

Investigación agrícola en la década del 80 – Recursos genéticos¹

Haldore Hanson²

Documento sobre el "estado del conocimiento"

Los organizadores de la conferencia, inteligentemente, pidieron a cada uno de los cuatro "panels" que prepararan anticipadamente un documento sobre el "estado del conocimiento" o el "estado del arte", en que se describiera la situación actual en cada campo. Estos documentos pretendían establecer bases comunes para la discusión; objetivo que se logró debidamente. A continuación se citarán algunos puntos sobresalientes del documento.

La dieta mundial: un punto de partida

Para comenzar, el Panel resumió la dieta mundial, recurriendo a los Anuarios de FAO, como referencia. Esta información sobre producción de alimentos, muestra que el hombre es esencialmente un "comedor de plantas". Los botánicos han identificado 350.000 especies de plantas. De éstas, alrededor de 3.000 han sido usadas como fuentes de alimentos y menos de 300 se cultivan actualmente a nivel mundial.

¹Artículo aparecido en inglés en la revista "entwicklung + ländlicher raum" (Desarrollo y Medio Ambiente), Año 14, Cuaderno 2, Marzo-Abril, 1980, publicada en la República Federal Alemana. En este trabajo, el Dr. Hanson resume un informe elaborado por un Grupo de Trabajo sobre Recursos Genéticos, que le correspondió presidir. Traducción de Hiram Grove, INIA, Casilla 5427, Santiago-Chile.

²Director Emérito, CIMMYT.

Por lo tanto, hicimos una lista de los principales alimentos consumidos por la humanidad en el año 1977. De ella emergieron los siguientes hechos interesantes:

1. Las plantas contribuyen con el 94% de la materia seca comestible, en peso, y los animales con el 6%.
2. Escasamente tres plantas —trigo, maíz y arroz— proveen aproximadamente el 50% del abastecimiento mundial de alimentos. Los cereales, como grupo, proveen el 65%.
3. Alrededor del 14% de la materia seca comestible es proteína. Del total mundial de proteína, más de las tres cuartas partes provienen de las plantas y menos de una cuarta parte, de los animales.
4. El abastecimiento de alimentos humanos en 1977 fue equivalente a 2.600 calorías por día para cada persona, lo que es más que suficiente para alcanzar los requerimientos energéticos recomendados para adultos activos (2.600 calorías en regiones templadas; 2.300 en los trópicos; y menos para personas de contextura delgada). Pero, desde luego, la disponibilidad de alimentos no está distribuida de acuerdo con la necesidad, y el hambre es una realidad evidente.

Si el abastecimiento de alimentos ha de mantenerse a nivel con la población, en las décadas del 80 y del 90 la producción debe aumentar en un 50 a 70%; sobre lo que indica el Cuadro 1, y los países en desarrollo requieren los mayores aumentos.

CUADRO 1. PRODUCCION MUNDIAL DE MATERIA SECA COMESTIBLE Y DE PROTEINA EN 1977

	MATERIA SECA, BASE LIBRE DE HUMEDAD		CONTENIDO DE PROTEINA, BASE LIBRE DE HUMEDAD	
	MILLONES DE TONELADAS			
Cereales:				
Trigo	341		51,5	
Maíz	308		32,3	
Arroz, descascarado	255		22,2	
Cebada	152		15,5	
Sorgo/Mijo	87		8,2	
Otros cereales	75		8,8	
Sub-total		1.218		138,5
Raíces y alimentos almidonosos:				
Papa	64		5,8	
Camote	41		2,5	
Yuca	41		1,0	
Plátano/banano	19		0,6	
Sub-total		165		9,9
Leguminosas y semillas oleaginosas:				
Soya	71		33,5	
Leguminosas, total	43		10,7	
Oleaginosas, total	36		7,2	
Maíz	14		7,3	
Sub-total		164		58,7
Caña de azúcar y betarraga azucarera (sólo contenido de azúcar)				
	106	106	nada	nada
Hortalizas				
	41	41	4,1	4,1
Frutas				
	33	33	2,0	2,0
Productos animales:				
Leche	53		14,6	
Carne	44		22,1	
Pescado	16		13,2	
Huevos	6		3,0	
Sub-total		121		52,9
Total		1.848		222,1

Fuentes: Producción de los cultivos, Anuario de Producción FAO, 1977.

