dado importancia especial a los programas de enseñanza. El insumo de investigación ha sido modesto o completamente nulo. Su inclusión depende del grado de interés y oportunidad de los especialistas norteamericanos para llevar a cabo ciertos proyectos. El énfasis que se da a la investigación varía con el contrato universitario específico, pero en pocos casos la investigación es de naturaleza y alcance tales que pueda constituir un insumo tecnológico significativo para desarrollar la agricultura del país. De igual manera, se ha prestado poca atención al papel de estas instituciones en sistemas integrales de investigación agrícola a nivel nacional.

Aunque en la mayoría de los programas del Punto IV se dió mucha importancia a la extensión, hubo algunos que incluyeron por lo menos un modesto componente de investigación. El Dr. Frank W. Parker, quien fue agrónomo principal de la Misión de Cooperación Técnica en la India, promovió y logró, a principios de la década de 1950, que varios especialistas en suelos estudiaran el estado de la fertilidad de los suelos y dieran orientación sobre los métodos y equipos para efectuar análisis pedológico. Dichos estudios fueron útiles para cambiar las decisiones acerca de los tipos y cantidades de fertilizantes que se necesitaban en la India y sirvieron de base para mejorar los recursos de fertilizantes en el país. El Dr. Parker también tomó la iniciativa de revisar y fortalecer los programas de investigación y educación agrícolas en la India. El estudio realizado por el Primer Grupo Indo-Norteamericano sobre investigación agrícola y educación dió la guía para la colaboración posterior de la Fundación Rockefeller y de las universidades *land grant* de los Estados Unidos (ICAR, 1955; y Propp, 1968).

La atención que al principio recibió la investigación en la India disminuyó durante el segundo y tercer plan quinquenal después de 1955, cuando el país dió mayor importancia al desarrollo industrial que al desarrollo agrícola. Al mismo tiempo, el personal de AID y de las agencias predecesoras —en su mayor parte no investigadores— orientó los trabajos hacia actividades más operativas y visibles.

* Formación de instituciones al servicio de la agricultura

El programa central de investigación de la AID

Hacia el comienzo de la década de 1960, un grupo de miembros del personal de AID —particularmente el Dr. F.W. Parker, el Dr. E.J. Long y los asociados de ambos en la Oficina de Cooperación Técnica y de Investigación— reconoció la carencia del componente de investigación dentro de los programas de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID). En 1962 se inició en AID un programa de investigación financiado por un presupuesto especial. El personal de la agencia planeó entonces la conferencia sobre Desarrollo Rural Internacional, que se celebró en julio de 1964 y en la cual participaron las universidades *land grant*, el Departamento de Agricultura y AID. El consenso de la conferencia fue que debería darse mayor apoyo al componente de investigación, no sólo en forma directa mediante el presupuesto de la propia Agencia, sino también a través de los contratos con las universidades *land grant*.

El programa central de investigación de AID no realiza los estudios por sí mismo, sino que suministra fondos para proyectos sobre numerosos problemas relacionados con el desarrollo económico que llevan a cabo ciertas universidades, el Departamento de Agricultura y otras organizaciones (USAID, 1968a). Este programa es dirigido por un Comité asesor, integrado por científicos destacados en una amplia gama de campos y disciplinas, entre las cuales figura la agricultura. Aunque al principio se presentaron algunos problemas —debidos en parte al escaso personal con experiencia en el campo de la investigación y a la dificultad de hacer que algunas de las instituciones participantes se identificaran con la orientación hacia la solución de problemas que sigue la Agencia—, este programa surge ahora con una base sólida de nueva tecnología, útil para los esfuerzos de ayuda foránea de los Estados Unidos. De los 114 proyectos que se financiaron hasta el 30 de abril de 1969 con un costo de 58.6 millones de dólares, 32 proyectos fueron sobre agricultura y desarrollo rural. De los 60 proyectos que estaban en marcha hasta abril de 1969 y que representaban hasta esa fecha una erogación de 43.9 millones de dólares, se tienen 22 proyectos sobre agricultura y desarrollo rural que han recibido 19 millones de dólares, o sea casi la mitad del total (USAID, 1969).

El programa central de investigación agrícola de la AID cubre una amplia gama de actividades científicas y tiene un vasto alcance geográfico. Incluye investigaciones sobre fertilidad de los suelos, manejo del agua, mejoramiento de cereales y de leguminosas de grano, mejoramiento de la calidad del trigo y de los sorgos, mecanización agrícola en Asia, control de malezas, control de plagas, control mediante el método

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

de esterilidad de la mosca tsetse en Africa, tenencia de la tierra, crédito, precios, mercadeo, utilización de capital, y estudios en otros campos de las ciencias biológicas, económicas y sociales.

El papel de la USAID en la provisión de la nueva ciencia y tecnología

No obstante que el programa central de investigación de AID se inició tarde, fue lento en sus comienzos, todavía no se financió adecuadamente y ha estado funcionando durante sólo 6 años, sí constituye un paso firme en la dirección adecuada. La nueva tecnología e información que ya genera deben mejorar la calidad y el contenido de las futuras actividades de ayuda externa. Hay todavía incertidumbre, sin embargo, acerca de la factibilidad de cimentar y mantener una base efectiva de apoyo para la investigación y otras actividades a largo plazo dentro de una organización firmemente orientada hacia la ayuda económica general, interesada en proyectos operativos altamente visibles y a corto plazo, y sujeta a frecuentes reorganizaciones.

Es meritorio mantener una estrecha colaboración entre la asistencia técnica -- inclusive en la investigación-- y la ayuda económica. Empero, bajo la organización de la Agencia para el Desarrollo Internacional que ha prevalecido desde 1961, esta relación no ha rendido muchos beneficios. Las altamente independientes oficinas regionales no han recibido insumos técnicos efectivos del inadecuado personal de sus secciones "técnicas", de manera que no han respondido ni apoyado a la Oficina de Cooperación Técnica e Investigación -- ubicada en la sede-- ni tampoco a la oficina sucesora llamada Personal de Apoyo Institucional e Investigación. La baja prioridad que se otorga a la investigación dentro de AID quedó plenamente demostrada en la reorganización de febrero de 1967, cuando las actividades de cooperación técnica y de investigación se consideraron un gasto caro y su personal técnico se tomó para que constituyera el personal básico de la nueva Oficina de la Lucha Contra el Hambre. En esta nueva entidad, dicho personal pasó a trabajar en programas operativos; sin embargo, una gran parte de los técnicos con experiencia dejó la Agencia después.

Para que la investigación sea una parte relevante del esfuerzo de ayuda externa, las actividades de asistencia técnica y de investigación de AID deben contar con el mismo apoyo presupuestario, el mismo estatus y la misma organización que las oficinas regionales de operación. Aun cuando los proyectos de investigación financiados por la Agencia sean

adecuados de por sí, carecerán de impacto a menos que dentro de AID exista una base sólida desde la cual se pueda operar.

Otra deficiencia en los esfuerzos de AID es la falla al estimar los recursos locales para generar nueva tecnología, a medida que se retira la ayuda de los Estados Unidos de los programas operativos. La capacidad de investigación agrícola de los países en desarrollo se sobreestimó en general cuando se iniciaron nuestras actividades de ayuda externa. Este aspecto ha recibido escasa atención durante los años de ayuda cooperativa técnica y económica. Y en la actualidad se soslaya cuando se inician pasos para retirar la ayuda cooperativa de los Estados Unidos en determinados países.

Las decisiones sobre el retiro o la disminución del apoyo a determinados países se basan principalmente en la evaluación de índices económicos tales como la tasa de incremento del producto nacional bruto, o la tasa de incremento de la producción total en los últimos años. La capacidad institucional local para generar una nueva tecnología agrícola no ha sido reconocida como un recurso esencial de "auto-ayuda" para llegar a las decisiones de retiro, aun cuando dichos países sean todavía rurales o agrarios en su mayoría.

Capítulo V

INVESTIGACION ADAPTATIVA

En años recientes, dentro de los programas de ayuda técnica se alude con frecuencia a la "investigación adaptativa". Es evidente que este término significa diferentes cosas para diferentes personas. Se le utiliza, por ejemplo, para describir lo que ordinariamente se considera en los Estados Unidos como "ensayo de prueba y demostración" que se efectúa para determinar cómo se comportan los nuevos materiales o las nuevas prácticas bajo condiciones ambientales específicas. El hecho de llamar "investigación adaptativa" a las siembras de observación o ensayo, tiende a dar la impresión entre los dirigentes gubernamentales de algunas naciones en desarrollo de que su país ya cuenta con una base de investigación cuando en realidad no es así. El grupo de trabajo de la Asociación de Universidades Estatales y Colegios Land Grant y del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en su informe "Un programa nacional de investigación agrícola" (1966,1) puntualizó:

La investigación sobre cualquier área consiste en el planteamiento de interrogantes bien estructuradas y de la respuesta a tales interrogantes a través de métodos científicos cuidadosos. Cuando las interrogantes y las respuestas tienen relevancia para la agricultura y la silvicultura, su naturaleza es agrícola, pero la metodología es cabalmente científica.

Hay un consenso general de que la *investigación básica* o fundamental se planea y ejecuta para obtener una introspección y un conocimiento profundos de los factores físicos y biológicos, o de las condiciones económicas y sociales que nos interesan. La *investigación aplicada* es la dirección o la utilización de tal conocimiento básico con el fin de cambiar o mejorar las condiciones o los materiales específicos. La *investigación adaptativa*, según el autor de este trabajo, involucra ajustes, modificaciones o cambios, que emergen a través de la investigación sistemática o de "los métodos científicos".

Al establecer la diferencia entre la *investigación aplicada* y la *adaptativa*, se considera que la primera representa la dirección o aplicación inicial del conocimiento fundamental con fines prácticos, en tanto que la investigación adaptativa se interesa en la modificación o ajuste más en detalle de ese resultado aplicable. Como un ejemplo, podríamos considerar como el campo de ciencia fundamental a los estudios sobre la biología básica o la fisiología de la reproducción del gusano barrenador y los efectos de la radiación en la inducción de esterilidad o de cambios genéticos. La dirección de estos hallazgos en la tarea práctica de controlar o erradicar el gusano barrenador implica una investigación aplicada. Las modificaciones ulteriores — el uso de diferentes agentes esterilizantes, el empleo de otros medios para criar las larvas, el calendario de distribución de las larvas estériles, etc.— caerían en la categoría de la investigación adaptativa, que se ajusta a una técnica conocida para los requerimientos específicos.

Hemos adquirido considerable experiencia sobre la *investigación adaptativa* a través de los programas de mejoramiento de cultivos, adaptación de cultivos a nuevos ambientes, cambio de la resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades, y modificación de la calidad de los productos. El programa cooperativo federal-estatal de investigación adaptativa tuvo mucho éxito al transferir los beneficios del maíz híbrido del medio Oeste de los Estados del Sur a través de los llamados "híbridos Dixie". De igual manera, la producción de soya en Norteamérica se expandió debido en gran parte al mejoramiento y a la selección de variedades adaptadas a condiciones ecológicas diversas, en especial a la duración del día, desde el delta del Mississippi hasta los Estados del norte central.

Existe, por supuesto, un alto grado de transferabilidad de las variedades de cultivos *dentro* de las latitudes. El maíz híbrido U. S. 13, formado para sembrarse en la faja maicera de los Estados Unidos, se adaptó muy bien en varios países de Europa Occidental y tuvo un buen comportamiento en Cachemira y en otras regiones de esa latitud general. Igualmente, la variedad Tequisate Golden Yellow Flint, desarrollado en Guatemala en la década de 1940 por el programa cooperativo de la universidad del Estado de Iowa, suministró el germoplasma básico para iniciar la producción de maíz en Tailandia. Hacia 1950 el maíz era en Tailandia un cultivo de escasa importancia económica, pero luego se convirtió en un producto de exportación cuyas ventas llegaron a 6 millones de dólares en 1959 y 50 millones en 1966 (FAO, 1967). La variedad Tequisate Golden Yellow Flint constituyó también el material básico para la variedad "Metro" de Indonesia.

El uso de los trigos mexicanos y de las variedades de arroz del IRR1

tan difundidos en Asia ha creado la falsa impresión de que “los problemas básicos del mejoramiento de los cultivos se pueden resolver efectivamente en un solo centro mundial” (USAID, 1968). Sería desafortunado que esta idea prevaleciese, puesto que la insensibilidad a la duración del día de estos trigos y arroces —una característica que les permite adaptarse a una amplia gama de latitudes—, representa un atributo más bien excepcional.

La movilidad de otros cultivos tiene todavía restricciones. Un ejemplo que se puede citar es el intento de elevar los rendimientos de maíz de temporal en la región del Valle de Puebla, México, a través de un programa en el que participan la Secretaría de Agricultura, el Colegio de Postgraduados de Chapingo, el CIMMYT y otras instituciones. Los resultados de diversos experimentos llevados a cabo en dicha región, indican que una limitación que se tenía era la falta de variedades o híbridos con alto potencial de rendimiento que pudiesen superar a las variedades locales. Pocos de los materiales mejorados obtenidos por el programa de mejoramiento de maíz llevado a cabo en Chapingo —sitio ubicado a poco más de 100 Km— se adaptaron bien y tuvieron la capacidad de rendimiento requerida para las condiciones de Puebla. Conviene, por lo tanto, atenuar las expectativas generadas durante los pocos años de experiencia con los nuevos trigos y arroces en diversos países. Una manera sería confrontar esas experiencias con los resultados obtenidos durante muchos años de estudios sobre el fotoperíodo en un gran número de cultivos de importancia económica.

La investigación sobre sanidad vegetal que se necesita para eliminar o reducir al mínimo la destrucción que causan las plagas y las enfermedades es también una forma de investigación adaptativa que se debe efectuar tan cerca como sea posible de las regiones agrícolas específicas. Esto será más evidente una vez que las variedades de trigo y arroz difundidas con tanta rapidez, hayan tenido algunos años de exposición a las razas o formas de plagas y enfermedades en los países asiáticos.

Programa internacional de mejoramiento de trigo

El proceso de la investigación adaptativa, bajo la guía de científicos capacitados para modificar los materiales biológicos y las prácticas de cultivo de manera que se adaptaran a las condiciones locales, fue utilizado por la Fundación Rockefeller en su programa agrícola cooperativo iniciado en México en 1943. Los logros del mejoramiento del trigo en México y el impacto subsecuente de los “trigos mexicanos” en

el sur de Asia gozan de una amplia publicidad. Empero, quizá: se reconoce y se aprecia más el avance que el proceso.

Cuando se inició el programa conjunto con la Secretaría de Agricultura de México, los rendimientos de trigo en ese país eran bajos e inciertos debido a las epifitias recurrentes de la roya del tallo. Por ello se dio una pronta atención al mejoramiento genético y a la selección de variedades resistentes a dicha enfermedad. Las primeras dos de tales variedades, Supremo y Frontera, se seleccionaron de materiales híbridos proporcionados por el Sr. E. S. McFadden, investigador del USDA, quien en esa época trabajaba en la Estación Agrícola Experimental de Texas. Los híbridos obtuvieron su resistencia de la variedad Hope, desarrollada por McFadden a fines de 1920, mediante el cruzamiento del trigo de primavera Marquis con Yaroslav emmer.

Las variedades Supremo y Frontera, distribuidas a los agricultores mexicanos en el otoño de 1948, fueron seriamente dañadas por la nueva raza 15-B de roya del tallo en 1951. Sin embargo, otras selecciones formadas en México a partir de líneas progenitoras suministradas por un fitomejorador inglés de apellido Burton que trabajaba en Kenya, demostraron su resistencia a la roya 15-B. Durante los últimos 25 años, el Dr. N. E. Borlaug, director del programa cooperativo de trigo del CIMMYT, ha utilizado germoplasma procedente de los Estados Unidos, Kenya, Australia y de muchas otras partes, a efecto de incorporar una resistencia creciente a las enfermedades y de aumentar el potencial de rendimiento de las nuevas variedades de trigo.

El grupo actual de los trigos mexicanos semienanos, que han tenido una amplia adaptación en los países de Latinoamérica, Africa, el Cercano Oriente y el Sur de Asia, derivaron su paja corta y su alta capacidad de rendimiento de los trigos "Norin", introducidos del Japón a los Estados Unidos en 1946 por el Dr. S. C. Salmon, del USDA, como se mencionó en capítulos anteriores.

