INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA
INIPA

SEMINARIO SOBRE LA PLANIFICACION DE LA INVESTIGACION AGROPECUARIA, LIMA
29 de marzo al 2 de abril, 1982

EVALUACION ECONOMICA DEL PROCESO INVESTIGACION - EXTENSION - ADOPCION

Teodoro Tonina M.

Lima, Perú

I N I P A I I C A

SEMINARIO SOBRE LA PLANIFICACION DE LA INVESTIGACION AGROPECUARIA
Lima, 29 marzo al 2 abril, 1982

EVALUACION ECONOMICA DEL PROCESO INVESTIGACION - EXTENSION - ADOPCION

Por: Teodoro Tonina Morini (*)

(*) Doctor en Ciencias Agrarias, Especialista en Planificación de la Producción Agrícola, Oficina del IICA en Perú.

I N D I C E

EVALUACION ECONOMICA DEL PROCESO INVESTIGACION-EXTENSION-ADOPCION

1. OBJETIVO Y SUPUESTO BASICO

Las exposiciones agronómicas precedentes han puesto de manifiesto un concepto fundamental: que la agricultura es una combinación de múltiples alternativas.

La tecnología propone y el productor dispone o decide en función de criterios económicos tendientes a maximizar la rentabilidad (1). Si las decisiones sobre qué investigar y qué difundir no se han tomado con criterios económicos, tampoco se puede esperar que se adopten con criterios económicos por parte del productor.

Los indicadores que permiten tomar decisiones son los precios.

Cuando el mercado es libre, las transacciones entre ofertantes y demandantes originan un precio de mercado, que representa los deseos y posibilidades tanto de consumidores como de productores. El libre juego de la oferta y la demanda en el mercado puede ser afectado por diversos agentes, por ejemplo, el Estado, al fijar precios, los monopolios, los monopsonios, etc. (2).

El supuesto básico en esta exposición es que se trabaja en condiciones de mercado perfecto, con comercialización adecuada y sin inflación monetaria.

El objeto es exponer criterios y metodologías de evaluación económica aplicados al proceso investigación- extensión - adopción. La evaluación económica no puede corregir proyectos técnicamente mal formulados, por el contrario, una evaluación honesta y correcta hace resaltar deficiencias en la concepción de los proyectos, sea de investigación, extensión, etc.

2. PRINCIPIOS GENERALES

En Seminarios Internacionales organizados por el IICA (3) se reconoce que la metodología utilizada en la evaluación de inversiones en investigación agropecuaria es, generalmente, la utilizada en la evaluación de proyectos de inversión, considerando costos y beneficios.

Los proyectos, especialmente los agropecuarios, se caracterizan por su relación con el tiempo, de manera que tienen un periodo de inversiones o costos que precede al de producción y tiene una duración o vida útil limitada, tal como representa la Figura N° 1.

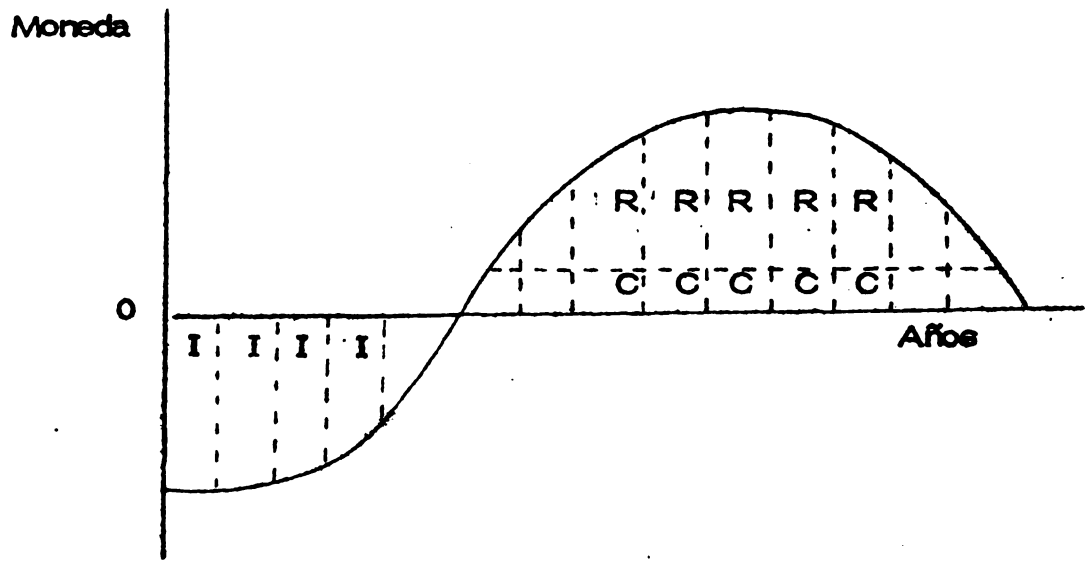

Figura N° 1. Perfil de flujos de un proyecto en términos contínuos.

Durante los primeros años se producen sólo inversiones (I_0, I_1, I_2, etc), luego se inician los retornos (R_0, R_1, R_2, etc.), a los que se debe restar el costo de operación anual (C_6, C_7, etc.) para obtener el Beneficio Neto, tal como indica la fórmula general (4).

$$BN_t = -I_t + R_t - C_t$$

Para calcular el Beneficio Neto Actualizado al año cero, se recurre a la actualización en función del interés pertinente (a)

$$BNA_0 = BN_0 + \frac{BN_1}{1+a} + \frac{BN_2}{(1+a)^2} + \ldots\ldots \frac{BN_T}{(1+a)^T}$$

que se reduce a la fórmula:

$$BNA_0 = \sum_{t=0}^{T} \frac{BN_t}{(1+a)^t}$$

El criterio de decisión indica que cuando BNA es mayor que cero, el proyecto es factible, si igual a cero indiferente y si menor que cero no factible.

Este es uno de los criterios para evaluación económica de proyectos, denominado Beneficio Neto Actualizado (BNA) ó Valor Actual Neto (VAN). Su cálculo es aritmético y se expresa en una cantidad de moneda, no permitiendo discriminar entre una inversión de 100 mil y otra de 100 millones, razón por la cual se formularon otros indicadores.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) ó Rentabilidad Media es aquella tasa de actualización que hace igual a cero el Beneficio Neto Actualizado.

$$\sum_{t=0}^{T} \frac{BN_t}{(1+r)^t} = 0$$

La tasa interna de retorno se compara con la mejor tasa alternativa equivalente, considerándose factible al proyecto que lo supera y se expresa en %.

Otro indicador es la Relación o Razón Beneficio/Costo, que es el cociente entre dichos valores debidamente actualizados y existen dos expresiones:

$$\text{Retorno Bruto} = \frac{\bar{R}}{\bar{I} + \bar{C}}$$

$$\text{Retorno Neto} = \frac{\bar{R} - \bar{C}}{\bar{I}}$$

La barra sobre la letra indica actualización. El último indicador usual es el Tiempo de Recupero de la Inversión, que se utiliza en contados casos y permite elegir el proyecto que permita recuperar más rápidamente la inversión.

Finalmente, debe señalarse que la evaluación de proyectos compara la situación "sin" el cambio frente al estado "con" el proyecto.

El principio fundamental (5) para la correcta evaluación de un proyecto de inversión (investigación-extensión-adopción) es que todo proyecto es rentable si al final de su vida útil el valor capitalizado del flujo de ingresos netos (fondos) es mayor que cero, cuando esos flujos se capitalizan al tipo de interés pertinente para el inversionista.

