

EN BUSCA DE UNA EXPLICACIÓN PARA LA SITUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA EN EL MOMENTO ACTUAL¹

Seeking an explanation to the actual status of agricultural research

Rafael Novoa S.-A.²

SUMMARY

Agricultural research in many countries, including Chile, is under severe economic restrictions, privatization, new structural organization and challenges concerning its activities. The question is why? Various possibilities are discussed: poor understanding of the importance of research, what it is doing, which are its results; unawareness of social and economical benefits produced by research and, negative ecological impact of some new technologies. Although many reasons were identified, no satisfactory explanation could be found.

Key words: agricultural research, problems, rates of return.

INTRODUCCIÓN

La actividad de investigación, tanto en Chile como en muchos países desarrollados, y en particular la investigación agropecuaria, está siendo sometida a fuertes restricciones de financiamiento en sus vías tradicionales. Esta situación parece haber tenido su origen en Inglaterra, donde el Gobierno decidió privatizar varios Institutos de Investigación, tales como el famoso Plant Breeding Institute de Cambridge y se ha extendido a Nueva Zelandia, Australia y, últimamente a Francia donde se está reorganizando el Instituto Nacional de Investigación Agronómica (INRA). Por otra parte, el Grupo Consultivo de Investigaciones Agrícolas (CGIAR) y su red de centros internacionales de investigación han estado sometidos a procesos de planificación estratégica y reeducaciones que normalmente han terminando en reducciones presupuestarias y de personal. En España y Latinoamérica ha sucedido algo similar, y casi todos los países que contaban con institutos nacionales de investigaciones agropecuarias, INIA, (Brasil, Argentina, Colombia, Perú, etc.), han pasado por procesos similares. En EE.UU. y Canadá, la investigación no parece estar sometida al mismo proceso, sino más bien a un cambio hacia temas para los cuales es más fácil obtener financiamiento (biotecnología, principalmente).

Sin embargo, en EE.UU. existen claras evidencias que la inversión en investigación ha caído y no está manteniendo el paso con la economía (Cohen y Noll, 1994). Llama la atención que en Japón la situación parece mantenerse en la forma tradicional. En nuestro país hemos ido algo a la saga, pero las presiones sobre el INIA y Universidades tradicionales han estado tomando esta misma vía. Además de los problemas de financiamiento, hay un cuestionamiento de los temas a investigar, de la rentabilidad de la inversión en investigación y una preocupación por saber si la investigación es tan productiva en la actualidad como lo fue en el pasado. No cabe duda que las condiciones económicas y sociales que existían al momento de la creación de muchos de los centros han cambiado. También, es evidente que el sector privado ha ido tomando en sus manos la investigación que ofrece posibilidades de hacer negocio en el corto plazo o, dicho de otro modo, aquella cuyos resultados son apropiables. Además de los anteriores, los avances en el ámbito científico y tecnológico plantean nuevos temas y requieren nuevas capacidades para la investigación. Por otra parte, la apertura y globalización de los mercados afecta tanto la oferta como la demanda de investigación y los temas que la sociedad estima prioritarios a investigar han cambiado. En suma, aunque la misión de los centros de investigación agropecuaria sigue siendo la misma (generar, desarrollar, adaptar y transferir información o tecnologías), los temas, los recursos humanos necesarios, la organización y el financiamiento están en cambio permanente. Lo

¹Recepción de originales: 2 de enero de 1995.

²Centro Regional de Investigación La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

anterior implica que las instituciones dedicadas a la investigación deberían captar recursos humanos capaces de ajustarse a cambios y darse estructuras flexibles.

A continuación se analizan aspectos como: ¿por qué es necesario investigar?, ¿qué evidencias apoyan esta necesidad?, ¿es rentable la inversión en investigación?, ¿hay indicaciones de que la investigación esté siendo menos productiva ahora que antes?, ¿el cambio permanente es una situación nueva o ha sido siempre así?, ¿hay factores psicológicos o éticos que puedan estar afectando negativamente la percepción que la sociedad tiene sobre esta actividad?, ¿cuáles son las críticas y cuáles sus argumentos?

¿POR QUÉ ES NECESARIO INVESTIGAR?

Las principales razones que tenemos para justificar la necesidad de investigar son las siguientes:

- El hombre siente una necesidad insaciable de comprender y adquirir conocimientos. El desarrollo de la filosofía y de las ciencias son una clara manifestación de esta necesidad. Quizás este afán de comprender cómo funciona este mundo nace del deseo de reducir los riesgos que el hombre encuentra en su vida. Por lo tanto, el generar conocimientos o información, razón de ser de la actividad de investigación, cumple con esta demanda. El generar nuevos y mejores conocimientos es también necesario para poder hacer una enseñanza de buena calidad.
- La investigación, permite encontrar soluciones a problemas no resueltos o mejorar aquellas ya existentes. La aplicación sistemática del método científico es la manera más eficiente de resolver problemas, sean estos tecnológicos, económicos, sociales, ecológicos o de otra naturaleza. Aún así, no está exenta de riesgos. En realidad, éstos son altos, para un caso particular, pero disminuyen al tomar el conjunto de las investigaciones. Es un caso similar al de las compañías de seguros, alto riesgo para un caso particular, pero negocio seguro para el conjunto.
- Permite mejorar el desarrollo económico, a través de la generación y adaptación de tecnologías. En términos más generales, podemos decir que el desarrollo de los países y su riqueza está relacionado con la cantidad de información que manejan y, como la investigación es la principal fuente de información nueva, es una actividad crucial para el desarrollo de un país. El

desarrollo económico tiene numerosas causas, siendo una de ellas la inversión en investigación. Que el crecimiento económico es incrementado por el uso de nuevas tecnologías es un principio bien establecido por numerosos economistas (Cohen y Noll, 1994). Igualmente, las conclusiones de sus estudios indicaban que el aumento de la producción *per cápita* no podía atribuirse al crecimiento del flujo de capital *per cápita*, lo que condujo a intentar comprender el desarrollo tecnológico, usando diferentes métodos que incluyen la variable inversión en investigación (Evenson, 1994). De estos se deduce que los impactos de la investigación no sólo son beneficiosos para la sociedad sino también para las empresas privadas y productores.