Un programa sistemático de investigación y de adiestramiento ha guiado la explotación del potencial de alto rendimiento de los semienanos a nivel mundial. En 1962, cuando el Gobierno de Holanda donó 100 mil dólares al proyecto de cebada de la FAO, esta organización solicitó al Dr. Borlaug que se uniera al Dr. José Vallega, a la sazón su Director del Programa de Producción y Protección de Cultivos, para llevar a cabo un recorrido de inspección y revisión cuyo propósito era el de determinar la manera de vigorizar el programa de mejoramiento de trigo y cebada en el Medio y el Cercano Oriente. De este recorrido surgió la recomendación de que el programa cooperativo de mejoramiento de trigo de México adiestrase a los jóvenes técnicos de los países del Medio y del Cercano Oriente. Se acordó que el adiestra-

miento en servicio consistiera de una participación sistemática de los becarios en el programa de México por un período de 9 meses.

Se hicieron arreglos para que el adiestramiento fuese patrocinado por la FAO, con la colaboración de la Secretaría de Agricultura de México y el financiamiento de la Fundación Rockefeller. Para 1968 se habían adiestrado más de 50 técnicos de Pakistán, India, Afganistán, Nepal, Irán, Iraq, Jordania, Siria, Turquía, Egipto, Sudán y Etiopía. Los becarios no sólo se familiarizaron con las técnicas modernas de investigación sobre mejoramiento de trigo, sino que también introdujeron algunas de las variedades y líneas avanzadas con alto potencial de rendimiento de México a los programas de sus propios países.

Además del adiestramiento, se estableció en 1962 un programa cooperativo Americano-Cercano Oriente de ensayos de trigo de primavera con el fin de evaluar sistemáticamente, cada año, 25 de las variedades de trigo de primavera más promisorias usadas en el Cercano Oriente, México, Colombia y Argentina. Estos ensayos, bajo la supervisión local de los jóvenes científicos adiestrados en México, se efectúan bajo condiciones variables de irrigación y precipitación pluvial, con y sin fertilizantes. El programa de ensayos del Cercano Oriente se integró en 1964 al programa interamericano de ensayos —iniciado en 1960— para constituir un solo *Programa Internacional de Ensayos de Trigo de Primavera*. En ese año, 1964, se obtuvieron resultados de 34 sitios ubicados en 23 países del Continente Americano y en naciones que abarcaron desde Sudáfrica hasta el Cercano y Medio Oriente y Australia (Krull, 1968a). Los ensayos se sembraron en latitudes que variaron desde 226 m. bajo el nivel del mar en el Valle de Jordán, a 3.058 m.s.n.m. en Ecuador, y en latitudes desde 35 ° Sur hasta 45° Norte.

Los trigos mexicanos, merced a su insensibilidad a la duración del día, se comportaron bien bajo una amplia gama de condiciones en regiones tropicales y subtropicales. El conjunto de prácticas de cultivo —que incluye la selección de la variedad apropiada, los métodos de siembra, los niveles de fertilización y el manejo del agua— también desarrollado en México mediante investigación sistemática, demostró igualmente ser adecuado para las condiciones de los países del Cercano y del Medio Oriente, de Africa y del Sur de Asia.

Fue precisamente de los ensayos efectuados en el Cercano y en el Medio Oriente de donde se seleccionaron las dos líneas de la cruce mexicana 8156 (Pénjamo sib x Gabo 55) que dieron origen a las variedades que luego cambiaron radicalmente la producción de trigo en India, Pakistán, Turquía y Afganistán en años recientes. Se estima que durante el ciclo 1967-68 las variedades y líneas originarias de México se cultivaron en alrededor del 10 % de la superficie triguera del Cercano

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

Oriente y del Sur de Asia. Se espera que esta área aumente a 15 – 17 % en 1968-69 (West, 1969). Sin embargo, hay que mencionar que ha sido necesaria alguna adaptación o modificación de los materiales, entre otras cosas obtener variedades de grano de color ámbar para India y Pakistán a fin de satisfacer la preferencia de los productores y consumidores de esos países.

Un aspecto que favoreció la expansión del programa de trigo para alcanzar dimensiones internacionales, fue el liderazgo en la investigación local. La fundación Rockefeller asignó un fitomejorador en 1964 para fortalecer la investigación en la India, y la Fundación Ford asignó otro a Pakistán en 1965. Ambos científicos, investigadores experimentados, ayudaron a acelerar la evaluación y el uso de materiales y métodos introducidos en esos países.

El programa internacional de investigación sobre trigo es una réplica del esquema utilizado durante varias décadas en el mejoramiento de maíz y otros cultivos en los Estados Unidos. La utilización de colecciones internacionales de germoplasma, la provisión de un liderazgo científico capacitado para planear y para dar a conocer los resultados con rapidez, y la asignación de investigadores experimentados a los países participantes (o estados) son elementos comunes.

Programas internacionales sobre maíz, otros cultivos y sobre ganado

En páginas anteriores se discutió la expansión inicial, y a nivel internacional, de los progresos norteamericanos logrados en la mejora del maíz. Esto se mencionó con respecto al establecimiento de materiales de maíz híbrido y de prácticas culturales en Europa, a fines de la década de 1940. El programa de maíz establecido por la Fundación Rockefeller y la Secretaría de Agricultura de México se benefició también de los conocimientos de genética y fitomejoramiento obtenidos por los científicos agrícolas estadounidenses. Este programa, sin embargo, recibió menos ayuda directa a través de plasma germinal norteamericano, seleccionado y adaptado a las condiciones de fotoperíodo de la zona templada.

Además de la colección independiente de materiales efectuada por los investigadores de la Fundación comisionados a México, un proyecto especial patrocinado por la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos y del Consejo Nacional de Investigación (Clark, 1956), propició la formación de un banco de germoplasma de maíz, que cuenta

con más de 12,000 colecciones, las cuales se han "compuesto" o conjuntado en alrededor de 200 líneas o razas. Estos materiales se mantienen mediante la cooperación de la Fundación Rockefeller y de los gobiernos de México, Colombia y Brasil. En los EE. UU. se mantiene también un banco de plasma germinal.

El programa de maíz de México proporcionó la base de los programas cooperativos de la Fundación iniciados en Colombia en 1950, en los países centroamericanos en 1954, y en India en 1956. La colaboración subsecuente en Kenya, Nigeria y Egipto, junto con la expansión del programa de la India a Tailandia y a las Filipinas, amplió la dimensión internacional del programa cooperativo de mejoramiento de maíz a través de un proceso sistemático de investigación adaptativa.

El programa cooperativo de mejoramiento de papa establecido en México se inició igualmente como un proyecto de investigación adaptativa. Este programa se basó en gran parte en los materiales híbridos producidos por los fitomejoradores del USDA en Beltsville, por los científicos de la estación experimental de Cornell y de otros Estados, y por los investigadores de la Estación de Introducción de Papa, de Sturgeon Bay, Wisconsin. Las fuertes infecciones naturales de *Phytophthora infestans* que se registran en la estación experimental de Toluca, México, hacen posible aislar variedades con resistencia al tizón tardío causado por este patógeno. El programa de papa no sólo brindó a México y a otros países los beneficios del programa coordinado de mejoramiento de papa de los Estados Unidos, sino que también agregó al programa norteamericano una importante dimensión de resistencia a las enfermedades.

El mejoramiento de sorgos y mijos en los países subdesarrollados recibió un impulso inicial con el proyecto que comenzó dentro del programa cooperativo mexicano. Luego se extendió considerablemente a través de la investigación cooperativa realizada por la Fundación Rockefeller y el Gobierno de la India, a partir de 1956. La colección de germoplasma de los Estados Unidos constituyó el núcleo de los materiales de mejoramiento, ampliados subsecuentemente mediante colectas extensivas llevadas a cabo a través de la India y Africa. Este material tan práctico y valioso se mantiene en los centros de introducción de plantas de la India y de los Estados Unidos. La interacción frecuente con los investigadores norteamericanos que trabajan con sorgo y mijo ha sido mutuamente benéfica tanto para los programas cooperativos de la India y de otros países en desarrollo, como para los Estados Unidos.

Por muchos años se han efectuado investigaciones cooperativas sobre mejoramiento del ganado, en particular con países donde las enfermedades constituyen problemas difíciles de resolver. Sin embargo, los es-

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

tudios sobre la fiebre aftosa, la fiebre africana de los cerdos, y otras enfermedades, ha tenido como propósito principal proteger a la industria de los Estados Unidos.

La mayoría de los programas cooperativos orientados hacia el mejoramiento de la producción pecuaria de los países en desarrollo, ha empleado enfoques de prueba y demostración, con el objeto de utilizar los avances de la genética, la nutrición, el manejo y el control de enfermedades en ambientes específicos. Existe todavía la tendencia general de seguir este enfoque de "extensión", a través del establecimiento de centros pilotos de producción de ganado de carne, ganado lechero y cerdos.

Los especialistas en ganadería, con experiencia en la producción pecuaria en el medio tropical, tienen conciencia plena de cuan importante es la investigación adaptativa. Aunque se han logrado avances notables en la transferencia de las prácticas sobre la producción de huevo y de pollos de leche a los países en desarrollo, merced al uso de mejores líneas o razas originadas en las zonas templadas, es necesario apoyar los estudios sobre alimentación, prácticas de manejo y control de plagas y enfermedades. La FAO y varias naciones patrocinan ahora estudios orientados hacia el mejoramiento del ganado, pero gran parte de su enfoque se concreta sobre las enfermedades, según el esquema seguido por el Reino Unido en la India y en Pakistán, y en la Organización de Investigación Veterinaria de Africa Oriental.

Investigación adaptativa patrocinada por la USAID

La investigación adaptativa sobre el mejoramiento de cereales en Africa realizada por el USDA y patrocinada por USAID, añade una nueva dimensión al programa cooperativo de mejoramiento de maíz y sorgo de la Fundación Rockefeller. En la misma categoría se tienen las investigaciones del USDA sobre leguminosas de grano en Asia y el uso del método de esterilidad para controlar la mosca tsetse en Africa.

Quizá exista alguna duda sobre si estos dos proyectos debieran clasificarse estrictamente como "investigación adaptativa", puesto que trascienden la simple aplicación o utilización de materiales y métodos estándar. La investigación dirigida a mejorar el maíz en Kenya se modificó merced al desarrollo de híbridos intervarietales, más que por los cuatro cruzamientos habituales, con base en los estudios genéticos que el fitomejorador encargado de proyecto había hecho previamente en los Estados Unidos. Las cruces intervarietales son menos adecuadas para la

agricultura de las zonas templadas a que es limitada la base de germoplasma adaptado a dichas zonas. De igual manera, la investigación sobre el control de la mosca tsetsé implica estudios especiales de la biología del insecto y de los esterilizantes químicos. Por su parte, el proyecto de leguminosas de grano requiere de nuevos enfoques, puesto que los cultivos específicos con los que se trabaja no son comunes en los Estados Unidos y la mayoría de los materiales germoplásmicos se colectaron en los países donde estas leguminosas se siembran con el propósito de consumir sus granos.

Equipos de investigación adaptativa

En 1955, el Dr. F.F. Hill, a la sazón vicepresidente de la Fundación Ford, subrayó la urgencia de aumentar en forma acelerada la producción de alimentos en los países en desarrollo mediante la provisión de "equipos de investigación de emergencia" que guíasen la introducción de la nueva tecnología. Este procedimiento se siguió en la campaña de producción intensiva de trigo de Pakistán. La Fundación Ford costó la contratación del Dr. Ignacio Narváez, el fitomejorador mexicano que marchó a ese país en 1965, a efecto de dirigir el programa de investigación adaptativa orientado hacia la difusión de la variedad "Mexipak" y de otras selecciones de trigos mexicanos. La Fundación Ford financió también al grupo de científicos que dirigen la investigación adaptativa sobre arroz en Pakistán Occidental y Oriental, Indonesia y otros países asiáticos. Este trabajo se basa en las variedades y la tecnología desarrolladas por el Instituto Internacional de Investigaciones sobre Arroz, cuya sede se halla en las Filipinas.

Proyectos de investigación adaptativa y sistemas nacionales de investigación

Los programas de investigación de las Fundaciones Rockefeller y Ford y del AID, aplican a nivel internacional los esquemas de la investigación multidisciplinaria, orientada hacia la solución de problemas, que siguen el USDA y las estaciones experimentales estatales en los Estados Unidos. La dirección y la coordinación del programa están a cargo de científicos que operan a un nivel central o nacional, y que disponen de suficiente flexibilidad para llevar a cabo estudios sobre cultivos específicos o en áreas problemáticas. El programa de la Funda-

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

ción Rockefeller es el que tiene la mayor experiencia en lo que se refiere a la expansión a nivel internacional. A medida que la investigación cooperativa de la Fundación se extendió de México a Colombia y luego a Centroamérica, a Chile y a la India, los programas retuvieron un alto grado de colaboración bilateral sobre la base de un “programa nacional”. Aunque hubo una considerable cooperación y difusión de y hacia otros países, particularmente en Latinoamérica, la internacionalización de esta investigación se aceleró cuando en 1959 se estableció el Programa Internacional de Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, el cual agregó nuevas dimensiones al mejoramiento del trigo, del maíz y de la papa.

Por supuesto, un factor importante en la expansión del programa de investigación adaptativa ha sido el liderazgo inicial por parte de los investigadores comisionados en México. Un segundo factor de importancia fue el vínculo con grupos científicos competentes en cada uno de los países colaboradores, constituidos éstos por personal de las fundaciones —como es en el caso de los equipos de investigación adaptativa— o por investigadores locales que disponen de una buena organización y estabilidad presupuestaria.

Este tipo de vínculos profesionales a nivel internacional equivale en cierto modo a la colaboración del personal de USDA con sus colegas científicos de las estaciones experimentales estatales. Asimismo, de manera análoga en que la investigación apoyada por el USDA se vería afectada si no existiesen investigadores competentes en los estados, los programas internacionales sufrirían restricciones en la medida en que se limitara la capacidad científica local de los países en desarrollo.

Los proyectos cooperativos de mejoramiento de cultivos alimenticios pueden constituirse en la base para delinear esquemas que fortalezcan los sistemas nacionales de investigación agrícola. Estos proyectos no sólo demuestran los méritos de la investigación interdisciplinaria orientada hacia la solución de problemas, sino que también ofrecen adiestramiento en servicio para los jóvenes técnicos. El grado con que dichos proyectos desempeñen un papel en la formación de instituciones tiene que determinarse todavía. En las recientes campañas intensivas de aumento de la producción de granos alimenticios, se tiene una marcada *orientación hacia los proyectos*, con una serie de actividades que se encaminan hacia la tarea inmediata de incrementar el abastecimiento nacional de alimentos. Sin embargo, se dedica poca atención a utilizar el proyecto de investigación adaptativa como un núcleo que pudiera fortalecer la capacidad nacional de investigación.

Los sistemas nacionales de investigación vigorosos no se forman automáticamente a partir de proyectos de investigación adaptativa de

Cap.V/Investigación adaptativa

emergencia. En todo caso es esencial que: 1) se preste atención especial al adiestramiento de personal local, y 2) se estructure una organización base donde se capacite al personal local para que lleve a cabo la investigación adaptativa después de que se marchen los investigadores foráneos. Este último aspecto no ha recibido el apoyo y la atención que merece.

Capítulo VI

INSTITUTOS DE INVESTIGACION AGRICOLA ESPECIALIZADA

La nueva tecnología de producción de trigo y arroz aplicada en Asia en el curso de los últimos tres años, ha dirigido la atención de las instituciones de asistencia técnica y económica hacia los centros regionales o internacionales de investigación especializada. Dichos centros aparecen como las fuentes primarias de la nueva tecnología necesaria para promover el desarrollo agrícola internacional.

La concentración de especialistas de diferentes disciplinas científicas en centros o institutos especializados, ha propiciado la generación de nueva tecnología agrícola tanto en varios países en desarrollo como en las naciones avanzadas. Por lo tanto, existe una base diversa de experiencia que se puede analizar al determinar el papel, a corto y a largo plazo, de los centros de investigación especializada en la promoción del crecimiento internacional agrícola y económico.

La experiencia de los Estados Unidos

Los laboratorios regionales Bankhead-Jones, mencionados al principio de este trabajo, se establecieron a fines de la década de 1930; constituyen centros de investigación multidisciplinaria sobre problemas de la producción y se dedican a aspectos especiales del desarrollo agrícola. Algunas de estas instituciones se orientan hacia un cultivo o producto determinado: mejoramiento de pastos, hortalizas, soya, ovejas, aves, etc., en tanto que otras enfocan sus actividades a ciertas áreas problemáticas como la salinidad del suelo y la nutrición vegetal.