Pesca, Anuario Estadístico de las Naciones Unidas.

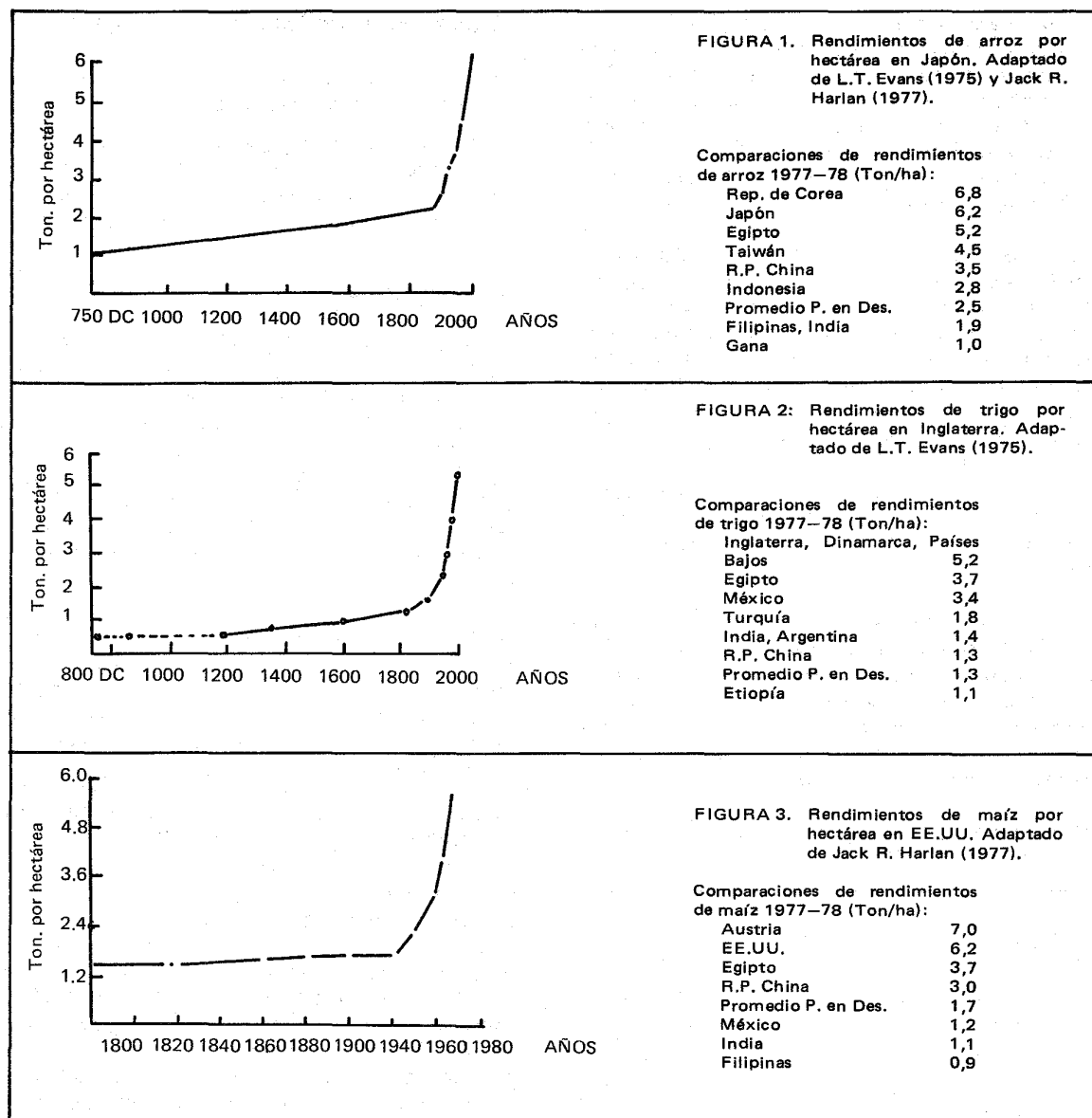
Porcentajes de materia seca comestible y de proteína, Estado de los Alimentos y la Agricultura, FAO, 1964, pág. 105.

Adaptado de Lloyd Evans, Crop Physiology, 1975.