A los efectos del cálculo se utiliza un cuadro integrado de Fuentes y Usos de los Fondos, (Ver Cuadro N° 1).

La utilización de estos "indicadores" o evaluadores económicos depende los fines de quien los utilice. Si es un caso de escasez de capital para inversiones, el primero a utilizar sería el Beneficio Neto Actualizado, de manera tal que se eligiera el proyecto en concordancia con el capital disponible. Si se busca lograr el mayor beneficio económico, se ordenarán los proyectos por Tasa Interna de Retorno decreciente. Si lo que interesa es aumentar el volúmen del capital total, se recurre a la Relación Beneficio/Costo. Finalmente, si es urgente volver a contar con el capital inicial, se utiliza el tiempo de recuperación.

Cuadro N°1 Cuadro Integrado de Fuentes y Usos de los Fondos

I T E M	Períodos		
	Mes	Trim.	Año
I. FUENTES			
1. Capital propio			
2. Préstamos a corto plazo			
a. Bancos			
b. Otros			
3. Préstamos a mediano y largo plazo			
4. Ventas			
5. Saldo del año anterior			
6. TOTAL FUENTES:			
II. USOS:			
7. Inversiones fijas			
8. Activo en cuenta corriente			
a. Aumento de inventario			
b. Aumento de cuentas a cobrar			
9. Impuestos			
10. Gastos Generales			
11. Gastos de Conserv. y Reparación			
12. Gastos especiales por Cultivo			
a. Trigo			
b. Maíz			
c. Etc.			
13. Créditos a pagar durante el período			
14. TOTAL USOS:			
15. Fuentes menos Usos = Saldo Bruto			
16. Depreciaciones			
17. Reservas			
18. SALDO NETO (S. Bruto - (16 + 17)			
. Ingreso Neto			

El uso de los cuatro indicadores permite tomar decisiones fundamentadas en distintos criterios.

Cuando la evaluación de un proyecto investigación-extensión-adopción comprende otras variables que no son exclusivamente económicas, es necesario recordar la experiencia del Proyecto de Desarrollo Rural en Caqueza, Colombia (5), al tratar sobre evaluación.

Para establecer los objetivos y metas de un proyecto se requiere información preliminar, sin la cual es casi imposible definir metas. Los evaluadores deben participar desde este comienzo, para definir metas cuantitativas y cualitativas evaluables. Por ejemplo: tasas de adopción, aumentos de productividad, disminución de riesgos de producción y comercialización, etc.

3. EVALUACION EX-POST

A comienzos de la década del 50 se despiertan inquietudes por evaluar económicamente la investigación agropecuaria, con trabajos iniciados en los EE.UU. de Norteamérica, por Theodore Schulz, y continuados por Zvi Griliches. Se van perfeccionando metodologías y criterios, llegando Jack Anderson y John Dillon a considerar que los objetivos de la investigación son la eficiencia económica y el bienestar social, de manera tal que sus beneficios son difíciles de medir debido a las externalidades derivadas de un logro en investigación.

En un seminario internacional (7) se reconoce la certidumbre de los beneficios resultantes de la investigación agrícola aplicada. En cambio, se admite la dificultad de encontrar una metodología de evaluación económica que permita identificar los beneficios, especialmente cuando éstos son intangibles.

Reconociendo que la investigación no es un fin, sino un medio para aumentar la producción agrícola y la productividad de los factores, las metodologías utilizadas para su evaluación se basan en la adopción final de la tecnología por parte de los productores. A tal efecto se utiliza, principalmente, la metodología de evaluación de proyectos.

La evaluación ex-post requiere una detallada recopilación de los costos de investigación y extensión efectuados por servicios oficiales o privados, tal como llevara a cabo Irarrázaval (8). Implica un absorbente trabajo de ordenamiento y depuración de datos, tal como hace el autor para un período que corre desde 1941 hasta 1977. La evaluación de ingresos se basa en la adopción de las nuevas variedades producidas, que se van incorporando sucesivamente al cultivo, así como en su efecto sobre los rendimientos logrados.

Se tienen así los datos básicos para el cálculo de rentabilidad media comparando directamente costos y beneficios, teniendo en cuenta las diferencias entre "sin" y "con" el proyecto.

La Figura N° 2 permite visualizar la situación estudiada para una demanda constante. Al dezplazarse la curva de oferta de 1 a 2 se origina un Beneficio Social Anual dado por el área ABC. Existen distintas opiniones sobre cómo debe medirse este triángulo. La superficie rayada entre Q_0 y Q_1, representa el beneficio de los productores.

Como consecuencia del estudio citado, se calcularon los indicadores de resultados, cuyos valores se han sintetizado y redondeado para exponerlos en el Cuadro N° 2 y proceden de otro trabajo del autor (9).

Esta metodología de evaluación ex-post arroja tasas internas de retorno estimadas mundialmente por Griliches para toda la agricultura entre 35 y 171%.

A pesar de su utilidad para defender inversiones en investigación agronómica, estos trabajos ex-post han sido criticados tanto por su metodología como por sus fundamentos empíricos (10).

Metodológicamente, por la dificultad en incluir todos los costos y, también todos los beneficios derivados de la utilización de nuevas tecnologías.

Empíricamente, porque la evaluación del pasado no es útil para tomar decisiones relativas a la asignación de recursos para investigaciones futuras.

Como consecuencia de esta última crítica, se originó la evaluación ex-ante.

4. EVALUACION EX-ANTE

El objetivo principal de la evaluación de la investigación es mejorar la predicción de costos y beneficios de futuras investigaciones (11).

Araji, Sim y Gardner, ya citados, resumen la metodología que utilizaron para una investigación sobre fruti-horticultura en el oeste de los EE. UU. Realizaron entrevistas personales a especialistas en investigación y extensión, conducentes a estimar los datos iniciales (sin) y finales (con) de los proyectos de investigación para cada insumo; la probabilidad de éxito de la investigación; la probabilidad y tasa de adopción de la investigación, sin y con servicio de extensión, así como recursos de investigación y extensión requeridos para implementar y mantener la nueva tecnología.

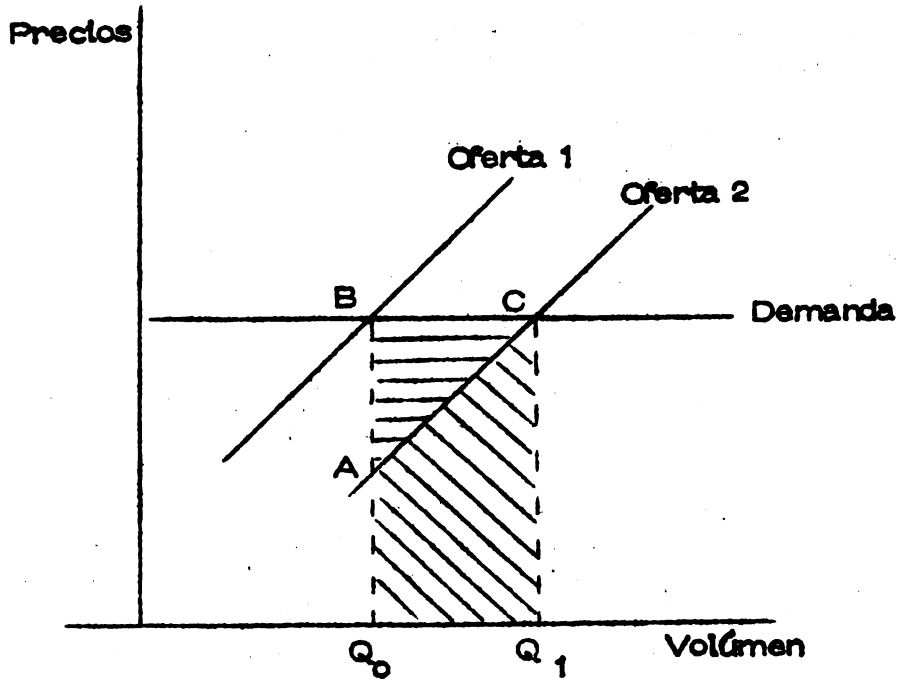

Figura N° 2. Situación "sin" y "con" el proyecto

Producto	T.I.R. %	Valor presente al 15% en miles de dólares			Razón B / C
		Costos (C)	Beneficio (B)	Neto (B-C)	
TRIGO 1949-1977	17	664	820	155	1,2
MAIZ 1940-1977	27	116	561	445	4,8

Cuadro N° 2. Resultados de la comparación de Costos y Beneficios

Finalmente, se estimaron los cambios esperados en rendimientos (cantidad), calidad y costos de producción derivados de su adopción. Todos estos datos ajustados a la duración del programa.