La Estación Experimental Hawaiana de Productores de Azúcar y el Instituto de Investigación sobre Piña de Hawai, costeados por la indus-

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

tría, gozan de un amplio reconocimiento como centros de investigación multidisciplinarios, cuya actividad se concentra en productos agrícolas determinados.

En los Estados Unidos ha habido un desarrollo continuo de otros laboratorios o centros de investigación especializados, establecidos principalmente mediante la ayuda federal, para diversas áreas problemáticas, como manejo del suelo y del agua, control del gusano bellotero o insectos de granos almacenados, introducción, evaluación y mantenimiento de plantas, y otros campos diversos. Estos centros de actividad intensiva enriquecen los programas cooperativos de investigación entre la Federación y los estados, y desempeñan un papel importante en el sistema de investigación agrícola de Norteamérica.

Institutos de investigación especializada en los países en desarrollo

En varias de sus colonias los británicos fundaron institutos de investigación para productos o cultivos determinarlos. Por ejemplo, en 1925 establecieron en Malaya el Instituto de Investigación sobre Hule —en colaboración con la Asociación Nacional de Investigación de los Productores de Hule cuya sede se halla en Inglaterra—, y en Trinidad fundaron el Instituto Tropical de Investigaciones Agrícolas.

En India se establecieron institutos de investigación sobre caña, arroz, yute y otros, en tanto que en Africa Occidental se fundaron centros para mejorar la producción de hule, cacao y palma de aceite.

La Corporación Imperial de Productores de Algodón, una entidad financiada por la industria algodonera y el Gobierno del Reino Unido, tiene un notable récord de logros en las antiguas colonias británicas. Según lo asienta Bunting (1963-515):

Durante más de 40 años, la Corporación ha prestado un servicio con sede local a la investigación sobre algodón en ciertos territorios foráneos, a invitación de sus gobiernos y en colaboración con los servicios agrícolas de esos territorios. Aunque su personal no llega a 50 científicos y su presupuesto —dos tercios del cual aportan los gobiernos contribuyentes y el resto se genera de los intereses de una aportación de capital por parte del Tesoro— no sobrepasa las 250,000 libras esterlinas al año, tiene ya un excelente récord de estudios fundamentales y aplicados. Desde 1921 la producción total de algodón en los territorios donde actualmente trabaja la Corporación (Sudán, Uganda, Tanganica, Nigeria, Kenya, Niasalanda, Indias Occidentales y Aden), ha aumentado siete veces: en este gran logro la Corporación ha desempeñado un papel notable. Más aún: su personal ha podido contribuir al avance de la agricultura general de estos territorios. En algunos de ellos, constituye —en las épocas de cambios—, no

Cap. VI/Institutos de investigación agrícola especializada

sólo una fuente de especialistas urgentemente necesarios para las labores de apoyo, sino casi el único factor de continuidad de la investigación. A través de su comité científico y de sus consultores, la Corporación mantiene fuertes vínculos con las instituciones de educación agrícola superior y de investigación de la Gran Bretaña, así como con las organizaciones agrícolas oficiales.

Los Países Bajos siguieron el esquema de establecer institutos de investigación especializados --característico de la estructuración de las ciencias agrícolas en Wageningen-- , al organizar la investigación agrícola de Indonesia. Tal organización prosigue en dicho país, donde se tiene un alto grado de autonomía entre los institutos que se dedican a los cultivos de exportación que se explotan en las plantaciones y las que se dedican a la agricultura en general.

El Instituto Nacional de Estudios Agronómicos del Congo (INEAC), establecido por el Gobierno Belga en la República del Congo en 1935, había ganado reputación mundial como una de las más distinguidas instituciones de investigación agrícola tropical para la época en que el Congo se independizó. Después, disminuyeron el ritmo y el alcance de esta investigación. Los estudios llevados a cabo por el INEAC cubrieron una amplia gama de disciplinas --inclusive las ciencias sociales-- y sus investigaciones se efectuaron sobre la base de un sistema nacional que disponía de estaciones experimentales en las diversas zonas ecológicas del Congo.

Los institutos internacionales de investigación agrícola

La mayoría de los programas y centros de investigación agrícola de los países asiáticos y africanos se dedicaban a trabajos sobre cultivos de exportación. Su enfoque se concentraba más bien en la solución de los problemas que afectaban a una región o a un país, con poca o ninguna orientación hacia la dimensión "internacional"

El Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA), fundado en 1943 y cuya sede se halla en Turrialba, Costa Rica, figura entre los primeros centros de investigación que se organizaron con el fin de promover el desarrollo agrícola de los países de una región extensa.

El Instituto Internacional de Investigaciones sobre Arroz (IRRI), fue establecido conjuntamente por las Fundaciones Ford y Rockefeller y el Gobierno de las Filipinas en 1962. Su sede está en Los Baños, Filipinas. Este instituto se organizó desde el principio como un recurso científico y tecnológico de dimensión internacional, con el fin de difundir la cooperación a través de los países arroceros del sureste de Asia y de todo el mundo. Su personal científico de planta, constituido por

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

25 investigadores de diversas disciplinas, es internacional. Hay en él científicos de países, tanto desarrollados como en vías de desarrollo.

Además de un programa integral de investigación básica aplicada y adaptativa, el IRRI tiene programas de adiestramiento para investigadores y para extensionistas, patrocina reuniones de trabajo y conferencias especiales, y presta servicios de documentación e intercambio de información.

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) se estableció oficialmente en México en 1966. Se trata de una institución científico-educativa, autónoma, sin fines de lucro, incorporada bajo la ley mexicana y gobernada por un consejo directivo internacional. Este centro se había organizado sobre bases menos formales en 1963, merced a un convenio entre la Fundación Rockefeller y la Secretaría de Agricultura de México. Los primeros "trigos mexicanos de alto rendimiento" se desarrollaron dentro del programa cooperativo previo suscrito entre la Fundación y la Secretaría de Agricultura, de manera que en rigor no fueron un producto del CIMMYT, pero sí dieron ímpetu a este Centro.

Las Fundaciones Rockefeller y Ford colaboraron también en el establecimiento de institutos de agricultura tropical en África y en Sudamérica. La planeación para fundar un instituto cerca de la Universidad de Ibadan, Nigeria, se inició en 1963, en tanto que en 1967 se suscribió el convenio para establecer un centro internacional en el Valle del Cauca, cerca de la ciudad de Palmira, Colombia. La Fundación Kellogg es co-patrocinadora de este último centro.

El IRRI y el CIMMYT se dedican al mejoramiento de los principales granos básicos, en tanto que los institutos de agricultura tropical de Nigeria y Colombia cubren una gama más amplia de cultivos, manejo de suelos y de humedad, y ganadería.

Otro centro de investigación y adiestramiento internacional iniciado con el apoyo de la Fundación Rockefeller es el Instituto de Investigación sobre Tierras Áridas, establecido en 1964 en Riverside, California, o sea en una de las subsedes de la Universidad de California.

Relación entre los institutos especializados con los sistemas nacionales de investigación agrícola

La amplia publicidad dada a los trigos mexicanos y a los arroces milagro durante los últimos años ha generalizado la creencia de que: 1) el problema de alimentos-población ya se resolvió, 2) la ciencia y la

Cap. VI/Institutos de investigación agrícola especializada

tecnología actuales sobre trigo y arroz son adecuadas para resolver las necesidades de hoy día, y 3) las futuras necesidades internacionales de tecnología agrícola pueden satisfacerse mediante la acción de tres o cuatro institutos especializados.

No obstante, quienes han dirigido los programas de trigo y arroz, son los primeros en reconocer que los avances recientes no son sino --como lo ha declarado el Dr. Robert F. Chandier (1968-41)

... un logro para cerrar brechas, algo que permite ganar tiempo en tanto se consigue que se acepten e implementen programas de equilibrio demográfico, que la industria utilice los recursos naturales, que la educación se generalice, de manera que llegue a un verdadero desarrollo económico.

y el Dr. Norman E. Borlaug (1969), quien dirigió el desarrollo de los trigos mexicanos señala:

... Los centros internacionales no son sustitutos de programas nacionales dinámicos y bien dirigidos. Estos centros pueden y deben participar principalmente en proyectos de investigación a largo plazo, y deben funcionar como centros de ayuda técnica y como catalizadores de los programas nacionales

Los institutos internacionales son importantes para acelerar la generación de la nueva tecnología agrícola. Empero, conviene reconocer tanto su potencial como sus limitaciones. Aunque serán los vehículos más importantes para desarrollar nuevos principios o conceptos básicos que permitan mejorar la agricultura de las regiones tropicales y sub-tropicales, la investigación adaptativa --cuya importancia se acrecienta-- requerirá una atención competente con respecto a las condiciones locales de cada país.

Las limitaciones de los centros especializados en este particular resultan evidentes a partir de la carencia de personal dentro de un campo científico específico. No esperaríamos que un personal constituido por dos o tres científicos de una disciplina determinada --sean fitomejoradores, entomólogos, fitopatólogos, edafólogos, u otros especialistas-- pudiesen abarcar el complejo de problemas dentro de una región extensa. No se rinde ningún servicio al desarrollo agrícola internacional si se presume que un pequeño grupo de investigadores --no importa cuan dedicado sea-- puede generar la tecnología necesaria para lograr avances crecientes y continuos de la productividad en extensas áreas geográficas.

Hay en esto una marcada divergencia entre los esquemas internacionales bilaterales y los esquemas regionales de colaboración técnica. Esta divergencia fue evidente en las reuniones del comité de ayuda de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (Organization for Economic Cooperation and Development, OECD), celebradas

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

en 1967. Tal reunión se llevó a cabo merced al acuerdo tomado en Washington en 1966, durante la junta previa de dicho comité, el cual consideró necesario estimular un mayor interés entre los países miembros acerca del problema de la alimentación mundial. La reunión de 1967 se celebró para considerar prospectos específicos de colaboración (OECD, 1968).

En esta conferencia, la delegación estadounidense propuso que se reforzara la colaboración internacional sobre investigación adaptativa, y que se diera atención especial a: 1) *Centros internacionales*, organizados según el patrón del Instituto Internacional de Investigaciones sobre Arroz., 2) *Centros regionales*, dedicados a la solución de problemas de las principales regiones ecológicas, y 3) *Centros nacionales*, abocados a atender problemas locales. Según la proposición, cada uno de estos centros contaría con facilidades de investigación y de adiestramiento para jóvenes científicos y especialistas en extensión. La respuesta a la proposición estadounidense fue favorable y alentó otra conferencia, que se llevó a cabo en octubre de 1967. En esta reunión, sin embargo, no se pudieron identificar áreas problemáticas específicas o centros internacionales aceptables que contasen con el apoyo mutuo de los países miembros del comité de ayuda para el desarrollo.

Varias naciones que cuentan con una larga historia de investigación realizada en los países en desarrollo —como el Reino Unido en Surasia, el lejano Oriente y Africa; los Países Bajos en Indonesia, Bélgica en el Congo, y Francia en Africa— disponen de mucha experiencia sobre el establecimiento y operación de institutos especializados y sobre otras modalidades de apoyo a la investigación. No obstante, los países europeos se mostraron reacios a comprometer los recursos necesarios a un apoyo a largo plazo para los centros mundiales y regionales y una fuerte preferencia para retener la máxima flexibilidad para colaborar por medio del patrón bilateral.

Para un término más largo, la significancia de los centros especializados internacionales dependerá de (1) su versatilidad al responder a los problemas críticos de significancia regional o internacional, (2) la calidad de su investigación pionera o su experiencia para proveer innovaciones que se puedan adaptar por las organizaciones internacionales de investigación y, (3) la facilidad y rapidez de desarrollo de los sistemas internacionales capacitados en los países individuales.

Capítulo VII

EL FORTALECIMIENTO DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INVESTIGACION

Tanto los especialistas en ciencias naturales, como los científicos sociales y los economistas advierten cada vez más la importancia de la nueva tecnología en el crecimiento agrícola. Los puntos de vista de economistas prominentes se ejemplifican por las conclusiones de Mellor en el sentido de que la investigación para desarrollar la nueva tecnología debe tener prioridad en el tiempo, y por la aseveración de Schultz de que la formación de la capacidad local de investigación se ha demorado mucho en los programas cooperativos de asistencia técnica.

Hill subraya la importancia de la tecnología y de la base de organización que se necesita para generarla. Al hablar ante la Asociación Nacional de Universidades y Colegios Land Grant de los Estados, Hill dijo (1966, 3):

Para que los países en desarrollo logren un nivel alto y generalizado de bienestar económico en los años futuros —y en ello se incluye víveres suficientes para satisfacer la demanda de su población creciente—, estos deben avanzar en dos direcciones: en primer lugar, deben avanzar en la dirección de un mayor control de la fertilidad humana; en segundo lugar, deben colocar a su agricultura sobre una base científica moderna.

Al referirse a la estructura institucional y a la capacidad nacional de investigación, Hill dijo (1966, 6-7):

¿Porqué, durante los últimos 20 o más años, no se ha obtenido una mejor tecnología de producción de cultivos alimenticios adecuada a las necesidades de los países en desarrollo? Algunos de estos países, aunque de ningún modo todos, cuentan con un número sustancial de científicos bien capacitados, particularmente en el Sur y el Sureste de Asia y en Latinoamérica. Empero, en los países en desarrollo hay pocas instituciones y programas de investigación agrícola bien organizados, como los que cimentaron la base de la revolución de la producción ocurrida a principios de este siglo en Europa Occidental, los

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

Estados Unidos, Canadá, Japón y Australia, y las revoluciones agrícolas ahora en marcha en México y Taiwán. En todos estos países hubo equipos de científicos altamente capacitados, bien equilibrados en cuanto a sus especialidades, que recibieron buenas facilidades de investigación y presupuestos adecuados de operación. De esa manera pudieron utilizar métodos mejorados de producción de un cultivo específico, como maíz, trigo, arroz o papas. Estos científicos y sus sucesores permanecieron en su empleo hasta que obtuvieron resultados. Su actuación se midió en términos de los aumentos que registraron los rendimientos medios nacionales. Desde principios del siglo, los rendimientos de maíz y de arroz en los Estados Unidos y de trigo en Australia han aumentado más de dos veces en tanto que los rendimientos de arroz en el Japón y de trigo en los Estados Unidos y en el Reino Unido se han incrementado entre el 75 y el 100 por ciento.

Las organizaciones y programas de investigación orientados hacia la producción de cultivos alimenticios semejantes a los que han operado por muchos años en países adelantados como Japón y los Estados Unidos son los que se necesitan en los países en desarrollo para empezar a movilizar su agricultura. Estas organizaciones y programas constituyen la meta en favor de la cual trabajan ahora varios de estos países. Sin embargo, muy pocos han logrado la organización, el financiamiento, el nivel de capacidad y visión de grupo por parte de sus científicos como para producir resultados significativos. Con frecuencia, se carece de un buen balance de su personal científico en cuanto a las disciplinas representadas, y a menudo le faltan buenas facilidades de investigación y presupuestos adecuados de operación. Es común que sus esfuerzos se dispersen en diversidad de proyectos en lugar de que se concentren en la búsqueda de métodos para incrementar la producción de un cultivo alimenticio específico como trigo o arroz. En algunos casos, la investigación a la cual se dedican los científicos tiene poco que ver, directa o indirectamente, con la búsqueda de soluciones al problema alimentario del país. En una nación que no sufre de problemas alimentarios esto no importa, pero puede ser trágico en países donde se cierne esta amenaza.

La nueva tecnología de producción de trigo y arroz pone un paso adelante al equipo abastecedor de alimentos en la carrera contra el aumento de la población. El adelanto es temporal y será indudablemente breve, pero hay que emplearlo antes de que se tenga encima la próxima amenaza del hambre, a fin de fortalecer la base tecnológica con que habrá que afrontarse. *La próxima vez, las necesidades habrán de satisfacerse en su mayor parte a través de las capacidades nacionales de investigación.*

Investigación sobre protección vegetal

Mucho se ha dicho en este trabajo y en otros, acerca de los problemas potenciales que representan las plagas y las enfermedades locales sobre la superficie cada vez más extensa que se siembra en Asia con los

trigos y arroces introducidos. Se trata de una amenaza real cuyos riesgos no pueden soslayarse. El actual respiro en la situación del abastecimiento alimentario bien pudiera ser breve si la investigación sobre la sanidad vegetal recibe una atención inadecuada.