Estudios de caso: arroz, trigo y maíz

La mayor parte de los juicios sobre la agricultura del futuro se basan, necesariamente, en la experiencia pasada. Por lo tanto, nuestro panel consideró lo que estaba sucediendo con el rendimiento de los tres principales cultivos alimenticios del mundo: trigo, maíz y

arroz. Se habían logrado cambios notables en el rendimiento de los cereales: en Japón, con el arroz; en Inglaterra, con el trigo; y en los Estados Unidos, con el maíz. Estos logros pueden ser graficados en las figuras 1, 2 y 3 y pueden resumirse como sigue:



— **Arroz**

Japón elevó su rendimiento en arroz, desde una tonelada por hectárea que producía alrededor del año 800, a dos toneladas alrededor del 1600, tres toneladas alrededor del 1920, cuatro toneladas en la década del 1940, cinco toneladas en la del 1950, seis toneladas en la del 1970, hasta alcanzar 6,3 toneladas por hectárea en 1977.

media tonelada por hectárea que producía alrededor del año 1200, a una tonelada alrededor del 1600, dos toneladas alrededor del 1800, tres toneladas alrededor del 1940, cuatro toneladas en la década del 1960, cinco toneladas en la del 1970, llegando el promedio nacional a 5,2 toneladas por hectárea en 1978.

— **Trigo**

Inglaterra elevó su rendimiento en trigo, desde

— **Maíz**

El rendimiento promedio del maíz en los Estados Unidos se mantuvo en alrededor de 1,5 toneladas

por hectárea durante el período 1800-1940. Luego, la introducción de los híbridos F1 y de las prácticas de producción relacionadas con éstos, elevó el promedio nacional a dos toneladas en 1945, tres toneladas en la década del 1950, cuatro toneladas en la del 1960, cinco toneladas en la del 1970, llegando este promedio nacional a 6,4 toneladas por hectárea en 1978.

El progreso acelerado de estos tres cereales en tres países específicos, estuvo asociado con el desarrollo de nuevos tipos de plantas por la ciencia moderna, más la aplicación de fertilizantes químicos, más el aumento del riego, más el mejor control de las enfermedades, los insectos y las malezas; además de precios de mercado que significaron utilidades para los agricultores, la mayor parte de los años.

En los años 1940, cada uno de estos cultivos inició un aumento espectacular en su rendimiento promedio, del orden de las 2 a las 4 veces, en un período de 40 años.

La Figura 4 muestra el aumento en el consumo de fertilizantes químicos durante el período 1906-1973. Nótese cuán similar es esta curva a las correspondientes al aumento en rendimiento de arroz, trigo y maíz, graficado por las figuras anteriores. Los fertilizantes, sin duda, tuvieron un rol causal en la mayor producción de alimentos, en las recientes décadas.

Pero muchos países no han experimentado aún estos cambios en los cereales.

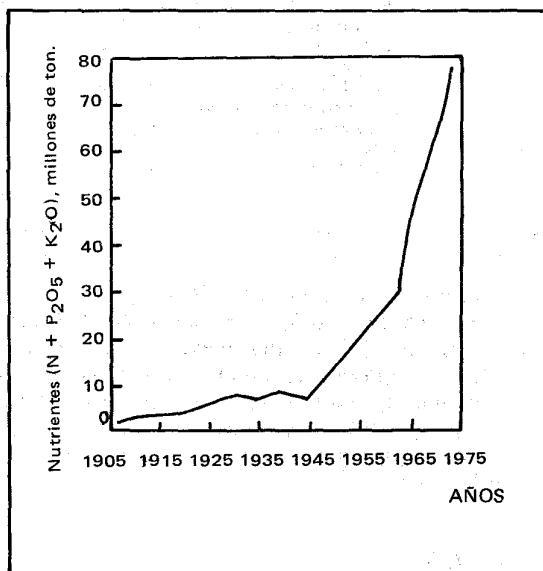


FIGURA 4. Consumo mundial de fertilizantes en los años fiscales 1906-1973 (FAO).

Límites de la productividad de los cultivos

Nuestro panel tenía interés en la pregunta: ¿Cuánto más puede subir la productividad?

El Cuadro 2 muestra el ímpetu de la producción mundial de cereales en las décadas del 1960 y 1970, el cual se mantiene vigoroso al inicio de la década del 1980, con la contribución de los investigadores agrícolas.