A los efectos del cálculo se estimó la correspondiente ecuación que incorpora las variables pertinentes.

Al finalizar el cálculo, se reconoce que el beneficio esperado es probabilístico por naturaleza, porque depende de la probabilidad de adopción, relacionada con el sistema de extensión.

Estas consideraciones llevan a Shumway, ya citado, a preguntarse si es necesario realmente el análisis ex-ante.

Reconoce que el concepto no es nuevo, pero que históricamente los mayores aciertos en investigación se debieron a la capacidad de los propios investigadores, coincidiendo con la opinión de Reca (12). Además, expone que los administradores de los fondos para investigación se dedican más a aumentar los recursos financieros disponibles y en seleccionar a los investigadores, que en revisar los proyectos individuales.

La justificación para proponer la evaluación ex-ante surge de una de estas dos percepciones:

(a) el sistema actual no funciona bien;

(b) aunque el sistema actual funcione bien, puede mejorarse significativamente con cambios.

En el primer caso, las evaluaciones ex-post conocidas muestran que el sistema funciona bien en todas partes del mundo.

El segundo argumento es teóricamente exacto, pero de poco valor práctico, dado que en las evaluaciones ex-ante, no se compara óptimo con subóptimo, puesto que el primero es indeterminado.

Atendiendo a la adopción de tecnología, se reconoce que es más fácil convencer a otra persona con datos objetivos que con supuestos subjetivos. El problema reside en que los únicos datos objetivos proceden de observaciones históricas. Esto sugiere la posibilidad de hacer investigaciones ex-post a nivel microregional y aplicar el criterio de persistencia hacia el futuro inmediato.

Schumway propone cuatro condiciones suficientes para establecer una relación entre los retornos de pasadas y futuras investigaciones, usando lo histórico con visión de futuro. Estas son:

(a) los proyectos propuestos compiten por los recursos disponibles;

(b) la tecnología a utilizar propuesta es comparable en calidad con las anteriores;

(c) la función de producción que se espera descubrir es de forma de S (función logística);

(d) cada proyecto representa un pequeño avance a lo largo de la función de producción conocida;

A tal efecto se pueden utilizar modelos de optimización que resaltan la importancia del objetivo, la expectativa de alcanzarlo, la probabilidad de éxito y los costos esperados.

En estas condiciones, las contribuciones debidas a la evaluación ex-ante son:

(a) introducen formalmente la subjetividad;

(b) proponen la recolección de información objetiva en función de supuestos subjetivos; y,

(c) procesa los datos subjetivos sistemáticamente para realimentar la decisión original mediante información relevante.

Una condición indispensable para asegurar la selección de buenos proyectos es la eficacia de una doble vía de comunicación entre investigadores, extensionistas y productores.

Si bien se pueden utilizar modelos matemáticos para elegir entre proyectos, Shumway propone considerar las siguientes preguntas como orientadoras:

¿Quién es su clientela?
¿Cuál es su audiencia prioritaria (por ejemplo: políticos, investigadores, productores, etc.)?
¿Para quién es importante el problema?
¿Para cuántos es importante el problema?
¿Cuánto beneficio recibirá la clientela si se resuelve el problema?
¿Tiene Ud. los instrumentos analíticos necesarios para conducir la investigación?
¿Cuál es la probabilidad de que sus esfuerzos de investigación aporten a la solución del problema?
¿Cuáles son los costos de investigación esperados?
¿Cuáles son los costos de implementación esperados?

La respuesta a esta serie de preguntas ayuda, fundamentalmente, a descubrir debilidades o inconsistencias en los estudios y mejora el sistema de comunicación como un medio para aumentar la probabilidad de adopción de tecnologías.

Finalmente, debe citarse que Dillon (13) recuerda que la elección entre proyectos alternativos involucra métodos de decisión con objetivos múltiples. Se toma en cuenta el monto total requerido, su recuperación a través del tiempo, los beneficiarios directos, el impacto regional, etc. recomendando utilizar la metodología correspondiente.

Es importante recordar que si la decisión para investigar fue tomada con criterios no económicos, luego no puede expresarse que sea adoptada en función de estos criterios.

5. METODOLOGIAS COMPLEMENTARIAS

En el seminario internacional realizado en Montevideo en 1976 (3), se puso énfasis en las metodologías de evaluación de la investigación agronómica, añadiendo criterios a los ya expuestos.

Algunos agregan al cálculo de eficiencia de los cuatro indicadores económicos, una ponderación de crecimiento basada en el ahorro y otra de equidad basada en la distribución del ingreso.

Sin embargo, se reconoce que los proyectos agropecuarios son esencialmente privados, debiendo comenzar por un análisis financiero para determinar la rentabilidad comercial de los mismos, ajustándolo a un análisis económico en función de los costos de oportunidad. En este último caso se requiere calcular los precios sombra o de cuenta para corregir imperfecciones del mercado.

También se pone énfasis en un problema muy bien expuesto por Heady (14) que es la actuación en condiciones de incertidumbre (no calculable) y de riesgo (estimable en términos de probabilidad). Algunos consejos son elevar las tasas de relación directa con estos fenómenos y efectuar cálculos a corto plazo, sin esperar a completar la vida útil.

Piñeiro (15) cuestiona que al evaluar los beneficios de la investigación en función de su adopción por el productor se incluyen otras dos etapas del proceso, la difusión y la adopción. En este último caso, la decisión de adopción depende de otras variables concurrentes y no solamente del beneficio económico de la tecnología propuesta.

En consecuencia, propone una metodología basada en el supuesto de que la tecnología fuera total y completamente adoptada por los productores correspondientes. A efectos del cálculo, propone utilizar la programación lineal.

Otra propuesta de especial interés para el Perú es utilizar el enfoque de sistemas.

Se recuerda que sistema es un conjunto de elementos interrelacionados e interdependientes, orientados hacia el logro de un objetivo y claramente deslindados de otros sistemas.

Este enfoque ha sido tratado en relación con la producción agropecuaria, pero aquí se lo utilizará referido a los sistemas administrativos. u organizacionales, reconociendo, como ejemplo, las siguientes jerarquías:

- Estado nacional
- Regiones y micro-regiones
- Departamentos
- Provincias
- Municipios o Municipalidades
- Predios Agrarios

El enfoque de sistemas, aplicado a proyectos de investigación - extensión - adopción, implica que al concretarse un proyecto en alguna región del país se producirán efectos correlativos en otros proyectos y en el total nacional.