- Contribuye a mejorar la calidad de vida de la población rural y urbana. El desarrollo de tecnologías ha permitido elevar la productividad del trabajo, eliminar numerosos trabajos pesados, reducir drásticamente los problemas de salud por falta de alimentos, elevar las disponibilidades de alimentos y su calidad. Desde 1950 la producción mundial de cereales ha venido aumentando, en gran medida, debido a mayores rendimientos, a tasas de 2,7% anual, mientras la población lo hacía a una de 1,9% y los precios reales de los productos agrícolas son los más bajos de la historia (Turrent, 1994), etc.
- Es una inversión altamente rentable. Dado las dos razones últimas se debe esperar que la inversión sea rentable tanto social como privadamente. Estudios hechos por distinguidos economistas, incluyendo al premio Nobel, Robert M. Solow, demostraron que la inversión en investigación es varias veces más rentable que otras inversiones alternativas (Cohen y Noll, 1994).

¿QUÉ EVIDENCIAS HAY DE QUE LA INVESTIGACIÓN PRODUZCA TODOS ESTOS BENEFICIOS EN LA AGRICULTURA?

Aumento del conocimiento y comprensión de las bases de la agricultura

No cabe duda que desde el establecimiento de sistemas de investigación a mediados del siglo pasado, en Europa, a fines de ese siglo, en EE.UU., y desde la primera mitad de este siglo, en Latinoamérica, se ha producido un aumento espectacular de los conocimientos y de la comprensión de los factores biológicos, ecológicos, económicos y sociales que afectan a la agricultura. Así, por ejemplo, las bases ecológicas, económicas, genéticas, fisiológicas, edafológicas,

agrometeorológicas, bioquímicas, etc., de los fenómenos agropecuarios son infinitamente más sólidas actualmente que hacia la década del 50. Basta ver la cantidad de libros y publicaciones, tanto nacionales como extranjeras para tener una visión de este hecho. Hacia el año 1950, en Chile, sólo se publicaban las revistas Agricultura Técnica y Simiente. Actualmente, hay numerosas publicaciones de instituciones como las Universidades Austral, Católica, Chile y la revista Tierra Adentro (ex Investigación y Progreso Agropecuario) del INIA. Además, la cantidad de artículos por cada número de revista ha aumentado sistemáticamente. La situación a nivel mundial es aún más explosiva y la cantidad de revistas en temas relacionados con la agricultura, crece año a año.

Solución a problemas

Está ampliamente demostrado que la investigación es la principal, por no decir la única, manera segura de encontrar solución a los problemas de la agricultura. Ejemplos hay numerosos: los estudios sobre el fototropismo de las plantas que condujeron al descubrimiento de las auxinas y luego al desarrollo de los herbicidas; el estudio de los insectos predadores de otros insectos que han conducido al concepto de control biológico; los estudios de las leyes de la genética que han conducido al desarrollo altamente eficiente de variedades resistentes a enfermedades, más productivas y de mejor calidad; los avances en el conocimiento de las bases biomoleculares de la herencia que, actualmente, ha conducido a las aplicaciones de la transgénesis; los estudios de cero labranza que han conducido a todo un desarrollo de tecnologías y maquinarias que eliminan el problema de la erosión; el conocimiento químico y el nivel tecnológico que le permitió a Alemania el desarrollo de la urea, etc.

Además de lo anterior, es claro que la producción agropecuaria es por lo menos el doble, que hace dos a tres décadas atrás, como resultado de la aplicación de nuevas tecnologías desarrolladas por la investigación.

Se puede pensar que las pruebas, de diversas prácticas o tecnologías, que hacen los agricultores son investigación. Aunque, ocasionalmente, estas pruebas pueden proveer antecedentes valiosos para quien las hace, es claro que ellas no cumplen con las exigencias ni precauciones mínimas necesarias (diseño experimental, número de repeticiones, distribución al azar de tratamientos, tratamientos comparables, testigos, posibilidad de análisis biométricos, etc.), para ser considerada información científica o tecnológicamente

válida. Tampoco puede dar origen a recomendaciones dado el alto nivel de incertidumbre que contiene. No pasa de ser una información interesante a verificar, sin ser factible asignar a ella ninguna relación causa-efecto. Lo anterior, no significa desconocer el rol fundamental que los agricultores juegan en la innovación tecnológica y, por ende, en el desarrollo económico, sólo pretende contribuir a aclarar el verdadero rol de ellos en este ámbito.

Desarrollo de tecnologías y desarrollo económico

Como ya se dijera, está claro que las nuevas tecnologías son creadas o derivan de la investigación y que la adopción de ellas aumenta el crecimiento económico. Igualmente, está firmemente establecido que los retornos de la inversión en investigación y desarrollo son varias veces más altos que las inversiones en otras alternativas (Cohen y Noll, 1994).