Por la experiencia obtenida en los Estados Unidos, sabemos que la introducción rápida y la amplia difusión de nuevas variedades de un cultivo acelera la dinámica biológica de las relaciones entre las enfermedades de los cultivos y las plantas hospederas. Esto quedó demostrado en México, donde las primeras variedades de trigo resistentes a la roya, seleccionadas por los fitopatólogos de la Fundación Rockefeller, fueron puestas fuera de combate después de tres años de cultivo comercial. Las selecciones posteriores, a las cuales se incorporó resistencia de variedades de Kenya, sufrieron la misma suerte cuando apareció otra raza de roya del tallo. La emergencia de las razas 15-B, 49-B, 139, 29 y 48 fue una seria y continua amenaza sobre los nuevos trigos desarrollados en México. El control venturoso de esa y otras razas se consiguió solamente a través de investigaciones constantes de fitomejoramiento, realizadas en México con el propósito de obtener variedades resistentes y adecuadas a las condiciones locales.

La variedad de trigo Mexipak es susceptible a ciertas razas de roya existentes en México y a la raza 42 de roya del tallo que prevalece en Pakistán y en otros países del Medio Oriente y del Sur de Asia. El arroz IR-8 introducido en Malasia y distribuida para siembra comercial en 1966 como la variedad "Ria", resultó ser altamente susceptible a las razas locales de la enfermedad *Piricularia oryzae*. Para 1968 ya se usaba como la variedad testigo susceptible en los ensayos de resistencia a *Piricularia* establecidos en aquel país. IR-8 es también muy susceptible a una enfermedad bacteriana de la hoja prevalente en Indonesia, país donde el potencial de rendimiento de dicha variedad se redujo sustancialmente, aun cuando recién introducida exhibió un destacado comportamiento.

La investigación sobre sanidad vegetal - o "investigación de protección"- necesaria para evitar varias pérdidas por epifitias en arroz, trigo y maíz no puede estar exclusivamente a cargo del IRRI y del CIMMYT, cuya capacidad en los campos de la fitopatología y el fitomejoramiento es limitada. Por ello, tal investigación debe ser efectuada en su mayor parte por cada país. La agricultura estadounidense no dependió únicamente del Centro de Investigación sobre Royas de Cereales, ubicado en la Universidad de Minnesota, ni del Laboratorio de Royas del Dominio del Canadá, con sede en Winnipeg, Canadá, para solucionar los problemas de la raza 15-B de roya del tallo y de otras razas virulentas que han atacado al trigo desde México hasta Canadá.

Estos problemas se superaron a través del fortalecimiento de la investigación genética y fitopatológica en los tres países.

Costo y beneficio de la investigación agrícola

Con frecuencia se cuestiona si los países en desarrollo pueden darse el lujo de invertir fondos en instituciones nacionales de ciencia y tecnología agrícolas, o si la fragilidad de algunos gobiernos nacionales impide el avance efectivo de ese desarrollo institucional. En este respecto, conviene recordar que la estructura básica del sistema nacional estadounidense de colegios agrícolas y del USDA se estableció en 1862, cuando el país sufría el embate de una guerra civil cruenta y el tesoro nacional tenía que cubrir los costos de esa guerra. Como Hill expresó (s. f., 1):

Aun para los estándares de la época, los Estados Unidos era todavía un país subdesarrollado en 1862, cuando contaba con menos de 35 millones de habitantes, una población predominante rural que poseía títulos —aunque no la ocupasen en realidad— sobre una superficie de 3 millones de millas cuadradas. Entonces, como ahora, el desarrollo de un país dependía de la educación de sus habitantes, de sus instituciones y de su nivel industrial y agrícola. No hacía ni 35 años que John Lane había inventado el arado con vertedera de acero y Cyrus McCormick la segadora. Los estudios básicos de Von Liebig sobre fisiología vegetal se habían dado a conocer sólo dos décadas antes. Los clásicos experimentos de Mendel sobre genética no se habían publicado y apenas comenzaban las contribuciones de Pasteur a la microbiología. Aunque se habían logrado progresos sustanciales en las prácticas agrícolas durante el siglo anterior, particularmente en Inglaterra a través de los esfuerzos de hombres como Arthur Young y Jethro Tull, el avance de la agricultura y la industria dependía casi por completo del procedimiento de prueba y error, y había poca comprensión de las relaciones de causa y efecto.

La reserva internacional científica y tecnológica *potencialmente* aplicable a la agricultura es mucho mayor ahora que hace un siglo. Los países dispuestos a invertir cuantiosos fondos en la ampliación de las pistas de aterrizaje a efecto de dar cabida a los nuevos jets de las líneas internacionales, y a invertir para desarrollar sistemas nacionales de televisión, bien podrían aportar la cantidad relativamente modesta que se necesita para fortalecer la capacidad de investigación. Esta capacidad es indispensable para la modernización y el desarrollo sostenido de sus economías agrícolas mediante la adopción y el uso de tales recursos científicos internacionales.

Se han hecho estimaciones acerca de los beneficios que rinden las inversiones en investigación agrícola, con base en diversos estudios sobre avances específicos. Griliches (1958) calculó que el beneficio de los

Cap. VII/El fortalecimiento de los sistemas nacionales de investigación

fondos invertidos en el desarrollo del maíz híbrido y de las innovaciones relacionadas con ello, dieron una ganancia de 700 % anualmente. Un estudio realizado por Arditto-Barletta (1964) mostró que de 1943 a 1963, México recibió un beneficio anual de 290 % por cada dólar que se gastó en el programa cooperativo de mejoramiento de maíz y de trigo.

El aumento de la productividad del hule en Malasia, a la cual han contribuido los clones y las prácticas mejoradas de producción desarrollados por el Instituto de Investigación sobre Hule, ha mantenido la viabilidad de esa industria durante períodos de depresión en los precios de este producto.

La caña de azúcar mejorada 2878 POJ, obtenida en Java, tuvo una gran influencia en la producción de azúcar de todo el mundo. Se ha dicho que:

El incremento del rendimiento, junto con la disminución automática de los costos, 1928, cuando dos tercios de la superficie cañera estaba sembrada con 2878 POJ (en Java), pago en un año todos los costos desembolsados en el curso de más de 40 años de investigación sobre caña de azúcar, en lo cual se incluyó un 6 % de interés compuesto (Handojo, 1969)

Igualmente, se ha estimado el valor de la nueva tecnología de producción de trigo y arroz en Asia. Se ha sugerido que el beneficio obtenido a partir de los incrementos de la producción de arroz alcanza un monto de 500 millones de dólares (Chandler, 1968). La disminución del hambre y las contribuciones a la estabilidad económica y política son todavía más significativas.

Podrían citarse otros casos numerosos, como la reducción de las pérdidas causadas por el gusano barrenador en el ganado de los Estados Unidos, la disminución y eliminación de otras plagas y enfermedades de los animales y las plantas, y naturalmente los incrementos sostenidos de la productividad agrícola. Una rica fuente de información específica sobre esos problemas, la mayor parte de los cuales se controlaron sucesivamente a través de programas de investigación, son los informes anuales del Servicio de Investigación Agrícola del USDA, rendidos ante los comités de asignaciones presupuestarias de la Cámara de Representantes y del Senado.

Planeación de los sistemas nacionales de investigación

El paso inicial para fortalecer la capacidad nacional de investigación es el reconocimiento de la importancia de este recurso para el desarrollo económico por parte de los dirigentes políticos y administrativos del

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

país. Los dirigentes de varios países asiáticos han emprendido acciones positivas para evaluar y fortalecer sus sistemas de investigación agrícola. En la India, por ejemplo, está en marcha desde 1955 (ICAR, 1955). El Gobierno de Pakistán, con la cooperación del USAID, hizo gestiones para revisar la capacidad de investigación agrícola de ese país entre febrero y abril de 1968 (Pakistan, 1968).

El Gobierno de Malasia convino en una revisión similar durante mayo y junio de 1968 (Moseman, 1968). El parlamento de Malasia aprobó una ley el 13 de febrero de 1969, merced a la cual se estableció el Instituto de Investigación y Desarrollo Agrícola de Malasia, para fungir como la organización responsable de toda la investigación agrícola —excluyendo el hule— en el país (Mardi, 1969 b).

El Gobierno de Indonesia, poniendo en práctica una de las recomendaciones de la Reunión de Trabajo sobre Alimentación que fue patrocinada por las Academias Nacionales de Ciencias de los Estados Unidos y de Indonesia en mayo y junio de 1968 (LIPi, 1968), acordó que un grupo Indonesio-Norteamericano revisara su organización y programas de investigación agrícola durante los meses de junio y julio de 1969. La Comisión Conjunta de Reconstrucción Rural (JCRR), de Taiwán, solicitó igualmente al Instituto Internacional de Investigaciones sobre Arroz que revisara detalladamente la capacidad de investigación sobre cultivos, en especial en lo que concernía al arroz. Esta revisión se hizo en mayo de 1969. Por su parte, desde 1965 la Oficina de Desarrollo Rural de Corea también ha tenido un interés especial por mejorar su capacidad de investigación agrícola.

Las acciones mencionadas y los intereses semejantes que han manifestado diversos países africanos y latinoamericanos, sugieren que los dirigentes de esas naciones se preocupen quizá tanto por la formación de sus sistemas nacionales de investigación, como los dirigentes de las agencias patrocinadoras que prestan asistencia técnica y económica.

Existen opiniones divergentes acerca de cuan necesaria puede ser una capacidad nacional de investigación en algunos de los países subdesarrollados más pequeños. Como opción se ha propuesto el establecimiento de centros regionales de investigación, cada uno de los cuales podría servir a varios países. Se han iniciado actividades encaminadas a desarrollar centros regionales de investigación adicionales en Asia, mediante los auspicios de SEAMES, la Organización de Ministros de Educación del Sureste de Asia.

Los institutos internacionales de investigación agrícola, como el IRRI de las Filipinas, el CIMMYT de México, el IITA* de Nigeria y el

* IITA, iniciales del nombre inglés del Instituto Internacional de Agricultura Tropical, con sede en Ibadan, Nigeria.

CIAT** de Colombia, proseguirán por supuesto, suministrando un fuerte apoyo regional e internacional. Y, aunque estos institutos no pueden satisfacer las necesidades específicas nacionales o locales, sí modificarán la naturaleza de los programas y las organizaciones requeridas por determinados países, y permitirán una evolución ordenada de los sistemas nacionales. Inicialmente se puede dar prioridad especial a la investigación aplicada, adaptativa y de protección dentro de cada país, y posponer para más tarde los estudios básicos.

Alcance y complejidad de las organizaciones nacionales

Especialistas agrícolas tanto de países adelantados como de naciones en desarrollo han cuestionado la aplicabilidad del sistema norteamericano de investigación a las necesidades de las naciones atrasadas, en particular a las más pequeñas. Por supuesto, no sería factible ni deseable intentar el trasplante del esquema total de organización estadounidense, ni de ningún otro país agrícola avanzado.

La estructura básica, sin embargo, con el apoyo vigoroso y la participación del gobierno nacional, y con las estaciones experimentales federales y estatales ubicadas en las diversas regiones agrícolas, proporciona un esquema operativo que ha probado su efectividad nacional e internacionalmente.

La magnitud de la institución, el número de centros regionales o locales, y la complejidad del sistema dependerán desde luego de la amplitud y la diversidad de la agricultura del país. Mientras que la estructura específica de organización debe adecuarse para el país determinado, sus componentes deben incluir ordinariamente lo que se anota enseguida:

- 1) Un centro nacional vigoroso donde se lleve a cabo la investigación básica y que sirva de sede a los dirigentes y coordinadores de los proyectos nacionales y regionales. En los Estados Unidos, el centro nacional está ubicado en Beltsville, Maryland. El sistema nacional de México tiene su centro de operaciones en Chapingo; el de Colombia en Tibatató, el de Perú en La Molina y el de Chile en La Platina. Por su parte, la India cuenta con la sede del Instituto de Investigaciones Agrícolas de la India cerca de Delhi.
- 2) Centros regionales para realizar investigación adaptativa y para dar atención especializada a las necesidades de las principales zonas agrícolas del país. En los Estados Unidos, las estaciones federales, junto con ciertas estaciones agrícolas experimentales estatales constituyen los centros de operación regionales de los proyectos específicos de investigación.

**CIAT, iniciales del Centro Internacional de Agricultura Tropical, ubicado en Cali, Colombia.

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

- 3) Estaciones de verificación y prueba, o sitios para efectuar investigaciones específicas, a fin de adaptar las innovaciones a condiciones determinadas de suelo y de clima. En los Estados Unidos este componente está representado principalmente por las subestaciones que dependen de las estaciones agrícolas experimentales estatales.

La concentración de científicos competentes de varias disciplinas en los centros nacionales de operación asegura el empleo más efectivo de este personal escaso y del equipo especializado, de la misma manera en que los institutos especializados utilizan del modo más eficiente la mano de obra, los laboratorios y los campos. El nivel de capacitación del personal asignado a las estaciones regionales debe ser semejante o casi igual al del centro de operaciones, pero la combinación de las disciplinas científicas representadas será determinada por la naturaleza y la complejidad de los problemas de la zona. Por su parte, el entrenamiento profesional de los investigadores asignados a las estaciones de prueba, podrá ser al principio al nivel de licenciatura (ingeniero agrónomo), pero en el tiempo se elevará al nivel de maestría y de doctorado, como ha ocurrido en numerosas subestaciones experimentales de muchos de los Estados de la Unión Americana.

Hay puntos de vista diferentes con respecto a la concentración de científicos en un sitio dado, en contraste con su dispersión o reparto en varios lugares de un área agrícola. La conveniencia de la concentración es evidente si aceptamos que la ciencia y la tecnología modernas se caracterizan por el trabajo multidisciplinario y de equipo con que se atacan los numerosos problemas interrelacionados que afectan al agricultor. Esta ha sido la experiencia ganada no sólo en los Estados Unidos, sino también en los programas de la Fundación Rockefeller. En Colombia, por ejemplo, cuando el programa se inició en 1950, el personal de la Fundación se comisionó a Bogotá y a Medellín. Pocos años después, todos los investigadores se concentraron en Bogotá, la base desde la cual se trabajaba hacia las subestaciones.

De igual modo, el personal inicialmente disperso de las universidades norteamericanas que —bajo contratos de asistencia técnica de AID con la India— colaboraba con un gran número de instituciones hindúes, logró algunos avances en proyectos locales específicos, pero contribuyó poco a la reforma y el establecimiento de las instituciones de investigación. La concentración subsecuente del personal a cargo de la asistencia técnica en las nuevas universidades agrícolas hindúes ha acelerado la formación de la capacidad nacional de educación e investigación.

La ubicación del centro nacional de operaciones requiere de una atención especial. En teoría, sería deseable ubicar el principal centro de operaciones en la región agrícola más importante del país. En la prác

Cap. VII/El fortalecimiento de los sistemas nacionales de investigación

tica, sin embargo, se ha comprobado que es esencial ubicarlo relativamente cerca de la sede del gobierno nacional, con el fin de facilitar una comunicación efectiva entre los líderes de los programas de investigación y los dirigentes político-administrativos de los gobiernos, en especial con los encargados de la planeación nacional, de la elaboración de presupuestos, etc.

La experiencia obtenida a través de la rápida aplicación de la nueva tecnología de producción de trigo y arroz en Asia, demuestra cuán importante es el apoyo de los altos dirigentes gubernamentales para los programas intensivos de producción agrícola. A medida que se moderniza la agricultura, los planificadores y encargados de los presupuestos del gobierno deben constantemente informarlos del potencial de la nueva tecnología para acrecentar los niveles de la productividad. El centro de operaciones debe, por lo tanto, servir como el verdadero brazo técnico del Ministerio de Agricultura. La sede debe ubicarse cerca de la ciudad capital para facilitar la comunicación, pero a la vez lo suficientemente distante como para evitar una interferencia excesiva por parte de visitantes no profesionales.

*Un esquema de investigación multidisciplinaria,
orientada hacia la solución de los problemas*

La estructura exacta de organización debe elaborarse de acuerdo con las necesidades de un país determinado. Hay numerosas maneras de conjuntar el talento científico, pero en todo caso una institución nacional de investigación agrícola debe tener un enfoque interdisciplinario, orientado hacia la solución de los problemas. La institución debe contar con un alto grado de estabilidad, pero a la vez tener suficiente flexibilidad operativa de modo que se le facilite hacer cambios programáticos cuando surjan problemas de emergencia.

