

“Las impresiones generales y rápidas no merecen garantía”

Francis Galton

Evaluación Económica de la Investigación Agrícola: Bases para un enfoque Ecléctico

Miguel Avedillo (*)

PRESENTACION

Es obvio que los países en desarrollo no pueden permitirse el lujo de mantener una investigación científica orientada hacia la ciencia pura. El concepto de investigación como “scientia amabilis” presenta un antagonismo demasiado patente con la situación real de estos países; de tal forma que, sería fatal idealismo mantener tal tendencia a nivel institucional o público (los individualismos excepcionales ni pueden impedirse, ni causan preocupación). Es dentro de la ideología anterior donde se hallan el origen y la necesidad de la evaluación de la investigación agrícola.

La investigación agrícola tiene intrínsecamente un valor aplicado. Sin embargo, no suele escasear el deslizamiento hacia la solución de problemas creados en parte por el propio investigador. Sirva como ilustración al respecto el contraste entre el exorbitante número de variedades que se crean, y la mínima repercusión que se tiene en la productividad de los respectivos cultivos; es una situación normal que se descubre con harta frecuencia al analizar estadísticas de las últimas décadas. Se podrá argumentar que las causas son de otro tipo, ajenas, en este caso, al fitomejorador (adecuación de la plani-

(*) Profesor de la Escuela Agrícola Panamericana.

ficación, transmisión de tecnología...); aún así, la eficiencia de tal investigación queda en entredicho porque el resultado global, no puede obviarse, y ésto es en último término un problema evaluativo.

La ilustración anterior tenía como segundo fin resaltar lo injusto que sería un enfoque parcial para evaluar la investigación agrícola. Por eso, en este trabajo se presenta un análisis integral de la problemática, y si alguna tendencia puede achacársele es la ecléctica.

Falta sólo por justificar la calificación de económica adjudicada a la evaluación. El mundo occidental en que vivimos está, querámoslo o no, condicionado por lo económico en todas sus manifestaciones públicas. Como se apreciará, la cuantificación económica suele ser de rigor hasta en los aspectos sociales más subjetivos; por una parte se trata de simplificar los problemas decisorios en forma eficiente, y darles por otra parte un tratamiento objetivo de amplia referencia.

La táctica seguida en el desarrollo de este trabajo pretende ser analítica sin entrar en detalles descriptivos impropios de la extensión del trabajo. Las referencias bibliográficas orientarán, por ejemplo, en caso de precisarse aplicar una determinada metodología.

I.—INTRODUCCION: PLANTEAMIENTO GENERAL DEL PROBLEMA

En estos tres primeros epígrafes se establece el marco conceptual para encuadrar la filosofía del trabajo.

I.1 Conceptos diferenciales entre Ciencia Pura y Ciencia Aplicada

Mucho se ha escrito sobre lo que es ciencia pura y ciencia aplicada, y por ende la investigación sobre las mismas. En realidad, es imposible separar la ciencia en “pura” y “aplicada”, y menos aún subordinar una a la otra. Existe una interacción continua, múltiple y profunda entre la ciencia fundamental y la ciencia aplicada. Sin embargo, por la naturaleza de este trabajo, se establecerán unos rasgos diferenciales característicos, teniendo presente que cualquier diferenciación ilegítima nos llevará a la visión global de la unidad de la ciencia.

Los siguientes conceptos han sido adaptados de Kourganoff (15):

Ciencia Pura	Ciencia Aplicada
Es "Filosofía de la Naturaleza"	Es "forma racional de la técnica"
Desinteresada	Dominada por consideraciones económicas
"Juego gratuito" sin utilidad inmediata	Estudio de casos particulares y de controles técnicos
La ciencia puede sólo constreñirse a su aspecto filosófico.	La ciencia debe poder constreñirse a su aspecto utilitario.

I.2 Valoración objetiva de la investigación científica

Realizada la diferenciación anterior, parece lógico continuar identificando los conceptos de valor aplicables objetivamente a la investigación. El esquema siguiente es también un resumen elaborado por Kourganoff (15):

1.—**Valor de inmediato.** Es originado por cuatro fuentes de juicios sociales:

- a. **Prioridad:** Resultados previstos desde tiempo atrás, pero muy difíciles de alcanzar.
- b. **Imprevisión:** Resultados sorprendentes por lo novedoso, cuya sensacionalidad ni siquiera se intuía.
- c. **Oportunidad:** Aportación inmediata de unos resultados con integración simultánea al edificio científico.
- d. **Conformidad:** Encuadramiento en los grandes patrones o "escuela" que caracterizan la ciencia, y sirven paradójicamente como juicios de valor de las autoridades científicas.

2.—**Valor de esperanza.** Es originado por dos fuentes de juicio social:

- a. **Virtualidad impredecible:** Resultados dependientes de la

evolución imprevisible de la ciencia, y bastante insospechada en cuanto a las aplicaciones futuras.

- b. Virtualidad no apreciada: Aportaciones no estimadas en el momento, que se pueden reconocer objetivamente pero que, por olvido, indiferencia o rechazo, no son aprovechadas (hasta que "accidentalmente" alguien oportuno es capaz de apreciar su valor en la lucha por el progreso).

Todos estos valores están condicionados por imponderables tales como: Información acumulada anterior, cooperación colectiva en la investigación, competencia, riesgo de fracaso, etc.; y son, por tanto, filosóficamente incuantificables. Es preciso, en la práctica, adoptar una metodología que reflejando las valoraciones anteriores se fundamente en criterios que permitan una evaluación rigurosa.