En el Cuadro 1, adaptado de Evenson (1994), y complementado con otros de Novoa (1993), Maino (1994), Izquierdo (1993) y ODEPA (1992), se muestra que existe una relación estrecha entre el nivel de desarrollo global de un país y la inversión en investigación. Sin embargo, para países como los "del grupo 6" y mayores, el crecimiento de la agricultura muestra una asociación negativa entre inversión en agricultura y crecimiento del sector. Una posible explicación de esto sería el efecto de la poca elasticidad de la demanda por productos agrícolas y de la mayor sofisticación de las investigaciones avanzadas que requieren de equipos y personal más calificado y más caro, o a decisiones económicas, tales como el subsidio a la no producción de algunas áreas en los países desarrollados.

Por otra parte, el expresar la inversión en investigación como porcentaje del PGB, no refleja los montos netos, que son más relevantes para establecer el potencial de generación de nuevas tecnologías, pues los PGB están influidos por otras actividades. Dos países con igual porcentaje de PGB invertido en investigación, pueden diferir bastante en términos de número de investigadores y de recursos por investigador. Así, un PGB dos veces superior, a igual porcentaje de inversión en investigación, puede significar alrededor del doble de investigadores y, por lo tanto, tener un potencial de innovación muy superior al otro. Si tomamos los casos de los Ministerios de Agricultura de Japón y Chile, las diferencias absolutas son del orden de 15:1, expresadas en dinero o en número de investigadores.

CUADRO 1. Inversión en investigación y extensión en agricultura y su relación con tipo de países y las tasas de crecimiento de la agricultura (%). 1990

TABLE 1. Investment in agricultural research and extension. It's relationships with class of country and agricultural growth rates. 1990

Indicador	Tipo de país								Chile
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Investigación y difusión/PGB agricultura									
Pública	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0	1,0	1,5	0,7 ¹
Privada	0,0	0,0	0,02	0,0	0,3	0,5	0,5	1,5	0,05 ²
Extensión/PGB agricultura									
Pública	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Privada	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,5	1,0	
Tasas de crecimiento reales en agricultura									
1965-1990	2,5	2,5	2,6	3,8	5,3	3,1	2,5	1,5	3,9 ³

¹Año 1990, no incluye sector forestal.

²Año 1990, estimado de ODEPA (1992), Izquierdo (1993) y Maino (1994).

³Período 1981-1992, no incluye el área forestal.

1: Tecnología tradicional: Yemen, Laos, Surinam.

2: Primeros pasos en crear infraestructura: Nepal, Etiopía, Haití.

3: Modernización parcial: Sri Lanka, Túnez, Jordania, Perú, Kenya, Indonesia.

4: Dominio de la tecnología convencional: Colombia, Argentina, Turquía, Malasia.

5: Transición a nuevo país industrializado: India, Tailandia, México.

6: Nuevo país industrializado: Corea, Taiwán, Singapur.

7: Recientemente industrializado: Grecia, Portugal, España.

8: Industrializado: EE.UU., Inglaterra, Francia, Holanda, Alemania, Japón.

Chile se ubicaría entre 4 y 5, a juicio personal. Evenson (1994), lo ubica en el nivel 5.

La relación entre desarrollo económico e inversión en investigación parece más clara que entre éste e inversión en extensión. Sin embargo, hay menos estudios de la influencia de esta última. El cuadro indica que en los países entre niveles 1 y 5 la inversión en extensión es mayor que la que se hace en investigación.

Contribución al mejoramiento del nivel de vida o desarrollo social

Ya se mencionó casos de cómo la investigación contribuye al desarrollo de un mejor nivel de vida en relación a la alimentación más barata, más abundante, mejor y más segura; alivia el trabajo físico al desarrollar tecnologías que reemplazan o facilitan el trabajo humano; la adopción de nuevas tecnologías genera ingresos económicos adicionales al aumentar la productividad. El incremento de los conocimientos mejora el nivel cultural de un país y refuerza su nivel de enseñanza. Todo lo anterior significa mayor desarrollo social. No obstante lo dicho, hay personas que piensan

que los beneficios de la investigación son aprovechados sólo por una fracción de la población. Más adelante volveremos sobre este punto. Un caso muy evidente en nuestro país es el de los productores de frutilla de la comuna de San Pedro, Región Metropolitana, cuyo nivel de vida se ha elevado enormemente al introducir este cultivo en sus predios y el consiguiente aumento del uso de modernas tecnologías. Su último avance al introducir el riego por cinta con uso de programadores del riego ha resultado en una extraordinaria solución para reducir la mano de obra, asegurar la calidad del riego y mejorar los ingresos.

Por otra parte, una conclusión general muy importante de los estudios sobre contribuciones de la investigación, es que los beneficios del progreso tecnológico son captados por los consumidores y no por los inventores (Cohen y Noll, 1994). Estos estudios, usando modelos de equilibrio general, concluyen que los principales beneficiarios de las nuevas tecnologías agropecuarias son los consumidores de productos agropecuarios

debido a los menores precios y mejor calidad de los productos. Un parámetro clave en definir la razón de este hecho es la elasticidad de la demanda: si es inelástica para el producto, gana el consumidor y si es elástica, gana el productor. Como para los productos agrícolas es inelástica, en el mercado interno, gana el consumidor. Para que gane el productor se necesita crear elasticidad. Ello es posible al vender en los mercados mundiales (Evenson, 1994).

