Dr E Trigo.

Acetatos para Parasitol

de Perr.

H. Pachina Castr

METODOS Y MODELOS PARA PRIORIZAR LA INVESTIGACION AGROPECUARIA: UNA REVISION CRITICA.

Documento elaborado por

Héctor Medina Castro

para el Programa II, de

Generación y Transferencia de Tecnología del

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

abril 1988

CONTENIDO.

Página

CAPITULO 1. INTRODUCCION 1

CAPITULO 2. DESCRIPCION DE METODOS PARA PRIORIZAR LA INVESTIGACION AGROPECUARIA 3

1. Introducción 3

2. Priorización mediante el análisis de costo-beneficio 3

2.1. Priorización vía excedentes económicos 4

2.1.1. El caso de una economía cerrada 4

2.1.2. El caso de una economía abierta 7

2.2. Priorización vía la tasa interna de retorno 19

2.2.1. Modelo de Araji, Sim y Gardner 21

2.2.2. Modelo de Bredhal y Peterson 26

3. Priorización mediante el método de "escoring" 29

3.1. Un ejemplo 31

3.1.1. Priorización por rubros de producción 32

3.1.2. Priorización por áreas temática 34

4. Priorización mediante una sola meta o criterio 36

4.1. Priorización con miras a mejorar el estado nutricional 38

4.2. Priorización por problema específico 47

4.3. Priorización implícita 48

(CONTINUACION)

Página

5. Priorización multidimensional 50

5.1. Priorización bidimensional 50

5.2. Priorización tridimensional 58

6. Priorización mediante el método de programación matemática 64

6.1. Función objetivo 64

6.2. Priorización 66

6.3. Asignación de recursos 67

6.3.1. Ejemplo 68

6.3.2. Soluciones generales 71

CAPITULO 3. EVALUACION DE METODOS UTILIZADOS PARA PRIORIZAR LA INVESTIGACION AGROPECUARIA 72

1. Introducción 72

2. Requerimientos de información y operatividad de los diferentes métodos 73

2.1. Costo beneficio vía excedentes económicos 73

2.1.1. El caso de una economía cerrada 73

2.1.2. El caso de una economía abierta 74

2.2. Modelos que calculan tasas internas de retorno 76

2.2.1. Modelo de Araji et. al. 76

2.2.2. Modelo de Bredhal y Peterson 78

2.3. Método de "escoring" 80

2.4. Priorización mediante una sola meta 82

(CONTINUACION)

Página

2.4.1. Priorización con miras a mejorar el estado nutricional 82

2.4.2. Priorización por problema específico 83

2.4.3. Priorización implícita 83

2.5. Priorización multidimensional 84

2.5.1. Priorización bidimensional 84

2.5.2. Priorización tridimensional 85

2.6. Programación matemática 87

3. Ventajas y desventajas de los diferentes métodos 88

3.1. Costo-beneficio vía excedentes económicos 88

3.2. Costo-beneficio vía la tasa interna de retorno 90

3.3. Método de "escoring" 92

3.4. Priorización mediante una sola meta 94

3.5. Priorización multidimensional 96

3.5.1. Método bidimensional 96

3.5.2. Método tridimensional 98

3.6. Programación matemática 99

CAPITULO 4. COMENTARIOS FINALES 101

REFERENCIAS 104

ANEXO A 107

ANEXO B 108

ANEXO C 109

INDICE DE CUADROS.

		Página
CUADRO 2.1.	Ganancia relativa de los consumidores como consecuencia de un desplazamiento del 10% de la curva de oferta.	8
CUADRO 2.2.	Priorización según el valor presente esperado de los beneficios promedio internacionales de la investigación desarrollada en países del continente Americano.	20
CUADRO 2.3.a.	Rentabilidad ex-ante de la inversión pública en investigación y extensión en la región occidental de los E.U.A.	24
CUADRO 2.3.b.	Prioridades de investigación y extensión agropecuaria, según el valor presente descontado y la tasa interna de retorno.	25
CUADRO 2.4.	Productos marginales de la investigación agropecuaria en Estados seleccionados.	28
CUADRO 2.5.	Priorización de la investigación por rubros.	35
CUADRO 2.6.	Priorización de la investigación por áreas temáticas.	37
CUADRO 2.7.	Reducción de las deficiencias en calorías y proteínas en el estrato más vulnerable, causada por un incremento del 10% en la oferta de cualesquiera de los alimentos indicados.	44
CUADRO 2.8.a	Prioridad de la investigación por productos considerados, cuando el objetivo es mejorar la nutrición mediante incremento en el consumo de calorías del estrato más vulnerable.	45
CUADRO 2.8.b	Prioridad de la investigación por productos considerados, cuando el objetivo es mejorar la nutrición mediante incremento en el consumo de proteínas del estrato más vulnerable.	46
CUADRO 2.9.	Jerarquías anuales de investigación por rubros en el I.C.A.	51
CUADRO 2.10.	Prioridades de investigación por rubros en el I.C.A.	52

(CONTINUACION)

Página

CUADRO 3.1. Parámetros utilizados en el modelo de Araji et. al. 77

CUADRO 3.2. Datos requeridos para estimar funciones de producción de bienes agropecuarios 79

CAPITULO 1.

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como objetivos exponer diferentes métodos y modelos económicos para establecer prioridades de investigación agropecuaria; y a la vez con base en dicha exposición, discutir -con una perspectiva crítica- la factibilidad de ser aplicados, así como sus implicaciones para la asignación de recursos entre diversas investigaciones.

La descripción de los métodos y modelos considerados enfatiza en la metodología que utilizan o desarrollan, pues la comprensión de ésta es, tal vez, una de las mejores maneras de discernir sobre los alcances y limitaciones empíricos de los mismos.

Por otra parte, la discusión de los métodos y modelos hace incapie en tres aspectos: (1) los requerimientos de información de cada uno de ellos; (2) el tipo y precisión de los resultados obtenidos; y, (3) la factibilidad de su implementación. En otras palabras, se examina el costo-beneficio de la aplicabilidad de cada método o modelo considerado.

Respecto a la priorización de la investigación agropecuaria, cabe señalar que una vez que esta última se clasifica en diversas categorías (e.g. por rubro de producción o área temática), y dado que los recursos son escasos, una de las preguntas que surgen es: ¿Cúales de de dichas categorías deben recibir más atención, en términos de recursos asignados y esfuerzo realizado?.

La priorización de la investigación pretende contestar a esta pregunta y puede definirse como:

La asignación del orden en que las diferentes categorías de investigación deben de recibir atención.

Para establecer prioridades se requiere por lo menos de los dos siguientes elementos: (1) una clasificación de la investigación en diferentes categorías; y (2) un objetivo -implícito o explícito- que se pretende alcanzar, al establecer el orden. Así pues, la priorización no es única pues depende, inter alia, de estos dos elementos que son variables.

Para organizar la exposición de, y la discusión sobre, los métodos y modelos considerados éstos han sido clasificados según: los objetivos que persiguen, la clasificación de la investigación agropecuaria que utilizan, y la metodología que emplean.

El presente trabajo consta de cuatro capítulos y está estructurado de la siguiente manera. En el capítulo 2 se exponen diversos métodos y modelos de priorización de la investigación agropecuaria. En el capítulo 3 se determinan los requerimientos de información de cada método y modelo descrito en el capítulo 2; y también se examinan sus ventajas y desventajas. Así pues, además de describir diversos métodos y modelos de priorización, la exposición del capítulo 2 pretende servir de soporte para la discusión que se presenta en el capítulo 3. Finalmente, el capítulo 4 consta de una serie de comentarios sobre la aplicabilidad de los métodos revisados.

CAPITULO 2.

DESCRIPCION DE METODOS PARA PRIORIZAR LA INVESTIGACION AGROPECUARIA

1. Introducción.

Para describir los métodos y modelos económicos que se presentan en este capítulo, se ha procedido a organizarlo como se indica a continuación.

En la sección 2 se describen modelos de priorización que se basan en el análisis de costo-beneficio. En la sección 3 se expone el metodo de puntajes o "escoring" con metas múltiples. En la sección 4 se revisan modelos que priorizan la investigación agropecuaria con base en una meta principal. En la sección 5 de describen métodos de jerarquización multidimensional, que utilizan varios criterios a la vez para priorizar la investigación. Finalmente, en la sección 6 se expone el método de programación matemática.

2. Priorización mediante el análisis de costo-beneficio.

Esta sección primeramente se presentan modelos que establecen prioridades con base en cambios en excedentes económicos (de productores y consumidores) originados por cambio tecnológico, en economías cerradas y abiertas. Posteriormente se consideran modelos que establecen jerarquías de investigación de acuerdo con la tasa interna de retorno y otras medidas de beneficios netos.

2.1. Priorización vía excedentes económicos.

2.1.1. El caso de una economía cerrada.

El modelo básico para establecer prioridades de investigación agropecuaria, mediante el análisis de costo-beneficio en una economía cerrada, se ilustra en la figura 2.1.

En este enfoque se consideran solo dos tipos de agentes: consumidores y productores. Inicialmente, se parte de una situación de equilibrio en el mercado del producto en cuestión, donde se produce y consume una cantidad Q_0 a un precio P_0. Enseguida, un cambio tecnológico en la producción del bien desplaza la curva de oferta S a la derecha a S'; y, como consecuencia se establece un nuevo equilibrio, donde se produce y consume Q_1 a un precio P_1. Adicionalmente, el cambio tecnológico produce un cambio en los excedentes de los productores y de los consumidores -dichos excedentes se representan mediante el área por arriba de la curva de oferta y debajo del precio, en el caso de los productores; y, el área debajo de la curva de demanda y por arriba del precio, en el caso de los consumidores.

Como se muestra en la figura 2.1., el cambio tecnológico genera: (a) un aumento en el excedente de los consumidores, ΔCS, representado por el área A + B; y por otra parte, (b) un cambio en el excedente de los productores, ΔPS, representado por el área C - A. El cambio en el excedente total (o la ganancia total), ΔTS, consiste en el área (A + B) + (C - A) = área B + C.

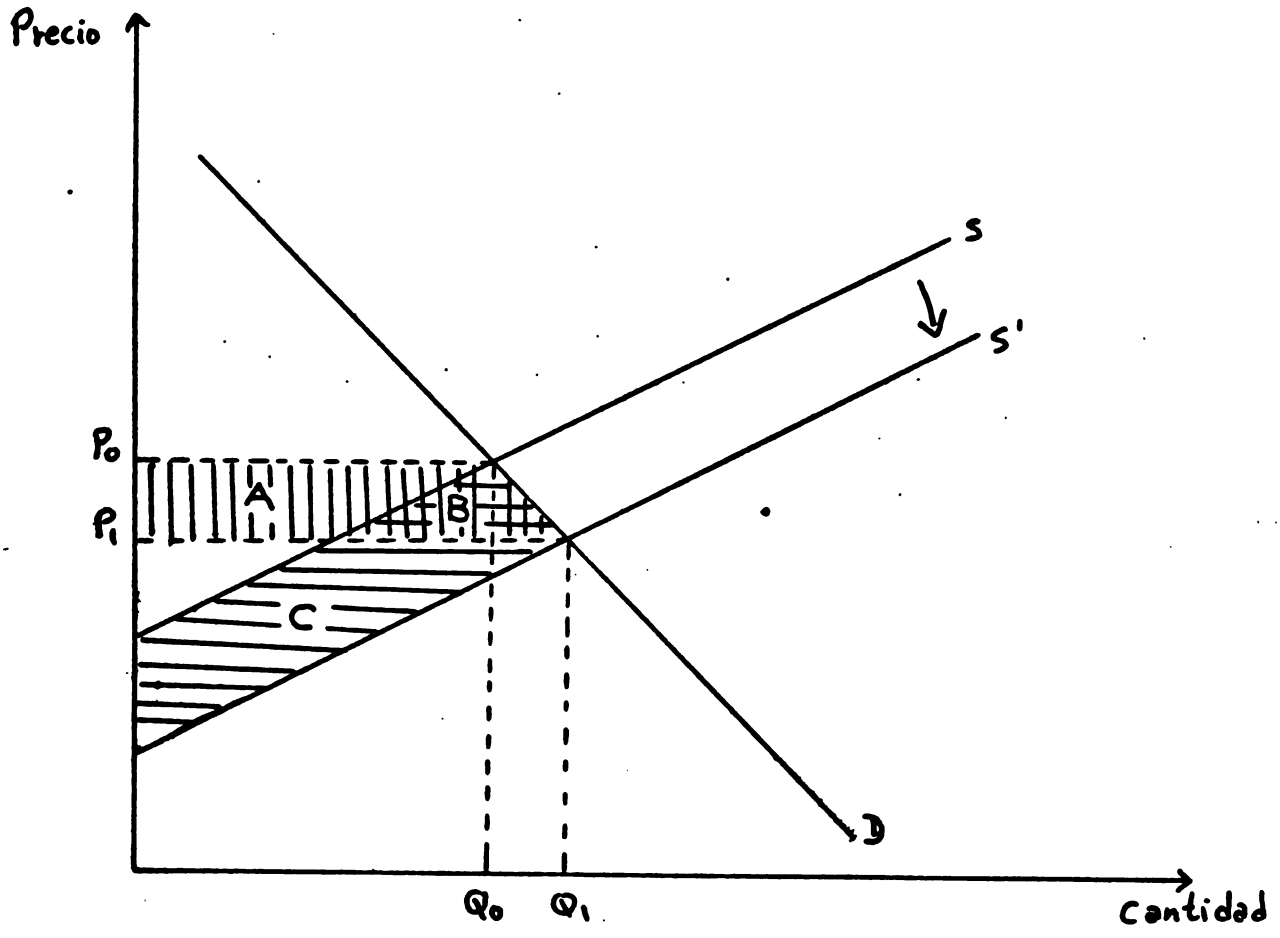

Figura 2.1.