I.3 Necesidad de metodología operativa para la investigación tecnológica

De la conclusión anterior se desprende la exigencia para la investigación de unos objetivos asentados en criterios con un sentido evaluativo preciso. Es ésta una condición previa, deducida lógicamente, insoslayable para cualquier investigación sobre la que se desee realizar un análisis evaluativo.

Andrew e Hildebrand (3) consideran que ese requisito se cumple cuando la investigación agrícola aplicada se orienta "como un servicio al 'cliente' (considerado en sentido amplio) que tiene un problema a cuya resolución puede ayudar la información obtenida por el investigador con ese propósito específico". Esta consideración precisa implica aspectos trascendentales para nuestro objetivo como: existencia de un beneficio, en sentido amplio, derivado de la investigación, y restricciones de tiempo y recursos.

Esos dos requisitos pueden delimitarse más específicamente en la siguiente forma (*), adaptada también de dichos autores (3): La investigación aplicada debe estar orientada hacia los problemas reales del mundo, y éstos deben ser formulados de tal manera que:

(*) Para una ampliación de estas ideas puede consultarse también con provecho a A. Kaufmann. La ciencia y el hombre de acción: Introducción a la praxeología. McGraw-Hill. New York. 1970).

- 1.—La investigación pueda completarse dentro de los recursos existentes limitantes y posibles de cuantificar (información previa, humanos, físicos y financieros), y en el período de tiempo disponible.
- 2.—Los resultados sean útiles (y, por tanto, medibles), ayudando significativamente a resolver el problema hacia el cual está dirigido el estudio. Esto precisa que la especificación del problema se haga:
 - a. Reflejando la necesidad sentida (no hipotética sino problemática).
 - b. Sugiriendo hipótesis alternativas, significativas y que puedan probarse.
 - c. Siendo relevante en cuanto a impacto y alta predictibilidad.

La cumplimentación de lo anterior es difícil llevarla a cabo empíricamente. Por eso, no es de extrañar que en el Seminario Regional sobre Aspectos Socioeconómicos de la Investigación Agrícola llevada a cabo en Venezuela recientemente (24), después de concluir (C. N° 5) que “no ha existido una evaluación de los resultados de la investigación agrícola”, se recomiende (Rs. N° 10 y 13) la promoción del uso de las “Técnicas de Programación y Evaluación de Proyectos” que integren criterios sociales, económicos y agronómicos, como única forma de hacer factibles prácticamente los requisitos especificados en este apartado.

II. METODOLOGIA GENERAL: ENFOQUES EVALUATIVOS DE LA INVESTIGACION

Los enfoques específicos para evaluar la investigación realizada en la agricultura no son más que adaptación de la metodología general existente. En los tres siguientes epígrafes se desarrollan las características de dicha metodología general.

II.1 Análisis Global del Problema

Dentro del medio nacional o internacional, cualquier investigación no debe ser un fenómeno individual aislado. En el Seminario Regional Sobre Aspectos Socioeconómicos de la Investigación Agrícola (Maracay 1973) (24) se enfatizó el hecho (Conclusión N° 8), de que la “Investigación Agrícola

generalmente no ha estado enmarcada dentro de un Plan Nacional, ni es el producto de un diagnóstico continuo de los problemas socioeconómicos”, lo cual se reforzó en las recomendaciones (Nº 2 y 14) indicando que la investigación agrícola debe estar orgánicamente programada dentro de un Plan Nacional de Desarrollo Socioeconómico.

Este aspecto de “enquadre o integración orgánica” es desarrollado con mucha precisión por Tinbergen* (25). En su esquema se distinguen tres fases:

1.—**Macrofase.** En la planificación social, en general, se identifican los denominados “sectores sociales”, que son los que implican servicios mantenidos por la economía nacional (pública o privada) tales como la investigación, entre otros (educación, cultura, seguridad social, etc.) En tales “sectores sociales” los objetivos son configurados como componentes cualitativos del “orden social óptimo”, estudiado por la economía del bienestar pero con un enfoque muy empírico a través de modelos econométricos de descripción, predicción y decisión.

De aplicarse el método de análisis input-output en su forma más elemental, ha de darse por supuesto que la actividad “investigación” tiene lugar en proporción a la renta nacional o a la renta de ciertos sectores (p. ej. agrario) o regiones. Enfocada la cuestión de manera más exacta, lo adecuado es estudiar la relación entre la actividad social ‘investigación’ (medida en forma adecuada) y algunas otras variables relacionadas, indicadoras de la evolución desarrollista, obtenidas para grupos bastante amplios de países. El Instituto de Investigación de las Naciones Unidas para el Desarrollo Social (UNDRISD) en Ginebra reúne información para este tipo de trabajo inicial.

2.—**Fase Intermedia.** Constituye la extensión de la macrofase a los diferentes subsectores (de la investigación agrí-

(*) La más eminente autoridad mundial en materia de Planificación del Desarrollo, reciente Premio Nobel de Economía y Presidente de la Comisión para la Planificación del Desarrollo de la ONU. Profesor de la Netherlands School of Economics de Rotterdam, fue el gestor del Instituto Económico de los Países Bajos y de la pionera Oficina Central de Planificación del Estado Holandés que tanto ha servido de ejemplo. Actúa como asesor de muchos organismos internacionales y gobiernos (India, Turquía, Pakistán, Indonesia, México, Venezuela, etc.)

cola en nuestro caso) y regiones. En esta fase es pertinente una metodología de reciente puesta a punto y amplio uso: El Método Little-Mirrlees (16, 7). El manual donde se desarrolla el método Little-Mirrlees constituye el tomo II de la publicación de la OCDE (en dos tomos) "Manual of Industrial Project Analysis in Developing Countries"* y lleva el subtítulo "Social Cost-Benefit Analysis" (16). La metodología expuesta en el "Manual" se refiere al sector industrial, indicándose (7) que puede aplicarse a otros sectores como el agrícola.