El Cuadro 3 muestra records mundiales notables para el rendimiento de los cereales: 22,2 toneladas por hectárea para maíz; 21,5 para sorgo; 17,0 para arroz; 14,5 para trigo; y 11,4 para cebada. Todos estos records fueron establecidos por agricultores privados, compitiendo en concursos patrocinados por compañías privadas de semillas —el record en arroz fue establecido en Las Filipinas; los otros cuatro en los Estados Unidos. Nótese en el Cuadro 3 que cada record mundial es, a lo menos, siete veces mayor que el rendimiento promedio en los países en desarrollo, en 1977.

El Cuadro 4 presenta un contraste interesante: los rendimientos de los cereales en los países con rentas altas se muestran frente a los correspondientes en los países en desarrollo. Al iniciarse la década del 1980, este retraso sigue siendo grande en los países en desarrollo, lo que sugiere que existe un amplio margen para el mejoramiento de estos rendimientos.

Existen muchas razones que pueden ser mencionadas del porqué los agricultores no establecen records mundiales o igualan el comportamiento de los mejores productores. Los climas bajo los cuales los agricultores promedio producen sus cosechas varían en radiación solar, temperatura y pluviometría. Sus suelos varían en calidad. Las tecnologías disponibles para ciertas zonas climáticas son inferiores a las disponibles para otras zonas. Los incentivos de mercado difieren de un país a otro. Combinados unos con otros, estos factores establecen límites temporales a la productividad en cada país en desarrollo. Por ejemplo, millones de hectáreas de trigo, arroz y maíz, aún no se benefician con nuevas variedades de cereales. Algunas de estas áreas requieren de un mejor drenaje, otras tienen suelos problemáticos, otras necesitan variedades precoces. La investigación sigue en marcha, para ayudar a aquellos agricultores que, hasta ahora, han quedado fuera de sus beneficiosos resultados.

"Tecnología adecuada" para la década del 1980

A fin de proyectar una producción óptima de alimentos para la década del 1980, nuestro panel encontró necesario analizar el tema: "tecnología adecuada" para países en desarrollo.

CUADRO 2. PRODUCCION MUNDIAL DE CEREALES; DECADAS DEL 1960 y 1970

PERIODO DE CINCO AÑOS	PRODUCCION ANUAL PROMEDIO (MILLONES DE TONELADAS)	RENDIMIENTO MUNDIAL PROMEDIO DE TODOS LOS CEREALES (Kg/ha)
1961 — 65	988	1,459
1966 — 70	1,165	1,663
1971 — 75	1,332	1,848
1976 — 77	1,464	1,966

Fuente: Anuarios de Producción, FAO.

CUADRO 3. RECORDS MUNDIALES Y RENDIMIENTOS PROMEDIO DE LOS CEREALES

CULTIVO	RENDIMIENTO RECORD MUNDIAL	RENDIMIENTO PROMEDIO EN PAISES EN DESARROLLO	RELACION RECORD/PROMEDIO
Maíz	22,2	1,7	13 veces
Sorgo	21,5	0,9	24 veces
Arroz	17,0	2,5	7 veces
Trigo	14,5	1,3	11 veces
Cebada	11,4	1,2	10 veces

Fuentes: Records, adaptados de Wittwer (1979)
 Promedios, Anuarios de Producción, FAO
 Relaciones, extrapoladas.

CUADRO 4. RENDIMIENTO DE LOS CEREALES EN PAISES CON RENTAS ALTAS (PRA) COMPARADOS CON AQUELLOS EN PAISES EN DESARROLLO (PED)

	PRA	PED	PRA/PED
Arroz	5,5	2,5	2,2 veces
Maíz	4,7	1,7	2,8 veces
Sorgo	3,3	0,9	3,7 veces
Cebada	2,2	1,2	1,8 veces
Trigo	1,9	1,3	1,5 veces
Todos los cereales	2,5	1,6	1,6 veces

Fuente: Anuario de Producción, 1977, FAO.

Sabemos, por ejemplo, que el pequeño agricultor domina la agricultura en la mayoría de los países en desarrollo. Las rentas de más de un billón (mil millones) de personas depende de predios con menos de cinco hectáreas. El 75% de todos los predios en Asia Tropical es menor que dos hectáreas. El 69% de todos los predios de América Central es menor que cinco hectáreas. La tierra de cultivo utilizada cada año por el agricultor promedio en 20 países de Africa, varía entre 1,5 y 3,0 hectáreas. La producción por hectárea de estas pequeñas unidades podría exceder significativamente a aquélla de unidades mayores en los países industrializados, debido a un cuidado más intensivo.