Un esquema de organización que podría modificarse para satisfacer necesidades o prioridades nacionales específicas es el que se ha propuesto para el Instituto de Investigación y Desarrollo Agrícolas de Malasia. Tal esquema es el siguiente (MARDI, 1969a, 3-4):

- A. División de investigación sobre mejoramiento de los cultivos
 - a. Rama de investigación sobre cacao de aceite
 - b. Rama de investigación sobre arroz
 - c. Rama de investigación sobre cultivos forrajeros y de fibra
 - d. Rama de investigación sobre cultivos hortícolas
 - e. Rama de investigación sobre árboles forestales y cultivos para bebidas
 - f. Rama de investigación sobre cacao y palma de coco

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

- B. División de investigación animal
 - a. Rama de investigación sobre nutrición animal
 - b. Rama de investigación avícola
 - c. Rama de investigación sobre ganado de carne
 - d. Rama de investigación sobre ganado lechero
 - e. Rama de investigación piscícola (agua dulce)

- C. División de investigación sobre suelos, agua e ingeniería
 - a. Rama de clasificación de suelos
 - b. Rama de investigación sobre fertilidad y manejo de los suelos
 - c. Rama de investigación sobre manejo de agua
 - d. Rama de investigación sobre ingeniería agrícola

- D. División de investigación sobre sanidad vegetal
 - a. Rama de investigación sobre control de plagas y enfermedades
 - b. Rama de investigación sobre parasitoides
 - c. Rama de investigación sobre control de pájaros y roedores
 - d. Rama de investigación sobre control de malezas

- E. División de investigación sobre utilización de cultivos y tecnología de alimentos
 - a. Rama de investigación sobre procesamiento y utilización
 - b. Rama de investigación sobre tecnología de alimentos
 - c. Servicios de análisis de calidad de los cultivos

- F. División de investigación estadística y económica
 - a. Rama de investigación sobre economía de la producción y administración rural
 - b. Rama de investigación sobre mercadeo
 - c. Servicios de diseños experimentales y estadística
 - d. Rama de política agrícola

La estructura organizativa que se anota arriba, que tiene ligeras modificaciones con respecto a la que inicialmente se propuso en el "Report for Agricultural Development in Malasia"* (Monseman, 1963), permitiría la consolidación de los recursos de personal en las *Divisiones* o *Ramas* según los intereses principales que pueden integrarse. La subdivisión en *Secciones* o *Unidades* podría estructurarse si fuese necesario.

*Informe sobre el desarrollo agrícola de Malasia.

El alcance y la complejidad de la agricultura de un país determinarían el grado de elaboración de la estructura de investigación.

Responsabilidades del gobierno central y de los gobiernos estatales

En los países divididos en varios estados o provincias suele haber diferencias de opinión acerca del grado de centralización y el grado de participación de los gobiernos nacionales en la investigación agrícola. Quienes están a favor de otorgar una mayor responsabilidad a los estados se preocupan por: 1) los impedimentos burocráticos y las restricciones que impone una organización en gran escala, 2) las dificultades que implican los diversos tipos de agricultura, particularmente cuando se considera la amplia dispersión geográfica, y 3) la idea de que la agricultura y el desarrollo rural deben tener una orientación realista en su planeación y ejecución.

Cuando los programas y las decisiones de manejo quedan en manos de personal no técnico, las restricciones administrativas suelen ser una barrera para la libertad y la flexibilidad que requiere una organización de investigación. Tales limitaciones, sin embargo, no son una función directa del tamaño y pueden ser tan serias en organizaciones grandes como en las pequeñas, en las centralizadas como en las descentralizadas.

Las varias desventajas de la centralización se compensan por el beneficio que conlleva el mayor apoyo presupuestario y por el empleo más efectivo del personal especializado y del equipo en los programas nacionales integrados. Los gobiernos nacionales deben interesarse en el mejoramiento agrícola como una parte integral del desarrollo nacional total. El divorcio entre la investigación y otros componentes del desarrollo agrícola es un factor adverso para el desenvolvimiento de los países. El valor del interés positivo en la agricultura por parte de los altos estratos gubernamentales ha quedado bien demostrado en los programas intensivos de producción llevados a cabo en Asia durante los últimos tres años.

La distancia geográfica no debe presentar un problema particular en el alcance de la investigación nacional. La distancia no es más importante cuando se mide de Islamabad a Dacca, o de Bogor a Medan, que cuando se mide de Beltsville a Brawley. Hay una amplia evidencia de iniciativas o de investigación innovativa que ha apoyado el USDA para aumentar o mantener la industria algodonera, la producción de melones y otras líneas agrícolas en el Estado de California.

Para la mayoría de los países en desarrollo no es una medida acertada limitar el papel del gobierno central a una mera función de planea-

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

ción y de provisión de fondos para la investigación. La experiencia de los Estados Unidos demuestra el valor de la participación plena, tanto en la conceptualización y planeación como en la ejecución de las investigaciones por parte de los especialistas en las varias disciplinas que intervienen en un esfuerzo coordinado. En los países en desarrollo, esa participación conjunta es igualmente importante para poder asegurar la realización de todos los aspectos de los programas coordinados. Un consejo central de investigación no puede limitarse a la función *estéril* de proveer fondos para los proyectos de investigación. Esto no tiene ningún mérito en los países donde la capacidad de investigación es escasa, dispersa y carente de la base institucional esencial.

Los tipos de actividad que competen a una organización central o nacional de investigación agrícola fueron considerados por el Grupo Conjunto Pakistano-Norteamericano de Revisión de Programas de Investigación Agrícola (Pakistán, 1968). En su informe, el grupo presentó una serie de recomendaciones para mejorar la estructura nacional de investigación, en lo cual se incluyó la revisión y el fortalecimiento del Consejo de Investigación Agrícola de Pakistán. Se propuso entonces que las funciones y procedimientos del Consejo abarcasen lo siguiente:

El Consejo debe fungir como el principal brazo técnico del Ministerio de Agricultura y de Trabajo en lo que concierne al fortalecimiento de la ciencia y la tecnología agrícolas del país y en la función de mantener informado al Ministerio acerca de los avances de la investigación en Pakistán y en el exterior.

El consejo debe desempeñar un papel activo y positivo en la identificación de los problemas agrícolas que confronta el país, y en la planeación —con las instituciones provinciales apropiadas, universidades agrícolas y otras organizaciones— de proyectos de investigación cooperativos y coordinados, orientados hacia la solución de esos problemas.

El Consejo debe contar con un cuadro de científicos bien capacitados que participen activamente en los esquemas de investigación, y funjan como coordinadores de proyectos de investigación de gran importancia regional o nacional.

El Consejo debe trabajar principalmente con y a través de los institutos de investigación, universidades y otras organizaciones preexistentes, pero debe estar autorizado para establecer institutos o directorios especiales de investigación para atacar problemas importantes y de alcance nacional, si esto se hace necesario.

El Consejo debe disponer de personal científico adecuado que pueda dirigir la evaluación, planeación y coordinación de las investigaciones que se realicen en los campos principales de la investigación y desarrollo agrícolas. En tales campos se incluyen: a) mejoramiento de los cultivos, b) mejoramiento del ganado, c) suelos, irrigación e ingeniería, d) economía y estadística agrícolas,

Cap. VII/El fortalecimiento de los sistemas nacionales de investigación

e) dasonomía y manejo de pastizales, y f) pesquería. Habrá que suministrar el personal de apoyo necesario para trabajar con los varios problemas específicos dentro de cada campo.

La cuestión de la participación y el "enraizamiento" regional requiere de una atención especial. Los colegios *land grant* se establecieron en los Estados Unidos con el propósito principal de atender las necesidades de la población rural de las regiones respectivas. Los institutos de investigación y educación agrícola de los países en desarrollo, deben tener ese mismo objetivo. Por supuesto, hay que establecer fuertes vínculos entre los centros nacionales o regionales de investigación y las comunidades locales en lo que respecta a la identificación de problemas. Empero, el análisis y la solución de un problema necesita ordinariamente de la competencia coordinada de científicos bien adiestrados en las disciplinas relevantes al caso. El limitado número de investigadores en la mayoría de los países en desarrollo impide contar con tal capacidad multidisciplinaria en los centros o estaciones experimentales locales.

Vínculos entre investigación, educación y extensión

El presente trabajo se enfoca hacia los sistemas de investigación y sostiene la tesis de que la investigación que favorece realmente el crecimiento y el desarrollo agrícola no se puede generar como un subproducto de instituciones aisladas, establecidas con propósitos de enseñanza. Tal punto de vista no pretende disminuir la importancia de la enseñanza. Es importante, sin embargo, evaluar las funciones separadas de la investigación, la educación y la extensión, y determinar la estructura organizativa o institucional más adecuada para generar las contribuciones que cada una de las funciones mencionadas pueden ofrecer al desarrollo.

De la misma manera en que se debe evaluar la base organizativa de la investigación agrícola, hay que considerar las medidas pertinentes con respecto a la educación — adiestramiento vocacional, en servicio, y profesional y de postgrado — desde el punto de vista de las necesidades *nacionales*. El número y el tipo de centros de enseñanza agrícola dependerá, por supuesto, de las necesidades de personal calificado y de la diversidad ecológica de las regiones agrícolas del país. Pocas naciones en desarrollo se comprometerían a seguir el esquema de establecer un colegio de agricultura en cada estado o provincia, como fue el caso de los Estados Unidos en 1862. Sin embargo, cada país que tenga una numerosa población rural o un sector agrícola vasto, debería establecer por lo menos una universidad agrícola que pueda ofrecer un adiestramiento efectivo al nivel de ingeniero agrónomo para los investigadores y exten-

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

sionistas agrícolas. La mayoría de los países en desarrollo necesitan varias de esas instituciones.

Hay que considerar los vínculos efectivos y funcionales entre la investigación y la enseñanza no únicamente desde el punto de vista de utilizar a los científicos capacitados en labores de enseñanza, sino también para asegurar la exposición de todos los estudiantes a los métodos experimentales de la ciencia. Esto es de particular importancia para quienes cursan estudios de maestría o doctorado.

Para el trabajo de difusión de la tecnología mejorada, hay que asignar especialistas en extensión —o especialistas en determinada rama técnica, pero dentro del campo de la extensión— a los principales centros de investigación. Estas personas deben haber cursado estudios por lo menos al nivel de ingeniero agrónomo, aunque sería preferible que tuviesen adiestramiento de postgrado y experiencia en investigación, puesto que de ellos se espera un entendimiento pleno de la importancia de cada avance tecnológico y de su combinación apropiada en un "paquete de prácticas". Estos paquetes constituyen cada vez más el esquema básico de aplicación de la nueva tecnología. Los especialistas en extensión tendrán la responsabilidad de planear los ensayos de adaptación y prueba, en colaboración con los extensionistas estatales o con otros técnicos que trabajen localmente en labores de difusión de la nueva tecnología y de los insumos de producción al nivel de la finca.

Asimismo, hay que tener en mente el papel tan amplio que desempeñan los servicios de información, y atender lo referente a los vínculos de comunicación a través de centros de documentación y bibliotecas, publicaciones, etc. La deficiencia de dichos recursos es una de las características más acusadas de los países que tienen una agricultura atrasada.

Algunos esquemas en proceso de formación

Si bien se ha prestado poca atención a la planeación de los "sistemas nacionales" totales de investigación agrícola en la mayoría de los países en desarrollo, se han registrado progresos considerables en la formación de varios de sus principales componentes. En algunos casos se han dado pasos para asociar tales componentes mediante la cooperación o la colaboración con los sistemas nacionalmente institucionalizados.

El sistema nacional de investigación agrícola de la India

Las acciones que se emprendieron para fortalecer la investigación y la educación agrícola a nivel universitario en la India, inclusive la crea-

ción de esquemas nacionales para el mejoramiento de cultivos y el establecimiento de universidades agrícolas, constituye un cierto modelo de procedimientos a efecto de formar tales instituciones y de conjuntarlas en un sistema coordinado nacional. En 1955, un Grupo Conjunto de Científicos y Educadores Indostanos y Norteamericanos (ICAR, 1955), identificó la capacidad existente y formuló una serie de recomendaciones para fortalecer las actividades de investigación y de educación a nivel universitario. A medida que se emprendieron acciones para ejecutar las recomendaciones iniciales, hubo otras evaluaciones en 1959 y 1963 por parte de otros grupos conjuntos, de manera que se tuvo una estimación continua.

En 1955, mientras que el primer Grupo Conjunto Indo-Norteamericano llevaba a cabo su estudio a nivel nacional, otros equipos —de dos personas cada uno— procedentes de las universidades de Illinois, Missouri, Tennessee y de las universidades estatales de Ohio y Kansas, efectuaron revisiones más detalladas de las posibilidades de vigorizar los programas de educación agrícola en las varias regiones agrícolas del país. Esto condujo a la formulación de contratos entre la USAID y las universidades, para apoyar el establecimiento de las nuevas universidades agrícolas.*

El Gobierno de la India invitó luego a la Fundación Rockefeller a participar en la ejecución de ciertas recomendaciones del grupo indonorteamericano, particularmente en el establecimiento de una escuela de postgraduados adscrita al Instituto de Investigaciones Agrícolas de la India, y en el desarrollo de programas cooperativos de investigación para mejorar la producción de los cultivos básicos. En principio se dió importancia especial al maíz, sorgo y mijos. Desde el inicio del programa cooperativo de la Fundación Rockefeller, que comenzó en 1956, se hizo hincapié en el fortalecimiento de las instituciones locales y en su estructuración de manera que pudieran formar sistemas coordinados nacionales de investigación cooperativa. En contraste con los programas agrícolas de la Fundación en México, Colombia y Chile, donde se establecieron "Oficinas de Estudios Especiales" que permitieron un cierto grado de vinculación con los ministerios de agricultura de esos países —pero que también aseguraron un alto grado de autonomía y flexibilidad—, la cooperación con la India se integró desde el principio con el

* El autor (Moseman, 1964) presentó un resumen del esquema sobre la formación de instituciones de investigación agrícola en la India, y un estudio de caso más reciente acerca del papel conjunto de la USAID y de las universidades norteamericanas en los programas de asistencia técnica fue hecho por Kathleen M. Propp (1968), de la Universidad de Illinois. El Dr. K. C. Naik, vicedirector de la Universidad Agrícola de Mysore, Bangalore, India, preparó un informe (1968) que contiene los puntos de vista de su país.

Instituto de Investigaciones Agrícolas y con el Consejo de Investigación Agrícola de la India.

Los centros regionales para los esquemas de investigación cooperativa se ubicaron en la medida de lo posible en los sitios donde los gobiernos estatales fundarían las nuevas universidades agrícolas. Igualmente, el apoyo que daba el Consejo de Investigación Agrícola de la India a los estudios sobre el maíz —antes fragmentado en proyectos separados y aislados— se consolidó en algo que se denominó “Esquema nacional de mejoramiento de maíz”. Este esquema se siguió también para la investigación cooperativa sobre sorgos, mijos y trigo, de modo tal que el apoyo del gobierno central se vinculó a las universidades agrícolas y al ministerio de agricultura de cada estado.

Además de la ayuda al desarrollo de la escuela de postgraduados en el Instituto de Investigación Agrícola de la India (IARI), la Fundación orientó la planeación de las universidades agrícolas. El Dr. Ralph Cummings, director de campo del programa agrícola de la Fundación, presidió el comité que designó el Gobierno de la India para formular la legislación y la organización de las nuevas universidades agrícolas, estructuradas según los lineamientos de las instituciones *land grant* de los Estados Unidos.

La fundación de la escuela de postgraduados en el IARI —con su curriculum modificado, cambios en los sistemas de exámenes, nuevos programas de investigación y enseñanza, y combinaciones de campos mayores y menores— ayudó a establecer este sistema en las nuevas universidades agrícolas de los estados. Estas últimas recibieron la ayuda —merced al apoyo de USAID— del personal científico de las universidades de Illinois, Missouri, Tennessee, y de las universidades estatales de Ohio, Kansas y más recientemente, de Pennsylvania. Todas estas son universidades *land grant*.

La vinculación de los programas de investigación cooperativa sobre mejoramiento de cultivos con las universidades agrícolas, ha sido muy efectiva para fortalecer el componente “estación experimental” de las universidades. Esto fue más notable en los Estados de Uttar Pradesh y del Punjab, a los cuales la Fundación Rockefeller asignó donativos para equipo y desarrollo general de las estaciones experimentales.