Así, las ganancias relativas de consumidores y productores se pueden expresar, respectivamente, por:

$\Delta CS / \Delta TS = (A + B) / (B + C)$ y $\Delta PS / \Delta TS = (C - A) / (B + C)$.

Es posible probar, haciendo uso del artículo de Ramalho de Castro y Schuh (véase anexo A), que si las funciones de oferta y demanda son lineales; entonces las ganancias relativas de los consumidores y productores se pueden expresar por las siguientes fórmulas:

(2.1) $\Delta CS / \Delta TS = e / (n + e)$, y

(2.2) $\Delta PS / \Delta TS = n / (n + e)$,

donde n y e representan, respectivamente, la elasticidad de la demanda (en valor absoluto) y la elasticidad de la oferta, ambas medidas en el punto de equilibio inicial.

Así pues, sigue de las ecuaciones (2.1) y (2.2) que la ganancia relativa de los consumidores es mayor (menor) que la de los productores si la elasticidad de la oferta es mayor (menor) que la de la demanda. Generalmente altas (bajas) elasticidades de la demanda se asocian con mayores beneficios relativos para los productores (consumidores), como consequencia del cambio tecnológico. Sin embargo, hay que tener en cuenta que lo importante es su tamaño relativo con respecto a (c.r.a.) la de la oferta.

En virtud de las observaciones anteriores, y de acuerdo con Ramalho de Castro y Schuh, se puede jerarquizar a la investigación agropecuaria por productos respecto a los efectos que ésta produciría en las ganancias absolutas y/o relativas

(1) de los productores, (2) de los consumidores; y también respecto a (3) la ganancia total. Así, se tienen cinco maneras de jerarquizar y la que se elige depende de los objetivos que se pretenden alcanzar.

Por ejemplo, si el objetivo principal es incrementar el bienestar relativo de los consumidores, entonces de una lista de productos agrícolas la prioridad la ocupan los productos con mayor ganancia relativa para los consumidores, que generalmente -pero no siempre- están asociados con productos con una baja elasticidad de la demanda. En el cuadro 2.1. se ilustra este caso. Nótese que la prioridad aumenta a medida que disminuye la elasticidad de la demanda. La jerarquización sería exactamente la opuesta a la que se muestra, si el objetivo fuese favorecer más, en términos relativos, a los productores que a los consumidores.

2.1.2. El caso de una economía abierta.

El modelo anterior no toma en cuenta las externalidades que generalmente acompañan a la investigación agropecuaria entre regiones o países, las que se presentan una vez que se considera que los precios que enfrentan productores y consumidores de cierta región se pueden ver afectados por la investigación que se realiza en otra región, aun cuando no se realice transferencia de tecnología (sobre este punto véase Ardila (1986)).

En particular, el tipo de externalidades que se tienen en mente son las que se describen en las dos situaciones siguientes:

CUADRO 2.1.

GANANCIA RELATIVA DE LOS CONSUMIDORES COMO CONSECUENCIA DE UN DESPLAZAMIENTO DEL 10% DE LA CURVA DE OFERTA

PRODUCTO	Elasticidad de la demanda	Elasticidad de la oferta	Ganancia* relativa %	Prioridad
Algodón	2.00	0.94	32.00	5
Caña de Azucar	2.50	0.60	19.40	6
Arroz	0.16	1.17	88.00	1
Maiz	0.30	0.58	66.00	2
Frijol	0.32	0.31	49.20	4
Yuca	0.30	0.47	61.00	3

* porcentaje expresado en términos de la ganancia total.
FUENTE: Ramalho de Castro y Schuh (1974). Tablas 1 al 6.

(1) al reducirse el precio del producto en una región (A) —como consecuencia del desplazamiento su curva de oferta inducido por un cambio tecnológico— el precio del mismo producto en otra región (B) puede verse afectado por la reducción del precio en (A).

(2) cuando además de o en lugar de (1), los resultados de la investigación en una región afectan, a traves de la difusión, la oferta de otras regiones o paises, y afectan por consiguiente el precio de la región o país receptor y/o el precio mundial.

a. <u>El modelo para dos paises</u>.

Edwards y Freebairn (1981, 1982 y 1984) han desarrollado un modelo para dos paises/regiones que toma en cuenta las externalidades del tipo (1) y (2). Este modelo se expone a continuación.

La situación inicial, antes de producirse los efectos del cambio tecnológico, se presenta en la figura 2.2. Se tiene un país (o región) exportador (A) y un país (o región) importador (B), representados por sus funciones de demanda (D_A, D_B) y de oferta (S_A, S_B). El país A es más eficiente en la producción del bien en cuestión, lo que se manifiesta por el hecho de que su oferta se encuentra (en antelación al cambio tecnológico) por debajo de la del país B. Adicionalmente, se consideran las funciones de exceso de demanda (ED) y exceso de oferta (ES) del mercado mundial. El exceso de demanda, ED, es la cantidad que los consumidores del país B comprarían en exceso de lo ofrecido

por los productores domésticos a los precios por debajo del precio de equilibrio doméstico, p_b, que es el que prevalece en B cuando la economía permanece cerrada al comercio internacional. ED se mide por la distancia horizontal D_b - S_b en la figura 2.2.c, pero se presenta en la figura 2.2.b. Por otra parte, el exceso de oferta, ES, se define como la cantidad disponible para exportar por el país A cuando el precio mundial, p_w, está por arriba del precio doméstico, p_a. ES se mide por la distancia horizontal S_a - D_a en la figura 2.2.a.

Bajo los supuestos de libre comercio (i.e. en ausencia de tarifas, cuotas, subsidios, etc.) y costos de transporte cero; en equilibrio se tiene que: ED = ES; y, el precio, en todos los mercados, es el precio mundial p_w, además $p_a \leq p_w \leq p_b$. Adicionalmente, como se muestra en la figura 2.2. el país A exporta y el B importa el bien en cuestión. Como en el caso de una economía cerrada, en el de una economía abierta, los excedentes de los productores y consumidores en ambos países se definen de la misma manera, pero ahora el precio p_w determina los límites de dichos excedentes, en vez de los precios p_a o p_b.

También, similar al caso de una economía cerrada, el cambio tecnológico en el país A desplaza la curva de oferta de S_a a $S_{a'}$. A continuación se analizan las dos situaciones ((1) y (2)) descritas arriba.

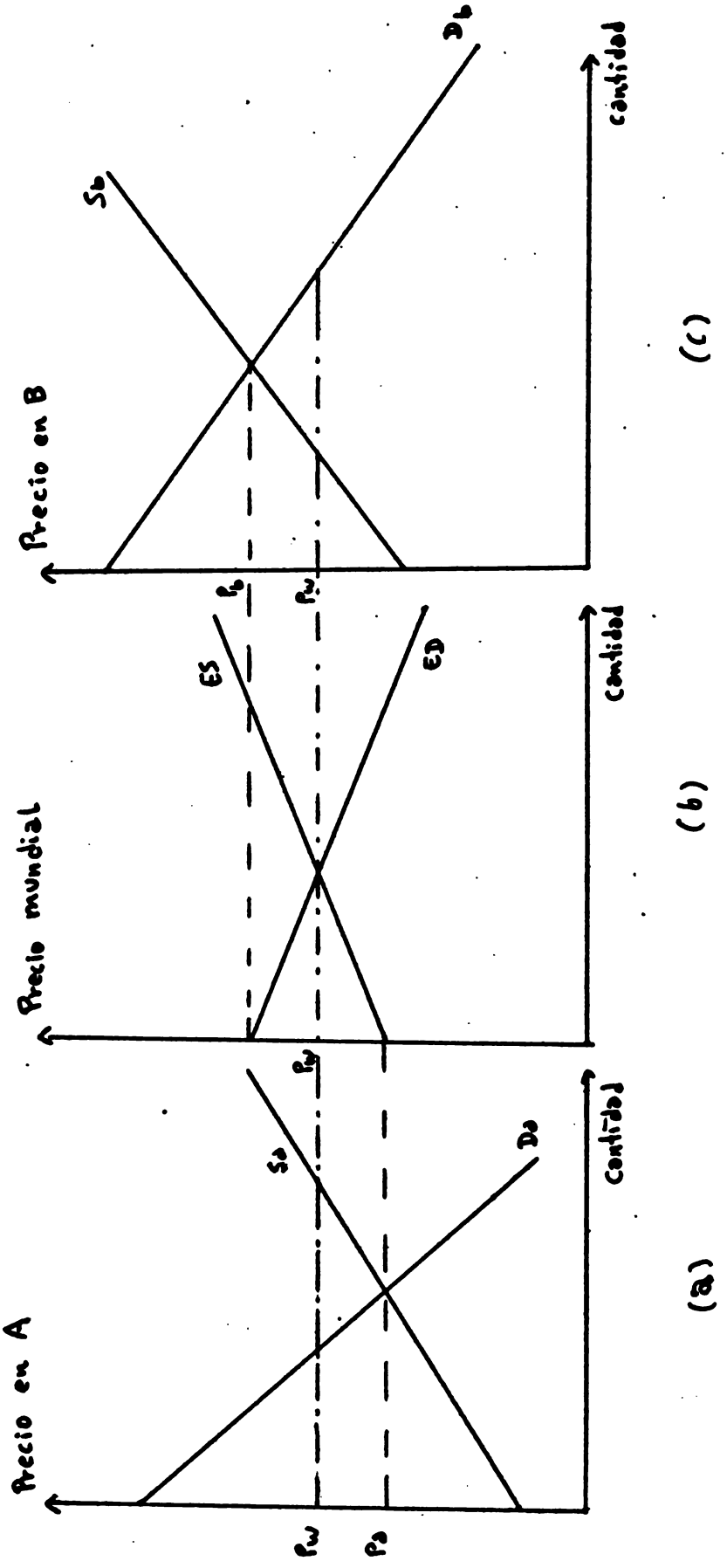
Precio en A
Precio mundial
Precio en B
Sa
Da
ES
ED
Sb
Db
Pw
Pa
Pb
Cantidad
(a)
(b)
(c)

Figura 2.2.

ESCENARIO 1. En este primer escenario, que se muestra en la figura 2.3., el desplazamiento de la curva de oferta en el país A desplaza, a su vez, el exceso de oferta mundial, de ES a ES', lo que tiene como consecuencia una disminución del precio mundial, de p_w a $p_{w'}$, como se muestra en la figura 2.3.b. La reducción en el precio mundial es acompañada de: incrementos en las exportaciones (y por tanto en las importaciones), incrementos en el consumo de cada país, un incremento en la producción de A, pero una reducción en la producción de B. Adicionalmente: (a) al reducirse el precio del bien en cuestión, de p_w a $p_{w'}$, los consumidores de ambos países incrementan sus respectivos excedentes; (b) se incrementa el excedente de los productores en el país A; y, (c) al reducirse el precio del producto final pero no los costos de producción en el país B, se reduce el excedente de los productores de este país.

Sigue de las consideraciones anteriores que los beneficios totales (internacionales) de la investigación (o cambio tecnológico) en el país A se pueden expresar por

(2.3) $\Delta CS_A + \Delta PS_A + \Delta CS_B - \Delta PS_B$,

donde ΔCS_i, ΔPS_i i = A, B; representan los incrementos en los excedentes de los consumidores y de los productores, respectivamente, en el país i. El beneficio total se representa, en la figura 2.3 por las áreas sombreadas.

Con base en este modelo pueden determinarse prioridades de investigación y extensión (I & E) por productos dependiendo del objetivo que se pretenda alcanzar. En particular, la I & E en

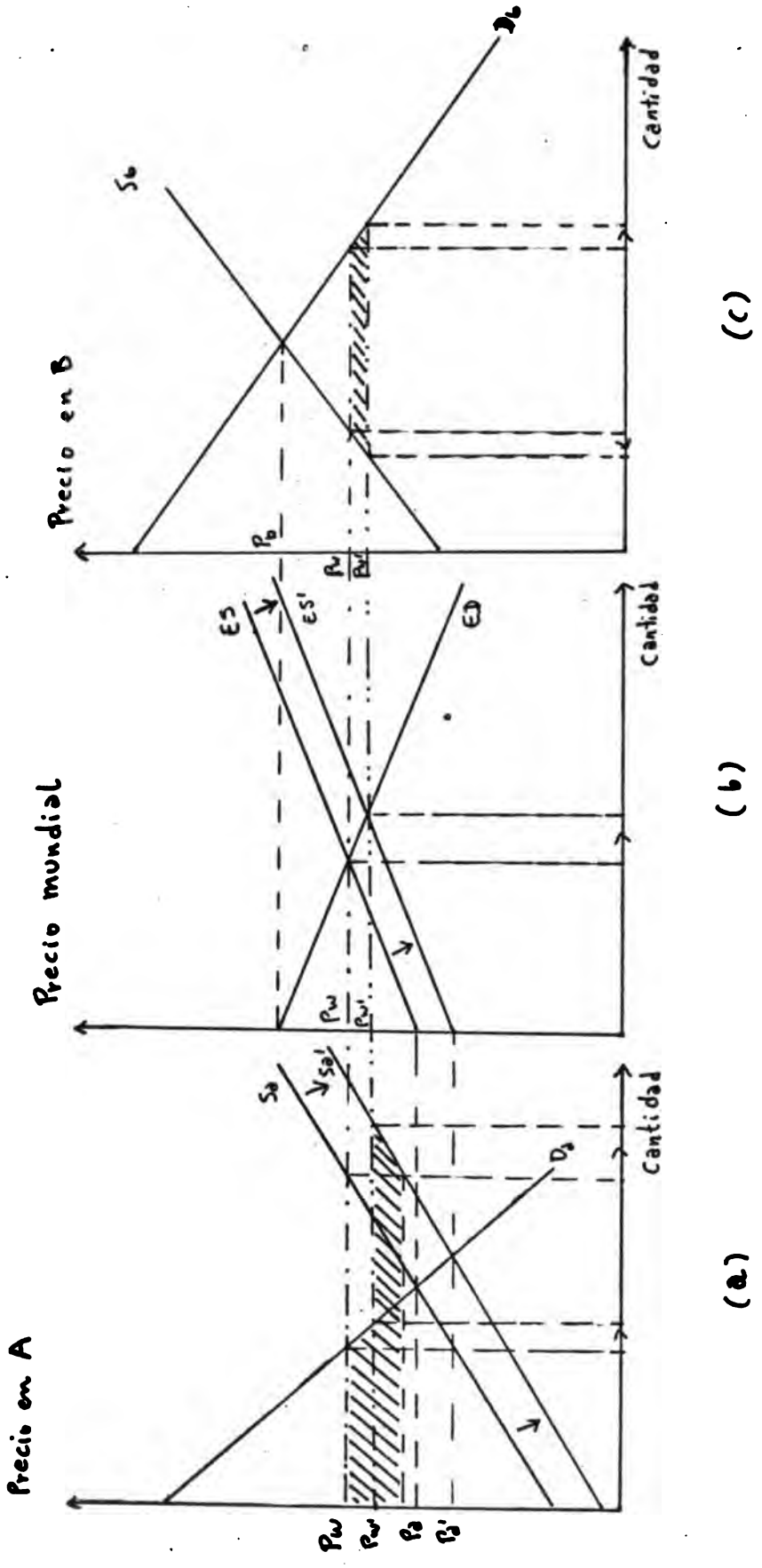
Precio en A
Precio mundial
Precio en B
Cantidad
Cantidad
Cantidad
(a)
(b)
(c)
ES
ES'
ED
Sa
Sa'
Da
Sb
Db