Pero estos beneficios siguen esperando el futuro. No se puede contar con un cambio significativo en el tamaño promedio de los predios en los próximos 20 años, de manera que la tecnología adecuada para las décadas del 1980 y 1990 debe adaptarse al pequeño agricultor.

Prioridades de investigación para la década de 1980

Al analizar las prioridades, nuestro panel se hizo las siguientes interrogantes:

1. ¿Qué investigación tendría el mayor impacto en la productividad de los cultivos y de los animales?
2. ¿Qué investigación se requería de los científicos biólogos para conservar los recursos básicos, en particular los suelos, el agua, la energía y el germoplasma?
3. ¿Qué investigación, realizada por los economistas y demás científicos sociales, podría acelerar la aplicación de los resultados de la investigación por parte de los agricultores en los países en desarrollo?

El Panel recomendó 13 líneas de investigación para la década del 1980. Ellas se enumeran en el Cuadro 5.

CUADRO 5. RECOMENDACIONES DEL PANEL SOBRE RECURSOS GENETICOS. LINEAS PRIORITARIAS DE INVESTIGACION PARA LA DECADA 1980

META	AREA DE INVESTIGACION
Meta I	<p>Para aumentar la productividad de los cultivos y animales, el Panel recomienda realizar investigaciones tendientes a:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Mejorar la fijación biológica del nitrógeno, a través de la asociación de plantas y microorganismos. 2) Mejorar la eficiencia fotosintética de los cultivos (mayor conversión de la energía solar en alimentos). 3) Ampliar la base genética de los cultivos. 4) Lograr una más eficiente utilización de los nutrientes por las plantas (menor pérdida de fertilizantes). 5) Desarrollar el manejo integrado de las plagas (combinando la resistencia genética, el uso de enemigos naturales, prácticas de cultivo mejoradas, uso más selectivo de materiales químicos y monitores del medio ambiente). 6) Aumentar la tolerancia de las plantas ante el "stress" ambiental (tal como sequías de período corto, extremos de temperatura, suelos ácidos y salinos, etc). 7) Mejorar la productividad de los animales (se identificaron siete prioridades de investigación). 8) Mejorar la productividad de la pesca y la acuicultura (se sugieren cuatro líneas de investigación).
Meta II	<p>Para mejorar la base de recursos, el Panel recomienda realizar investigaciones tendientes a:</p> <ol style="list-style-type: none"> 9) Desarrollar sistemas agro-forestales, factibles para los trópicos. 10) Promover el laboreo conservacionista y la alelopatía (allelopathy).
Meta III	<p>Para la aplicación de los resultados de la investigación a nivel nacional, el Panel recomienda:</p> <ol style="list-style-type: none"> 11) Más investigación socio-económica, que facilite la adopción de la nueva tecnología. 12) Más investigación integradora a nivel de predio y más intensivo uso del multi-cultivo. 13) Fortificación de la capacidad nacional de investigación, en los países en desarrollo.

Su orden de presentación no indica prioridad, dado que todas las líneas recomendadas son consideradas esenciales y son interdependientes.

De las 13 recomendaciones, hemos seleccionado tres áreas de investigación para el breve comentario que sigue, a fin de que sirvan como ejemplos del contenido del Informe. Estas son: mejoramiento de plantas, producción silvo-agropecuaria y socio-economía.

Mejoramiento de plantas

Gregorio Mendel parecía estar participando en este panel en Bonn. Sus principios proporcionan al mejorador de plantas un amplio surtido de plantas nuevas, entre las cuales elegir las características adecuadas a su propósito. Obviamente, el mejoramiento por vía sexual afecta muchos caracteres, además de la altura de las plantas. Las progenies mostrarán variación en el número y la posición de las hojas, el color y tamaño de los granos, el número de días que la planta requiere para madurar, y muchas otras características. Es por esto que el mejoramiento de plantas es complicado. Las buenas características están generalmente combinadas con las malas.

Los mejoradores de plantas participantes en nuestro panel confían que, dentro de los próximos 10 años,

su especialidad pueda desarrollar algunos de los cambios requeridos en los cultivos alimenticios básicos—por ejemplo, adaptación de los cultivos a mayor calor y frío, a estaciones más largas y más cortas, al exceso y a la escasez de lluvia, y a los suelos problema.