La principal cualidad del "Manual" es la de ofrecer una explicación preliminar admirable (sin matemáticas ni jerga) y el adoptar como fines: Presentar un método seguro, simple y viable. Se comienza indicando las numerosas semejanzas que existen entre el cálculo de la rentabilidad de un proyecto individual y la rentabilidad económica de un proyecto sectorial social. El valor esencial es que "no se acepta" que los ingresos y gastos "reales" midan debidamente los beneficios y costos "sociales"; es en este enfoque donde la aportación que nos interesa es más representativa.

3.—Microfase. Se puede identificar con la evaluación de proyectos elementales concretos. Existen dos tendencias definidas en esta etapa según Nieto-Ostolaza (19):

- a. Usar funciones de producción agregada de la agricultura que incluyan la investigación como un imput y que establecen, mediante un análisis de regresión, que parte del crecimiento del producto agregado puede atribuirse a la investigación, utilizando datos de series cronológicas y/o de sección mixta.
- b. El análisis, ya clásico, de coste-beneficio y de coste-efectividad, que vienen a ser intentos de efectuar explícitamente lo que implícitamente realiza el mecanismo del mercado con los proyectos de inversión privada al seleccionarlos según su beneficio por unidad de coste, pero adaptado con las particularidades del caso a los proyectos de inversión pública en investigación agrícola.

Este último uso es el más extendido. El Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial editó recientemente la

(*) El tomo I subtítulo "Methodology and Case Studies" trata de los aspectos evaluativos no relativos a la rentabilidad social.

obra "Análisis Económico de Proyectos Agrícolas" (22) recogiendo las técnicas más recientes de este enfoque (aunque con ámbito general), sobre el cual aparecen también muy frecuentemente trabajos sumarios en la publicación periódica del FMI-BIRF "Finanzas y Desarrollo" (6, 18), principalmente matizando metodología de actualización de flujo de fondos, cálculo de la tasa interna de retorno,...

II.2 Análisis particular: Enfoques Ex-Post versus Ex-Ante

El uso del método últimamente indicado tiene dos versiones, dependiendo del momento en que se utilice, con referencia a la realización del proyecto de investigación. La esencia del método no varía en ambos casos, salvo que en el procedimiento ex-post se utilizan valores reales y en el ex-ante los valores son estimados; y de que lógicamente, en cada versión existen ciertas otras particularidades dependientes de la diversa finalidad: Evaluación propiamente dicha o evaluación predictiva para selección. Obviamente, las dos versiones son totalmente compatibles en el marco de decisión-control usando las palabras de Pinstrup-Andersen (CIAT) (21) "aunque los estudios ex-post están dirigidos a estimar los beneficios ya obtenidos, la metodología usada y los resultados nos dan una guía para los modelos de predicción ex-ante".

Una confrontación selecta entre las dos versiones la realiza principalmente Andarawewa (2) destacando los siguientes puntos:

1.—Se han emprendido numerosos estudios de evaluación ex-post, pero actualmente se lleva a cabo con preferencia la valoración ex-ante.

2.—Los tipos de rendimiento calculados han proporcionado justificación ex-post a inversiones investigativas en campos específicos, pero no señalan, sin embargo, si se podrían haber alcanzado tipos más elevados de beneficio social en otro campo y si pueden esperarse tipos similares en el futuro mediante la continuidad de la investigación en dicha área.

3.—Aunque los estudios ex-post sean favorables, debido a la naturaleza peculiar de los proyectos de investigación, no pueden tomarse como base para determinar futuras decisiones sobre esas inversiones.

4.—En general, se ha avanzado poco en el uso de técnicas esenciales de valoración ex-ante. Como los objetivos del sector público no son exclusivamente económicos sino también so-

ciales y de otros tipos ajenos a la economía, el análisis ex-ante de costes y beneficios usado aisladamente puede que no esté más que parcialmente relacionado con los problemas de evaluación de la investigación agrícola. Para obviar esta limitación se utilizan procedimientos complementarios que se ocupen de los restantes objetivos, el método más extendido es la ponderación de criterios preestablecidos de los que se indican cuatro sistemas en la página siguiente, todos ellos tienen mucho en común sin más valor que el ilustrativo.

5.—En las evaluaciones ex-ante la incertidumbre (desconocimiento absoluto) y el riesgo (conocimiento probabilístico estimable) juegan un papel preponderante. De hecho el procedimiento complementario de criterios ponderados recoge esta componente a través de la estimación subjetiva, empírica o estadística de las probabilidades afectantes a cada criterio, e incluso a través de la estimación de esperanzas probabilísticas independientes sobre los aspectos más relevantes (USDA-SAES) (12) (*). Este aditamento bayesiano puede reforzar la “objetividad técnica” de los análisis ex-ante.

6.—En las evaluaciones ex-post la estimación del beneficio es menos fiable que la estimación de los costes. Sin embargo, para evaluaciones ex-ante, el mayor grado de incertidumbre puede asociarse con el coste total de obtención de un resultado satisfactorio en la investigación (12).