Figura 2.3.

diversos productos agrícolas en el país A puede jerarquizarse de las siguientes cuatro maneras, con el fin de maximizar: (1) los beneficios totales, expresados por la ecuación (2.3); (2) los beneficios nacionales del país A, $\Delta CS_A + \Delta PS_A$; (3) el bienestar de los consumidores de A, ΔCS_A; y, (4) el incremento en el excedente de los productores de A, ΔPS_A.

<u>ESCENARIO 2.</u> En el segundo escenario, que se ilustra en la figura 2.4., los resultados del cambio tecnológico que tiene lugar en el país A son transferibles al país B. La situación para el país A es la misma que en la figura 2.3.a y por consiguiente el desplazamiento de la curva de exceso de oferta en la figura 2.4.b., de ES a ES', es el mismo que en la figura 2.3.b. Esta vez, sin embargo, al transferirse los resultados de la investigación de A a B, la curva de oferta en B se desplaza, de S_B a $S_{B'}$, como se muestra en la figura 2.4.c. Se asume que el desplazamieno, K_{AB}, de la curva de oferta en B -que es el efecto del ahorro en el costo unitario de producción en B- es solamente una fracción del correspondiente desplazamiento, K_{AA}, del país donde se origina el cambio tecnológico, A.

El desplazamiento de la curva de oferta en B genera, a su vez, un desplazamiento de la curva de demanda, de ED a ED', como se muestra en la figura 2.4.b. Así pues, el precio mundial se reduce, de p_w a $p_{w'}$, aún más que en el escenario 1 en el que no se presentan externalidades de la investigación en A (en forma de difusión de tecnología). Además, en este caso, el consumo y la

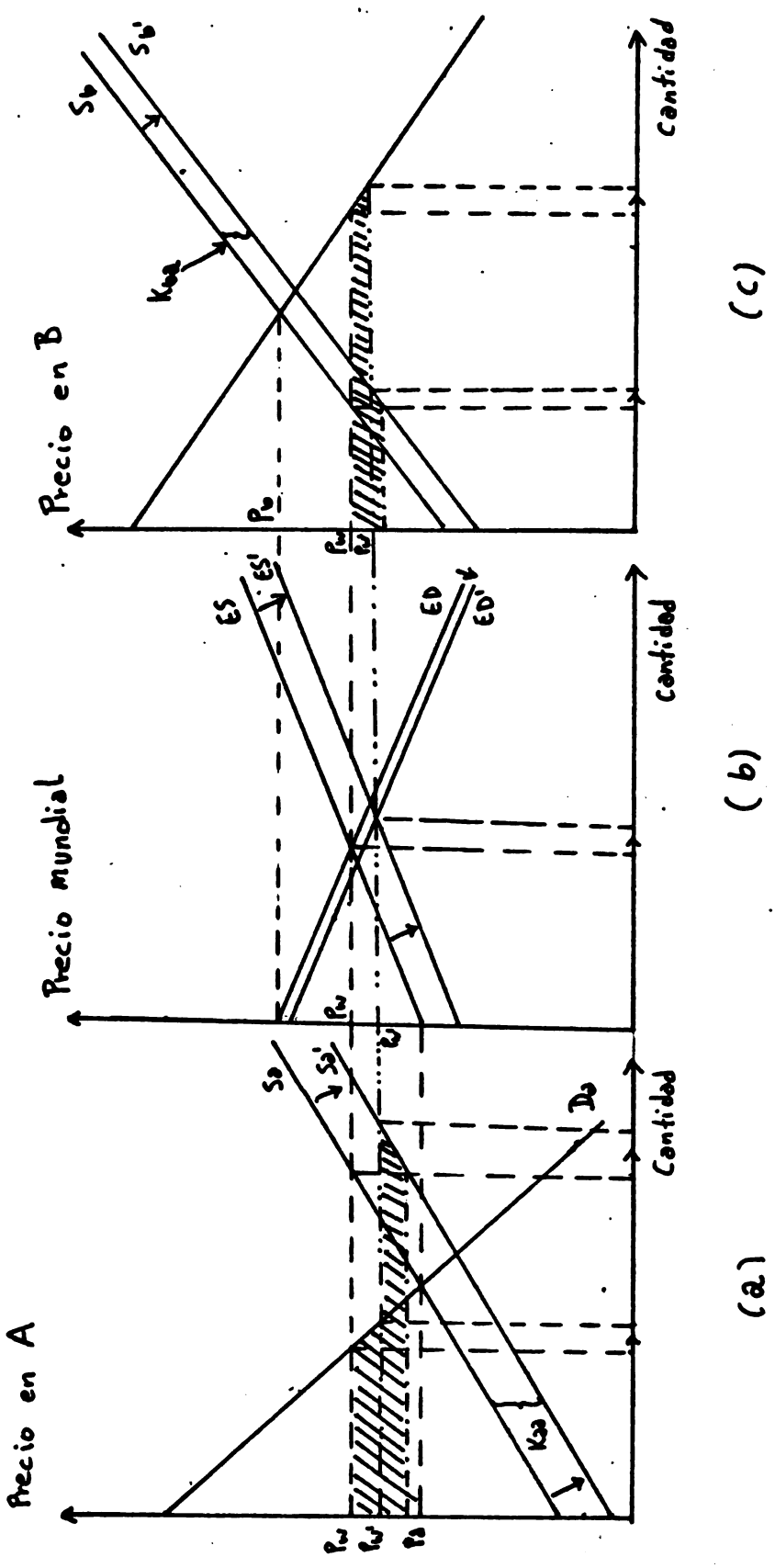
Precio en A
Cantidad
Sa
Sa'
Da
Ka
Pa
Precio mundial
Cantidad
ES
ES'
ED
ED'
Pw
Precio en B
Cantidad
Sb
Sb'
Kb
Pb
(a)
(b)
(c)

Figura 2.4.

producción se incrementan en ambos países —conviene notar, sin embargo, que el incremento de la produccción en el país B, depende del tamaño de K_{ab} y la producción en B puede no incrementarse si el valor de K_{ab} es relativamente pequeño. Aunque, también en este caso, las exportaciones (y las importaciones) aumentan, su incremento es menor que en el escenario 1 donde no hay transferencia de la investigación del país A al país B.

Respecto a los beneficios obtenidos, se tiene que: (a) la reducción en el precio mundial genera un incremento en el excedente de los consumidores de ambos países; (b) al incrementarse la producción en A, los productores incrementan ahí su excedente; y, (c) en el caso de la figura 2.4., los productores en B incrementan su producción y, por tanto, su excedente. Esto último no es válido en general, pues para ciertos valores de K_{ab} los productores de B reducen su producción y su excedente.

Así pues, los beneficios totales (internacionales) de la investigación en A se reducen a

(2.4) $\Delta CS_A + \Delta PS_A + \Delta CS_B \pm \Delta PS_B$

El último signo a la derecha de esta ecuación indica que el cambio en el excedente de los productores en B puede ser negativo.

Conviene notar que el escenario 1, en el que $k_{ab} = 0$, es un caso particular del escenario 2. Por consiguiente el modelo general es el que representa el escenario 2.

Con respecto a las <u>priorizaciones</u> generadas por este modelo, también puede jerarquizarse la I&E de las cuatro maneras señaladas anteriormente, a saber con objeto de maximizar los beneficios (internacionales) totales, los beneficios nacionales, los de los consumidores, y los beneficios de los productores.

Este modelo para dos países ha sido extendido por Davis, Oram y Ryan (1987), para incluir un número arbitrario de países capturando los efectos de las externalidades de la investigación en determinado país en los demás.

b. <u>El modelo para N países</u>.

Ahora se consideran N países, de los cuales n comercian internacionalmente con el producto en cuestión y los restántes países N - n solo lo producen y consumen domesticamente, pero se benefician de las externalidades de la investigación (i.e. difusión de la tecnología) de determinado país. Adicionalmente se consideran T períodos. El desarrollo algebraíco de este modelo permite calcular los beneficios se indican a más adelante en función de los siguientes parámetros:

1. Q_{sft} = la cantidad del bien producido en el país "f" en el período t, sin investigación;

2. b_f y b_i = parámetros de las pendientes ($\delta Q/\delta P$) de la función de demanda en el f-ésimo o i-ésimo país/región, que se pueden obtener de las elasticidades de la demanda y cantidades y precios observados;

3. β_f y β_i = parámetros de las pendientes ($\delta Q/\delta P$) de la función

de oferta en el f-ésimo o i-ésimo país/región, que se pueden obtener de las elasticidades de la demanda y cantidades y precios observados;

4. p_{yt} = probabilidad de éxito en el período t de la investigación efectuada en el país "y"

5. x_{ft} = nivel máximo de adopción esperado en el país "f" en el período t.

6. K_{fy} = efecto de reducción del costo de producción en el país "f" (f = 1,2,..., N) como consecuencia de la investigación en el país "y". K_{ff} mide el desplazamiento de la curva de oferta en el país "f".

7. e_{ft} = tipo de cambio en $ en el período t en el país "f".

8. r = tasa social de descuento en términos reales

9. N = número total de países/regiones "homogéneas".

10. n = número de países/regiones en donde el producto en cuestión es producido, consumido y comercializado internacionalmente. N - n es el número de países donde el producto considerado es solamente comercializado domesticamente.

Los beneficios obtenidos por este modelo -dependen de los parámetros que se acaban de mencionar y- son los siguientes:

1. Beneficios totales (internacionales) de la investigación en cierto producto en el país "y".

2. Beneficios nacionales para el país/región "f", de la investigación en el país "y" (f = 1,...,n; o f = n + 1,..., N).

3. Beneficios al consumidor del país/región "f", de la investigación en el país "y" (f = 1,...,n; o f = n + 1,..., N).

4. Beneficios al productor del país/región "f", de la investigación en el país "y" (f = 1,...,n; o f = n + 1,..., N).

Al considerar los beneficios anteriores resulta una amplia variedad de priorizaciones que pueden derivarse de este modelo.

En particular, de una serie de productos agropecuarios elegidos, la investigación en dichos productos puede jerarquizarse, de mayor a menor, por los beneficios totales (internacionales) que se alcanzarían en cada producto. Por ejemplo en el cuadro 2.2. se muestra la priorización que se obtiene al considerar este criterio para establecer prioridades en una lista de doce productos, para países del continente americano, de acuerdo con datos presentados en el trabajo de Davis et. al. op. cit.

2.2. Priorización vía la tasa interna de retorno.

Con base en el enfoque de costos y beneficios derivados de la investigación agropecuaria algunos modelos -que utilizan métodos algebraicos (Araji, Sim y Gardner, 1978) y econométricos (Bredahl y Peterson, 1976)- se concentran en calcular (1) tasas de retorno de la investigación agropecuaria para ciertos productos; y/o (2) diferentes medidas de beneficios netos. A partir de estos cálculos es posible priorizar la investigación agropecuaria por producto o rubro de producción

CUADRO 2.2.

PRIORIZACION SEGUN EL VALOR PRESENTE ESPERADO DE LOS BENEFICIOS PROMEDIO INTERNACIONALES DE INVESTIGACION DESARROLLADA EN PAISES DEL CONTINENTE AMERICANO

PRODUCTO	Valor presente beneficios internacionales ($ mill.)	PRIORIDAD
Arroz	447	1
Azúcar	159	5
Banano/plàtano	140	7
Camote	142	6
Coco	49	11
Harinas	137	8
Maiz	173	4
Nueces	29	12
Ovinos y Caprinos	102	9
Papa	241	3
Sorgo	56	10
Trigo	283	2

FUENTE: Davis, J. S. et al. (1987). Tabla 4.2.

2.2.1. Modelo de Araji Sim y Gardner (1978).

Este modelo se centra en calcular tasas de retorno ex-ante de la Investigación y extensión (I & E) por producto, con base en información cuantificable y entrevistas con personal técnico involucrado en las actividades de I & E.