El programa cooperativo de la India demuestra lo que puede hacerse en un período que apenas rebasa una década, a través de los programas de investigación adaptativa y proyectos de educación agrícola para estructurar un efectivo sistema nacional de investigación agrícola. Demuestra también los méritos de coordinar los recursos de ayuda del Gobierno de los Estados Unidos con los de las universidades y fundaciones privadas.

Sistemas en otros países

La evolución de un sistema nacional de investigación agrícola vinculado estrechamente con las instituciones educativas tal vez se encuentre más adelantada en la India que en otros países subdesarrollados. Por lo tanto, podría ser un esquema que pueden seguir otras naciones, en especial las que cuentan con una agricultura extensa y diversificada.

Los elementos más importantes de sistemas similares surgen ya en varias naciones asiáticas. Las universidades agrícolas de Lyallpur (Pakistán Occidental), con la cual colabora la Universidad del Estado de Washington, y de Mymensingh (Pakistán Oriental –Bangla Desh), con la cooperación de la Universidad de Agricultura y Mecánica de Texas, constituyen centros potenciales para desarrollar los componentes de educación e investigación. Las universidades norteamericanas mencionadas trabajan en ambos países con fondos de AID. Los grupos que llevan a cabo investigación adaptativa sobre mejoramiento de trigo y arroz en Pakistán Occidental y Oriental con financiamiento de la Fundación Ford, trabajan en proyectos de investigación de alcance regional y/o nacional que podría utilizarse para estructurar una colaboración efectiva entre los varios centros regionales de investigación y con las universidades y colegios agrícolas. El Grupo Conjunto Pakistano-Norte americano de Investigación Agrícola, integrado en 1968, recomendó los pasos a seguir a efecto de fortalecer la capacidad nacional de investigación agrícola mediante el uso de los recursos en formación que se mencionan antes.

Las iniciativas del Gobierno de Malasia para establecer el Instituto de Investigación y Desarrollo Agrícola de Malasia, ofrece una buena oportunidad para desarrollar un sistema nacional en una situación donde la estructura institucional existente es relativamente simple. Empero, la evolución del sistema se enfrenta a varios problemas de interés. Debido a que el número disponible de investigadores agrícolas es limitado, la creación de una estructura institucional efectiva a nivel nacional se llevará bastante tiempo. Habrá que dar atención especial al establecimiento de relaciones aceptables entre Malasia Occidental y Malasia Oriental. En la primera, la responsabilidad del desarrollo agrícola está a cargo del gobierno central, en tanto que en los dos estados que forman Malasia Oriental, Sabah y Sarawak, la agricultura es una responsabilidad conjunta. Los objetivos del desarrollo nacional requieren de la expansión de la base agrícola, de manera que se amplie el campo de acción. Actualmente se concede importancia especial a los cultivos de exportación, particularmente al hule y en forma creciente a la palma de aceite. Hay que hacer hincapié ahora sobre la autosuficiencia de arroz y

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

ampliar la diversificación de otros cultivos alimenticios y de la ganadería. Necesitará de modificaciones en el uso de la tierra y del agua y revelará una amplia variedad de problemas que deben resolverse a través de una investigación más extensiva.

En Latinoamérica, el centro nacional de investigación ubicado en Chapingo, México, y su red de centros regionales forman una buena estructura nacional que mantiene vínculos estrechos con la escuela de agricultura y con el colegio de postgraduados de Chapingo. A partir de una evolución semejante, en la cual se tuvo la colaboración de la Fundación Rockefeller, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), cuya sede está en Tibaitatá y que cuenta con una red de estaciones regionales bien ubicadas, constituye una estructura nacional que se fortalece día a día. El ICA mantiene fuertes vínculos con las facultades de agronomía de Palmira y Medellín. En años recientes, la colaboración de la Universidad de Nebraska —con el apoyo financiero de AID— ha añadido un elemento importante de asistencia técnica en este esfuerzo.

La estructura de investigación-educación en el Perú también evoluciona. En ello se tiene la colaboración de varias organizaciones entre las que figuran la Universidad del Estado de Carolina del Norte, bajo un contrato con AID. En Brasil, AID ha dado apoyo en varias localidades mediante la colaboración de varias universidades *land grant* de los EE. UU. La mayor coordinación de estas actividades podría ayudar a fortalecer la organización de la investigación agrícola a nivel nacional.

En Nigeria, también a través de contratos de AID con la Universidad de Wisconsin y las universidades estatales de Kansas y Michigan, se fortalecen los centros regionales de educación e investigación. Una deficiencia, sin embargo, es la ausencia del componente de investigación agrícola con un buen apoyo nacional.

Coordinación de los recursos de asistencia técnica en la formación de sistemas nacionales de investigación agrícola

Una deficiencia presente en casi todos los esfuerzos de cooperación realizados en años pasados, ha sido la omisión de la meta última de crear un sistema nacional vigoroso y autosostenido. Es urgente asociar los recursos de asistencia técnica actualmente disponibles para los países en desarrollo como proyectos especializados separados, en un esfuerzo coordinado de modo tal que se pueda instituir un sistema nacional de investigación.

El factor principal en tales esfuerzos será el reconocimiento, tanto

por parte de los países como de las instituciones cooperadoras, de la gran importancia que tiene este objetivo. La colaboración entre las instituciones de apoyo no debe ser difícil, pero habrá que advertir la necesidad de hacer algunas modificaciones al apoyo actual o a la orientación de la cooperación, a fin de asegurar una conjunción de los recursos totales.

La coordinación de los proyectos que apoyan las diferentes organizaciones de ayuda técnica o económica para fortalecer la capacidad nacional de investigación, puede facilitarse mediante la participación conjunta en un plan o procedimiento básico que incluiría los siguientes puntos:

1. Determinar la naturaleza y alcance del sistema nacional
2. Establecer las prioridades de investigación
3. Determinar la ubicación de las principales estaciones y laboratorios de investigación
4. Asignar responsabilidades de manejo técnico y administrativo al nivel de los gobiernos central y/o estatal (o provincial)
5. Desarrollar un programa a largo plazo (10 años) para el adiestramiento de personal de investigación
6. Establecer programas semejantes a largo plazo para mejorar instalaciones y facilidades de investigación, y
7. Establecer vínculos más efectivos entre los investigadores a nivel nacional e internacional, y entre la investigación, la educación y la extensión

Una vez que se haya establecido este marco de operación, los proyectos cooperativos más importantes se pueden ajustar a fin de lograr la máxima contribución a la evolución del sistema total.

Las diversas organizaciones nacionales, internacionales y privadas —incluso las fundaciones— que cooperan en los programas de desarrollo económico, siguen diferentes políticas y procedimientos para el apoyo de las actividades de asistencia técnica. Es muy deseable, por supuesto, que las diversas organizaciones retengan un alto grado de flexibilidad en el empleo de sus recursos, pero hay también varias opciones para lograr la participación conjunta en el desarrollo de sistemas nacionales de investigación. En ello se incluye: 1) apoyo al programa básico, sobre una base de continuidad, sea directamente o a través de centros especializados de investigación regionales o mundiales; 2) apoyo a través de proyectos seleccionados de investigación adaptativa, tales como la investigación sobre el mejoramiento de cultivos básicos alimenticios patrocinada por las Fundaciones Ford y Rockefeller y la AID y 3) apoyo financiero directo con el propósito específico de fortalecer los sistemas nacionales de investigación.

Como una complementación bien planeada de fuentes internas y externas, se puede lograr un considerable avance en el desarrollo de la capacidad nacional de investigación, al canalizar solamente una pequeña

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

porción de tales recursos —y atención— con este objetivo. Sin embargo, con base en la experiencia obtenida en la formación del sistema norteamericano de estaciones experimentales y de la experiencia con la tecnología en los programas de ayuda externa patrocinados por los Estados Unidos durante las últimas dos décadas, resulta obvio que la capacidad científica agrícola de las naciones en desarrollo no surgirá por sí sola, sino que habrá necesidad de emprender un esfuerzo específico y vigoroso con este objetivo. A menos que tales esfuerzos se inicien o se fortalezcan *ahora*, la preocupación acerca del hambre mundial en una década a partir de hoy, bien pudiera igualar o superar las preocupaciones de 1966. La investigación agrícola no puede permanecer estática en tanto que la población se multiplica con extrema rapidez, de manera que la formación de un sistema nacional en la ciencia y la tecnología no debe soslayarse más como un componente de gran importancia para el desarrollo económico y social.

Capítulo VIII

RESUMEN Y CONCLUSIONES

1. El déficit de la alimentación mundial que llegó a una etapa crítica en 1965-66 fue la culminación de un largo período en el curso del cual los países en desarrollo menospreciaron a la agricultura y a la tecnología agrícola. Las evaluaciones de las tendencias de crecimiento de la población y del abastecimiento alimentario en el mundo hechos en 1966, crearon una conciencia general de que la escasez de alimentos —si es que no verdaderas hambres— deberían constituir una preocupación especial durante el resto del siglo XX.
2. Entre 1966 y 1968, los programas intensivos de producción de granos alimenticios que marchan en diversos países subdesarrollados de Asia, lograron avances gracias a los cuales muchos de los países alcanzaron casi su autoabastecimiento de cereales, o bien pudieron vislumbrar una franca esperanza de conseguirlo en un futuro próximo. El incremento de la producción se logró mediante la conjunción e impulso de varios recursos interrelacionados, entre los que figuran el agua y la tierra, una mayor cantidad de fertilizantes, insecticidas y maquinaria, precios de garantía en el mercado, y “paquetes de prácticas mejoradas” para la producción de trigo y de arroz.
3. El alto rendimiento de los “trigos mexicanos” y de las nuevas variedades de arroz del IRRI, con su amplia adaptación y excepcional capacidad de respuesta a la aplicación de fertilizantes, enfocaron la atención internacional sobre el papel de la nueva tecnología en el crecimiento y el desarrollo. Sin embargo, se entiende menos el hecho de que los notables avances en la productividad, tanto para el trigo como para el arroz, representen logros poco comunes y que no existe la certeza de que en el futuro se registren incrementos de rendimiento de igual magnitud.

4. Las campañas de producción de granos alimenticios planeadas a corto plazo no han dado fin a la crisis alimentos-población. Únicamente han ganado tiempo, tal vez una década, en el curso de la cual hay que formular nuevas estrategias de desarrollo agrícola. Dado que la población crece con rapidez extraordinaria, la multiplicación del abastecimiento de alimentos tendrá que ser todavía una preocupación de alta prioridad.
5. La experiencia de los últimos tres años obtenida en Asia ha demostrado la importancia de la nueva tecnología como el componente básico del crecimiento agrícola. Dicha experiencia confirma los resultados previos de los programas de investigación realizados en México, Taiwán, Japón, y las naciones del mundo que cuentan con una agricultura avanzada. Hay justificación de la *prioridad en el tiempo* que debe darse al desarrollo de la tecnología agrícola, a fin de asegurar la pronta disponibilidad de esta eficaz herramienta de trabajo.
6. Las futuras necesidades de alimentos en el mundo y el desarrollo agrícola de las naciones dependerán cada vez más de la tecnología, puesto que la mayor parte de las tierras más productivas y de los recursos hidrológicos más accesibles ya se están utilizando. Esto es particularmente cierto en los países con alta densidad de población o regiones como India y Pakistán Oriental (Bangla Desh).
7. Los incrementos de la producción de duración breve y las "inyecciones" momentáneas de nueva tecnología no satisfarán de modo alguno las futuras necesidades del crecimiento agrícola. En todo caso, se requiere un flujo continuo de nuevos insumos de la producción, basados en: a) *investigación adaptativa*, para adecuar las innovaciones a los ambientes específicos donde se utilizarán, b) *investigación de protección (sanidad vegetal)*, para evitar o reducir al mínimo la emergencia o aparición de plagas y enfermedades capaces de causar pérdidas extensas, y c) *investigación innovativa*, para mantener constante el suministro de materiales de alto rendimiento y prácticas mejoradas.
8. La investigación agrícola debe ser continua y a largo plazo. Los "trigos mexicanos" se obtuvieron en el curso de más de 20 años de investigación multidisciplinaria orientada hacia la solución de problemas, patrocinada por la Secretaría de Agricultura de México y la Fundación Rockefeller. Este programa se benefició mucho de la experiencia y los materiales procedentes de los programas de investigación sobre mejoramiento de trigo de los Estados Unidos, Japón y otros países. Luego, mediante la cooperación de la FAO, las variedades de trigo y las prácticas de pro-

- ducción se probaron extensivamente durante varios años en los países del Medio y Cercano Oriente, antes de que se iniciaran las campañas intensivas de producción en el Sur de Asia.
9. Las variedades mejoradas de arroz y la tecnología correspondiente, producidas por el IRRI no tuvieron el beneficio de los ensayos extensivos antes de que se difundieran y utilizaran en Asia. Los científicos agrícolas reconocen los riesgos que implica el uso masivo de tales materiales y anticipan las restricciones o limitaciones que se pueden encontrar en localidades específicas, como un resultado de la inadecuada investigación adaptativa y de protección, y de la modificación inapropiada de las prácticas de cultivo.
 10. El desarrollo y la adaptación de la nueva tecnología que se necesitan para hacer frente a las necesidades futuras debe efectuarse en forma creciente en y por los países en desarrollo. No se espera que el limitado número de especialistas en fitomejoramiento, patología, entomología, ciencia del suelo, etc. de unos cuantos centros internacionales pueda hacerse cargo del tipo y la gama de investigación adaptativa, protectora e innovativa que se requiere para áreas geográficas extensas.
 11. Se debe fortalecer la capacidad nacional de investigación agrícola de los países, y este objetivo debe recibir una ayuda específica y dirigida. La revisión de la forma en que ha evolucionado la capacidad de investigación agrícola de los Estados Unidos, en especial las estaciones agrícolas experimentales estatales, ofrece evidencias de que la formación y organización adecuada de las instituciones de investigación que sirven a una agricultura moderna, no emerge como un subproducto de otras actividades tales como la educación o la extensión. Esta evidencia sobre la necesidad de enfocar la atención y los recursos al establecimiento o al fortalecimiento de las instituciones de investigación, se confirma a través de la experiencia obtenida de la ayuda foránea que prestan los Estados Unidos. Como aquí se señala, dichos programas han atendido escasamente la formación de la capacidad de investigación y han contribuido poco al desarrollo de este recurso de "auto ayuda" durante los últimos 20 años.
 12. En el último medio siglo, la investigación agrícola estadounidense se ha transformado en un *sistema nacional de ciencia y tecnología* que abarca a la investigación que llevan a cabo el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, las estaciones experimentales estatales y las firmas privadas. Este sistema nacional incluye una vasta gama de estudios básicos, investigación aplicada e investiga-

ción de sanidad vegetal o de protección. Una parte importante del sistema es el cuerpo de especialistas en diversas materias y de programas de extensión —estrechamente vinculados a la investigación— que se encargan de transmitir los nuevos materiales y conocimientos a los agricultores.

13. El sistema norteamericano de investigación agrícola, aunque aparentemente complejo, tiene en realidad una estructura sencilla. Se trata en esencia de una integración de proyectos nacionales, regionales y locales con grados variables de participación del USDA, de los estados y de las organizaciones privadas. Aunque su actual estructura altamente elaborada e integrada pudiera servir como un esquema-patrón para los mayores países en desarrollo, la estructura básica de organización —con un menor número de proyectos, campos experimentales, laboratorios y personal científico— también podría adecuarse a una amplia variedad de las necesidades de los países más modestos.
14. Para que el crecimiento agrícola se convierta en una fuerza positiva que impulse el desarrollo económico y social de un país, los gobiernos nacionales deben *apoyar y participar* en las investigaciones agrícolas. Generalmente resulta improductivo limitar el papel del gobierno al suministro de financiamiento para proyectos enfocados estrechamente y a corto plazo, o restringir ese papel a la llamada "coordinación" de programas.
15. Las deficiencias de la capacidad nacional de investigación que existen en los países en desarrollo involucran múltiples factores, muchos de los cuales parecen minucias; sin embargo, para resolverlas no hay ninguna fórmula mágica. La naturaleza y la magnitud de tales restricciones sólo se puede determinar mediante un estudio detallado y completo de la situación de cada país. La evaluación de la capacidad de investigación, la determinación de las necesidades y metas, y la elaboración de los planes de operación para el adiestramiento, mejoramiento de instalaciones, etc., habrán de hacerla conjuntamente los países y las organizaciones de ayuda técnica o económica. En aquellos lugares en que el liderazgo político y administrativo carezca de una orientación hacia la ciencia y la tecnología, o no las aprecie, la iniciativa de estimular la formación de instituciones de investigación bien puede ser tomada por las organizaciones foráneas.
16. Durante los últimos años, en varios países en desarrollo se han emprendido acciones para evaluar y fortalecer la capacidad de investigación agrícola. El empleo de equipos conjuntos, integrados por científicos y administradores agrícolas de diferentes

disciplinas del país anfitrión y de las instituciones de ayuda, propicia el intercambio de ideas y el entendimiento mutuo acerca de las necesidades específicas, restricciones o condiciones del país anfitrión. La experiencia obtenida de este tipo de revisión periódica y conjunta, y de la implementación de los programas, según se inició en la India en 1955, se ha suplementado con otras acciones semejantes emprendidas más recientemente en Pakistán e Indonesia. Los sistemas nacionales de investigación agrícola de México, Colombia, Chile, y Perú también ofrecen experiencias que pueden guiar el fortalecimiento de esos sistemas en otros países en desarrollo.