El Panel pidió a los mejoradores que hicieran una estimación de las probabilidades de éxito, dentro de 10 años; esto es: ¿son las probabilidades 1 en 10 ó 9 en 10, ó mitad—mitad? Los mejoradores respondieron que las probabilidades son 10 en 10 de que se logren progresos significativos en la década del 1980. Sin duda, aquí tenemos una de las prioridades de investigación que amerita un mayor financiamiento.

Producción silvo-agropecuaria

Otro tema de investigación recomendado por nuestro panel para la década del 1980, fue la producción silvo-agropecuaria en los frágiles suelos de los trópicos. El término producción silvo-agropecuaria (agroforestry) es usado aquí para describir el cultivo de árbol con fines económicos, o de árboles combinados con cultivos alimenticios, o de árboles combinados con producción animal. Nuestro informe identifica 8 líneas de investigación en producción silvo-agropecuaria.

Para citar un ejemplo, es necesario que los silvicultores seleccionen árboles para satisfacer los siguientes propósitos:

- Replantes de bosques en explotación
- Agricultura para la cosecha de leña (fuelwood farming)
- Ramoneo animal (hojas, brotes, frutos, vainas comestibles)
- Árboles productores de alimentos
- Plantaciones secundarias, tales como acajú

El mundo ya cuenta con un animal de multi-propósito, que puede tirar un arado, dar leche, producir estiércol, utilizable como fertilizante y como combustible, y que al morir deja su pellejo para transformarlo en cuero.

¿Porqué no pueden los silvicultores desarrollar un árbol de multi-propósito, que se alimenta con nitrógeno fijado por él mismo en su zona radicular, proporcione madera, combustible, alimentos para humanos y animales y, tal vez, una cosecha rentable a la vez? Se preguntó a los silvicultores de nuestro panel si conocían tal tipo de árbol. Dijeron no, por ahora, pero existen árboles identificados para cada uno de estos propósitos y es posible que el árbol multi-propósito pueda ser desarrollado a través de cruzamientos.

En Alemania, el Instituto Max Planck anunció en 1979 que había cruzado al tomate con la papa, logrando frutos sobre la tierra y tubérculos bajo la tierra, en una misma planta. El árbol con muchos objetivos, tal vez, vendrá en camino.

Investigación socio-económica

El Panel apoyó el trabajo de los economistas y de otros científicos sociales, que facilita la producción de alimentos.

Uno de los miembros del Panel relató su experiencia en un viaje en Nepal, donde él deseaba ver la prueba de nuevas variedades de maíz, en campos de agricultores. Estas pruebas eran supervisadas conjuntamente por economistas y agrónomos. Cuando un agricultor destacó una línea experimental de maíz que producía más que todas las restantes, se le preguntó cuanta semilla de dicha variedad usaría el año siguiente: "Oh, es una buena variedad", dijo él, "pero no puedo usarla porque es demasiado tardía en madurar. Yo tengo que plantar mi trigo después del maíz, a más tardar entre el 1 y el 15 de octubre. Yo necesito maíces más precoz que los que ustedes están probando, de manera que combinen con mi trigo".

Esta era una prueba práctica, en el predio, del tipo

que revela los problemas del agricultor y ayuda al científico biológico a planificar su siguiente ciclo de investigación, con los problemas del agricultor como guía. Los economistas del Panel urgieron que todo país en desarrollo debiera realizar investigación socio-económica de tres tipos:

1. Para identificar las limitantes al aumento de los rendimientos.
2. Para estudiar las consecuencias de la nueva tecnología (por ejemplo, su efecto en el empleo y la distribución del ingreso).
3. Para estudiar el impacto de las políticas de gobierno, tendientes a acelerar el uso de las nuevas tecnologías.

Como se dejó indicado, los economistas han llegado a ser un factor importante en el planeamiento de la investigación, en la evaluación de su impacto, y en la orientación de quienes dictan las políticas. El nuevo rol de los economistas es uno de los desarrollos importantes de la década del 1970. Pero este trabajo aún tropieza con dificultades, las que son enumeradas en el Informe del Panel. Por ejemplo, los ministerios de agricultura no están organizados para utilizar investigación interdisciplinaria. Los gobiernos no estimulan a los economistas para trabajar con los agrónomos. Pocos economistas cuentan con el entrenamiento necesario para este trabajo. En la década del 1980 deberá buscarse remedio a estos problemas.