Primero se calcula el flujo de beneficios brutos de la investigación en el año t, como sigue:

(2.5) $B_j = A_{jt}((\Delta P_{jt} V_t - V_o) - \Delta C_{jt})$, donde

1. B_{jt} = beneficios de la j-ésima tecnología en el año t;
2. A_{jt} = producción total que se espera afectar por la tecnología j en el año t.
3. ΔP_{jt} = cambio esperado en la productividad del producto agropecuario en el año t como consecuencia de la implementación de la tecnología j.
4. V_t = precio esperado del producto afectado por la tecnología j en el año t.
5. V_o = precio por unidad en el año base.
6. ΔC_{jt} = cambio esperado en el costo de producción del producto afectado por la j-ésima tecnología en el año t.

El valor presente del flujo de beneficios esperados en la investigación y extensión agropecuaria está dado por

$$(2.6) \quad E(B_j) = \sum_{t=1}^{N} (B_{jt} P(A_t \cap S_t) / (1 + r)^t),$$

donde:

N = número de años en los que la investigación y extensión en la tecnología j afecta al producto considerado.

$P(A_{jt} \cap S_{jt})$ = probabilidad de que la investigación en la tecnología j tenga éxito y sea adoptada en el año t.

r = tasa social de retorno.

De manera similar, el valor presente del flujo de costos en I & E se expresa por

$$(2.7) \quad C_j = \sum_{t=1}^{N} (M_{jt} + I_{jt} + E_{jt} + R_{jt}) / (1 + r)^t,$$

donde:

C_j = valor presente del costo total asociado a la inversión e de la tecnología j.

M_{jt} = costo para mantener la investigación requerida para sostener el nivel de producción a los volúmenes previamente alcanzados por la tecnología j.

I_{jt} = costo de implementación de la tecnología j en el año t, costo incurrido por el usuario.

E_{jt} = costo de extensión incurrido para transferir la tecnología j al agricultor en el año t.

R_{jt} = gasto anual invertido en investigación en la tecnología j en el año t.

<u>Beneficios netos</u>.

Varias medidas de beneficios netos de la I & E de la j-ésima tecnología pueden obtenerse a partir de las ecuaciones (2.6) y (2.7). Aquí solo se consideran dos: (a) el valor presente descontado (VPD); y (b) la tasa interna de retorno (TIR). El VPD para la j-ésima tecnología se define por

$$(2.8) \quad E(B_j) - C_j$$

La TIR para la j-ésima tecnología se define como

"la tasa de retorno que iguala el valor presente del flujo de beneficios esperados y el valor presente del flujo de gastos en desarrollo, implementación y mantenimiento de la tecnología (j-ésima)" (Araji et. al. op. cit., pág 966).

Así pues la TIR se obtiene de la siguiente ecuación

$$(2.9) \quad \sum_{t=1}^{N} (B_{jt} P(A_t \text{ o } S_t) / (1 + TIR)^t) -$$

$$\sum_{t=1}^{N} (M_{jt} + I_{jt} + E_{jt} + R_{jt}) / (1 + TIR)^t = 0.$$

Con base en las consideraciones anteriores Araji et. al. obtiene cálculos de beneficios y tasas internas de retorno como los que se muestran en el cuadro 2.3.a. -estos cálculos primero fueron determinados por áreas (o disciplinas) de investigación y después fueron agregados para cada producto. Para calcular el VPD de los beneficios netos se calculó con una tasa de descuento del 10% .

Priorización.

Respecto a la priorización de la I& E, ésta puede jerarquizarse por producto, de mayor a menor, de las dos siguientes maneras: (1) según el VPD de los beneficios; y, (2) de acuerdo con la TIR. Estas priorizaciones se muestran en el cuadro 2.3.b. Nótese que estas dos maneras de jerarquizar, aunque están relacionadas entre sí, no siempre coinciden, como lo muestran los datos presentados en el cuadro 2.3.b.

Conviene enfatizar que los resultados obtenidos por este modelo se basan en datos esperados, que se recogen antes o en el

CUADRO 2.3.a

RENTABILIDAD EX-ANTE DE LA INVERSION PUBLICA EN INVESTIGACION Y EXTENSION EN LA REGION OCCIDENTAL DE LOS E. U. A.

PRODUCTO	VALOR PRESENTE DESCONTADO ($ millones)	TASA INTERNA de RETORNO %
Ovinos	92.9763	33.28
Lechuga	32.567	35.83
Tomate	113.178	45.63
Uva	56.622	39.85
Manzana	325.303	47.73
Citricos	-17.038	0.00
Papa	1012.400	104.43
Algodon	170.910	42.38
Arroz	37.934	33.83

FUENTE: Araji A. A. et. al. (1978). "Returns to agricultural research and extension programs: an ex-ante approach". Amer. J. Agr. Econ., December. pp. 964-968. Table 1.

CUADRO 2.3.b

PRIORIDADES DE INVESTIGACION Y EXTENSION AGROPECUARIA POR PRODUCTO, SEGUN EL VALOR PRESENTE DESCONTADO (VPD) Y LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

PRODUCTO	PRIORIDAD segun VDP	PRIORIDAD segun TIR
Papa	1	1
Manzana	2	2
Algodon	3	4
Tomate	4	3
Ovinos	5	8
Uva	6	5
Arroz	7	7
Lechuga	8	6
Citricos	9	9

FUENTE: cuadro 2.3.a

transcurso de las actividades de I & E.

2.2.2. Modelo de Bredahl y Peterson (1976).

En el trabajo de estos autores, que se fundamenta en un modelo econométrico de funciones de producción, se obtienen productividades marginales de la investigación agropecuaria para cuatro rubros de producción -granos, aves, ganado y productos lácteos. También se obtiene para cada rubro una tasa interna de retorno.

La tasa interna de retorno para el rubro j-ésimo, TIR_j, está definida por la ecuación

$$(2.10) \quad \sum_{t=0}^{T_j} MPR_{jt} \,/\, (1 + TIR_j)^t - 1 = 0,$$

donde

MPR_{jt} = estimación de la productividad marginal de la investigación en el rubro j-ésimo y el período t. Más precisamente, MPR_{jt} mide el efecto sobre el producto en el período t de 1 $ gastado en investigación en el período 0 -se asume que la investigación que se realiza en el rubro j-ésimo en el período 0 afecta a la producción durante $1,..,T_j$ períodos subsecuentes.

La TIR en este caso es la tasa de interés que hace que los beneficios (o retornos) descontados al presente de 1$ invertido en la investigación en el año 0 sea igual a 1 $.

A partir de la ecuación (2.10) puede deducirse que: (a) si se obtienen productividades marginales de la investigación por

rubro y por región (o Estado); y, (b) se conoce el número de periódos de retraso por rubro j, T_j. Entonces, es posible obtener la tasa interna de retorno por rubro y por Estado. De esta manera, habría por lo menos dos jerarquizaciones de la investigación agropecuaria: (1) En cada Estado (o región) se podría ordenar la investigación en cada rubro, de mayor a menor, de acuerdo con su TIR.; y, (2) para cada rubro de producción podrían jerarquizarse los Estados donde han de realizarse la investigación, de de acuerdo con la TIR que alcanza dicho rubro en los diferentes Estados.

En el artículo de bredhal y Peterson no se calculan estas tasas internas de retorno por rubro y Estado. Solamente se estima, haciendo uso de funciones de producción del tipo Cobb-Douglas, la productividad marginal de la investigación por rubro y Estado para un año (1969). Una ilustración de las estimaciones obtenidas se muestra en el cuadro 2.4.

En contraste con el modelo de Araji et. al., el modelo de Bredahl y Peterson obtiene tasas de retorno ex-post, por consiguiente el último modelo más bien provee información sobre la eficiencia de asignación de recursos a la investigación agropecuaria ex-post.

CUADRO 2.4.

PRODUCTOS MARGINALES DE LA INVESTIGACION AGROPECUARIA EN ESTADOS SELECCIONADOS

RUBRO de PRODUCCION	ILLINOIS $	WINSCONSIN $	ARKANSAS $	COLORADO $
Lacteos	9.19	56.00	4.29	41.15
Granos	40.14	2.67	19.83	16.73
Aves	12.63	8.41	66.40	9.73
Ganado	38.64	12.50	8.48	61.97

FUENTE: Bredahl, M y W. Peterson (1976) "The productivity and allocation of research: U. S. agricultural experiment stations". Amer. J. Agr. Econ. November. pp. 684-692. Table 7.

3. Priorización mediante el método de "escoring".

A continuación se discute el método de puntajes o "escoring" para establecer prioridades de investigación y extensión. Esta priorización puede establecerse: (1) por productos o rubros de producción; o bien, (2) por áreas temáticas o disciplinas. Aplicaciones de este método para evaluar programas de investigación agropecuaria en Estados Unidos de América han sido discutidas en, por ejemplo: Shumway y McCraken (1975); Shumway (1977); Ruttan (1982, 1985); y, Pardey y Norton (1986). Aplicaciones del método de escoring para priorizar la I & E en países en vías de desarrollo se presentan en, por ejemplo: Toro B. et. al. (1976); Gómez Quiroga et.al (1977); CGIAR (1985); Espinosa, Norton y Gross (1986).

Este método utiliza varios criterios, a la vez, para jerarquizar la I & E y se realiza básicamente mediante los siguientes cuatro pasos.

Paso 1.

Se listan todos los rubros de producción o áreas temáticas sobre los cuales se pretende establecer prioridades.

Paso 2.

Consiste en seleccionar una serie de criterios (o variables) que se utilizarán, simultáneamente, para establecer las jerarquías de investigación en los diferentes rubros o áreas.

Paso 3.

Se asignan ponderadores a los diferentes criterios (o variables). El ponderador de cada criterio indica la importancia relativa que

se le asigna respecto a los demàs.

Paso 4.

Finalmente, se asigna un puntaje (o "ranking") a cada rubro o àrea, de acuerdo con la fòrmula siguiente

$$(2.11) \quad \sum_{j=1}^{m} a_j \, x_{ij} \, , \qquad \text{con} \sum_{j=1}^{m} a_j = 1.$$

donde:

x_{ij} = valor de la variable j para el rubro o àrea i;

$i = 1,\ldots,n$; $j = 1,\ldots,m$;

n = nùmero de rubros o àreas considerados;

m = nùmero de criterios (o variables) elegidos;

a_j = ponderador (o peso relativo) de la variable j.

Elecciòn de criterios.

El grupo de criterios puede definirse de manera consistente con uno o varios objetivos claramente definidos de antemano, por ejemplo en el trabajo del CGIAR (1985), el objetivo elegido fue "contribuir ...(por medio de la investigaciòn)... al incremento sostenido de la producciòn en los paises en vias de desarrollo de tal manera que los niveles de nutriciòn y bienestar de los grupos de bajos ingresos sean mejorados". Con base en este objetivo se consideraron tres tipos de criterios relacionados con: (1) la relevancia del producto, (2) la productividad; y, (3) la eficiencia de la investigaciòn. Una lista completa de las variables utilizadas para caracterizar a estos criterios se presenta en la pàgina 80 del trabajo del CGIAR.

Algunos criterios utilizados son cuantificables, mientras que otros son más bien cualitativos. Además, el trabajo de priorización incluye la utilización o (si es el caso) el diseño de metodologías para medir los diferentes criterios, y/o variables que los representan. Por otra parte, cabe mencionar que cada estudio selecciona diferentes criterios y objetivos para priorizar la I&E.

Respecto a las ponderaciones de los diferentes criterios, en algunos trabajos (por ejemplo en Gómez Quiroga et.al.) se establecen implícitamente mientras que en otros (Shumway, 1975) se determinan explícitamente. Esta diferencia es crucial. En el último caso el ponderador de cada criterio puede ser determinado por grupos de expertos, usualmente, haciendo uso del proceso iterativo Delphi (véase anexo B). La determinación explícita de ponderadores permite que se tenga más control sobre los resultados obtenidos, en el sentido que se visualiza el porqué de los mismos. Esto no sucede cuando los ponderadores se establecen implícitamente.

3.1. Un ejemplo.

Como ilustración del método de escoring para priorizar por rubros de producción y por áreas temáticas, con objetivos y ponderadores explícitos, se discute el trabajo de Espinosa, Norton, y Ross.

En dicho estudio se consideraron tres metas (u objetivos) principales "(1) incremento del nivel de ingreso del país, (2) mejoramiento de la situación económica de los grupos más desventajados...; y, (3) sustentación de los niveles de ingreso del país" (Espinosa et. al. pág 2).

3.1.1. Priorización por rubros de producción.

Los criterios elegidos para priorizar la I & E por rubros se organizaron en cuatro categorías referentes a:

(1) la importancia del producto o rubro considerado,

(2) probabilidad de éxito de la investigación en el rubro

(3) eficiencia de las investigación en el rubro

(4) distribución del impacto, de la investigación en el rubro.

Cada una de estas cuatro categorías se caracterizó mediante criterios (cualitativos) y variables cuantitativas. Dichos criterios y variables, así como las ponderaciones asignadas - a través de entrevistas con expertos- se indican a continuación.

- Las variables que determinan la importancia del producto y sus respecivas ponderaciones son las siguientes:

1.1. Valor de la producción, 11%

1.2. Número de fincas involucradas en la producción (que indica el número de productores beneficiados), 11%

1.3. Generación de divisas o disminución de la demanda de divisas, 9%

1.4. Importancia nutritiva del producto en la población: calorías y proteínas, 7% y 8% respectivamente, total 15%

- Las criterios que determinan la probabilidad de éxito son:

2.1. Brecha de rendimiento, 6%

2.2. Probabilidad de éxito según opinión de investigadores, 10%

- Para determinar la eficiencia (en términos de costos y beneficios) de la investigación se consideraron los siguientes cuatro criterios:

3.1. Vinculación con centros internacionales (a mayor vinculación, mayor eficiencia), 5%

3.2. Enfasis actual de la investigación (a mayor número actual de investigaciones en el producto mayor eficiencia en la investigación), 6%

3.3. Incentivos al sector privado, 3%

3.4. Ventaja comparativa del producto, 6%

- La distribución del impacto en la investigación se caracterizó mediante:

4.1. Su efecto sobre los precios, 5%

4.2. Autoconsumo del producto (i.e. efecto sobre pequeños productores), 7%

4.3. Evolución de la demanda futura (i.e. efecto sobre los consumidores), con 6%.

La primer categoría consta de variables cuantitativas, mientras que las demás categorías constan de variables más bien, pero no totalmente, cualitativas. A las variables de estas tres últimas categorías se les asignaron los siguientes posibles valores: 0, ninguno; 1, poco; 2, mucho. Los valores para cada una de tales variables fueron determinados mediante entrevistas

con expertos. Para determinar el valor de cada variable se eligió la moda de las respuestas.