17. El apoyo para la formación de la capacidad nacional de ciencia y tecnología agrícola puede proceder de varias fuentes de cooperación. Parece obvia la necesidad de un apoyo adicional por parte de las *organizaciones de asistencia técnica* para fortalecer la capacidad básica de investigación. Menos obvio, pero igualmente justificable, es el apoyo por parte de las *instituciones de ayuda económica y de organizaciones bancarias internacionales*, puesto que el apoyo tecnológico vigoroso aumenta la estabilidad, la seguridad, la capacidad de pago de los préstamos. De igual modo, si la investigación agrícola paga - y la inversión anual de 460 millones de dólares por parte de la industria estadounidense sugiere que sí paga -, se debe considerar tan redituable como una presa o una carretera.
18. Se podría lograr un mayor fortalecimiento de los sistemas nacionales de investigación a través de una ligera modificación de los numerosos proyectos financiados por diferentes organizaciones nacionales, internacionales y privadas, con el fin de asegurar contribuciones positivas al objetivo de formar instituciones. Un esfuerzo coordinado que preste especial atención al desarrollo de los recursos de personal científico y de laboratorios y campos experimentales bien ubicados y equipados, puede añadir las dimensiones tecnológicas que son esenciales para ampliar la capacidad de autoayuda de cada país en desarrollo. Esta capacidad nacional de investigación agrícola será cada vez más importante para satisfacer las necesidades de alimentación de una población creciente.

BIBLIOGRAFIA

- Abel, 1969. Martin E. Abel, "The Technological Component of Agricultural Development" (Staff Paper P69-4; St. Paul, Minn.: Dept. of Agricultural Economics, Univ. of Minnesota, March 1969).
- Agr. Research Policy Comm., 1953. Agricultural Research Policy Committee, *Agricultural Research... A Key to Strengthening our American Way of Life: A Report on Long-Time Objectives for Agricultural Research* (Washington, D.C.: Agricultural Research Administration, USDA, 1953).
- Ardito-Barletta, n.d. Nicolas Ardito-Barletta, "Costs and Social Returns of Agricultural Research in Mexico" (unpublished Ph.D. dissertation, Department of Economics, University of Chicago, s.f.).
- Ver también: Ardito-Barletta, Nicolás, "Una evaluación de las contribuciones económicas de un programa de investigación agrícola", en D.T. Myren (ed.) Primer simposium interamericano de investigación de las funciones de la divulgación en el desarrollo agrícola, México, D.F. octubre de 1964. págs. 33-40.
- Ashby, 1962. Eric Ashby "Universities Under Siege" (the Chancellor's Lecture presented at the University of the Witwatersrand, Johannesburg, April 4, 1962).
- Ashby, 1964. Eric Ashby, "Education as Investment in Man," *Overseas*, March 1964, pp. 8-14.
- Ashby, 1966. Eric Ashby, *Universities: British, Indian, African; A Study in the Ecology of Higher Education* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1966).
- Asian Development Bank, 1969. Asian Development Bank, *Asian Agricultural Survey* (Tokyo: University of Tokyo Press for the Asian Development Bank, 1969).

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

- Baldwin, 1967. I.L. Baldwin, "Major Problems in Global Starvation: Technological Problems" (paper presented at the World Food Exposition-World Food Forum, Madison, Wis., Sept. 17, 1967).
- Bingham, 1953. Jonathan B. Bingham, *Shirt-Sleeve Diplomacy* (New York: John Day Co., 1953).
- Blume, 1968. James M. Blume, "Consequences of the Green Revolution," *War on Hunger*, Vol. II, No. 8 (August, 1968), pp. 4-5.
- Bonnen, 1966. James T. Bonnen, "Evaluation of Traditional Roles of Agricultural Institutions" (paper presented at the Annual Meeting of the Great Plains Agricultural Council, Montana State University, Bozeman, Montana, July 28, 1966).
- Borlaug, 1969. N.E. Borlaug, Letter to A. H. Moseman, February 4, 1969.
- Brady, s.f. Nyle C. Brady, "Training Agriculturists to Meet World Food Needs in the Decade Ahead" (paper presented at the Second Annual Conference for University Directors of International Agricultural Programs, University of Minnesota, St. Paul, Minn., n.d.).
- Brady, 1964a. Nyle C. Brady, *Organization and Administration of Agricultural Research in the United States*, Paper presented to the OECD Committee for Agriculture, Paris, Oct. 19, 1964 (Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1964).
- Brady, 1964b. Nyle C. Brady, *The Role of USDA in Research and Education* (Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1964).
- Brown, 1967. Dorris D. Brown, "The Intensive Agricultural Districts Programme and Agricultural Development in Punjab, India" (paper presented at the Sorrento Conference, Italy, September 1967).
- Brown, 1968. Dorris D. Brown, "The Agricultural Revolution and Capital Formation in India" (paper presented at the Graduate School of Business, Columbia University, New York, N.Y., Sept. 11, 1968).
- Bunting, 1963. H.S. Bunting, "Technical Co-operation in Agriculture," *Nature*, Vol 198 (May 11, 1963), pp.513-15.
- Cardon, 1951 P.V. Cardon, "The Heritage of Agricultural Research in America" (paper presented to the Association of Land-Grant Colleges and Universities, Houston, Texas, Nov. 12, 1951).
- Chandler, 1965. Robert F. Chandler, Jr., "Administration, Rice Research and Technological Change" (paper presented at the

Bibliografía

- International Rice Research Institute, Manila, April 1, 1965).
- Chandler, 1968. Robert F. Chandler, Jr., "Recent Development in Rice Research in the Philippines," *Asia: A Journal Published by the Asia Society*, New York, No. 13 (Autumn, 1968), pp. 33-41.
- C.I.C., 1968. Committee on Institutional Cooperation, *Building Institutions to Serve Agriculture: A Summary Report of the C.I.C.-A.I.D. Rural Development Research Project* (Lafayette, Indiana: C.I.C., Purdue University, September 1968).
- CIMMYT: s/f, Propósito, organización y programas. (México D.F. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo).
- CIMMYT, 1967. *Informe Anual 1966-67* (México, D.F. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, 1967).
- CIMMYT, 1968. *Informe Anual 1967-68*. (México, D.F. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, 1968).
- Clark, 1956. J.A. Clark, "Collection, Preservation, and Utilization of Indigenous Strains of Maize," *Economic Botany*, Vol. X, No. 2 (1956), pp. 194-200.
- Crooks and Lawton, 1968. Donald M. Crooks and Kirkpatrick Lawton, "Agricultural Research in West Pakistan" (Lahore: Planning Cell, Agriculture Department, Government of West Pakistan, June 15, 1968). (Mimeographed).
- Culver, 1967. Herrin F. Culver, "The Economic Benefits from 10 Grams of Japanese Wheat Germ Plasm" (Washington, D.C.: Office of Technical Cooperation and Research, Agency for International Development, 1967). (Mimeographed).
- Cummings, 1967. Ralph W. Cummings, "Concepts of Agricultural Technology and Strategy Implications for Behavioral Change" (paper presented at the Meeting of the American Association for the Advancement of Science, Section O, New York, N.Y., December 1967).
- Cummings, 1968. Ralph W. Cummings, "Technological Change in Agriculture," *Development and Change in Traditional Agriculture: Focus on South Asia* (East Lansing, Mich.: Asian Studies Center, Michigan State University, November 1968).
- Cummings, 1969. Ralph W. Cummings, "The Impact of New Wheat Production Technology in India and Pakistan," *Wheat Quality Conference Report* (Minneapolis, Minn.: Crop Quality Council, 1969).
- Dalrymple, 1969. Dana G. Dalrymple, *Technological Change in Agriculture: Effects and Implications for the Developing Nations*

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

- (Washington, D.C.: Foreign Agricultural Service, USDA/AID, April 1969).
- Dorner, s.f. Peter Dorner, "Problems and Policies of Agricultural Development: The United States Experience," *Rural Development in a Changing World*, ed. Raanan Weitz (Cambridge, Mass.: M.I.T. Press, forthcoming).
- Drosdoff, 1966. Matthew Drosdoff, "A Century of Technical Assistance to Other Nations," *International Agricultural Development*, No. 25 (Washington, D.C.: International Agricultural Development Service, USDA, November, 1966).
- Durston and Meiklejohn, 1962. J.H. Durston and N.J. Meiklejohn, eds., *Agriculture*, Vol. III of *Science, Technology, and Development: United States Papers Prepared for the United Nations Conference on the Application of Science and Technology for the Benefit of the Less Developed Areas* (12 vols.; Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1962).
- Eicher, 1969. Carl K. Eicher, "Production is Not Sacred," *Ceres—The FAO Review*, Vol. 2, No. 3 (May-June, 1969), pp. 36-39.
- Ellis, 1964. Elmer Ellis, "The Land-Grant College in International Rural Development" (paper presented at the International Rural Development Conference, Washington, D.C., July 27, 1964).
- Evenson, 1968. Robert Eugene Evenson, "The Contribution of Agricultural Research and Extension to Agricultural Production" (unpublished Ph. D. dissertation, Department of Economics, University of Chicago, 1968).
- FAO, 1963. Food and Agriculture Organization, *Basic Factors Affecting the Growth of Productivity in Agriculture* (Rome: FAO, 1963).
- FAO, 1967. Food and Agriculture Organization, *The State of Food and Agriculture, 1967* (Rome: FAO, 1967).
- Flores, 1969. Edmundo Flores, "The Big Threat is Not Hunger," *Ceres—The FAO Review*, Vol. 2, No. 3 (May-June, 1969), pp. 19-21.
- Food Problem, 1967. *Report of the Panel on the World Food Supply*, Vol. I of *The World Food Problem: A Report of the President's Science Advisory Committee*. (Washington, D.C.: The White House, May, 1967).
- Ford Foundation, s.f. *Questions and Answers on Agriculture, Science, and the Developing World*, A Briefing on International Agri-

Bibliografía

- cultural Research and Training Centers supported by the Rockefeller Foundation and the Ford Foundation (New York: Ford Foundation, s.f.).
- Ford Foundation, 1959. Ford Foundation-Sponsored Agricultural Production Team, *Report on India's Food Crisis and Steps to Meet It* (Delhi: Ministry of Food and Agriculture and Ministry of Community Development and Cooperation, Government of India, April, 1959).
- Foreign, Agr., 1968. "Good Wheat Crop Brings Problems of Surplus", *Foreign Agriculture*, Vol. VI, No. 51 (Dec. 16, 1968), p. 8.
- Fowler, 1968. Elizabeth M. Fowle, "Three Major Crops Found in Abundance. . .," *New York Times*, Aug. 18, 1968.
- Gardner, 1964. John W. Gardner, "AID and the Universities" (Washington, D.C.: Agency for International Development, 1964).
- Gordon, 1968. Kermit Gordon, ed., *Agenda for the Nation* (Washington, D.C.: Brookings Institution, 1968).
- Gregory, 1967. Wade F. Gregory, *Agricultural Development in Greece, Mexico and Taiwan*, Paper presented at the CENTO Conference on Agricultural Development Policy, Istanbul, Sept. 11, 1967 (Washington, D.C.: Economic Research Service, USDA, 1967).
- Griliches, 1958. Zvi Griliches, "Research Costs and Social Returns: Hybrid Corn and Related Innovations," *Journal of Political Economy*, Vol. 66, No. 5 (October 1958).
- Handojo, 1969. H. Handojo, Letter to Go Ban Hong, Director, Agricultural Research Institute, Ministry of Agriculture, Bogor, Indonesia, Feb. 15, 1969.
- Hardin, 1969. Clifford M. Hardin, ed., *Overcoming World Hunger* (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1969).
- Harrington, 1958a. J.B. Harrington, "FAO Regional Plant Breeding Projects" (paper presented at the X International Congress of Genetics, Montreal, Canada, August 1958).
- Harrington, 1958b. J.B. Harrington, "The FAO World Catalogue of Genetic Stocks of Wheat in Operation" (paper presented at the First International Wheat Genetics Symposium, Winnipeg, Canada, August 1958).
- Harrison, s.f. M. N. Harrison, "How Hybrid Seed is Revolutionising Maize Growing in Kenya," s.f. (Mimeographed).

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

- Hayes, 1963. Herbert K. Hayes, *A Professor's Story of Hybrid Corn* (St. Paul, Minn.: Burgess Publishing Co., 1963).
- Hill, s.f. Forrest F. Hill, "The Land Grant Colleges in International Affairs," s.f.
- Hill, 1965. F.F. Hill, Ford Foundation Newsrelease, New York, Dec. 28, 1965.
- Hill, 1966. F. F. Hill, "U.S. Land Grant Colleges and the World Food Crisis: A Suggested Program of Action" (paper presented at the Annual Meeting of the National Association of State Universities and Land Grant Colleges, Washington, D.C., Nov. 15, 1966).
- Hockensmith, 1960. Roy D. Hockensmith, *The National Cooperative Soil Survey in the United States* (Beltsville, Md.: Soil Conservation Service, USDA, 1960).
- Hopper, 1965. W. David Hopper, "The Mainsprings of Agricultural Growth" (the Dr. Rajendra Prasad Memorial Lecture presented to the 18th Annual Conference of the Indian Society of Agricultural Statistics, Jan. 28-30, 1965).
- Hopper, 1968. W. David Hopper, "Exploration into the Production Economics of High Yielding Varieties," *Contributions in Statistics and Agricultural Sciences* (New Delhi: Indian Society of Agricultural Statistics, 1968).
- Hopper, and Freeman, 1969. W. David Hopper and Wayne H. Freeman, "From Unsteady Infancy to Vigorous Adolescence: Rice development," *Economic and Political Weekly*, Vol. IV, No. 13 (March 29, 1969).
- ICAR, 1955. Indian Council of Agricultural Research, "Report of the Joint Indo-American Team on Agricultural Research and Education" (New Delhi: ICAR, 1955).
- ICAR, 1962. Indian Council of Agricultural Research, *Agricultural Universities in India* (New Delhi: ICAR, Ministry of Food and Agriculture, 1962).
- IICA, 1968. Inter-American Institute of Agricultural Sciences of the OAS, "Panel on Organization and Management for Agricultural Development in Latin America", Training and Research Center of the IICA, Turrialba, Costa Rica, Sept. 27, 1968.
- IRRI, 1966. International Rice Research Institute, *Annual Report, 1966* (Los Baños, Laguna, Philippines: IRRI, Manila Hotel, Manila, 1966).
- Irving, 1968. George W. Irving, Jr., "Research as an Investment" (paper

Bibliografía

presented to the Puerto Rican Sugar Technologists Assoc., San Juan, Puerto Rico, Nov. 23, 1968).

- Johnston and Cownie, 1969. Bruce F. Johnston and John Cownie, "The Seed-Fertilizer Revolution and the Labor Force Absorption Problem" (Stanford, Calif.: Food Research Institute, Stanford University, Jan, 20, 1969). (Mimeographed).
- Jones, 1969. Brendan Jones, "World's Food Glut Strains Trade Relations," *New York Times*, April 14, 1969.