(*) Incluso el índice de rendimiento de Olin:

$$I. R. = \frac{\text{Beneficio estimado de la investigación con éxito } x}{\text{Estimación probabilidad de éxito}}$$

Costo estimado del proyecto de investigación citado por Arnon (5) como un pionero en el intento de comparación cuantitativa, incluya el aspecto de riesgo bajo la forma de esperanza matemática del beneficio estimado.

**PROCEDIMIENTO COMPLEMENTARIO DE EVALUACION EX-ANTE: MUESTRA DE SISTEMAS
DE CRITERIOS PONDERADOS**

Alaudia Borda (Bolivia) (1)	USDA-SAES (U.S.A.) (12)	Arnon (Instituto de Invest. Agrícolas, Israel (5)	Dcw (Instituto Nacional de Invest. Agropec., Ecuador) (11)
1.—Sustitución de importaciones y diversificación de exportaciones.	1.—Urgencia de la invest.	1.—Factibilidad técnica y costo.	1.—Número de agricultores favorecidos.
2.—Elevación sostenida de los índices tecnológicos y de productividad.	2.—Concordancia objetivos superiores.	2.—Integración en objetivos generales.	2.—Incidencia en la balanza de pagos.
3.—Coadyuvar a la elevación del PIB.	3.—Contribución al saber.	3.—Tiempo para la investigación.	3.—Crecimiento futuro de la demanda.
4.—Elevación del nivel de ingresos de la población rural.	4.—Impacto sobre área e individuos.	4.—Impacto real esperado, su tiempo y costo.	4.—Valor de la producción.
	5.—Beneficios/costos.		5.—Empleo de mano de obra.
	6.—Probabilidad de resultados no existentes ya.		6.—Impacto social.
	7.—Probabilidad de adopción extensiva e inmediata.		
	8.—Posibilidad de realización exitosa de la investigación en los recursos limitados.		

7.—Tanto los análisis ex-ante como los ex-post, dentro de su metodología económica, implican que la única justificación de un coste social es la de un gran* beneficio social futuro que al menos compense el presente “coste de oportunidad”* y el “sacrificio”*** económico de esperar. Ambas metodologías desechan toda curiosidad intelectual del investigador, y consideran al nuevo conocimiento no por sí mismo sino por la contribución que se supone hará a los fines sociales (20).

8.—El análisis coste-beneficio es el pilar básico en cualquier método ex-post o ex-ante (dentro de sus múltiples variaciones). Si la regla se ha considerado buena evaluativamente, hemos sido remisos a aceptarla planificativamente* (todos los científicos están de acuerdo en que la planificación de su especial trabajo sería desacertada). Por eso, según Fishel (13) los estudios ex-ante están reforzándose y optando por incluir simultáneamente técnicas procedentes de tres campos fuera de la estricta teoría económica: Ciencia administrativa y teoría de la decisión, investigación de operaciones y análisis de sistemas. Es cuestión de nivel, métodos útiles a un determinado nivel pueden ser menos apropiados y hasta inadmisibles a otro distinto.

II.3 Enfoques modernos complementarios

En los últimos años, la tendencia señalada por Fishel (II.288) se ha reforzado notablemente, aunque sigue sin tener un uso extensivo. Muy someramente vamos a referirnos a las principales técnicas concretas que, procedentes de los tres campos antes citados, se están usando con preferencia.

(*) Compruébese que el efecto de la operación denominada actualización del flujo de fondos no es otro que homogeneizar, haciéndoles comparables, corrientes monetarias disponibles en distintos momentos. Como el factor de desacuerdo $(1 + i)^{-t}$ incide más cuanto mayor es la lejanía en el tiempo, los beneficios futuros se ven proporcionalmente más disminuidos que los costes actuales de inversión (a un $i = 0.12$ normal, una unidad monetaria esperable dentro de 20 años tiene como valor actual presente 10 centavos) debido a que el valor monetario de un flujo de fondos económicamente es función del tiempo. (En este sentido no se incluye la depreciación monetaria).

(**) En América Latina, un trabajo pionero en ese sentido, aunque no de carácter agrario, fue el de Martín (18) para Argentina, realizada en la pasada década.

1.—**Estadística Bayesiana.** Basada en la probabilidad subjetiva, personal o “a priori”, que cumple los mismos axiomas del cálculo de probabilidades objetivas (frecuentistas o experimentales). Es usada para no pasar por alto las oportunidades importantes de explotar el sentido común (Savage), obteniendo estimaciones de los científicos sobre acontecimientos de su investigación en tanto que tienen un componente de incertidumbre. Se ha tenido éxito en el uso de la distribución beta (13) para representar tales estados mentales, dadas su adaptabilidad y flexibilidad de forma presenta una polivalencia absoluta como modelo de las estimaciones de los expertos.

2.—**Análisis Factorial.** El instrumento especificado en II.1.3.a se presenta hartó difícil si previamente no se ha contado con otro instrumento discriminante de los distintos factores explicativos de la respuesta. El análisis factorial tiene como objetivo la explicación de las causas de variación de un cierto número de criterios (o variables) a partir de diferentes aspectos (o factores) entre los que se encontrará la investigación, cuyo número es menor al de las variables observadas. Se funda en la diagonalización de una matriz de correlación que presenta multitud de soluciones factoriales (pasándose de una solución admisible a otra, con sólo realizar una transformación ortogonal o rotación de vectores). Puede comprenderse que esta técnica permite integrar analíticamente todo tipo de variables (cuantitativas y ordinales, continuas y discretas) perfeccionando así los métodos empíricos usuales (II.2.4), basta para ello conocer ciertos métodos del cálculo de correlación que incluyen estas particularidades (10).