Durante mucho tiempo existió la preocupación de que las mejoras en las tecnologías podría dañar a los pequeños agricultores o a los trabajadores agrícolas. Afortunadamente ello no es así por las razones siguientes: una fracción de los pequeños agricultores (alrededor de un 30%, en Chile) (CEDRA, 1990, 1993), son igualmente rápidos en adoptar tecnologías que los grandes, otra fracción similar adopta sólo parte de la tecnología y otra fracción (la de los agricultores de subsistencia) no son afectados, pues no participan del mercado. Además, la movilidad de la mano de obra regula los efectos adversos de la tecnología en los salarios. La adopción de tecnología no produce diferencias en salarios, pero puede producir diferencias en rentabilidad de la tierra, ya que, por razones climáticas o edáficas, una tecnología puede no ser aplicable en algunas áreas (Evenson, 1994). Sin embargo, es posible que al mejorar la rentabilidad de la tierra se haga posible mejoras salariales.

Es una inversión altamente rentable

La evaluación de las tasas de retorno que produce la investigación no es materia fácil, ya que hay dificultades para evaluar los beneficios y costos de los resultados de la investigación. Una metodología usada ha sido el considerar la investigación como un proyecto y aplicar a ella los métodos de evaluación económica usados para proyectos. Hay varios trabajos que han recolectado información sobre evaluaciones económicas del impacto de la inversión en investigación agrícola, los cuales revelan altas tasas de retorno, entre 25 y 50%, pero convergiendo hacia 50% (Echeverría, 1990 y Evenson, 1993, 1994). Éstas son tasas de rentabilidad social. Llama la atención lo alto de estas cifras, ya que tasas del 12 a 15%, son consideradas adecuadas por los bancos chilenos para aprobar créditos en inversiones productivas. Son también las que solicita el Banco Mundial para préstamos internacionales. Al separar los estudios por sector de la agricultura, las tasas son: 53% para la investigación en cultivos, 43% para la investigación ganadera y 44% para la forestal. Los estudios hechos en Chile muestran tasas entre 21

y 34% para el caso de la investigación en trigo y maíz (Yrarrázabal, Navarrete y Valdivia, 1982). Un aspecto interesante de destacar es que la rentabilidad de la inversión no ha caído con el tiempo y las tasas se mantienen en torno al 50% al agrupar los estudios para las décadas del 60, 70 y 80 (Evenson, 1994) (Cuadro 2).

CUADRO 2. Tasas internas de retorno social de la inversión en investigación y transferencia de tecnología en agricultura, %

TABLE 2. Social rates of return of investment on agricultural research and extension, %

	Número de estudios	Mediana
Por Región		
África	10	41
Latinoamérica	36	46
Asia	35	57
Estados Unidos	44	50
Otros	24	40
Por período		
Antes de 1968	12	46
Década 60	12	52
Década 70	43	52
Década 80	57	52
Por rubro		
Cultivos	117	53
Ganadería	20	43
Forestal	15	44
Transferencia tecnológica	23	55

Fuente: Evenson (1994).

Si consideramos sólo las contribuciones valorizadas que el INIA ha hecho a la agricultura nacional, desde 1981 a la fecha, significan beneficios directos a los productores, de alrededor de US\$ 170 millones anuales, para 1994. Puede parecer que esta cifra es muy elevada, pero, como ejemplos: el sólo uso de la banda INIA, en parronales, significa US\$ 8 millones y el control biológico de los pulgones del trigo US\$ 15 millones. La inversión anual que el estado hizo en INIA, en 1994, para financiar las actividades de investigación y transferencia de tecnología fue de US\$ 14 millones. (Ello representa una relación costo beneficio 12:1, para este año). No obstante lo anterior, el aporte real puede ser bastante superior ya que sólo hemos valorizado las ventajas para el productor y no el beneficio para el consumidor: mejor abastecimiento, calidad y menores precios de los alimentos. Además, hay una gran cantidad de información tecnológica generada por INIA (efectos

benéficos de épocas de siembra, dosis y momentos de aplicación de agroquímicos, sistemas de producción, algunas variedades, etc.), cuyos efectos no han sido valorados.

Las dudas sobre los altos dividendos de inversión en investigación han sido motivo de debate por más de treinta años y ello ha significado revisar muy exhaustivamente los métodos usados, buscando posibles errores en ellos. Sin embargo, estas revisiones no han cambiado los resultados, los que se han mantenido aproximadamente iguales. Una de las razones por las cuales se obtiene estas altas tasas, es la amplia difusión de los beneficios, en la economía (Schuh, 1993).

Las altas tasas de retorno indican que los países deben invertir más en investigación. La duda es si la inversión la deben hacer los privados o el gobierno. Si los beneficios los percibe toda la sociedad debería financiarla el estado, pero si ellos son privados entonces lo lógico sería que ellos la financien. No cabe duda que, en algunos casos, los beneficios son apropiables por privados, semillas mejoradas o agroquímicos. Sin embargo, los estudios indican que los más beneficiados son los consumidores. Para incentivar la participación del sector privado se ha establecido derechos de propiedad intelectual y patentes. Estos sistemas, sin embargo, tienen dos desventajas: crean monopolios (reduce la libre competencia) y frenan la difusión de los resultados.

¿CUÁLES SON LAS BASES DEL CUESTIONAMIENTO A LA INVESTIGACIÓN Y A LA REDUCCIÓN DEL APOYO FINANCIERO A ESTA ACTIVIDAD?