Este enfoque es muy importante cuando se lo trata simultáneamente con la administración por objetivos y resultados, considerando el caso peruano. Se puede decir que Perú ha funcionado con dos sistemas globales. Uno cerrado y precolombino, con predominio del autoabastecimiento local y que se puede representar como el caso A de la Figura N° 3. El segundo, abierto y de intercambio, principalmente con la metrópoli española, en una primera etapa y con el mercado internacional, posteriormente. En esta situación se erigieron numerosas agroindustrias, especialmente en la región de la Costa, tal como se representa en el caso B.

Puede decirse que en el Caso A predominaba como objetivo el autoabastecimiento y en el segundo, la generación de divisas.

En los últimos tiempos, el Perú enfrenta una nueva situación derivada del crecimiento del mercado interno ubicado en Lima-Callao, Caso C.

Esta situación debería reflejarse en un cambio de actividades (crianzas y cultivos) en las zonas productoras más próximas a Lima-Callao. Por ejemplo: el Valle de Cañete debería tender a la producción hortícola para abastecimiento directo a la Gran Capital y el Valle de Huacho debería tender a incrementar su producción lechera para abastecer con leche fresca al mismo centro. Si estas tendencias se dieran, porque técnica y económicamente son factibles, la investigación zonal debería ir previendo esos cambios y preparándole información pertinente.

Simultáneamente, se produciría un desplazamiento de actividades que se realizan actualmente en esos valles hasta otros, donde continuarán siendo económicamente prioritarias.

El enfoque de sistemas a nivel predial implica que la incorporación de un nuevo cultivo o de una nueva técnica afecta a la explotación como una totalidad y hay que analizar los efectos en ese todo.

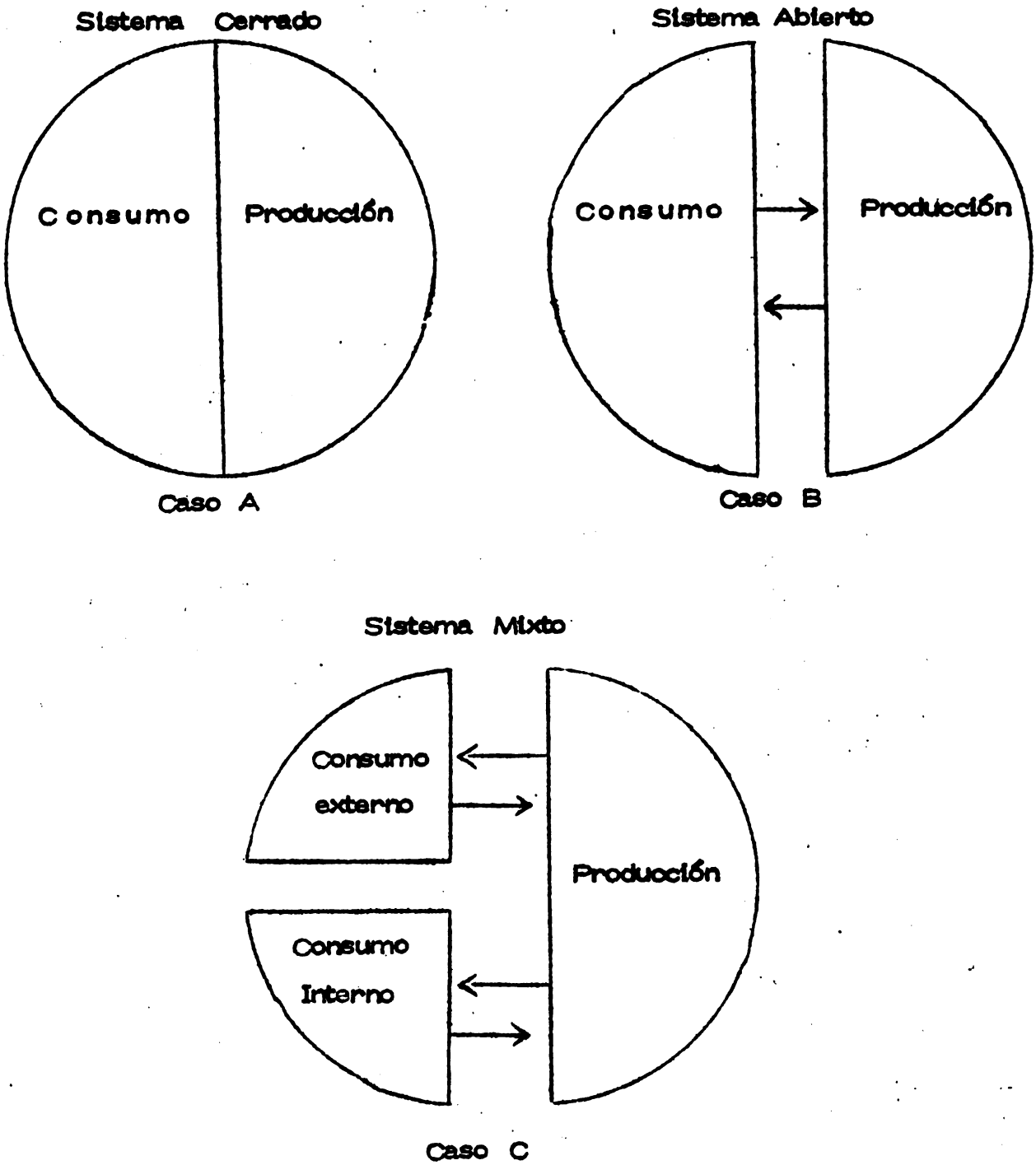

Figura N° 3. Sistemas globales del Perú

El uso de la administración por objetivos y resultados ofrecería una ventaja adicional al permitir utilizar indicadores técnicos de gran importancia nacional.

Si el objetivo principal es aumentar la producción agropecuaria total y se consideran tres objetivos concurrentes, la producción por unidad de superficie productiva, la producción por persona económicamente activa y la producción por capital utilizado (por ejemplo la tasa interna de retorno), se tendrá un conjunto de indicadores que muestren si se ha elevado la productividad de la tierra, de la mano de obra y del capital.

Estos indicadores permitirán orientar los procesos de investigación-extensión y adopción en función de los resultados que se quieran obtener y que serán respectivamente, de alimentación (o generación de divisas), de empleo y de rentabilidad, tal como se representa en la Figura N° 4. La tecnología es la que aporta soluciones para alcanzar esos objetivos.

Objetivo Principal

PRODUCCION

Objetivos Concurrentes

Producción por superficie	Producción por persona	Producción por capital
Alimentación Exportación Agroindustria	Empleo Subempleo	Rentabilidad Beneficio

Figura N° 4. Administración por objetivos y resultados.

6. BENEFICIARIOS DE LAS TECNOLOGIAS

Durante el Seminario Internacional realizado en Chile (7) se consideró la pregunta sobre quién se beneficia con los resultados de la investigación.

Si se diera la situación presentada en la Figura N° 2, los productores son los beneficiarios directos del proyecto, ya que aumentan sus volúmenes producidos que los venden al precio de mercado, el que no es afectado por ese desplazamiento de la oferta.

Cuando la adopción de tecnología produce un desplazamiento de la curva de la oferta, tal como se refleja en la Figura N° 5, se benefician tanto los productores (BP_ como los consumidores (BC), según indican los rectángulos correspondientes. El triángulo representa el Beneficio Social Neto.