Después de haber medido las diferentes variables para cada rubro y de haber determinado los ponderadores para cada criterio se obtiene, mediante la fórmula (2.11), el puntaje para cada rubro. De ahí se determina la jerarquía de cada uno de estos, como se muestra en el cuadro 2.5., en donde además se muestra, una segunda priorización, a priori, efectuada por Espinosa et. al. para ordenar grupos de rubros en cuatro categorías -de alta a muy baja prioridad.

3.1.2. Priorización por áreas temáticas.

Para este caso se consideraron los siguientes criterios, también se muestran los ponderadores de cada uno de ellos:

1. Abundancia de recursos. Se considera que las investigaciones que enfatizan el uso de los recursos relativamente abundantes son las que contribuyen más al crecimiento económico. El ponderador fue de 35%.
2. Principales problemas. Se toma en cuenta la intensidad de los problemas que presentan las áreas elegidas para establecer prioridades. Ponderador 35%.
3. Vinculación con los centros internacionales. Se asume que a mayor vinculación se obtiene mayor eficiencia en la investigación. Ponderador 10%.
4. Incentivo al sector privado. Si el sector privado puede apropiarse, por medio de patentes, del conocimiento generado por

CUADRO 2.5.

PRIORIZACION DE LA INVESTIGACION POR RUBROS

ALTA PRIORIDAD	MEDIA PRIORIDAD	BAJA PRIORIDAD	MUY BAJA PRIORIDAD
1. arroz	9. frutales de hoja caduca	18. ovinos	29. chontaduro
2. café	10. frijol	19. soya	30. caprinos
3. maíz	11. leguminosas andinas	20. aves	31. oleaginosas menores
4. plátano y banano	12. ganadería de carne y doble propósito	21. maní	32. hortalizas subtropicales
5. cebada y trigo	13. cereales andinos	22. hortalizas de clima frio	33. palma africana
6. papa	14. porcinos	23. cultivos andinos menores	34. flores
7. ganadería de leche	15. frutas tropicales cítricos	24. sorgo	35. tabaco
8. cacao.	16. leguminosas de costa	25. cereales menores	36. algodón
	17. yuca.	26. especies menores	37. cana de azúcar
		27. frutas subtropicales	38. jojoba
		28. hortalizas tropicales	39. te

FUENTE: Espinosa, P; G. Norton; y, H. D. Gross. Identificación y selección de prioridades de investigación agropecuaria en el Ecuador. Mimeografeado. Octubre 1986.

las investigaciones, se considera que la investigación produce mayores beneficios. Ponderador 10%.

5. Enfasis actual de la investigación. A mayor número actual de investigaciones en el área mayor eficiencia en la investigación. Ponderador 10%.

Como en el caso de la priorización por rubros, a cada uno de los criterios elegidos se les asignaron los posibles valores de: 0, ninguno; 1, poco; 2, mucho. Los valores para cada uno de los criterios, así como su respectivo ponderador, fueron determinados mediante entrevistas con expertos. Mediante la fórmula (2.11) se obtiene el puntaje o "escore" para cada área.

En el cuadro 2.6. se muestran las áreas temáticas o disciplinas consideradas en Espinosa et. al. y la jerarquía de cada una de ellas.

4. Priorización mediante una sola meta o criterio

En contraste con los trabajos de priorización mediante el método de escoring, que toma en cuenta criterios múltiples para establecer prioridades de la investigación agropecuaria, en algunos trabajos de la literatura de priorización se establecen jerarquías de investigación -por productos, problemas específicos y áreas temáticas- mediante una sola meta o un solo criterio.

En este contexto, en el artículo de Pinstrup-Andersen, Londoño, Hoover (1976), se establecen prioridades con el fin de mejorar el estado nutricional de grupos vulnerables.

CUADRO 2.6.

PRIORIZACION DE LA INVESTIGACION POR AREAS TEMATICAS

AREA	PUNTAJE	PRIORIDAD
Mejoramiento genético vegetal	1.80	1
Conservación de suelos	1.80	1
Uso eficiente de agua	1.70	3
Fertilización de suelos	1.45	4
Nutrición animal	1.45	4
Sanidad animal	1.45	4
Agroforestales	1.35	7
Tranferencia de tecnología	1.20	8
Prácticas culturales	1.20	8
Técnicas post-cosecha	1.15	10
Socio-economía	1.10	11
Mejoramiento animal	1.10	11
Técnicas de prod. de semilla	0.90	13
Sanidad vegetal	0.90	13
Acuacultura	0.80	15
Mecanización	0.55	16

FUENTE: Espinosa, P; G. Norton; y, H. D. Gross. Identificación y selección de prioridades de investigación agropecuaria en el Ecuador. Mimeografeado. Octubre 1986.

De manera similar, Pinstrup-Andersen y Díaz (1975)) discuten un método que provee información para establecer prioridades de acuerdo con la severidad que presenten los problemas agroeconómicos que afectan a un producto.

También, Ardila y Londoño (1976) presentan un método para determinar la priorización implícita de la asignación de prioridades a la investigación agropecuaria, mediante el análisis del presupuesto asignado a varios rubros de producción o disciplinas durante cierto período.

Seguidamente se discuten los enfoques mencionados.

4.1. Priorización con miras a mejorar el estado nutricional

En el artículo de Pinstrup-Andersen, Londoño, y Hoover (1976) se establecen prioridades de investigación agrícola por productos. Esta priorización se establece por medio de calcular la reducción en la deficiencia calórica y/o protéica de grupos de población vulnerables, tal reducción es causada por un incremento de la oferta de determinado producto alimenticio, generada por la investigación en el mismo.

El modelo.

Para obtener los cálculos de las reducciones mencionadas se realizan una serie de pasos que se describen, heurísticamente, enseguida. (Las fórmulas para obtener los cambios pueden consultarse en el anexo C).

1. Primeramente, se divide la población de la muestra estudiada (población del área urbana de Bogota, Colombia) en cinco estratos de ingreso. Además para cada bien, i, y estrato de ingreso, m, se calcula -por medio de la metodología desarrollada por Frisch y descrita en Deaton y Muellbauer (1981)- la elasticidad de la demanda con respecto a (c.r.a): (1) su propio precio, $e_{ii}(m)$; y, (2) el precio de otros bienes j, $e_{ij}(m)$.

Posteriormente, al promediar (con ponderadores) las elasticidades de los diferentes estratos se obtienen nuevas elasticidades, para toda la población, de la demanda del bien i con respecto a: (1) su propio precio, e_{ii}; y (2) el precio de los otros bienes, j, e_{ij}.

2. En segundo lugar, se calcula el cambio en el consumo de calorías y proteínas de cada estrato causados por el desplazamiento de la curva de oferta de cada uno de los productos considerados. El proceso desarrollado para calcular dichos cambios se describe a continuación.

Se parte de una situación de equilibrio, en la cual se produce (y consume) una cantidad Q_i^o del bien i, con precio P_i^o; y además se produce (y consume) una cantidad Q_j^o con precio P_j^o, de cada uno de los otros bienes j ($j \neq i$) -en un entorno de competencia perfecta, en la que los consumidores y productores individualmente no afectan los precios.

Enseguida, se desplaza la curva de oferta del bien i lo que produce un cambio en la cantidad producida y el precio del

producto i, a Q_i^1 y P_i^1 respectivamente, por supuesto dichos cambios dependen de e_{ii}.

Ya que la demanda de un bien depende de su propio precio y los precios de los demàs bienes, se tiene que el cambio en el precio del bien i desplaza, a su vez, cada una de las curvas de demanda de los otros bienes j ($j \neq i$). Por consiguiente nuevos precios P_j^1 y cantidades Q_j^1 resultan para los bienes j ($j \neq i$), los niveles de estos nuevos precios y cantidades dependen de e_{ij}.

A su vez, los cambios en los precios de otros bienes j ($j \neq i$) desplazan la curva de demanda del bien i, lo que produce un nuevo nivel de producciòn Q_i^2 y un nuevo precio del bien i, P_i^2.

Otra vez, el cambio en el precio del bien i desplaza la curva de demanda de los demàs bienes j ($j \neq i$); y asi sucesivamente.

El proceso se repite hasta converger a un nuevo equilibrio, caracterizado por un precio estable del bien i (y el de los demàs bienes j) en un nivel P_i^F (P_j^F) y con una producciòn, igual al consumo, de Q_i^F (Q_j^F). El equilibrio final tambièn depende de la elasticidad de la oferta del bien i.

Por ùltimo, se obtiene el cambio en calorías y proteínas consumidas por el estrato de ingreso m -como consecuencia del desplazamiento de la funciòn de oferta del bien i- en funciòn de: (1) los precios en los equilibrios iniciales y finales del bien i y de los demàs bienes j; (2) las elasticidades, en cada estrato, m, del bien i y de los otros bienes j c.r.a su propio precio y c.r.a los precios de los otros bienes; (3) las

elasticidades de las curvas de oferta del bien i y de los demàs bienes j; y, (4) las cantidades consumidas inicialmente, en cada estrato de ingreso m, del bien i de y de los otros bienes j.

3. Finalmente -a partir de: (1) los datos del consumo promedio de calorías y proteínas en cada estrato de ingreso; y, (2) de los cambios ya calculados en el consumo de calorías y proteínas en cada estrato- se obtiene, al comparar con los requerimientos nutricionales en cada estrato, la reducción en la deficiencia calórica y protéica para cada estrato, como consecuencia de un desplazamiento de la curva de oferta del bien i, dicho desplazamiento puede ser generado por investigación en el producto i.

Tales reducciones en las deficiencias de calorías y proteínas de los estratos màs vulnerables son las que permitirán asignar determinada jerarquía a la investigación en el producto i, como se verà màs adelante.

Fuentes de información y características de la muestra.

Para aplicar la metodología que se acaba de describir se recolectò información sobre:

1. Cantidades consumidas y precios pagados de 22 alimentos o grupos de alimentos por las familias de la muestra estudiada, 230 familias.

2. Ingreso mensual, tamaño, distribución de edades, gastos mensuales en alimentos, de las familias estudiadas

Los datos fueron recogidos dos veces en un mismo año. Las familias fueron seleccionadas de cinco estratos establecidos de antemano, de acuerdo con los ingresos familiares.

Resultados empíricos.

Enseguida se discute sobre el tipo de priorización de la investigación agrícola, por producto, que se obtiene al aplicar la metodología en consideración.

Al no disponer información sobre la elasticidad de la oferta de cada uno de los alimentos en estudio, y de costos de investigación; los resultados obtenidos en Pinstrup-Andersen et. al. (1976) se calcularon para 6 diferentes escenarios, determinados por dos valores hipotéticos de la elasticidad de la oferta de cada producto, y de tres supuestos sobre los costos de investigación.

A manera de ilustración, en este trabajo solo se discute uno de los 6 escenarios analizados. En éste se asume que la elasticidad de la oferta es cero y además que: iguales incrementos porcentuales en la oferta de cualquiera de los 22 alimentos considerados se obtiene incurriendo el mismo costo de investigación.

De los cinco estratos estudiados el número I, que es el de menores ingresos, fue el único que resultó deficiente en el consumo de calorías per capita; y, el más deficiente en el consumo de proteínas per capita.

En el cuadro 2.7. se muestra la reducción en la deficiencia calórica y protéica del estrato I causada por un incremento del 10% en la oferta de cualesquiera de los alimentos en cuestión. Se asume que la elasticidad de la curva de oferta de cualquiera de ellos, E_s, es identica a cero, i.e. $E_s = 0$. Se tiene, por ejemplo, que el incremento del 10% en la oferta de arroz, reduce más tanto la deficiencia calórica como la protéica, en el estrato I, que el mismo incremento porcentual en la oferta de cualquier otro de los alimentos considerados.

Al introducir la hipótesis referente al (mismo) costo de investigación se sigue que: la jerarquía, de mayor a menor, que establece la relación costo-beneficio de cada producto es la misma que la jerarquía que establece, de mayor a menor, la reducción en la deficiencia calórica (o protéica) de cada producto.

Así pues a partir de la observación precedente y la información presentada en el cuadro 2.7. se determinan: (a) las prioridades por producto que se establecen cuando el objetivo es mejorar la nutrición mediante el aumento en el consumo calórico, esta priorización se presentan en el cuadro 2.8.a.; y, (b) las prioridades que se establecen cuando el objetivo es mejorar la nutrición mediante el incremento del consumo protéico, cuadro 2.8.b.

Se aprecia en estos dos últimos cuadros que el arroz resulta el producto individualmente más importante para mejorar la dieta calórica y protéica, bajo los supuestos de este escenario. Por

CUADRO 2.7.

REDUCCION DE LAS DEFICIENCIAS EN CALORIAS Y PROTEINAS EN EL ESTRATO MAS VULNERABLE (I) CAUSADAS POR UN INCREMENTO DEL 10% EN LA OFERTA DE CUALQUIERA DE LOS ALIMENTOS INDICADOS, PARA Es = 0.