3.—**Modelos Econométricos.** Los más recientes trabajos sobre decisiones (evaluativas) relacionadas con política de investigación están haciendo uso de modelos econométricos. La técnica es muy potente y ha sido usada con anterioridad para problemas de muy diverso tipo. Dos trabajos de referencia pueden considerarse selectos: El de Schaefer (23), genérico sobre determinación de políticas de inversión en crecimiento tecnológico agrícola; y el de Castro (9) con aplicación específica al establecimiento de prioridades de investigación agraria en la economía brasileña. Nótese que ambos son tesis doctorales pioneras (1974).

4.—**Técnicas de selección de inversiones.** Son clásicas, se usan tanto a nivel nacional o regional, como sectorial y empresarial. La conveniencia de un paquete de inversiones tecnológicas alterativas se aprecia por medio de los criterios de rentabilidad, normalmente se usan los siguientes: Plazo de recuperación de la inversión, beneficio neto acumulado

actualizado, tasa interna de retorno, y rentabilidad relativa actualizada. En el establecimiento del orden de prioridades no hay reglas muy válidas sobre como hacer las comparaciones en base a los cuatro criterios simultáneamente (10).

5.—**Ingeniería de Sistemas.** Bajo su enfoque, un modelo de sistema productivo originado por una investigación es evaluable (normalmente ex-post, o ex-ante simulativamente) en función de una prueba del modelo basada en los criterios de mérito preestablecidos*. La técnica es embrionaria y aunque de un sentido común aplastante es muy discutible su aplicación al nivel de efectividad actualmente exigido (26).

III.—METODOLOGIA ESPECIFICA: ENFOQUES EVALUATIVOS DE LA INVESTIGACION AGRICOLA

Como ya se indicaba en II., los enfoques evaluativos de la investigación agrícola no son más que simples adaptaciones de la metodología general antes descrita. Se ha preferido incluir aquí una reseña descriptiva de tres casos prácticos selectos que, aparte del valor metodológico, tendrán un aporte de ejemplarización.

III.1 Zvi Griliches: El maíz híbrido en U.S.A.

El trabajo (14) que a continuación se reseña es fruto de un estudio más amplio: **Maíz híbrido.** “Una exploración de la economía del cambio tecnológico” (Econometría, octubre 1957), del que se han mantenido las características más esenciales.

1.—**Objetivo.** El fenómeno del maíz híbrido que surgió en U.S.A. desde 1910 hasta 1955 era una incógnita en cuanto al tipo de rendimiento social conseguido a tales inversiones. Griliches calcula su rendimiento, aceptando que su “estimación” estará sujeta a un amplio margen de error, pero indicando que la misma proporcionará un orden de magnitud del “verdadero” rendimiento, que considera acotado inferiormente por su cálculo (*) (siempre que tenía que elegir entre supuestos alternativos elegía el que llevaba a la estimación más baja).

2.—**Método.** Comprende los siguientes pasos:

- a. Estimación de los gastos públicos y privados de la investigación. Se realizó mediante una encuesta postal y otros

* Siempre, teniendo en cuenta al “usuario” del sistema real.

datos, haciendo en algunos casos extrapolaciones espaciales (otras estaciones experimentales o compañías similares) y temporales (otros años anteriores o posteriores) para complementar cifras. Se aceptaron cifras (principalmente relativas al período 1910-25) con un valor poco mayor que el de meras conjeturas, y se deflactaron los datos históricos usando el índice de precios al consumidor. Se estiman también los costes adicionales dedicados a la producción de semilla híbrida, en relación a los recursos destinados a la de polinización abierta y a sus precios respectivos.

- b. Valoración social del maíz híbrido. Con relación al maíz normal se tomó como incremento de rendimiento el más bajo (15%), y su valor se midió por la pérdida económica que habría resultado de no existir el maíz híbrido ("excedente del consumidor"). La cuantía de esa pérdida depende pues de los supuestos sobre las elasticidades pertinentes de demanda y oferta, aunque su efecto sea de segundo orden. La elasticidad de la demanda es conocida en (USA-0.5), la de la oferta era desconocida y se prefirió tomarla como infinitamente elástica (la diferencia con elasticidad nula influía sólo en un 7% más) para esforzarse en estimar un límite inferior. Se usaron cifras promedios anuales en precios de equilibrio del maíz, rendimientos y superficies relativos a híbridos; para los rendimientos futuros tales cifras fueron corregidas según tendencias esperadas.
- c. Cálculo de la tasa de rendimiento. Se actualizaron los flujos de costes y rendimientos a 1955, a un tipo de interés externo razonable. Los costes se suponen capital total (los posteriores a 1955 no incrementan rendimientos), y los rendimientos se proyectan al futuro para obtener un flujo perpetuo de rendimientos sociales netos. Los resultados fueron: 743% ($i=0.05$) - 689% ($i=0.10$). La tasa interna de retorno fue de 35-40%. Diferentes supuestos influyeron relativamente poco en las cifras finales de estimación*.