Como toda actividad humana la investigación no está exenta de críticas y éstas no deben ser consideradas como negativas ya que, en general, ellas resultan en un perfeccionamiento de ésta. Así, no cabe duda que las críticas de los ecólogos van a conducir a tecnologías más "sanas", para el medio ambiente.

Al parecer, las razones de las críticas pueden ser por: desconocimiento de la actividad y sus beneficios, razones socioeconómicas y efectos negativos de la aplicación de algunas tecnologías.

Desconocimiento de lo que significa la investigación, lo que hace y sus logros

Aunque pueda parecer extraño, existe un gran desconocimiento de lo que es la investigación, de

sus métodos y de sus logros. La población no sabe qué hace, por qué lo hace, ni cómo se hace la investigación, y tampoco tiene conciencia de los riesgos, los requerimientos y el tiempo que involucra. La población urbana, los agricultores y muchas autoridades piensan, de buena fe, pero sin mayor análisis, que los aumentos de productividad y calidad de los productos agropecuarios son sólo el resultado de los esfuerzos de los productores o de las empresas, actores que son, por supuesto, muy determinantes en el proceso. Sin embargo, no perciben que las nuevas tecnologías que hacen posible esos resultados son desarrolladas por un sistema de investigación complejo que está detrás de estos actores. De hecho, se ha identificado cuatro niveles de investigación: básica (orientada a mejorar nuestros conocimientos, ciencia para científicos), estratégica (orientada a resolver problemas, ciencia para apoyar el desarrollo tecnológico), aplicada (orientada a crear nuevas tecnologías) y adaptativa (para ajustar tecnologías a condiciones locales). Estos cuatro niveles son requisito indispensable para tener capacidad de generar tecnologías propias. Sólo los países desarrollados poseen estos cuatro niveles, en Chile tenemos los dos últimos en el área agropecuaria y sólo de manera muy escasa la investigación estratégica y, menos aún, la básica.

La presencia en medios de difusión masivos de información sobre investigación, no parece ser suficientemente poderosa para mejorar este desconocimiento. INIA por ejemplo, tiene dos revistas; aparece como INIA o como alguno de sus investigadores, citado en casi todos los diarios; tiene programas de radio y de televisión (Tierra Adentro) pero, aún así, sólo llega a una fracción pequeña de la población y la mayoría de los chilenos no sabe qué es, ni qué hace.

Una de las razones de la falta de conocimiento de la investigación puede ser lo difícil de identificar al creador de una tecnología, tanto por el tiempo que toma generarla (ocho o más años, promedio), como porque es el resultado de equipos de personas. Además, los vendedores de la tecnología a los agricultores no son, normalmente, las instituciones de investigación sino empresas comerciales. Así, las variedades INIA son vendidas en una escasa fracción por INIA y, en gran parte, por otras empresas.

Ni los científicos sociales, personas más capacitadas que el público general, tienen desarrollada una teoría definitiva del cambio tecnológico y de la importancia de la investigación en ese cambio.

Históricamente, en los primeros tiempos de la economía (Smith, Ricardo) se pensaba que el cambio tecnológico tenía su origen fuera del sistema, evitaba la tendencia al estancamiento de la economía y era un subproducto de la acumulación de capital. Luego se pasó por el reconocimiento de la importancia de la competencia, de la asignación de recursos y la búsqueda de tecnología que permite maximizar el bienestar de la población. Más tarde, hacia los años 30, se continuó con las ideas sobre la innovación inducida por el peso relativo de los factores, buscándose los cambios tecnológicos potencialmente ahorradores de mano de obra o de capital: esta idea fue posteriormente desechada (Katz, 1994).

Hasta este momento, década del setenta, no se ha tomado en cuenta la incertidumbre y la tecnología se percibía como originada externamente al sistema. Posteriormente, se desarrolló la idea de que la innovación tecnológica es endógena al sistema. Toman fuerza las ideas sobre el aprendizaje y se empieza a aplicar la función que lo describe. De ello surge la noción actual de que "el cambio técnico incorpora lo endógeno del fenómeno innovativo" (Katz, 1994). Si aceptamos esta hipótesis, las sociedades, países o empresas deben contar con sistemas propios que les permitan innovar y estimulen la innovación tecnológica. Por otra parte, no cabe duda que la puesta en práctica de nuevas tecnologías es decisión de las empresas y si a este cambio llamamos innovación, estamos de acuerdo. Sin embargo, es evidente, en el campo agropecuario, que la mayoría de las nuevas tecnologías tienen su origen fuera de los países o de las empresas que las aplican. Ello es debido, muy posiblemente, a que la mayoría de las empresas agropecuarias son medianas o pequeñas y no tienen capacidad económica para financiar las inversiones que demanda la investigación que ellas requieren. Esta misma razón explicaría por qué los gobiernos de los países desarrollados financian instituciones de investigaciones que apoyan a la agricultura.

Por otra parte, los administradores de las organizaciones de investigación, en su afán de mejorar la eficiencia de ellas, han empezado a aplicar paradigmas y las herramientas desarrollados para la gestión de empresas privadas con fines de lucro. Entre aquellos podemos mencionar el rol decisivo que se atribuye a la demanda y al mercado para establecer necesidades de investigación. Entre éstas, a la planificación estratégica, la calidad total, la reingeniería o el mejoramiento continuo. El impacto que ello tendrá no es todavía medible. Sin embargo, en Australia, la preferencia por la investigación de tipo utilitario parece estar

influyendo negativamente en la investigación básica lo que a su vez repercutirá desfavorablemente en la investigación aplicada, usuaria de la primera (Osmond, 1995).