Fondos para investigación

Nuestro panel expresa la necesidad de contar, en la década del 1980, con más fondos dedicados a la investigación agrícola, comparado con la década anterior. El mundo está gastando ahora más de 100 billones de dólares (US\$ 100.000 millones) anuales en ciencias básicas y nueva tecnología de todos los tipos. Pero sólo el 3% de todos estos fondos va hacia la agricultura. Dentro de la agricultura, sólo el 10-12% es gastado en los países en desarrollo. Esto es una parte demasiado pequeña para ser dedicada a la industria más grande a nivel mundial, que provee empleo al mayor número de personas, incluyendo la mayoría de la población del mundo.

La rentabilidad

Naturalmente, sabemos que los científicos no producen alimentos —son los agricultores quienes los producen. Los científicos agrícolas y los agricultores deben vivir en estrecha relación mutua, como los microorganismos que fijan nitrógeno en la zona de raíces de algunas plantas. Reconociendo esta función cooperativa, nuestro panel suscribe la afirmación re-

cientista del Premio Nóbel en Economía, Dr. Theodore W. Schultz, quien dijo: "El futuro del abastecimiento

de alimentos del mundo depende en gran parte de los logros de la investigación agrícola".

El futuro del abastecimiento de alimentos del mundo depende en gran parte de los logros de la investigación agrícola. Este es el mensaje que el Dr. Theodore W. Schultz, premio Nóbel en Economía, transmite en su libro "El futuro del abastecimiento de alimentos del mundo".

El futuro del abastecimiento de alimentos del mundo depende en gran parte de los logros de la investigación agrícola. Este es el mensaje que el Dr. Theodore W. Schultz, premio Nóbel en Economía, transmite en su libro "El futuro del abastecimiento de alimentos del mundo".

El futuro del abastecimiento de alimentos del mundo depende en gran parte de los logros de la investigación agrícola. Este es el mensaje que el Dr. Theodore W. Schultz, premio Nóbel en Economía, transmite en su libro "El futuro del abastecimiento de alimentos del mundo".

El futuro del abastecimiento de alimentos del mundo depende en gran parte de los logros de la investigación agrícola. Este es el mensaje que el Dr. Theodore W. Schultz, premio Nóbel en Economía, transmite en su libro "El futuro del abastecimiento de alimentos del mundo".

El futuro del abastecimiento de alimentos del mundo depende en gran parte de los logros de la investigación agrícola. Este es el mensaje que el Dr. Theodore W. Schultz, premio Nóbel en Economía, transmite en su libro "El futuro del abastecimiento de alimentos del mundo".

El futuro del abastecimiento de alimentos del mundo depende en gran parte de los logros de la investigación agrícola. Este es el mensaje que el Dr. Theodore W. Schultz, premio Nóbel en Economía, transmite en su libro "El futuro del abastecimiento de alimentos del mundo".

El futuro del abastecimiento de alimentos

El futuro del abastecimiento de alimentos

El futuro del abastecimiento de alimentos del mundo depende en gran parte de los logros de la investigación agrícola. Este es el mensaje que el Dr. Theodore W. Schultz, premio Nóbel en Economía, transmite en su libro "El futuro del abastecimiento de alimentos del mundo".

El futuro del abastecimiento de alimentos del mundo depende en gran parte de los logros de la investigación agrícola. Este es el mensaje que el Dr. Theodore W. Schultz, premio Nóbel en Economía, transmite en su libro "El futuro del abastecimiento de alimentos del mundo".

El futuro del abastecimiento de alimentos

El futuro del abastecimiento de alimentos

El futuro del abastecimiento de alimentos del mundo depende en gran parte de los logros de la investigación agrícola. Este es el mensaje que el Dr. Theodore W. Schultz, premio Nóbel en Economía, transmite en su libro "El futuro del abastecimiento de alimentos del mundo".

El futuro del abastecimiento de alimentos del mundo depende en gran parte de los logros de la investigación agrícola. Este es el mensaje que el Dr. Theodore W. Schultz, premio Nóbel en Economía, transmite en su libro "El futuro del abastecimiento de alimentos del mundo".