* Las cifras fueron:

	$i=0.05$	$i=0.10$
1. Rendimientos netos pasados acumulados a 1955	4405	6542
2. Rendimientos pasados como flujo actualizado anual	220	654
3. Rendimientos anuales brutos futuros	341	341
4. Coste anual adicional (produc. e inves.)	93	93

5. Rendimientos netos anuales per- petuos	468	902
6. Gastos pasados de investigación acumulados	63	131
7. Tasa de rendimiento: $(2 + 3-4)/6$ x 100	743	689

3.—**Contrastaciones y limitaciones.** El mismo método aplicado al sorgo híbrido arrojó unas cifras (395-360%) muy similares en cuanto a lógica intrínseca del producto. T. W. Schultz en un trabajo semejante pero realizado de forma global para toda la investigación agrícola en conjunto de USA da estimaciones de límites superiores e inferiores comparables a las estimaciones de rendimiento hechas por Ewell para la economía como un todo (100-200%), y sustancialmente inferiores a las del maíz. Tales cifras estarían de acuerdo con las del maíz híbrido si la probabilidad de éxito en esta investigación hubiera sido de 0.05 a 0.10.

La estimación es una cota inferior, la inversión se “exageró” y los rendimientos se “infravaloraron”. El rendimiento se refiere a una “investigación aplicada” más bien que básica, esta última se desarrolló entre 1905-20 con muy poco dinero (si su rendimiento se pudiera calcular sería mucho más alto). En general, los refinamientos en la valoración de la ganancia social (II.1.2) aparecidos posteriormente (16,7) no compensan probablemente en este caso la confusión que pueden crear, aportando como sustancial resultado el ya considerado de subvaloración.

III.2 L. C. Lourido: El añublo bacterial de la yuca en Colombia

El trabajo analizado aquí (17) es mucho más moderno (1974) que el anterior y, como tesis que es, presenta también un nivel de detalle mucho más exhaustivo que está fuera de nuestro fundamental interés en este estudio.

1.—**Objetivo.** La bacteriosis de la yuca en Colombia se reconoce como uno de los principales factores limitantes de la producción. Su solución puede tener dos alternativas: Variedades resistentes y erradicación por producción y uso de semilla sana; ambas soluciones son complementarias en la práctica y constituyen investigación agrícola (en sentido amplio).

2.—**Método.** Comprende los siguientes pasos:

a. Estimación del impacto sobre producción. Comprende tres actividades: (1) Clasificación de las variedades usadas en el país según su resistencia a la enfermedad (suscep-

tible, tolerante, resistente, inmune), (2) áreas implicadas y (3) impacto respectivo en el rendimiento. Las cifras fueron obtenidas por una encuesta muestral realizada por el CIAT, usándose extrapolaciones y otros datos. El valor final hallado, 110,018 tm, representa un 6.64% de la producción total. Las cifras futuras se corrigen por tendencias, los precios corrientes se usan deflactados, y se supone una elasticidad de oferta nula (debido a la estructura del sector campesino que la cultiva) siendo la elasticidad de la demanda 0.2.

- b. Beneficios esperados del programa de fitomejoramiento. Cada resultado posible de la investigación se considera con su probabilidad de éxito (=1, en los ya disponibles) dependiendo del período de investigación y recursos asignados; de esta forma, la matriz final es el resultado de estimaciones de científicos trabajando en el área. Posteriormente es preciso estimar tasas de adopción de las nuevas tecnologías (tres niveles funcionales hipotéticos sobre el tiempo de 1-10 años) y nivel de control obtenido. El beneficio final se obtiene en base a estas variables y a las indicadas en el punto a. anterior para cada posible alternativa.
- c. Costos de la investigación y complementarios. Los directos provienen de los programas nacionales relativos a esta investigación (CIAT), los complementarios provienen de las actividades consideradas como de apoyo (extensión, etc.)
- d. Relación beneficio-costó. Es un índice relativo obtenido por simple cociente (b/c), el valor calculado varió entre 3.81 y 6.37 (según la alternativa hipotética, por tasa de adopción, principalmente) para el caso de semilla sana; y entre 0.067 y 18.54 para el caso de mejoramiento de variedades (si la probabilidad de éxito en la investigación de variedades inmunes es igual a 1). Como refinamiento final, y ante la imposibilidad práctica de determinar exactamente la probabilidad de éxito esperada, para el caso de uso de variedades inmunes, se calculó la probabilidad de éxito necesaria que equipararía beneficios y costos esperados de la investigación; tal probabilidad fue de 0.409-0.1111, hartó favorable según puede apreciarse (un muy bajo riesgo de deseconomía e ineficacia).

3.—Limitaciones. El trabajo puede calificarse de excelente en cuanto a su metodología, aunque también puede considerarse como una "versión preliminar" (según lo manifiesta el mismo autor) y estar sujeto a revisión sólo contando con información más completa, deficiencia lógica que se obvia

con la exploración de las distintas alternativas y diversas hipótesis consideradas en el mismo. Al igual que el anterior no considera beneficios (ni costos) externos al país, suponiendo que la transferencia de tecnología (aun a precios altos) aumentaría las relaciones halladas para el rendimiento.

III.3 N. Ardito-Barletta: El mejoramiento agrícola global en México

Los dos trabajos antes reseñados tienen enfoques bastante distintos y en buena parte complementarios metodológicamente. Sin embargo, en ambos se aprecia un exceso de concreción que puede resultar hasta cierto punto molesto, en la consideración de lo poco aislados (tanto en costos como en beneficios) que se encuentran en la realidad los programas investigativos agrícolas. El presente (4) es el reverso de la medalla.

1.—Objetivos.

- a. Analizar la función económica de un programa de investigación agrícola.
- b. Evaluar los resultados del caso concreto:
Gobierno Mexicano-Fundación Rockefeller.