- Kellogg, 1963. Charles E. Kellogg, "Interactions in Agricultural Development" (paper presented at the United Nations Conference on the Application of Science and Technology for the Benefit of the Less Developed Areas, Geneva, February, 1963).
- Kellogg, 1965. Charles E. Kellogg, "Fertility and Management of Tropical Soils" (paper presented to the Agriculture Research Institute, National Research Council, Washington, D.C., Oct. 18, 1965).
- Kellogg and Knapp, 1966. Charles E. Kellogg and David C. Knapp, *The College of Agriculture: Science in the Public Service* (New York: McGraw-Hill, 1966).
- Knipling, 1963. E. F. Knipling, "A New Era in Pest Control: The Sterility Principle," *Agricultural Science Review*, Vol. I, No. 1 (Fall, 1963), pp. 2-12.
- Krull, 1968a. Charles F. Krull, *et al.*, *Results of the First International Spring Wheat Yield Nursery, 1964-65*, Research Bulletin No. 8 (Mexico, D.F.: International Maize and Wheat Improvement Center, March, 1968).
- Krull, 1968b. Charles F. Krull, *et al.*, *Results of the Second International Spring Wheat Yield Nursery, 1965-66*, Research Bulletin No. 11 (Mexico, D.F.: International Maize and Wheat Improvement Center, August, 1968).

- Land-Grant Colleges, 1969a. *International Developmental Assistance: A Bibliography for the Statement by the Task Force on International Developmental Assistance and International Education*, John A. Hannah, chairman (Washington, D.C.: National Association of State Universities and Land-Grant Colleges, January, 1969).

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

- Land-Grant Colleges, 1969b. *International Development Assistance: Statement by the Task Force on International Developmental Assistance and International Education*, John A. Hannah, chairman (Washington, D.C.: National Association of State Universities and Land-Grant Colleges, January, 1969).
- Land-Grant Colleges-USDA, 1966. *A National Program of Research for Agriculture: Report of a Study Sponsored Jointly by the Association of State Universities and Land-Grant Colleges and U.S. Department of Agriculture*, W. D. Maclay, and G. M. Browning, co-chairmen (Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, October, 1966).
- Land-Grant University, 1968. *The Land-Grant University and World Food Needs: Proceedings of a Symposium in Observance of the University of Illinois Centennial Year, held on Oct. 17, 18 & 19, 1967, University of Illinois College of Agriculture*, Special Publication 13 (Urbana, Ill.: University of Illinois College of Agriculture, 1968).
- LIPI, 1968. *A Report of the Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (Indonesian Institute of Sciences)– National Academy of Sciences, USA, Workshop on Food Held at Djakarta, Indonesia, May, 1968* (3 vols.; Djakarta: LIPI, 1968).
- Loefering, s.f. W.Q. Loefering, "Cereal Rust Nurseries" (Beltsville, Md.: Crops. Research Division, USDA, s.f.)
- Loefering and Borlaug, 1963. W. Q. Loefering and N. E. Borlaug, *Contribution of International Spring Wheat Rust Nursery to Human Progress and International Good Will*, ARS 34-46 (Beltsville, Md.): Crops Research Division, USDA, 1963).
- Macy, 1963. John W. Macy, Jr., "Looking Ahead in Federal Science Administration" (paper presented to the Symposium of the Federal Council for Science and Technology on Current Problems in the Management of Scientific Personnel, Washington, D.C., Oct. 18, 1963).
- Malone, 1967. Carl C. Malone, "Some Responses of Rice Farmers to the Package Program in Tanjore District, India," *Journal of Farm Economics*, Vol. XLVII, No. 2 (May, 1967)
- MARDI, 1969a. "Background Papers for Consideration on February 14, 1969" (Memo to Members of the MARDI Working Committee) from Enche Phang Kon Hee, Economic Planning Unit, Kuala Lumpur, Jan. 31, 1969.

Bibliografía

- MARDI, 1969b. "Malaysian Agricultural Research and Development Institute Bill, 1969." Kuala Lumpur, 1969.
- McColly, 1968. Howard F. McColly, "Agricultural Mechanization in Asia," *Asia Foundation Program Quarterly*, No. 48 (June, 1968), pp. 5-7.
- McCune, Hignett, and Douglas, 1966. D.L. McCune, T.P. Hignett, and J.R. Douglas, Jr., *Estimated World Fertilizer Production Capacity as Related to Future Needs* (Muscle Shoals, Ala.: National Fertilizer Development Center, Tennessee Valley Authority, 1966).
- McMeekan, 1965. C. P. McMeekan, "What Kind of Agricultural Research? ", *Finance and Development*, Vol. XI, No. 2. (June, 1965), pp. 71-78.
- McNamara, 1969. Robert S. McNamara, *Address to the University of Notre Dame*, Paper presented at the University of Notre Dame, Notre Dame, Indiana, May 1, 1969 (Washington, D.C.: International Bank for Reconstruction and Development, 1969).
- Mellor, 1966. John W. Mellor. "Science and Technology in Agricultural Development" (paper presented at the Inventory Conference on Science and Society in South Asia, Rockefeller University, New York, May 24, 1966).
- Mellor, *et al.*, 1968. John W. Mellor, *et al.*, *Developing Rural India* (Ithaca, N.Y.: Cornell University Press, 1968).
- Millikan, 1962. Max F. Millikan, "Education for Innovation", *Restless Nations: A Study of World Tensions and Development* (New York: Doubleday, Mead for the Council on World Tensions, 1962).
- Moore, 1967. Ernest G. Moore, *The Agricultural Research Service* (New York: Praeger, 1967).
- Moseman, 1950. A.H. Moseman, "Planning Technical Cooperation in Agriculture in Asia," Report to the USDA Office of Foreign Agricultural Relations, 1950.
- Moseman, 1964. A.H. Moseman, *New Patterns of Agricultural Research and Education in India*, Publication No. 76 (Washington, D.C.: American Association for the Advancement of Science, 1964).
- Moseman, 1965. A.H. Moseman, "International Dimensions in Plant Breeding Research" (paper presented at the International Plant Breeding Symposium, Ames, Iowa, March 3, 1965).
- Moseman, 1966. A.H. Moseman, "National Systems of Science and Technology for Agricultural Development" (paper presented to the Annual Conference of University Directors of International Agricultural Programs, St. Paul, Minn., June 9, 1966).
- Moseman, 1967. A.H. Moseman: "The Development of Agricultural

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

- Research and Educational Institutions and Programs" (paper presented at the CENTO Conference on National and Regional Agricultural Development Policy, Istanbul, Sept. 11, 1967).
- Moseman, 1968. A.H. Moseman, "Research for Agricultural Development in Malaysia: Report to the Government of the Federation of Malaysia of a Review of Agricultural Research Programs and Capabilities" (New York: Agricultural Development Council, June 1968). (Mimeographed).
- Mosher, 1957. Arthur T. Mosher, *Technical Co-operation in Latin-American Agriculture* (Chicago: University of Chicago Press, 1957).
- Mosher, 1966. Arthur T. Mosher, *Getting Agriculture Moving* (New York: Frederick A. Praeger for the Agricultural Development Council, 1966).
- Naik, 1968. K.C. Naik, *A History of Agricultural Universities: A Report of the C.I.C.-A.I.D. Rural Development Research Project* (USAID Mission to India, 1968).
- Naive, 1968. James J. Naive, "India's Food Grain Production Prospects," *War on Hunger*, Vol. II, No. 8 (August, 1968), pp. 17-19.
- Nichols, 1954. Andrew J. Nichols, "The Introduction and Spread of Hybrid Corn in Italy" (report to the USDA, Foreign Agricultural Service and Foreign Operations Administration, Office of Food and Agriculture, September, 1954).
- N.Y. Times, 1968 *New York Times*, "Food Production up '67, FAO Says," Sept. 13, 1968.
- OECD, 1968. Organisation for Economic Co-operation and Development, *Aid to Agriculture in Developing Countries* (Paris: OECD, 1968).
- Paddock, 1967. William and Paul Paddock, *Famine-1975!* (Boston: Little Brown, 1967).
- Pakistan, 1968a. "Report of the Joint Pakistan-American Agricultural Research Review Team" (Islamabad: Ministry for Agriculture and Works, Government of Pakistan, April 6, 1968). (Mimeographed).

Bibliografia

- Pakistan, 1968b. Report to His Excellency Field Marshall Mohammed Ayub Khan, President of Pakistan, from F.F. Hill, Ford Foundation, and N.E. Borlaug, International Maize and Wheat Improvement Center, Oct. 20, 1968.
- Philippines, 1969. *The Philippines Recommends for Rice— 1969* (College, Laguna, Philippines: College of Agriculture, University of the Philippines, 1969).
- Price, 1962. Don K. Price, "The Scientific Establishment," *Science*, Vol. 136 (June 29, 1962), pp. 1099-1106.
- Propp, 1968. Kathleen M. Propp, *The Establishment of Agricultural Universities in India*, Special Publication No. 15 (Urbana, Ill.: University of Illinois College of Agriculture, October, 1968).
- Reitz, 1962. L.P. Reitz, "The Improvement of Wheat," *After a Hundred Years: The Yearbook of Agriculture, 1962*, Alfred Stefferud, ed. (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1962).
- Reitz, 1969. Louis P. Reitz, "Perspectives on Semidwarf Wheats in the United States," *Wheat Quality Conference Report* (Minneapolis, Minn.: Crop Quality Council, 1969).
- Reitz and Salmon, 1968. L. P. Reitz and S.C. Salmon, "Origin, History, and Use of Norin 10 Wheat," *Crop Science*, Vol. VIII (Nov.-Dec., 1968), pp. 686-89.
- Rockefeller Foundation, s.f. Rockefeller Foundation, *Progress Report: Toward the Conquest of Hunger, 1965-1966* (New York: Rockefeller Foundation, n.d.).
- Rockefeller Foundation, 1968. *Strategy for the Conquest of Hunger: Proceedings of a Symposium Convened by the Rockefeller Foundation* (New York: Rockefeller Foundation, April, 1968).
- Roskelley and Rigney, s.f. R.W. Roskelley and J.A. Rigney, "Measuring Institutional Maturity in the Development of Indigenous Agricultural Universities", part of the Final Report of the CIG-AID Rural Development Research Project, Contract No. AID/csd-840, s.f.
- Salam, 1964. Abdus Salam, "Pakistan: The Case for Technological Development," *Bulletin of the Atomic Scientists*, March 1964, pp. 2-5.
- Schertz, 1968a. Lyle P. Schertz, "Food, Man and Machines" (paper presented at 1968 Annual Meeting, North Atlantic Region,

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

- American Society of Agricultural Engineers, Storrs, Conn., Aug. 26, 1968).
- Schertz, 1968b. Lyle P. Schertz, "The Role of Farm Mechanization in the Developing Countries," *Foreign Agriculture*, Vol. VI, No. 48 (Nov. 25, 1968), pp. 2-4.
- Schultz, 1964. T.W. Schultz, "Economic Growth from Traditional Agriculture" *Agricultural Sciences for the Developing Nations: A Symposium Presented at the Cleveland Meeting of the American Association for the Advancement of Science, 29 and 30 Dec. 1963*, Albert H. Moseman, ed. (Washington, D.C.: American Association for the Advancement of Science, 1964).
- Shultz, 1968a. T.W. Schultz, *Economic Growth and Agriculture* (New York: McGraw-Hill, 1968).
- Schultz, 1968b. T. W. Schultz, "Production Opportunities in Asian Agriculture: An Economist's Agenda," *Development and Change in Traditional Agriculture: Focus on South Asia* (East Lansing, Mich.: Asian Studies Center, Michigan State University, November, 1968).
- Schultz, 1968c. Theodore W. Schultz, "Resources for Higher Education: An Economist's View," *Journal of Political Economy*, Vol. 76, No. 3 (May/June, 1968), pp. 327-47.
- Seitz, 1968a. Frederick Seitz, "After Vietnam— Will Science Regain Support? ", *Scientific Research*, Vol. III, No. 12 (June 10, 1968), pp. 28-29.
- Seitz, 1968b. Frederick Seitz, "Science, the Universities, and Society," *American Scientist*, Vol. LVI, No. 3 (1968), pp. 288-97.
- Servan-Schreiber, 1968. J.-J. Servan-Schreiber, *The American Challenge* (New York: Atheneum, 1968).
- Sherlock, 1960. Philip Sherlock, "University Education in the British Caribbean," *Science and Freedom*, No. 17 (December, 1960), pp. 16-21.
- Simmons, 1969. John L. Simmons, "Toward an Improved Research Management and Methodology in the Developing Countries," Internal Report 4, Harvard University Research Project in North Africa, Tunis, March, 1969. (Mimeographed)
- Sprague, 1967. G.F. Sprague, "Agricultural Production in the Developing Countries," *Science*, Vol. 157 (Aug. 18, 1967).
- Stakman, 1967. E.C. Stakman, et al., *Campaigns Against Hunger* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1967).
- Swenson, 1963 S.P. Swenson, "Educational and Scientific Reforms Affecting Agricultural Education and Research in Pakistan," *Agricultural Education: Official Journal of Agricultural Educa-*

Bibliografía

- tion Society of Pakistan*, Vol. I, No. 1. (December, 1963), pp. 11-12.
- True, 1937. Alfred Charles True, *A History of Agricultural Experimentation and Research in the United States: 1607-1925*, Misc. Publication No. 251 (Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1937).
- USAID, 1968a. U.S. Agency for International Development, *Contract Program in Centrally Funded Research* (Washington, D.C. Department of State, AID, October, 1968).
- USAID, 1968b. "Report to the Congress, on Agricultural Research, Pursuant, to Section 461 (b) of Foreign Assistance Act of 1967," Annex A to AID Program Guidance No. 5, Cereals Research and Production, Washington, D.C., June 1, 1968.
- USAID, 1969. U.S. Agency for International Development, "AID Central Research Program; Analytical Summary of Aggregate Project Funding, January 1962 through April 30, 1969" (Washington, D.C.: Office of the War on Hunger, AID, May 1969).
- USAID/Oregon State, s.f. U.S. Agency for International Development/Oregon State University, *OSU/AID Weed Control Project Annual Report, 1967-68* (Corvallis: Department of Farm Crops, Oregon State University, s.f.).
- USDA, 1953. U.S. Department of Agriculture, "Some Landmarks of Department of Agriculture History," USDA Document No. 8 (Washington, D.C.: USDA, 1953).
- USDA, 1962. U.S. Department of Agriculture, *State Agricultural Experiment Stations: A History of Research Policy and Procedure*, Miscellaneous Publication No. 904 (Washington, D.C.: USDA, May, 1962).
- USDA, 1969. U.S. Department of Agriculture, *The World Agricultural Situation: Review of 1968 and Outlook for 1969*, Foreign Agricultural Economic Report No. 50 (Washington, D.C.: Government Printing Office, 1969).
- U.S. Embassy, 1964. "Brief on Indian Agriculture" (New Delhi: Office, of the Agricultural Attache, U.S. Embassy, 1964). (Mimeographed).

Investigación Agrícola para Países en desarrollo

- Vaidyanathan and Naik, 1958. P.P.I. Vaidyanathan and K.C. Naik. *Agricultural Institutions in the United States of America* (Madras, India: Government Press, 1958).
- Vogel, 1966. Orville A. Vogel, "Summary of Observations During and Following a Tour into Mexico," Report to the Rockefeller Foundation, January 20, 1966. (Mimeographed).
- Ward, 1966. Willard B. Ward, *International Dimensions of Agricultural Communications* (Ithaca, N.Y.: Department of Communication Arts, New York State College of Agriculture, Cornell University, 1966).
- West, 1969. Quentin M. West, "The World Food Situation in Perspective", *Foreign Agriculture*, Vol. VII, No. 8 (March 3, 1969), p. 9.
- Wharton, 1969a. Clifton R. Wharton, Jr., "The Green Revolution: Cornucopia or Pandora's Box?", *Foreign Affairs*, Vol. XLVII, No. 3 (April, 1969), pp. 465-76.
- Wharton, 1969b. Clifton R. Wharton, Jr., "Infrastructure and Input Requirements for Asian Agriculture: Selected Policy Issues" (paper presented at the Regional Seminar on Agriculture, Asian Development Bank, Sydney, Australia, April 10-21, 1969).
- Wiser and Rasmussen, 1966. Vivian Wiser and Wayne D. Rasmussen, "Background for Plenty: A National Center for Agricultural Research," *Maryland Historical Magazine*, Vol. 61, No. 4 (December 1966), pp. 283-304.
- Wortman, 1966. Sterling Wortman, "Making Agronomy Serve Developing Countries" (paper presented at the American Society of Agronomy Meetings held in Stillwater, Oklahoma, Aug. 21-26, 1966).