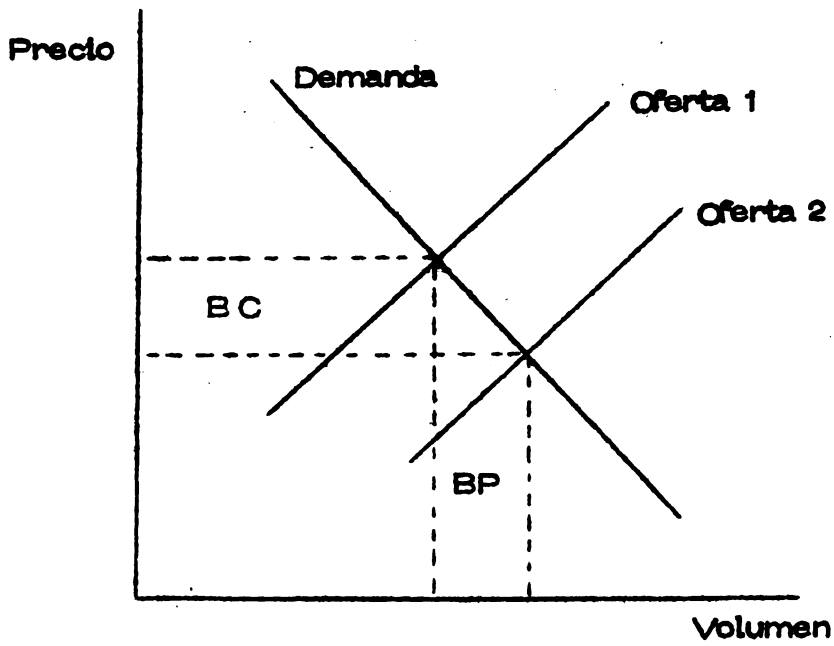

Figura N° 5. Beneficiarios de la tecnología

En la producción agropecuaria suele suceder que la demanda-precio es altamente inelástica, tal como se representa en la Figura N° 6, de manera que los mayores beneficiarios son los consumidores por una baja de precio en ese producto.

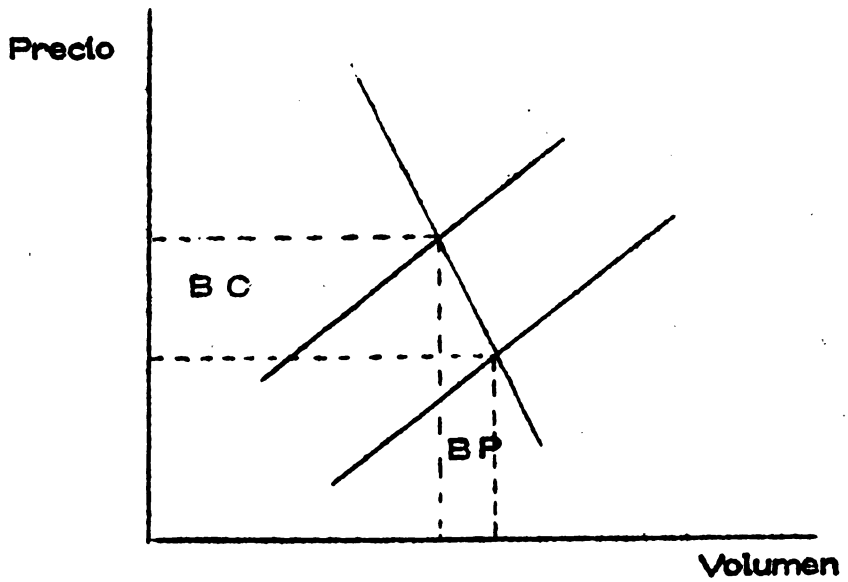

Figura N° 6. Beneficiarios en agricultura

Un problema que suele presentarse en nuestros países es un exceso de intermediación que no incorpora valor agregado al producto primario. Esta situación se refleja en la Figura N° 7, donde se analizaron precios del arroz durante cuatro años, mostrando que se aumentaba la brecha entre precios al productor y el consumidor, es decir, la intermediación se apropiaba de la diferencia.

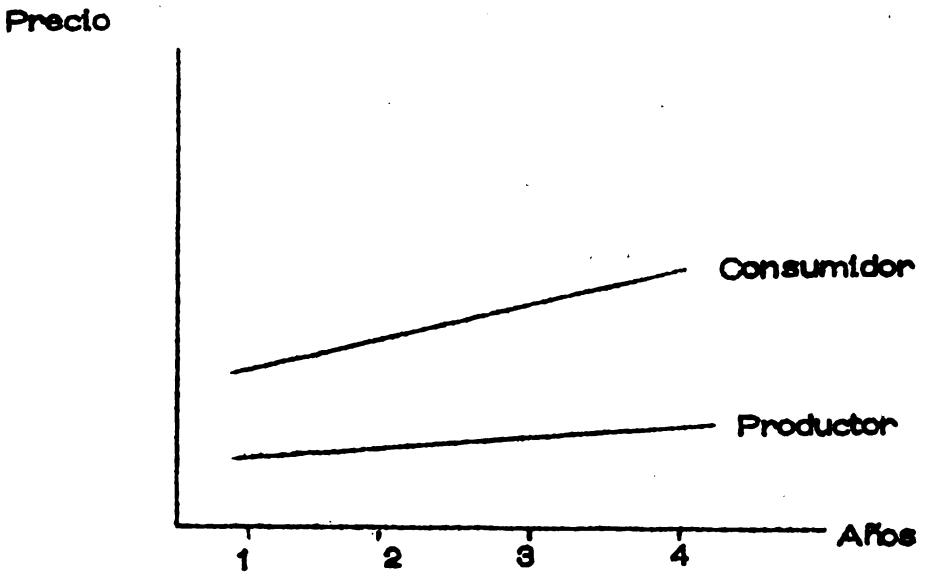

Figura N° 7. Tendencia de precios de arroz

7. ECONOMIA DE LA ADOPCION

Dado que la evaluación económica final del proceso Investigación - Extensión - Adopción depende del productor, es esencial considerar la toma de decisiones económicas a nivel predial.

De esta manera se intenta contribuir a aclarar el problema presentado por Norman (16) quien dice: "a causa de la complejidad del sistema de producción predial, a menudo no se adopta la tecnología considerada relevante, o cuando lo es, exhibe variaciones en grados y niveles de adopción."

En el mismo sentido es interesante considerar lo expuesto por Lu, Quance y Liu (17), quienes al formular un modelo para explicar el crecimiento de la productividad, reducen los múltiples factores que la influyen a los siguientes: "Nosotros tomamos como hipótesis que los cambios de productividad dependen de:

- el cambio tecnológico;
- la tasa de difusión de nuevas tecnologías;
- el tiempo climático;
- los precios relativos entre productos e insumos, y
- los programas agrícolas."

Al criticar los resultados del trabajo se reconoce que las proyecciones hacia el futuro han sido hechas en el contexto de una economía general en expansión.

En síntesis, la decisión de adopción la toma el productor dentro de un sistema predial complejo, influído por factores externos a él que actúan favorablemente en condiciones de expansión económica general.

Frente a estas circunstancias, conviene analizar los principales tipos de información que ofrece la tecnología agropecuaria. En principio (1) se consideran cuatro aportes tecnológicos:

(a) Biológicos, como variedades y razas mejoradas, variedades resistentes a ciertas enfermedades, etc.;

(b) Mecánicos, todo lo que implique mayor eficiencia en tracción y maquinarias;

(c) Químicos, aquellos relacionados con fertilizantes, abonos, plaguicidas, etc.; y

(d) Humanos, referidos a organización, capacitación, administración, etc.