Se considera a la agricultura globalmente, analizándose simultáneamente los principales cultivos: maíz, frijol, sorgo, soya, cebada y papa. Ello permite hacer comparaciones y establecer una guía para la asignación de los recursos de investigación, proyección ésta que queda fuera de los casos monográficos (III.1, III.2).

2.—Método. Tiene sólo dos partes básicas:

- a. Estimación de costos. En vez de considerarlos en forma global, Ardito-Barletta separa los costos en: (1) Costos directos para el mejoramiento del cultivo, (2) costos indirectos en otras labores como entomología, etc., y (3) costos complementarios de administración y servicios accesorios.
- b. Estimación de beneficios. Siguiendo a Borlaug (8), Ardito-Barletta considera que los beneficios de estas investigaciones son primordialmente de una profunda significación social, en el sentido de remarcar a la sociedad misma como receptora de ellos. Para su cálculo, estima el incremento productivo, el desplazamiento de oferta-demanda (sus elasticidades), los nuevos precios y, como consecuencia, el beneficio social compuesto de: (1) El beneficio a los consumidores, que es el ahorro que reciben al consu-

mir más a un precio menor y (2) el beneficio a los productores que es el ahorro de recursos al producir más a un coste menor.

3.—**Originalidad.** Aparte de la concepción ya expuesta, quizás el mayor aporte instrumental del trabajo sea el uso de potentes herramientas estadísticas en el cálculo del cambio porcentual de producción debido a la introducción de las nuevas tecnologías investigadas. Para ello, analiza cada uno de los componentes del paquete tecnológico y su influencia en el cambio en rendimiento: Planta, riego, insumos, labores, clima, etc. Para el cálculo del aporte relativo del elemento que se estudie es necesario aislarlo del aporte de los demás coadyuvantes sobre la productividad, mediante análisis de regresión-correlación (análisis factorial). Los datos originales fueron recogidos tanto de encuestas como de censos.

Para hallar la tasa interna de retorno hace un análisis de sensibilidad entre los diferentes factores productivos, resultándole valores que oscilan entre 52-84%. Concluye que tales investigaciones han tenido buenos resultados para la economía mexicana.

IV.—RESUMEN Y CONSIDERACIONES FINALES

El presente trabajo intenta delinear, con intención completa, el problema de la evaluación aplicable a la investigación agrícola. Después de presentar escuetamente las más relevantes implicaciones del tema, se desarrolla una concepción filosófico-pragmática sobre la ciencia y la investigación en general, que sirve de marco ideológico al trabajo. En la segunda parte se describen brevemente los enfoques y métodos aplicables a la evaluación de la investigación en forma genérica, para pasar, en la tercera parte, a analizar su aplicación expresa a la investigación agrícola a través de la reseña ejemplarizada de tres estudios concretos selectos.

Sería pretención querer terminar con una discusión extensa de lo desarrollado. En forma parcial, se han ido haciendo simultáneamente descripción y discusión todo a lo largo del trabajo. A continuación se indicarán algunas importantes conclusiones que terminarán de matizar aspectos controversiales:

1.—Ha habido numerosas deliberaciones en el sentido de que los análisis evaluativos de la investigación agrícola pueden abordarse de manera que satisfagan los prejuicios previos de personas que se sospecha pretenden influir en las decisiones. De las páginas anteriores podría concluirse que una metodología correcta no permitirá que tal hecho suceda, de tal forma que el científico puede tener la seguridad de que

los “expertos de la eficiencia” (no formados científicamente) dispondrán de guías correctas para la toma de decisiones.

2.—El instrumento debe estar acorde con el objetivo. Si se deseara, la evaluación de los proyectos en sí constituiría una tarea de investigación que podría llevar más tiempo que la investigación misma. Se requieren métodos detallados en decisiones de alta categoría, y en las decisiones rápidas pueden usarse enfoques muy expeditivos.

3.—El que varias de las empresas más afortunadas del pasado en investigación agrícola (como algunas reseñadas en III.) hayan tenido un rendimiento social muy alto no nos debe llevar a pensar: “La investigación es una buena cosa, y debemos gastar cualquier cantidad de dinero en cualquier cosa que se llame investigación agrícola”. La moraleja es que, aunque algo difícil, es posible tomar decisiones plenamente sensatas y bien fundamentadas para asignar los recursos debidamente.

4.—Queda todavía un largo camino por recorrer hasta que el desarrollo de estas metodologías y la disposición al respecto del sector investigación estén a la altura que se les podría pedir. El perfeccionamiento de la situación actual dependerá mucho de la aplicación que administradores intrépidos hagan de estos métodos, primero en estudios específicos y progresivamente en perspectivas más generalizadas.

5.—No existe la menor duda de que tanto la planificación como la evaluación de los programas y proyectos de investigación son inevitables y esenciales. Son inevitables por la creciente carestía (y competencia) en la asignación de recursos a aquellos casos en que puedan alcanzar los máximos rendimientos sociales. Son esenciales en el sentido de que los máximos beneficios sólo se alcanzan por la mayor eficiencia en la asignación de fondos dentro de la investigación agrícola, ante un gran número de alternativas posibles. Esto debe eliminar tanta suspicacia infundada de los científicos investigadores agrícolas.

6.—A pesar de ello, muchos investigadores seguirán considerando desesperante (y casi imposible) el encuadre de la investigación como una actividad productiva en sentido socioeconómico. Con el tiempo hay que esperar que dicho encuadre sea ineludible, pero ello no impedirá considerar que el aumento del beneficio social por la actividad investigadora dependa siempre en la mayor proporción de la lucidez y creatividad propias del investigador agrícola.