ALIMENTO	% deficiencia CALORIAS	% deficiencia PROTEINAS
Aceites y Grasas	8.55	-0.11
Alverjas	-0.19	0.17
Arroz	18.22	5.80
Azucar	17.64	1.44
Carne de Cerdo	1.00	1.32
Carne de Res	3.42	5.75
Frijol	3.42	2.99
Huevos	0.33	1.21
Leche	1.33	1.49
Lentejas	0.48	0.52
Maiz	16.22	5.46
Naranjas	0.86	0.75
Pan y Pastas	5.29	2.07
Papa	6.39	2.24
Platano	9.64	1.15
Tomate	-0.15	0.00
Vegetales	0.40	0.29
Yuca	9.78	1.90

FUENTE: Pinstrup-Andersen et. al. (1976) "The impact of increasing food supply on human nutrition". Amer. J. Agr. Econ., May 1976. página 140

CUADRO 2.8.4

PRIORIDAD DE LA INVESTIGACION POR PRODUCTOS CONSIDERADOS CUANDO EL OBJETIVO ES MEJORAR LA NUTRICION MEDIANTE EL INCREMENTO DE CALORIAS DEL ESTRATO MAS VULNERABLE (I).

ALIMENTO	% de reducción de la deficiencia de CALORIAS	PRIORIDAD
Arroz	18.22	1
Azucar	17.64	2
Maiz	16.22	3
Yuca	9.78	4
Platano	9.64	5
Aceites y Grasas	8.55	6
Papa	6.39	7
Pan y Pastas	5.29	8
Frijol	3.42	9
Carne de Res	3.42	10
Leche	1.33	11
Carne de Cerdo	1.00	12
Naranjas	0.86	13
Lentejas	0.48	14
Vegetales	0.40	15
Huevos	0.33	16
Tomate	-0.15	17
Alverjas	-0.19	18

FUENTE: Cuadro 2.7.

CUADRO 2.8.b.

PRIORIDAD DE LA INVESTIGACION POR PRODUCTOS CONSIDERADOS CUANDO EL OBJETIVO ES MEJORAR LA NUTRICION MEDIANTE EL INCREMENTO DE PROTEINAS DEL ESTRATO MAS VULNERABLE (I).

ALIMENTO	% de reducción de deficiencia de PROTEINAS	PRIORIDAD
Arroz	5.80	1
Carne de Res	5.75	2
Maiz	5.46	3
Frijol	2.99	4
Papa	2.24	5
Pan y Pastas	2.07	6
Yuca	1.90	7
Leche	1.49	8
Azucar	1.44	9
Carne de Cerdo	1.32	10
Huevos	1.21	11
Platano	1.15	12
Naranjas	0.75	13
Lentejas	0.52	14
Vegetales	0.29	15
Alverjas	0.17	16
Tomate	0.00	17
Aceites y Grasas	-0.11	18

FUENTE: Cuadro 2.7.

lo tanto tiene la más alta prioridad en cuanto a la investigación.

Cabe mencionar que diferentes priorizaciones resultan bajo diferentes escenarios y por consiguiente se obtienen resultados más generales cuando se consideran todos los escenarios a la vez. La priorización que se muestra en los cuadros 2.8.a y 2.8.b tiene el solo propósito de servir como ilustración de la aplicación de la metodología en cuestión.

4.2. Priorización por problema específico.

Pinstrup-Andersen, y Díaz (1975) proponen una metodología, que combina el análisis agroeconómico con experimentos agrobiológicos con el fin de generar información útil para establecer prioridades de investigación agrícola tendiente a resolver problemas específicos de cierto producto, en este caso la yuca.

La metodología "hace énfasis en: identificar los principales problemas que restringen la producción y productividad; y, estimar las implicaciones que tendría el remover tales problemas" (ibid. pág. 52).

Para lograr lo anterior, se levanta un censo (o una muestra) agroeconómico en las fincas cultivan el producto en cuestión (en este caso yuca) en las diferentes regiones del país; por un grupo entrenado de agrónomos y economistas, que efectua visitas periódicas durante un ciclo completo de cosecha. En términos generales el censo recoge información referente a:

(1) la descripción del proceso productivo del cultivo en cuestión, con énfasis en la estructura, la conducta y desempeño

del mismo (para una definición de estos tres términos vease Pinstrup-Andersen y Díaz op. cit.).

(2) los factores que limitan la producción y productividad del cultivo, tales como plagas y enfermedades, crecimiento de maleza; deficiencias en los suelos utilizados, condiciones adversas de lluvia. etc; y,

(3) las características de las tecnologías preferidas por los agricultores.

Pinstrup-Andersen y Díaz sugieren que a partir de la información proporcionada por el análisis agroeconómico se puede estimar la pérdida económica relativa causada por los diferentes problemas hallados (e.g. prevalencia de insectos, malezas, etc) en colaboración con científicos del área agrobiológica. Tales estimaciones (o relaciones de costo beneficio derivadas de ellas) permitirían establecer prioridades de investigación en diferentes disciplinas, relacionadas con los problemas hallados.

4.3. Priorización implícita.

Ardila y Londoño (1976) proponen un método para determinar las prioridades implícitas o ex-post de la investigación agrícola -ya sea por rubro de producción o disciplina- por medio de examinar el presupuesto destinado a diversos rubros o disciplinas durante varios años, tal metodología es aplicada para el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) pero que es aplicable a cualquier otro instituto que destina recursos a varios programas de investigación en el sector agropecuario. La prioridades

establecidas por este método se determinan a partir de, o después de, la asignación de recursos a la investigación.

Primeramente, se clasifica en grupos los distintos rubros (o disciplinas) en cuestión, de 1 hasta n, sobre los cuales se ha realizado investigación durante un período reciente (en el caso del ICA se consideraron 14 cultivos y especies animales y un período de 7 años).

En segundo lugar, se asignan jerarquías anuales a los diferentes rubros (o disciplinas), como se indica enseguida.

En cada año, a cada rubro (o disciplina) se asigna una jerarquía, de la 1 hasta la n, de acuerdo con el presupuesto asignado a dicho rubro (o disciplina) en ese año. Así al rubro (o disciplina) con el máximo presupuesto se le asigna el número 1 en ese año, al siguiente rubro (o disciplina) se le asigna el número 2 en ese año; y así sucesivamente hasta el rubro (o disciplina) n. En el cuadro 2.9 se muestran las jerarquías anuales asignadas a los 14 rubros considerados por Ardila y Londono durante 7 años.

En tercer lugar, se asigna un puntaje anual a cada rubro (o disciplina) de la siguiente manera. En cada año: al rubro (o disciplina) con la jerarquía número 1 se le da un puntaje de n, al rubro (o disciplina) con la jerarquía número 2 se le da un puntaje de n-1, y así sucesivamente hasta asignar un puntaje de 1 al rubro (o disciplina) con la n-ésima jerarquía en el año en cuestión.

Finalmente, para cada rubro (o disciplina), se suman los puntos de cada año para obtener su puntaje definitivo durante el período analizado. El puntaje de cada rubro (o disciplina) determina la prioridad del mismo. Así el rubro (o disciplina) con mayor puntaje es al que se le asignó la mayor prioridad. Los puntajes y prioridades de los rubros considerados en Ardila y Londoño op. cit. se muestran en el cuadro 2.10.

5. Priorización multidimensional.

En esta sección se discuten dos métodos que priorizan la investigación agropecuaria, por productos o áreas temáticas, al considerar varios criterios o varios aspectos de un problema simultáneamente, como se verá a continuación.

5.1. Priorización bidimensional.

Chaparro et. al. (1981) y Montes (1982) discuten sobre la jerarquización bidimensional de la investigación agrícola por rubros, en el sentido que se consideran dos criterios simultáneamente (sin establecer a partir de ellos una sola medida, como en el método de escoring). Para el caso de Colombia, que es el analizado en los dos trabajos mencionados, se establece un enfoque de economía abierta

"en donde la asignación de recursos se basa en la ventaja comparativa y ...(la)... autosuficiencia alimentaria, en el contexto del mercado mundial. Este enfoque considera ...(explícitamente)... las distorsiones existentes en la economía (tales como crédito subsidiado, salarios mínimos, tarifas, subsidios, etc.) las cuales ejercen una influencia fundamental en la asignación de recursos" (Chaparro et. al. op. cit. pág. 28).

CUADRO 2.9:
JERARQUIAS ANUALES DE LA INVESTIGACION POR RUBROS EN EL I.C.A. *

	JERARQUIA ANUAL						
	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
SECTOR AGRICOLA:							
Cereales	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(3)
Fibras textiles	(14)	(11)	(11)	(7)	(12)	(13)	(13)
Raíces y tubérculos	(11)	(8)	(5)	(7)	(8)	(7)	(7)
Leguminosas y oleaginosas	(9)	(10)	(14)	(7)	(9)	(8)	(10)
Hortalizas y frutales	(7)	(7)	(9)	(6)	(6)	(6)	(12)
Cultivos industriales	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(4)	(4)
Pastos y forrajes	(8)	(9)	(7)	(12)	(11)	(12)	(11)
Disciplinas de apoyo	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
SECTOR PECUARIO:							
Bovinos (carne)	(6)	(6)	(8)	(8)	(5)	(9)	(6)
Bovinos (leche)	(4)	(5)	(6)	(5)	(7)	(5)	(5)
Aves	(13)	(12)	(12)	(10)	(13)	(11)	(8)
Porcinos	(10)	(13)	(14)	(11)	(10)	(10)	(9)
Ovinos y caprinos	(12)	(14)	(13)	(14)	(14)	(14)	(14)
Disciplinas de apoyo	(5)	(4)	(4)	(4)	(4)	(3)	(2)

* la jerarquía aumenta conforme el número entre paréntesis aumenta
FUENTE: Ardila y Londoño (1976). Tabla 17

CUADRO 2.10

PRIORIDADES DE INVESTIGACION POR RUBROS EN EL I.C.A. DURANTE EL PERIODO 1969-1975

RUBRO DE PRODUCCION	PUNTAJE	PRIORIDAD
Disciplinas de apoyo (agrícola)	98	(1)
Cereales	90	(2)
Cultivos industriales	82	(3)
Disciplinas de apoyo (pecuaria)	79	(4)
Bovinos (leche)	68	(5)
Bovinos (carne)	60	(6)
Hortalizas y frutales	52	(7)
Raíces y tubérculos	49	(8)
Leguminosas y oleaginosas	40	(9)
Pastos y forrajes	35	(10)
Porcinos	28	(11)
Aves	26	(12)
Fibras textiles	18	(13)
Ovinos y caprinos	10	(14)

FUENTE: Ardila y Londoño (1976). Tabla 17

De esta manera los dos criterios simultàneamente utilizados para establecer prioridades de investigaciòn son: el de ventaja comparativa; y, el de autosuficiencia alimentaria. Entre mayor sea la ventaja comparativa o mayor sea la importancia en la dieta de la poblaciòn de un producto, mayor serà la prioridad asignada a la investigaciòn en dicho producto.

En un contexto de economía abierta, un país tiene ventaja comparativa en determinada actividad si la rentabilidad social neta en la producciòn de una unidad adicional es positiva. En la pràctica la ventaja comparativa de la actividad i puede medirse comparando dos indicadores: el costo domèstico de los recursos en la actividad i, (CDR_i); y, el precio sombra de la divisa (PSD).

El CDR_i de la actividad i es una medida del costo social de oportunidad de generar, mediante exportaciones o al sustituir importaciones, una unidad de la divisa en dicha actividad (vease Pearson et. al. pàg. 130). En otras palabras el CDR_i mide -a precios sombra- la eficiencia en transformar, mediante el comercio internacional, recursos domèsticos en moneda extranjera en la actividad i.

Por otra parte, el precio sombra de la divisa (PSD) mide cuantos recursos domèsticos requiere la economía, como un todo, para generar una unidad de moneda extranjera.

Así pues, el país tiene ventaja comparativa en la actividad i si el CDRi es menor que el PSD, es decir si el coeficiente de

ventaja comparativa, CDR_i / PSD, es menor que uno. Entre menor sea este coeficiente mayor es la ventaja comparativa de la actividad i.

Por otra parte, para medir el criterio de autosuficiencia alimentaria se utiliza un indicador que refleja la importancia en términos de la oferta que debe ser garantizada por el país. Al respecto, se estableció como indicador la participación que tienen los alimentos estudiados en el presupuesto familiar. Para productos alimenticios que son empleados como materia prima en procesos industriales (e. g. soya para aceite), se calculó la participación del producto en la estructura de costos del producto industrializado. Para obtener la participación que tiene el alimento en cuestión en el gasto familiar se multiplicó el último número por la participación del alimento industrializado en el presupuesto familiar.

Con base en las consideraciones anteriores, se puede establecer un criterio para clasificar los productos agropecuarios -con miras a establecer prioridades de investigación- en cuatro tipos, como se muestra en el siguiente diagrama.

II	I
- SIN VENTAJA COMPARATIVA	- CON VENTAJA COMPARATIVA
- ALTA PARTICIPACION EN - PRESUPUESTO FAMILIAR	- ALTA PARTICIPACION EN - PRESUPUESTO FAMILIAR
III	**IV**
- SIN VENTAJA COMPARATIVA	- CON VENTAJA COMPARATIVA
- BAJA PARTICIPACION EN - PRESUPUESTO FAMILIAR	- BAJA PARTICIPACION EN - PRESUPUESTO FAMILIAR

Al aplicar esta clasificación a una serie de productos, de acuerdo con su ventaja comparativa y la proporción del gasto familiar, Chaparro et. al. obtiene la clasificación que se muestra en la figura 2.5 En ésta se mide la ventaja comparativa en el eje horizontal por el indicador: 1 - coeficiente de ventaja comparativa. De esta manera los productos con (sin) ventaja se localizan a la derecha (izquierda) del eje vertical. Entre mayor sea la ventaja comparativa más a la derecha se encuentra el producto.