Esta clasificación lleva implícita dos supuestos cuya existencia debe verificarse en cada circunstancia:

(e) La oportunidad en que se realizan las tareas es la recomendada técnicamente;

(f) La calidad con que son efectuados los trabajos es la más eficiente;

De acuerdo con estas condiciones, una clasificación económica de las tecnologías es la siguiente:

(a) Disminuyen costos y mantienen ingresos;

(b) Disminuyen costos y aumentan ingresos;

(c) Mantienen costos y aumentan ingresos;

(d) Aumentan costos y aumentan más que proporcionalmente los ingresos.

Estas situaciones se pueden dar tanto para cambios tecnológicos parciales, como para el total del predio. En el primer caso, y aún en el segundo, aunque con una elaboración mucho mayor, se puede utilizar el método más simple de cálculo, es decir, el presupuesto parcial.

Al introducirse una tecnología se pueden producir cuatro efectos financieros que se registran en una tabla básica como la representada en el Cuadro N° 3.

PRESUPUESTO PARCIAL		
Cambios Previstos	Parciales S/.	Sumas S/.
a) Aumento de Ingresos		
b) Disminución de Costos		
A. Suma de a + b		
c) Disminución de Ingresos		
d) Aumento de Costos		
B. Suma de c + d		
Resultado A - B		

Cuadro N° 3. Presupuesto parcial básico

Cuando la diferencia entre A y B es positiva, la técnica puede recomendarse y adoptarse, pues resulta financieramente viable.

EJEMPLOS:

Caso. Disminución de costos y mantenimiento de ingresos

El deshierbo en maíz puede ser manual o químico y, a igual eficiencia, no influye en los rendimientos. Con precios supuestos el cálculo sería así:

a. Aumento de Ingresos	S/.	0	
b. Disminución de Costos		500	
Manual S/. 6.000			
Químico 5.500			
A. Subtotal:			500
c. Disminución de Ingresos		0	
d. Aumento de Costos		0	
B. Subtotal:			0
Resultado A - B			S/. 500

Caso. Disminución de costos y aumento de ingresos

El productor de maíz se informa que apareció un producto químico más eficiente que los anteriores, para combatir al gusano de la mazorca y que se vende a un precio algo inferior a los otros para entrar en el mercado. El cálculo, con precios supuestos, sería así:

a. Aumento de Ingresos. 5% más de rendimiento, son 150 kg/ha a S/.80 c/u	S/	12.000	
b. Disminución de Costos El producto y su aplicación significan un ahorro de		1.000	
A. Subtotal:			13.000
c. Disminución de Ingresos		0	
d. Aumento de Costos:		0	
B. Subtotal:			0
Resultado A - B:			S/. 13.000

Caso. Aumento de Costos y Aumento más que proporcional de Ingresos.

El productor decide mejorar su nivel tecnológico del cultivo del maíz, aplicando más fertilizantes y combatiendo mejor las plagas. Como consecuencia de ello espera aumentar sus rendimientos un 10%. El cálculo es el siguiente:

a. Aumento de Ingresos 10% más de rendimiento	S/. 24.000	
b. Disminución de Costos	0	
A. Subtotal:		S/. 24.000
c. Disminución de Ingresos	0	
d. Aumento de Costos	8.000	
B. Subtotal:		8.000
Resultado A - B:		S/. 16.000

Las alternativas entre Ingresos y entre Costos son mútuamente excluyentes. Sin embargo, si se considera un cultivo asociado, por ejemplo maíz/frijol, podría darse el siguiente caso, comparando con el cultivo de maíz solo.

a. Aumento de Ingresos 3.000 kg/ha de maíz a S/. 80	S/. 240.000	
500 kg/ha de frijol a S/. 300	150.000	
b. Disminución de Costos 30% menos de semilla maíz	10.000	
A. Subtotal:		S/. 400.000
c. Disminución de Ingresos 30% menos de maíz	72.000	
d. Aumento de Costos Semilla de frijol	2.000	
B. Subtotal:		74.000
Resultado A - B:		S/. 336.000

La alternativa asociada rinde 360 soles frente al cultivo de maíz solo, que implica sólo S/ 240.

Durante el Taller de Trabajo sobre Desarrollo Agroeconómico del Alto Huallaga (18), los participantes realizaron individualmente 15 buenos ejemplos de aplicación de esta metodología.

Otra manera de enfocar los puntos de vista del productor es considerar que busca:

(a) Aumentar los beneficios relacionados con insumos alternativos. Por ejemplo:

Hay métodos de riego alternativos: por corrimiento, por inundación, por surcos, por tazas, por aspersión, por goteo y otros. ¿Cuál de estos métodos es técnicamente factible y económicamente el más conveniente?

El productor puede utilizar el fertilizante que dispone en existencia en uno u otro cultivo. ¿En cuál le permitirá lograr mayor relación Beneficio/Costo?

El mismo razonamiento rige para insumos alternativos y los cálculos pueden hacerse con la metodología de presupuesto parcial ya expuesta.

(b) Aumentar los beneficios elevando el nivel de intensidad y productividad de cada cultivo.

Esta es la idea que fundamenta los denominados niveles tecnológicos.

La idea parte de la necesidad de ciertas operaciones mínimas necesarias para lograr, por ejemplo, una cosecha. Se requiere sembrar; en ciertas regiones regar; en todos los casos deshierbar y, finalmente, cosechar. Este es el mínimo nivel tecnológico.

El máximo nivel se lleva a cabo, generalmente, en Estaciones Experimentales, donde se realiza el cultivo en busca de un óptimo técnico, de los máximos rendimientos posibles para condiciones climáticas y edáficas conocidas.

El Cuadro N° 4 representa el tipo de relación que se establece entre insumos y productos conocida como función de producción.

Su cálculo económico, asignando precios a los datos técnicos, permiten llegar a los resultados expuestos por la Figura N° 8 (19).

En la realidad, el aumento de productividad y los paquetes tecnológicos originan incorporación de nuevas variables y cambios en la tasa o calidad de variables.

Cuadro N° 4. Relación Producto/Insumo

Factor variable Unidades de Fertilizante (a)	Cantidad adicional de factor en kg. (b)	Producto total (P T) Maíz kg. (c)	Producto adicional ($c_2 - c_1$) (d)	Producto promedio (PP) (e = c/a)	Producto marginal (PM) (f = d /b)
0	0	0	400	0	0
4	4	400	850	100	210
8	4	1.250	1.450	150	360
12	4	2.700	1.300	220	320
16	4	4.000	750	250	180
20	4	4.750	550	230	137
24	4	5.300	300	210	75
28	4	5.500	(-200)	200	(-5)
32	4	5.300	(-300)	160	(-20)
36	4	4.800		128	