Es importante, también, tener en cuenta dos aspectos fundamentales de la actividad de investigación, que son: el operar en el ámbito de lo desconocido y requerir de mucha creatividad. Estas dos características no son aún manejables e implican grandes dificultades para los administradores, pues, es imposible, de manejar u optimizar lo inmanejable. Por otro lado, explican su alto riesgo y la necesidad de tener una masa crítica mínima de investigadores. La información conocida indica que sólo una fracción inferior al 10% de las investigaciones, terminan en éxitos o impactos prácticos, pero que si, ingenuamente, se deseara optimizar el número de investigadores, reduciéndolos al mínimo, lo que sucedería es que, paralelamente, se disminuiría la investigación exitosa y se haría improductiva. Es evidente que en una primera aproximación el número de investigaciones exitosas por unidad de tiempo será proporcional al número de investigadores activos, puesto que ello significa mayor número de intentos, y de enfoques para resolver el problema, y que la calidad de ellos, así como la disponibilidad de recursos, afectará la pendiente de la curva. Si los administradores de la investigación no están concientes de estos problemas, parece difícil que tengan éxito en lograr instituciones más eficientes en la generación de información científica o tecnológica.

Seguramente hay otras razones, pero lo claro es que este desconocimiento es necesario superarlo para lograr tener el apoyo que la investigación requiere y continuar aportando al crecimiento cultural, social y económico de manera ecológicamente aceptable.

Los agricultores, clientes muy importantes de la investigación, tienen intereses prácticos y los investigadores, intereses científicos que, a primera vista, son competitivos. Sin embargo, cuando se ha dado el conflicto en forma abierta y decidida, ha resultado en más apoyo para la investigación estratégica, pretecnológica, que sirve de alimento a la investigación tecnológica (Evenson, 1994).

Impacto socio-económico

En los párrafos anteriores se ha dado información sobre los beneficios sociales y económicos de la investigación. Sólo queda enfatizar que, tanto las tasas de retorno como los beneficios sociales

indicados, no pueden explicar los cuestionamientos a la inversión en este campo, ya que son altamente favorables. Incluso, el hecho que los principales beneficiarios sean los consumidores indica que el estado debe dar más, y no menos, apoyo a la actividad. Lo lógico es esperar que el gobierno diseñe políticas para facilitar e incrementar las inversiones en este campo.

Obviamente, se puede esperar que los países desarrollados estimen conveniente reducir su inversión en investigación agrícola, dado los excedentes de producción de alimentos que ellos tienen, y que, igualmente, reduzcan su apoyo a la investigación en países en desarrollo, pues muchos de estos últimos (India, Pakistán, Chile, por ejemplo), han llegado a niveles de autosuficiencia alimentaria y, en muchos casos, pasan de compradores a competidores. Por otra parte, la investigación básica de esos países ha perdido apoyo político, tras el término de la guerra fría, ya no requiere investigación para la defensa y, este paradigma, ha sido sustituido por el de mejorar la competitividad de la industria. Este nuevo objetivo es menos poderoso que el anterior, y ello hace pensar que no logrará sustituir al anterior, en lo que se refiere al apoyo del gobierno a la investigación (Cohen y Nool, 1994). La preocupación es que, dado que los chilenos somos más imitadores que generadores de ideas propias, creemos que lo que hacen esos países es lo que requiere Chile. Si ello fuera así, terminaremos, nuevamente, comprando alimentos a los países desarrollados y erosionaremos seriamente la productividad de nuestra agricultura.

Otros aspectos a considerar son: la tendencia, a nivel mundial, de la participación decreciente del PGB agropecuario en el PGB total. Ello implica un menor peso económico. Por otra parte, la disminución de la población vinculada a la agricultura, lo que significa un menor peso social y político.

La apertura a los mercados internacionales tiene efectos positivos y negativos. En lo positivo está el eventual mayor acceso a tecnologías avanzadas desarrolladas en otros países, y, en lo negativo, el pago de "royalties" por su uso. Igualmente, en lo que se refiere a precios de insumos y de productos agrícolas, ellos pueden aumentar o bajar; si suben los insumos o bajan los precios de los productos, nos perjudica; si sucede lo contrario, nos favorece. Algunos peligros de hacernos dependientes de productos alimenticios importados baratos es que nos hará más vulnerable a la voluntad de los países proveedores y a las fluctuaciones de precios internacionales. También

umentará el éxodo de la población rural, lo que puede crear una situación política de difícil solución al gobierno. Sólo montando un sistema de investigación completo y eficiente, operando con los cuatro niveles requeridos y bien dotado de recursos humanos altamente calificados e infraestructura adecuada, se puede dar a la agricultura chilena la oportunidad de competir favorablemente en los mercados internacionales. Debemos pensar también, que, una población urbana creciente, requerirá de gran seguridad alimentaria, que no es recomendable dejar 100% en manos de proveedores extranjeros, que puedan decidir no vendernos o alterar los precios a su antojo, peligro que se reduce, en parte, ampliando el número de países proveedores.