“La ciencia vive de sucesivas soluciones dadas a porqués cada vez más sutiles, cada vez más próximos a la esencia de los fenómenos”. — Pasteur.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1.—ALAUDIA BORDA, S.: Análisis e impactos económicos de la investigación agrícola en Bolivia. Seminario Regional Sobre Aspectos Socioeconómicos de la Investigación Agrícola. Maracay, IICA, 1973. D.1.2.7 (24).
- 2.—ANDARAWEWA, A. B.: Evaluación de los programas de investigación pública en la agricultura. *Canadian Journal of Agricultural Economics*. Nov. 1969. In (19).
- 3.—ANDREW, C. O. e HILDEBRAND, P. E.: Planificación y ejecución de la investigación aplicada. San Salvador, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Economía Agrícola y Planificación, Departamento de Administración Agrícola, 1972. 81 p.
- 4.—ARDITTO-BARLETTA, N.: Costs and social returns of agricultural research in Mexico. Tesis Ph. D. University of Chicago, Ann Arbor, Michigan, 1970.
- 5.—ARNON, I.: Organización y administración de la investigación agrícola. IICA, RTAC, México, D. F., 1972. 341 p.
- 6.—BALDWIN, G. B.: ¿Qué significa realmente “flujo de fondos actualizado”? *Finanzas y Desarrollo* 6(3): 36-42. 1969.
- 7.—Guía práctica del método Little-Mirrlees. *Finanzas y Desarrollo* 9(1): 18-25. 1972.
- 8.—BORLAUG, N. E.: Mejoramiento del trigo: Su impacto en el abastecimiento mundial de alimentos. CIMMYT. México, D. F., 1969. 40 p.
- 9.—CASTRO, J. P. R.: De an economic model for establishing priorities for agricultural research and a test for the brazilian economy. Tesis Ph.D. Purdue University. 1974. 252 p. Compendiado en *Dissertation Abstracts International (A)* 35(6): 74-26,766.

- 10.—CORDONNIER, P., CHARLES, R., y MARSAL, P. Economía de la empresa agraria. Madrid, Mundi-Prensa, 1973. 506 p.
- 11.—DOW, K. Determinación de prioridades en la investigación agropecuaria. Quito, INIAP, Departamento de Economía Agrícola. 1973. 10 p.
- 12.—FEDRIW, J. y HJORT, H. W. Evaluación de la investigación por medio del enfoque de la planificación del presupuesto por programas. *Journal of Farm Economics*, Dic. 1967.
- 13.—FISHEL, W. L. Un método basado en la "separación de incrementos" para medir los costes y beneficios de la investigación. *Resource Allocation in Agricultural Research*. Minneapolis. University of Minnesota Press, 1971.
- 14.—GRILICHES, Z. Research costs and social returns: Hybrid corn and related innovations. *Journal Pol. Econ.* 66: 414-431. 1958.
- 15.—KOURGANOFF, V. La investigación científica. Buenos Aires, Universitaria, 1960. 64 p.
- 16.—LITTLE & MIRRELESS: Social cost-benefit analysis. París, OCDE, 1969. 280 p.
- 17.—LOURIDO, L. C. Una metodología para estimar los beneficios y los costes esperados en un programa de investigación agrícola aplicada: El añublo bacterial en la yuca. Tesis Economista, Universidad de los Andes. Bogotá, 1974. 99 p.
- 18.—MARTIN, J. M. La evaluación económica de los progresos técnicos y su utilización para la elección de un programa de investigación científica. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas de La Plata*. 1966. 36 p.
- 19.—NETTO, R. P. L. Elección entre varias propuestas: La toma de decisiones de inversión. *Finanzas y Desarrollo* 8(2): 50-53. 1973.
- 20.—NIETO-OSTOLAZA, M. C. Economía de la investigación agraria. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Madrid, Ministerio de Agricultura, 1973. 358 p.
- 21.—PAULSEN, A. y KALDOR, D. R. Evaluación y planificación de la investigación en una estación experimental. *American Journal of Agricultural Economics*, Dec. 1968. También: *Journal Paper N° J-6050* de la Iowa Agriculture and Home Economics Experiment Station. Iowa State University. Ames.

- 22.—PINSTRUP-ANDERSEN, P. Asignación de recursos en investigación agropecuaria aplicada en América Latina: Enfoque preliminar. Seminario Regional Sobre Aspectos Socioeconómicos de la Investigación Agrícola. IICA, Maracay. 1973. C-3 (24).
- 23.—PRICE GITTINGER, J. Análisis económico de proyectos agrícolas. Banco Mundial, Instituto de Desarrollo Económico, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento. Madrid, Editorial Tecnos, 1974.
- 24.—SCHAEFER, J. C. A programming model for determination of agricultural investment policy, including investment in technological growths. Tesis Ph. D. Stanford University 1974. 179 p. Dissertation Abstracts International (A) 35(6): 74-27, 105.
- 25.—SEMINARIO REGIONAL SOBRE ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS DE LA INVESTIGACION AGRICOLA. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Dirección Regional para la Zona Andina. Ministerio de Agricultura y Cría, Dirección de Investigación. 10-13 Abril 1973. Maracay, Venezuela.
- 26.—TINBERGEN, J. Planificación del desarrollo. New York. Mc Graw-Hill, 1967. 254 p.
- 27.—WYMORE, A. W. Systems engineering methodology for interdisciplinary teams. New York, John Wiley, 1975.