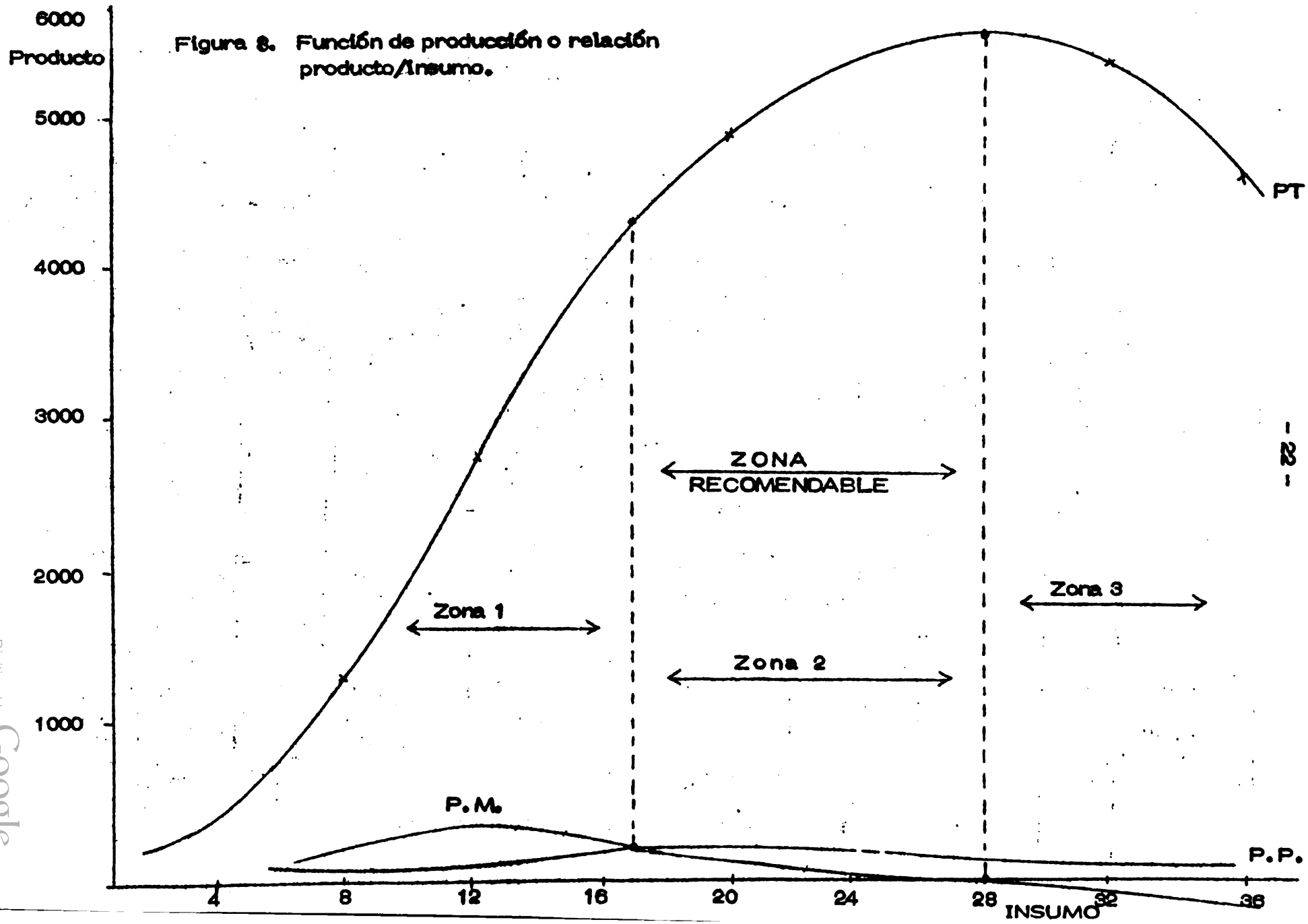

Figura 8. Función de producción o relación producto/insumo.

Algunos datos publicados en Cañete (20) permitieron distinguir cuatro niveles tecnológicos en el cultivo del maíz. En la publicación citada no se expusieron los rendimientos que alcanzaba cada nivel, dato que ha sido completado como supuesto en el Cuadro N° 5, a efectos de mostrar la composición de niveles tecnológicos. En todos estos casos, se consideran que se han mantenido constantes las características climáticas, de suelo, de riego y de otras variables no especificadas en el cuadro.

A los efectos de que el productor pueda decidir debe contar, en primer término, con las diversas alternativas que se concretan en esta escala creciente de productividad, tal como se ha reflejado en la Figura N° 9.

El servicio de investigación y extensión debe ofrecer al productor los distintos componentes tecnológicos que le permitan comparar financieramente su nivel actual con los niveles de mayor productividad posible.

Esta comparación se puede hacer utilizando la planilla de presupuesto parcial ya explicada, u otra planilla comparando costos e ingresos de cada nivel y que tendría como base tecnológica los datos del Cuadro N° 5. Se puede trabajar entonces por análisis diferencial, como puede verse con los datos del Cuadro N° 5.

Beneficios y Costos para pasar del Nivel A al B.

Aumento de rendimientos	
1.000 kg/ha a S/. 80 c/u	S/. 80.000
Costos de abono, pasar de precios supuestos	
50 (A) a 80 (B) de N.	5.000
20 (A) a 40 (B) de P_2O_5	8.000
10 (A) a 30 (B) de K_2O	7.000
Pesticidas (precio supuesto)	5.000
Subtotal Costos:	S/. 25.000
Resultado:	S/. 55.000

De la misma forma pueden calcularse los siguientes niveles tecnológicos.

NIVELES TECNOLOGICOS EN MAIZ			
A	B	C	D
Semilla Corriente	Semilla Corriente	Semilla certificada o seleccionada	Semilla certificada o seleccionada
Abono, unidades de	Abono	Abono	Abono
N = menos de 60	60 - 100	100 - 150	más de 150 kg/ha
P_2O_5 = menos de 30	30 - 50	50 - 70	más de 70 kg/ha
K_2O = menos de 20	20 - 40	40 - 50	más de 50 kg/ha
No usa pesticidas	Pocos pesticidas	Pesticidas	Pesticidas necesarios.
Rendimiento 2.000 kg/ha	R = 3.000 kg/ha	R = 5.500 kg/ha	R = 6.000 kg/ha