Es común escuchar críticas en el sentido que los investigadores han omitido temas de interés público. Ello es efectivo, parcialmente, pero es explicable, ya que nadie puede predecir el futuro y decir con mucha anticipación cuáles serán los temas importantes dentro de 5 ó 10 años y también es evidente que hay muchos temas no abordados por la escasez de recursos, que obliga a priorizar y atacar sólo aquellos temas considerados como los más urgentes o de mayor envergadura. Esta situación impide atender muchas necesidades. El desarrollo de Chile demanda más y más información, en temas que la investigación tradicional no ha abordado. Esto debería producir una mayor inversión en investigación, para poder entrar en estos nuevos temas, sin descuidar lo que estamos haciendo en áreas más tradicionales. Si decidiéramos cambiar, abandonando lo que hacemos, se debilitará enormemente la agricultura actual. La agricultura, como todo ente vivo, requiere de inversiones para mantenerse viva e inversión para crecer. Si se elimina la primera, se muere el organismo y si no se hace la segunda, no crece.

Impactos negativos de las aplicaciones de algunas tecnologías

Es de todos sabido los impactos negativos que la aplicación de algunas tecnologías puede tener en la salud humana y el medio ambiente. En la mayoría de los casos este efecto se debe a una aplicación indebida de las tecnologías, más que a la tecnología misma. Por ejemplo, exceso de uso de fertilizantes o de algunos pesticidas o del arado en suelos con pendientes. Pero en otros (uso de algunos insecticidas o algunas hormonas animales) es necesario desarrollar otras alternativas. Esta percepción de los resultados de la investigación, si no se equilibra con antecedentes que aclaren el rol beneficioso de las tecnologías, con-

duce a crear un ambiente de temor o rechazo a la investigación que es injustificado. El miedo a la ciencia, a las implicancias de sus descubrimientos y a sus aplicaciones es muy antiguo. El caso de Galileo, el de Miguel de Servet, el de los ataques a la genética en la Rusia comunista, y el cliché del sabio loco que desea apoderarse del mundo, usando sus conocimientos para dominarlo, son ejemplos que ilustran este aspecto. En el fondo, la investigación va generando información que destruye mitos y explicaciones mágicas de los fenómenos; a ello se oponen aquellos actores que viven de estos mitos y que profetan del desconocimiento del público sobre las causas de los fenómenos naturales. Estos sentimientos negativos hacia la ciencia pueden traducirse en un elemento que apoye toda iniciativa destinada a reducir su desarrollo.

Los agrónomos e investigadores del área agropecuaria han tenido, desde hace muchos años, gran preocupación por el medio ambiente. En los años 40 el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), desarrolló grandes programas orientados al control de la erosión, la conservación de suelos y la vida silvestre. Esa influencia se tradujo, en Chile, en que el grueso de los estudios de suelo se orientara en estos mismos tópicos. Sin embargo, a pesar de lo importante del tema y de los esfuerzos desplegados por el Ministerio de Agricultura en promover el uso de técnicas de conservación de suelos, ellas no fueron adoptadas y la erosión ha seguido avanzando y destruyendo nuestros suelos a tasas históricas del orden de 6.000 ha anuales. En nuestros tiempos, y desde hace más de 10 años, se ha tratado de introducir en Chile la cero labranza como una tecnología alternativa, no erosiva, al uso del arado y más práctica que otras técnicas. El resultado ha sido magro hasta la fecha, ya que se estima que no más de unas 60.000 ha están siendo cultivadas bajo cero labranza a pesar de ser económicamente similar y a veces mejor que la labranza tradicional.

Otra técnica de gran relevancia para reducir los efectos negativos de los pesticidas, que es una demostración adicional de la preocupación ambiental de los investigadores agrícolas, es el control biológico. El desarrollo de esta técnica, y más recientemente la del control integrado, se inició en Chile hace 80 años (Zuñiga, 1985). Ella puede exhibir éxitos notables como son: pulgones del trigo, *Pieris brassicae* y otros. No obstante lo anterior, el obtener financiamiento para investigaciones que permitan ampliar su uso ha sido muy difícil. Por otra parte, el uso del mejoramiento genético tradicional y con mayor ímpetu, gracias

a las biotecnologías, ha sido y será muy eficiente para lograr disminuir y quizás eliminar el uso de pesticidas.

Algunos autores opinan que hay presiones de los ambientalistas para eliminar la investigación agrícola y aunque es fácil demostrar que por lo menos un 90% de ellos son científicamente ignorantes es imprescindible que científicos serios, interesados en establecer la verdad de los hechos, aclaren el panorama (Evenson, 1994). En nuestra opinión hay una gran necesidad de investigación que provea información objetiva sobre las llamadas agriculturas alternativas u otras denominaciones. Por otra parte, lo visto en Japón y en Chile, lo escuchado a defensores de estas propuestas nos han hecho dudar seriamente de sus conclusiones. Aún así, es obligación de los investigadores buscar y encontrar soluciones mejores a las actualmente en uso.

Resumiendo, los impactos negativos del uso de algunas tecnologías son claramente superables y, por lo tanto, es seguro que esta preocupación perderá fuerza en pocos años más. Ello será más rápido si intensificamos la investigación en estos temas.

CONCLUSIONES

- La inversión en investigación para la agricultura y la investigación, en general, pasan por un período de restricciones. Además, hay un cuestionamiento de su accionar.
- Las razones de las mayores restricciones a la inversión no están ni en la rentabilidad económica de ella, ni en sus consecuencias sociales. Las altas tasas de retorno social de la inversión indican que se está sub-invirtiéndose y que es económicamente sensato, aumentar la inversión. Además, dado la gran difusión de los beneficios para la sociedad, y siendo los consumidores los más beneficiados, no puede argüirse que ella beneficia sólo a un sector de productores o empresas.
- Tampoco es razonable buscar dicha restricción en razones ambientales sino que, a la inversa, sólo mayor inversión en investigación para el desarrollo de nuevas tecnologías, permitirá lograr los mismos efectos eliminando aquellos indeseados.
- La pérdida de poder político y económico son factores que, si bien es cierto pueden estar jugando un rol, no deberían ser demasiado importantes aún en el país.