Por otra parte, en esta misma figura 2.5, la participación en el gasto familiar de cada producto considerado se mide en el eje vertical. El punto de corte que divide a los cuadrantes superiores e inferiores se localiza en 1.5% del gasto familiar. La participación de cada producto se indica entre paréntesis. Los datos que presentan los autores sobre ventaja comparativa son

leche (5.94) pan de trigo (3.27) maiz (1.49) CUADRANTE II	carne de res (9.86) papa (4.55) arroz (3.57) aceite vegetal (soya, palma, algodón, ajonjolí) (3.4) huevos (1.18) cacao (1.71) CUADRANTE I
1.5 %	1.5 %
fruta (1.21) pasta de trigo (1.09) frijoles y lentejas (0.80) arvejas (0.80) plátano (0.74) yuca (0.61) avena (0.25) CUADRANTE III	algodón banano (1.24) café (1.19) azúcar (1.01) tabaco flores CUADRANTE IV

Figura 2.5. Fuente: Chaparro et. al. (1981)

subjetivos pues no contaban con información cuantitativa al respecto.

Al asignar prioridades, de acuerdo con los criterios establecidos, a la investigación en los productos de cada cuadrante, resulta que la investigación en los productos que se localizan en el cuadrante I tiene la más alta priodidad; mientras que tiene la mínima prioridad para los productos del cuadrante número III.

Por otra parte, existe un canje ("trade-off") entre los productos de los cuadrantes II y IV. Si, por ejemplo, los objetivos del gobierno enfatizan más la autosuficiencia alimentaria que la promoción de exportaciones, entonces la investigación en los productos del cuadrante II tiene mayor prioridad que la investigación en los del cuadrante IV.

Cabe mencionar que este enfoque también provee sugerencias sobre la manera en que debe financiarse la investigación en los diversos productos. Como ya se mencionó antes, la investigación en productos con baja elasticidad-precio de la demanda, por lo general y en términos relativos, benefician más a consumidores que a productores; por consiguiente la investigación en ellos debería ser financiada por el gobierno. Mientras que la investigación en los de alta elasticidad beneficia relativamente más a los productores, por consiguiente la investigación en estos últimos debería de ser financiada por el sector privado. Por lo general los productos con mayor participación en el gasto familiar (que se asignan a los cuadrantes I y II) tienen una

menor elasticidad-precio de la demanda que los de baja participación en el presupuesto familiar (que se asignan a los cuadrantes III y IV). Así pues la investigación en los productos de los cuadrantes I y II deberían de ser financiados por el gobierno, mientras que la investigación en los productos de los cuadrantes III y IV, debería de ser financiada por el sector privado.

5.2. Priorización tridimensional.

Otro modelo multidimensional para asignar prioridades de investigación agrícola que toma en cuenta al producto, el problema específico y la región donde el cultivo o producción presenta dicho problerma se presenta en Chaparro et. al. (op. cit. sección 4.) y se discute a continuación. Este modelo se puso en práctica en el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) para planificar la investigación en disciplinas agropecuarias.

La idea central es definir una matriz tridimensional (i.e. de tres variables) en la que cada celda (o punto) de la matriz proporciona información sobre tres aspectos -que definen un tópico o proyecto de investigación, a saber: 1) el nombre del producto, 2) uno de los problemas que limitan (o restringen) su producción; y, 3) la zona en la que se localiza la producción del bien en cuestión afectada por el problema mencionado en 2).

Respecto a la funcionalidad de esta matriz, cabe mencionar que:

"permite relacionar diferentes productos agrícolas con restricciones tecnológicas específicas, bajo ciertas condiciones ambientales que definen zonas ecológicas ...Cada celda ... define una área o tópico de investigación ...(relacionado con) ...una restricción tecnológica (o problema en la producción) que restringe el nivel de productividad de un producto determinado, en una región o zona ecológica identificada". (Chaparro et. al. pág. 52).

El formato que tiene la matriz en cuestión se presenta en la figura 2.6. Para llenar la información de cada celda se requiere realizar los pasos que se describen enseguida.

Paso 1.

Se seleccionan los productos de interés.

Paso 2.

Se dividide el país (o área de interés) en regiones o en zonas ecológicamente homogéneas y se caracterizan de acuerdo con:

a) parámetros físicos o ambientales (e.g. tipos de suelos, niveles de precipitación, rangos de temperaturas, humedad, etc.); b) características socio-económicas; c) sistemas de producción; d) servicios existentes (e.g. crédito, asistencia técnica, etc).

Paso 3.

Se identifican los principales problemas o restricciones tecnológicas, que tienen un impacto negativo o limitante sobre la producción. Para hacer esta identificación, en el caso de Colombia, se determinaron los principales factores que intervienen en el proceso productivo, 8 en el caso de cultivos y 6 en el caso de especies animales. Así mismo, se determinaron las disciplinas agronómicas relacionadas con cada factor. Así para cada producto se identificaron restricciones tecnológicas -en términos de los factores considerados, y las respectivas

PRODUCTOS CONSIDERADOS	RESTRICCION 1			.....			RESTRICCION s		
	Zona 1	...	Zona m	Zona 1	...	Zona m	Zona 1	...	Zona m
Producto 1									
.									
.									
.									
Producto i									
.									
.									
.									
Producto n									

Figura 2.6. Matriz para establecer prioridades

disciplinas asociadas- bajo las condiciones ambientales que caracterizan cada zona homogénea ecológica.

Cabe mencionar, que los problemas identificados varian de producto a producto y de región a región, aunque una misma restricción (e.g. prevalencia de cierta plaga) podría afectar a varios productos en diferentes regiones. Por otra parte, no todas las celdas de la matriz que se presenta en la figura 2.6 contienen información ya que, por ejemplo, cierto problema no se presentaría en ciertas regiones o ciertos productos.

Determinación de prioridades.

A partir de cada celda con información -sobre la restricción tecnológica del producto y la región en cuestión- se procedió a plantear tópicos o proyectos de investigación que podrían contribuir a remover la restricción tecnológica en consideración. La prioridad (o importancia) de tales tópicos se determinó, por varios équipos de expertos especializados en ciertos productos o disciplinas, mediante discusiones en el contexto de la técnica Delphi.

Cada équipo de expertos agrupado por producto tenía conocimiento de: la matriz de la figura 2.6; y, de un resumen del estado de las artes para cada producto, preparado de antemano.

Para asignar prioridades de investigación al tópico de asociado a cada celda: cada grupo determinó la importancia y naturaleza de la restricción tecnológica que afecta al producto

en cuestión en determinada región, mediante los dos indicadores, α y β, que se discuten en seguida.

Se asignó el número α (α = 1, 2,..., 10) a la restricción tecnológica considerada (para el producto y condiciones ambientales específicas), en términos de su impacto sobre los niveles de producción o productividad del bien en cuestión. Dicho número α está estrecha y positivamente asociado con la demanda de conocimiento.

Por otra parte, se asignó el número β (β = 1,2,...,10) a la oferta o disponibilidad de conocimiento técnico ("know-how") que puede ser utilizado, efectivamente, para resolver o reducir a niveles adecuados el impacto u obstáculo generado por la restricción tecnológica del producto y zona considerada. El indicador β aumenta a medida que aumenta el conocimiento disponible.

El rango de cada indicador fue dividido en las siguientes tres categorías:

1º) bajo, de 1 a 3;

2º) medio, de 4 a 6; y,

3º) alto, de 7 a 10.

Finalmente, la prioridad de cada tópico o proyecto de investigación asociado a cada celda con información fue determinado de acuerdo con la relación entre la "importancia percibida" de la restricción tecnológica, α, y la oferta de conocimiento ("know-how") disponible para resolverla, β.

Más precisamente, las prioridades fueron clasificadas en tres

niveles -alto, medio y bajo- de acuerdo con el cociente α / β, de la siguiente manera:

---- α / β ----

Alta prioridad	Prioridad media	Baja prioridad
si $\alpha > \beta$:	si $\alpha = \beta$:	si $\alpha < \beta$:
medio / bajo	bajo / bajo	bajo / medio
alto / bajo	medio / medio	bajo / alto
alto / medio	alto / alto	medio / alto

Un argumento que justifica de esta asignación de prioridades es el siguiente.

Si $\alpha > \beta$, entonces se tiene, en términos relativos, una restricción tecnológica significativa y consecuentemente una alta demanda de tecnología; sin embargo, no se cuenta con suficiente conocimiento para remover dicha restricción. Por consiguiente, se requiere realizar un esfuerzo para generar nuevo conocimiento que contribuya a remover las limitaciones que impone dicha restricción. Por otra parte, cuando $\alpha < \beta$ la restricción es poco significativa y se cuenta con suficiente conocimiento ("know-how") para resolverla. Por tanto no se requiere de un gran esfuerzo para remover la restricción (aunque, tal vez, lo que se requiere más bien es transferir tecnología al agricultor). Cuando no se tiene ninguno de los casos anteriores, i.e. $\alpha = \beta$, se considera que la investigación tiene una prioridad media.

6. Priorización mediante el método de programación matemática.

El método de programación matemática, presentado en el artículo de Russell (1975), no solo establece prioridades de investigación, sino además asigna -explícitamente- recursos a una serie proyectos de investigación considerados todos a la vez.

6.1. Función objetivo.

Las asignaciones de prioridades y de recursos se establecen con miras a maximizar, bajo ciertas restricciones, una función objetivo que depende de ciertos criterios, consistentes con un objetivo final y global, a saber:

"Producir los bienes (dentro de las fronteras de la investigación agrícola) que se requieren para permitir alcanzar un estado ideal de bienestar social" (Russell op. cit. pág 34)

La función objetivo se define de manera similar a la del método de escoring, ecuación (2.11). En el trabajo de Russell esta función se concibió dependiente de 9 criterios (también denominados metas, "goals") agrupados en tres categorías, a saber: consumo, seguridad y equidad.

Las metas (o criterios) relacionados con el objetivo final de la investigación agrícola a traves del consumo fueron: 1) el incremento en la cantidad producida; 2) el incremento en la calidad (e.g. valor nutritivo); y, 3) el incremento en la disponibilidad.

Las metas elegidas y relacionadas con el incremento de la seguridad -que tiene que ver con la reducción de amenazas a la sociedad, tales como accidentes, enfermedades; la "protección del

sistema económico"; la protección de fuentes de abastecimiento de alimentos necesarios para la sobrevivencia- fueron las siguientes: 4) el incremento en la seguridad humana; 5) la contribución a la defensa económica, en términos de mejorar la balanza de pagos y reducir la dependencia externa; 6) incremento de la seguridad de las fuentes de abastecimiento de alimentos; y, 7) conservación del medio ambiente.

Finalmente, se consideraron las siguientes metas relacionadas con el objetivo final de la investigación agrícola a traves de la equidad: 8) la distribución del consumo y riqueza generados; y, 9) los derechos individuales.

Desde luego que para medir la contribución (o utilidad) de cada proyecto de investigación al objetivo final se requiere proponer, junto con cada criterio, unidades de medición para cuantificar la contribución de dicho proyecto a cada criterio por separado.

Así pues si G_j representan las unidades de medición del criterio j (con j = 1,..., m) y la <u>función objetivo</u> Z consiste, como en el método de escoring, de un promedio ponderado de la contribución de los m criterios, con pesos relativos w_j, entonces:

$$(2.12) \quad Z = \sum_{j=1}^{m} w_j . G_j, \quad \text{con} \quad \sum_{j=1}^{m} w_j = 1.$$

Si se utilizan los criterios mencionados arriba entonces m = 9. Cabe señalar que el valor de cada w_j se establece subjetivamente.

Conviene mencionar que los 9 criterios considerados por Russell como relevantes para evaluar la investigación agrícola, podrían no serlo para otros investigadores con otro sistema de valores. También el método podría tratar de aplicarse con otra lista de criterios, como los expuestos en el método de escoring. Sin embargo, se mencionan estos 9 criterios para ilustrar la aplicación del método de programación matemática a la asignación de recursos a la investigación.

6.2. Priorización.

Una vez que se ha especificado la función objetivo, se discute como se establecen prioridades, y se asignan recursos, a una serie de n proyectos de investigación agrícola.

Cada proyecto i ($i = 1,\ldots, n$) requiere de un nivel mínimo de financiamiento R_i, especificado en la propuesta del mismo, para obtener resultados satisfactorios. No obstante, el proyecto i puede recibir un financiamiento, P_i, menor que R_i, es decir $0 \leqslant P_i \leqslant R_i$. Si $P_i = 0$ el proyecto i-ésimo no se lleva a cabo.

Dadas las m metas que definen a la función objetivo (2.12), se denota por A_{ji} al número de unidades de utilidad con las que el proyecto i-ésimo contribuye a la meta j cuando el primero se financia totalmente, al nivel R_i. Así pues A_{ji} / R_i representa la contribución del proyecto i a la meta j por cada dólar gastado en el mismo; y por lo tanto $(A_{ji} / R_i)P_i$ es la contribución del proyecto i-ésimo a la meta j, cuando el primero se financia al

nivel P_i. En virtud de lo anterior y la ecuación (2.12) sigue que:

(2.13) $Z = \sum_{j=1}^{m} w_j . G_j^i$, con $G_j^i = A_{ji}$

representa la contribución del proyecto i al objetivo final, cuando es financiado totalmente, al nivel R_i. Como en el método de escoring, los proyectos 1, 2, ..., n se pueden jerarquizar de acuerdo con su contribución al objetivo final.

Sin embargo, el método de programación matemática es mucho más general puesto que no solo puede ordenar los proyectos individualmente (mediante la ecuación (2.13)), sino además tiene la capacidad de considerarlos simultáneamente, como un "paquete" de proyectos, y elegir una combinación <u>óptima</u> de ellos. Como se verá a continuación.

6.3. <u>Asignación de recursos</u>.

Si ahora se representa a cada proyecto i por su nivel de financiamiento, P_i, entonces el paquete que consta de <u>n</u> proyectos, cada uno financiado al nivel P_i (i = 1,2,...,n), se puede representar por: $(P_1, P_2, ..., P_n)$. En particular el proyecto 1 financiado al nivel P_1 se representa por el paquete $(P_1, 0, ..., 0)$.