Cuadro N° 5. Niveles tecnológicos de productividad creciente

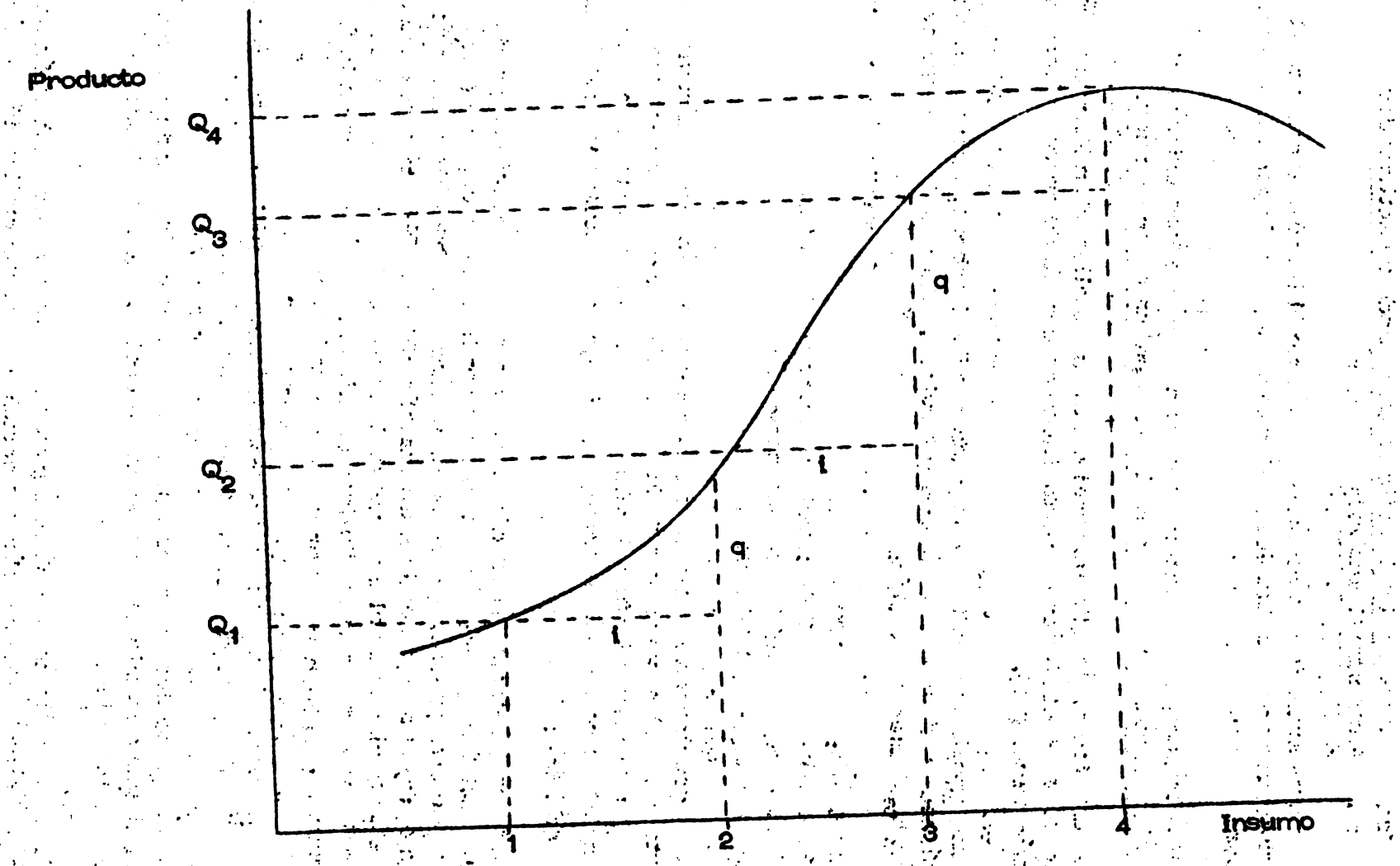

Figura N° 9. Niveles crecientes de productividad

(c). Aumentar los beneficios cambiando de actividades (crianzas ó cultivos)

En esta situación se requiere comparar el ingreso y costo total de las actividades intercambiables. Por ejemplo: maíz por sorgo o frijol por soya.

Finalmente, el productor puede considerar la conveniencia de reorganizar todo su predio y con ello su sistema de producción.

A tal efecto, resulta ilustrativo el caso analizado en Puno durante un estudio de la productividad y rentabilidad de cebada de grano en comunidades campesinas (21).

La familia campesina, integrada por 5 miembros, cuenta con unas 2 hectáreas cultivables, 3 vacunos y 7 ovinos. El uso de la tierra se refleja en la siguiente rotación:

1er. año:	100 % papa
2do. año:	60% cebada de grano y 40% quinua
3er. año:	100% cebada cervecera
4to. año:	100% descanso.

Se encontraron las siguientes correlaciones positivas básicas dentro del sistema. El rendimiento de la cebada de grano está directamente relacionado con el rendimiento del cultivo de papa precedente, con el número de parcelas entre las que distribuye el riesgo el productor y con la cantidad de animales que posee.

En consecuencia, el predio como un todo y el sistema de producción descrito podrá mejorar: (a) si se agregan insumos a la papa; (b) si se cambia por una variedad mejorada de cebada, mientras produzca más grano y paja; (c) si se mejora la alimentación animal. La consecuencia directa de estas acciones es el aumento de la productividad del suelo y la indirecta el mejoramiento de la posibilidad de alimentar más y mejor a la familia campesina.

Esta evaluación económica se puede realizar utilizando el estudio de casos que refleje ese tipo de predio.

Estos sencillos ejemplos muestran cuáles son las razones económicas que llevan a la adopción de nuevas tecnologías y los métodos más sencillos de calcularlas.

Las metodologías de cálculo pueden ser mejoradas en función de la mayor seguridad que ofrezcan el mercado y la comercialización, así como en relación con la disponibilidad de información técnica adecuada.

Atendiendo a estas pautas, se puede aumentar la probabilidad de adopción de tecnologías y mejorar así las tasas de evaluación económica de los proyectos de investigación-extensión-adopción.

LITERATURA CONSULTADA

1. CHOMBART DE LAUWE, POITEVIN y TIREL. Moderna gestión de las explotaciones agrícolas. Mundi-Prensa. Madrid, España, 1965. 545 p.

2. BALLESTERO, E. Principios de economía de la empresa. Editorial Alianza, Madrid, España. 1971. 480 p.

3. MIRAGEM, S. y CABALLERO, H. Metodología de evaluación de proyectos de desarrollo agropecuario. Seminario Internacional. MAP-BID-IICA. Montevideo, Uruguay. 1976. 203 p.

4. UNIVERSIDAD DE CHILE. Departamento de Economía. Curso sobre evaluación social y privada de proyectos. Santiago, Chile. 1977.

5. FONTAINE, E. Evaluación social de proyectos. Instituto de Economía. Universidad Católica de Chile, Santiago, 1975. 285 p.

6. ZANDSTRA, H.; SWANBERG, K.; ZULBERTI, C. y NESTEL, B. Caqueza: Experiencias en desarrollo rural. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Bogotá, Colombia, 1979. 386 p.

7. COMITE INTERUNIVERSITARIO. Seminario sobre los aspectos socioeconómicos de la investigación agrícola en los países en desarrollo. Santiago, Chile. 7 al 11 de mayo, 1979.

8. IRARRAZAVAL, R. Evaluación económica de la investigación en maíz y trigo en Chile. En: Seminario citado (7). Santiago, Chile, 1979.

9. IRARRAZAVAL, R.; NAVARRETE, R. y VALDIVIA, V. En: Seminario citado (7). Santiago, Chile, 1979.

10. ARAJI, A.; SIM, R. y GARDNER, R. Returns to Agricultural Research and Extension Programs: An Ex-Ante Approach. In: American Journal of Agricultural Economics. VOL. 60. N° 5. USA, December 1978.

11. SHUMWAY, R. Subjectivity in Ex-ante Research Evaluation. En: American Journal of Agricultural Economics. Vol. 63, N° 1. U.S.A., 1981.

12. RECA, L. Identificación de elementos importantes para fijar prioridades de investigación financiadas con fondos públicos. En: Seminario citado (7). 1979.

13. DILLON, JOHN. Objetivos múltiples en la evaluación ex-ante de proyectos. En: Seminario Internacional (3). 1976.

14. HEADY, EARL. Economics of Agricultural Production and Resource Use. Prentice-Hall, New York. U.S.A., 1952. 860 p.

15. PIÑEIRO, M. Evaluación económica de la investigación agropecuaria: Un Ejemplo de uso de programación lineal. En: Seminario Internacional (3). 1976.

16. NORMAN, D.W. Farming System Research to Improve the Livelihood of Small Farmers. En: American Journal of Agricultural Economics. Vol. 60, N° 5. U.S.A., Diciembre 1978.

17. LU, YAO-CHI; QUANCE, L. y LIU, CHUN-LAN. Projection Agricultural Productivity and its Economic Impacts. En: American Journal of Agricultural Economics. Vol. 60, N° 5. U.S.A., 1978.

18. UNAS-IICA-INIPA. Taller sobre desarrollo agroeconómico del Alto Huallaga. Tingo María, Perú. Setiembre 14 al 18 de 1981.

19. TONINA, T.A. Asesoramiento agroeconómico a nivel predial. Borrador. Lima, Perú. Marzo 1981. 54 p.

20. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Dirección General de Aguas e Irrigación, Dirección de Aguas y Distritos de Riego. Estudio de economía de cultivos, Valle de Cañete. Lima, Perú. Diciembre 1972.

21. TONINA, T.; CHAQUILLA, O.; CHAHUARES, E. y TREFFEISEN, A. Productividad de cebada en comunidades campesinas de Puno. Trabajo presentado al Seminario Nacional sobre Producción e Investigación en Cereales. Puno, Perú, del 5 al 8 de octubre, 1981. 14 p. y gráficos.