- El cuestionamiento del accionar de la investigación: prioridades, temas, etc., es un síntoma positivo, ya que conduce a centrar mejor el accionar de la investigación. Cuando el conflicto entre los intereses de los agricultores y de los científicos ha ocurrido, ha resultado en mayor apoyo a la investigación y no al revés. Del conflicto resulta una mejor comprensión de los requerimientos de ambos grupos.
- Si bien hay algunos argumentos que pueden darse para explicar las restricciones a la inver-

sión en investigación para la agricultura, no aparece ninguno lo suficientemente sólido como para explicar este hecho.

- Una manera de mejorar esta situación es hacer mayor difusión de lo que significa la investigación para el desarrollo económico, la calidad de vida, la enseñanza y el medio ambiente, para que la ciudadanía y las autoridades tengan una percepción mejor de esta actividad y de sus necesidades de inversión.

RESUMEN

La investigación agropecuaria mundial y nacional pasa por un período de restricciones económicas, privatización, reorganización institucional y cuestionamiento de su accionar. La pregunta que surge es ¿por qué se produce esta situación? Se analizan diversas posibilidades: desconocimiento de lo que significa la investigación y sus aportes, impacto socio-económico, impactos negativos de

las aplicaciones de algunas tecnologías y otras. Aunque es posible sugerir razones parciales para explicar este hecho, no parece haber una explicación satisfactoria para esta tendencia.

Palabras claves: investigación agrícola, restricciones, tasas internas de retorno.

LITERATURA CITADA

CEDRA-CENTRO DE ESTUDIOS PARA AMÉRICA LATINA SOBRE DESARROLLO RURAL, POBREZA Y ALIMENTACIÓN. 1990. Evaluación de adopción de tecnología. Transferencia y adopción de tecnología por pequeños agricultores del valle de Cachapoal, Chile. Santiago, Chile. 117 p.

CEDRA-CENTRO DE ESTUDIOS PARA AMÉRICA LATINA SOBRE DESARROLLO RURAL, POBREZA Y ALIMENTACIÓN. 1993. Evaluación de adopción de tecnología. Transferencia y adopción de tecnología por pequeños agricultores del secano costero. Santiago, Chile. 151 p.

COHEN, L.R. and NOLL R.G. 1994. Privatizing public research. *Scientific American* 271(3): 58-63.

ECHEVERRÍA, R.G. 1990. Assessing the impact of agricultural research. In: R. G. Echeverría (ed.). *Methods for diagnosing research system constraints and assessing the impact of agricultural research*. The Hague. ISNAR. Vol. II.

EVENSON, R. 1993. Investment in agricultural research and rates of return. International experience: demand for future institutional innovation. Simposio internacional. La investigación agrícola en la República Argentina: impactos y necesidades de inversión. Buenos Aires, Argentina, septiembre 1993. 13 p.

EVENSON, R. 1994. Science for agriculture: Biotechnology and the Environment. Colegio de Ingenieros Agrónomos de Chile. Primer Congreso Mundial de Profesionales de la Agronomía. Santiago, Chile. Septiembre 1994. 44 p.

IZQUIERDO, D. 1993. Estrategia de financiamiento de la investigación científica y tecnológica en Chile. *Simiente* 63(3): 169-179.

KATZ, J. 1994. Teoría y práctica del cambio tecnológico. En: Alberto Niño de Zepeda (ed.). *Análisis del sistema científico-tecnológico agropecuario en Chile*. Seminario Taller, IICA. Santiago, Chile. p.: 67-71.

MAINO, M. 1994. Esquema institucional del sistema científico-tecnológico agropecuario en Chile. En: Alberto Niño de Zepeda (ed.). *Análisis del sistema científico-tecnológico agropecuario en Chile*. Seminario Taller, IICA. Santiago, Chile. p.: 26-65.

NOVOA, R. 1993. Generación, financiamiento y utilización de la investigación agropecuaria: El caso del Instituto de Investigaciones Agropecuarias. *Simiente* 63(3): 157-165.

ODEPA-OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS. 1992. *Cifras y perspectivas de la Agricultura Chilena*. 27 p.

OSMOND, C.B. 1995. Quintessential inefficiencies of plant bioenergetics: tales of two cultures. *Australian Journal Plant Physiology* 22: 123-129.

SCHUCH, E.G. 1993. Conclusiones. Simposio internacional. La investigación agrícola en la República Argentina: impactos y necesidades de inversión. Buenos Aires, Argentina, septiembre 1993. 4 p.

TURRENT, A.F. 1994. Recursos naturales y medio ambiente. Colegio de Ingenieros Agrónomos de Chile. Primer Congreso Mundial de Profesionales de la Agronomía. Santiago, Chile. Septiembre 1994. 17 p.

YRARRÁZABAL, R.; NAVARRETE, R. y VALDIVIA, V. 1982. Costos y beneficios sociales de los programas de mejoramiento varietal de trigo y maíz en Chile. En: M. Elgueta y E. Venezian (ed.) Economía y organización de la investigación agropecuaria. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). p.: 77-105.

ZÚÑIGA S., E. 1985. Ochenta años de control biológico en Chile. Revisión histórica y evaluación de los proyectos desarrollados (1903-1983). Agricultura Técnica (Chile) 45(3): 175-183.