Adicionalmente, ya que cada proyecto P_i contribuye a la meta j con $(A_{ji} / R_i)P_i$ unidades, la contribución del paquete $(P_1, ..., P_n)$ a la meta j-ésima, denotada por $G_j(P_1, ..., P_n)$, está dada por

$$G_j(P_1, ..., P_n) = \sum_{i=1}^{n} (A_{ji} / R_i)P_i,$$

así pues, de acuerdo con la ecuación (2.12), la contribución del paquete $(P_1,\ldots,P_n)$ al objetivo global que es un promedio ponderado de las contribuciones $G_j(P_1,\ldots,P_n)$, con pesos relativos w_j, y está dada por

$$Z = \sum_{j=1}^{m} w_j\, G_j(P_1,\ldots,P_n).$$

En virtud de las anteriores consideraciones, la asignación de <u>óptima</u> de recursos se obtiene al resolver el siguiente problema de programación lineal, que consiste en elegir el (los) paquete (s) que:

(2.14) Maximiza $Z = \sum_{j=1}^{m} w_j\, G_j(P_1,\ldots,P_n)$,

elegido de todos los paquetes que satisfacen:

(2.15) $G_j(P_1,\ldots,P_n) = \sum_{i=1}^{n} (Aj_i \,/\, R_i)P_i$,

(2.16) $\sum_{i=1}^{n} P_i \leqslant R_T$, con $R_T = \sum_{i=1}^{n} R_i$, y

(2.17) $0 \leqslant P_i \leqslant R_i$.

6.3.1. <u>Ejemplo</u>.

Para ilustrar el tipo de soluciones que se obtienen con este método se considera el siguiente ejemplo con tres metas ($m = 3$) y dos proyectos ($n = 2$). El ejercicio consiste en maximizar la función

(2.18) $Z = w_1G_1 + w_2G_2 + w_3G_3$,

sujeta a:

$G_j = (A_{j1} \,/\, R_1)P_1 + (A_{j2} \,/\, R_2)P_2$, $j = 1, 2, 3$.

$P_1 + P_2 \leqslant R_T$

$0 \leqslant P_i \leqslant R_i$, $i = 1, 2$.

Entonces, al sustituir los θ_js en (2.18), la función objetivo queda expresada por

$$(2.19) \quad Z = (w_1 (A_{11} / R_1) + w_2 (A_{21} / R_1) + w_3 (A_{31} / R_1)) P_1 + (w_1 (A_{12} / R_2) + w_2 (A_{22} / R_2) + w_3 (A_{32} / R_2)) P_2.$$

Los coeficientes de P_1 y P_2 representan las contribuciones al objetivo final, por cada dólar gastado, de los proyectos 1 y 2, respectivamente.

La función objetivo (2.19) se representa por la línea recta Z en el plano P_1-P_2 como se ilustra en la figura 2.7. Dicha función aumenta su valor conforme la línea Z se desplaza a la derecha.

Dada la región factible que se muestra en la figura 2.7., como el área limitada por los vértices OABCD, el problema de maximización consiste, en este caso, en elegir la línea recta que este más a la derecha y que toque por lo menos un punto de la región factible. Se sabe que la solución (si es finita) de un problema de programación lineal (Hadley 1962) debe de estar en uno de los vértices. La solución está sobre el vértice C, en el caso que se ilustra en la figura 2.7.; y consiste en el paquete (R_1, P_2*), es decir el proyecto 1 se financia totalmente, al nivel R_1; y el proyecto 2 parcialmente al nivel P_2*.

Note que las soluciones que se obtienen al problema planteado en este ejemplo dependen de la pendiente de la recta Z; y además, existen tres tipos de soluciones. En efecto, si la contribución total, por cada dólar gastado, del proyecto 1 es mayor, menor o igual, que la del proyecto 2. Entonces, la

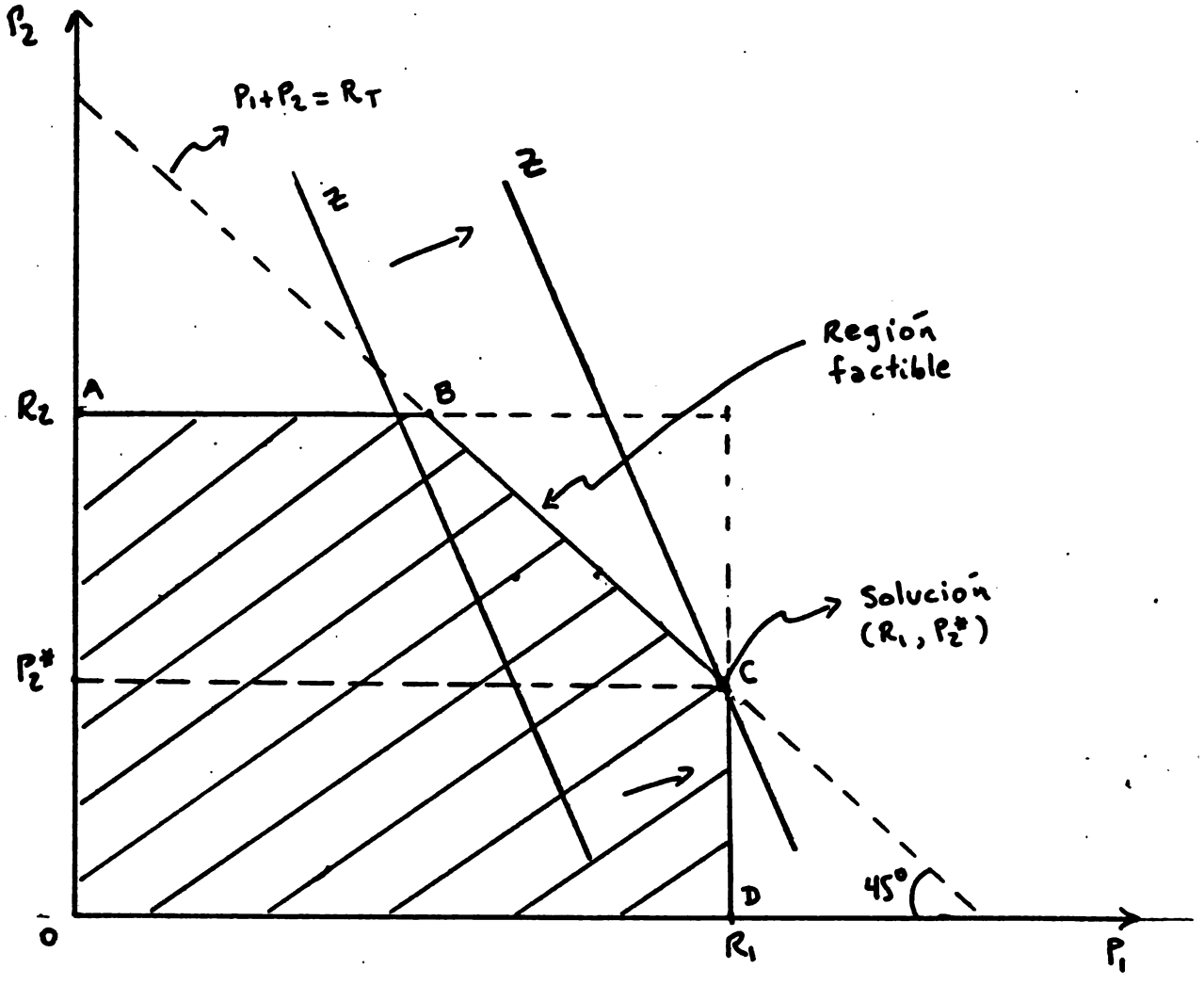
P_2
$P_1+P_2=R_T$
Z
Z
Región factible
R_2
A
B
Solución
(R_1, P_2^*)
P_2^*
C
D
45°
O
R_1
P_1

Figura 2.7.

pendiente de la recta Z también es, respectivamente, mayor, menor o igual a la del segmento de recta que pasa por CD, en la figura 2.7.; por consiguiente las soluciones están, respectivamente: 1) sobre el vértice C; 2) sobre el vértice B; y 3) en cualquier punto del segmento de recta BC.

6.3.2. Soluciones Generales.

Las soluciones del problema de programación lineal (2.14)-(2.17) se obtienen por algoritmos de computación. Dichas soluciones incluyen tres tipos de proyectos, a saber:
1) los seleccionados para ser financiados totalmente, al nivel recomendado, $P_i = R_i$; 2) los proyectos que son rechazados, $Pi = 0$; y 3) los proyectos seleccionados para ser financiados parcialmente, $P_i < R_i$. En la práctica el último tipo de proyectos utilizan la diferencia del total de recursos y los recursos asignados a proyectos que son financiados totalmente. Cuando la solución óptima indica que un proyecto i solo debe de ser financiado parcialmente, este puede incluirse (financiado al nivel R_i) o rechazarse después de hacer "pequeñas" modificaciones al límite de recursos totales R_T

CAPITULO 3.

EVALUACION DE METODOS UTILIZADOS PARA PRIORIZAR LA INVESTIGACION AGROPECUARIA.

1. Introducción.

En este tercer capítulo se presenta una evaluación de los métodos y modelos de priorización de la investigación agropecuaria descritos en el capítulo anterior.

De esta manera, primeramente se discute, en la sección 2 de este capítulo, sobre los requerimientos de información de cada modelo. Es decir, se especifica cuales son los datos necesarios para hacerlos operativos.

Posteriormente, en la sección 3, se discute sobre las ventajas y desventajas de los diferentes métodos. En particular respecto a: (1) los resultados obtenidos; (2) el costo de recolección y sistematización de la información requerida; y, (3) la factibilidad de aplicarse.

2. Requerimientos de información y operatividad de los diferentes métodos.

2.1. Costo-beneficio vía excedentes económicos.

2.1.1. El caso de una economía cerrada.

A continuación se indican los datos que se requieren para establecer prioridades de investigación en una serie de productos agropecuarios, de acuerdo con el modelo de Ramalho de Castro y Schuh (1974).

Para calcular los cambios en los excedentes (de los consumidores, productores y totales) se requiere contar con, o estimar, la siguiente información por producto:

1. Niveles de producción y consumo, en el período actual.
2. Precios de los productos en ese mismo período
3. Estimaciones de las elasticidades de la oferta y de la demanda de cada uno de los productos.
4. En lugar de (3) se pueden dar dos o tres valores hipotéticos a las elasticidades de la demanda y de la oferta y obtener diferentes medidas de los cambios en excedentes.

También se requiere asumir un tamaño en términos porcentuales del desplazamiento de la curva de oferta, por ejemplo, en este modelo se asume que es de un 10%.

Adicionalmente, los cambios en los excedentes se calculan según las fórmulas presentadas en el anexo A.

2.1.2. El caso de una economía abierta.

De acuerdo con Davis et. al. (1987), para hacer operativa la metodología que ahí se presenta es necesario realizar los pasos que se indican en seguida. La notación (de la información requerida) que se utiliza aquí se define en la subsección 2.1.2. del capítulo 2.

Paso 1.

Seleccionar los productos y países/regiones que se desean estudiar. Para cada uno de estos países se requieren datos sobre los niveles, Q_{sf} y Q_{df}, de producción y consumo del bien en cuestión en el país "f" (f = 1,...,N) en el período inicial, antes de que se realice la investigación.

Paso 2.

Definir regiones "agroecológicas homogéneas", de la siguiente manera:

Primeramente, se definen divisiones climáticas de donde se originan los productos seleccionados, éstas se subdividen en "zonas agroecológicas" (ZAE).

Los países/regiones considerados se subdividen en las ZAEs identificadas para cada producto individualmente. Para cada país/región se obtiene la distribución porcentual de la producción del bien en cuestión por ZAEs (si la producción no es disponible puede obtenerse el área cultivada).

Para cada bien, se agrupan los países/regiones de una región geográfica mayor (por ejemplo la región geográfica que consta de México, Centro América, y el Caribe) que tienen la mayoría de su

producción localizada en ZAEs muy similares. Los grupos de países que se obtienen en una región geográfica mayor se denominan "regiones agroclimáticas homogéneas".

Paso 3.

Para cada producto, se estima la probabilidad de éxito de la investigación en cada país/región, P_{ye}, dentro de una región agroclimática homogénea. Este dato es subjetivo, pero se obtiene después de revisar datos cualitativos y cuantitativos de Sistemas Nacionales de Investigación Agropecuaria (ibid. pág. 27).

Paso 4.

Se estima el nivel máximo esperado de adopción de los resultados de la investigación para países de una misma región agroclimática homogénea, x_{ye}. Estos datos se obtienen después de hacer algunas hipótesis subjetivas pero basadas en la evidencia empírica (ibid. págs. 35-36).

Paso 5.

Se construyen tablas de las externalidades de la investigación realizada en los países de una misma región homogénea, y también a las demás regiones que producen el mismo bien, K_{ey}. Estos datos también son subjetivos, pero al estimarlos se procura fundamentarlos en la evidencia empírica

Paso 6.

Obtener datos sobre:

1. Precios de los productos elegidos en los diferentes países/regiones.

2. Tipos de cambio actuales y esperados, e_{ye}, en los diferentes

países considerados.

3. Costos de transporte entre los países/regiones elegidos.

También se requiere estimar:

4. Elasticidades de la demanda y oferta para cada bien, que junto con los respectivos precios y cantidades permiten obtener los parámetros de las funciones de oferta y demanda, b_r y a_r.

Cabe mencionar que los cálculos de este modelo pueden llevarse a cabo utilizando un programa en fortran para microcomputadora AT de IBM. El diskette de dicho programa puede obtenerse de los autores de este trabajo: S. J. Davis, P. A. Oram, y J. G. Ryan.

2.2. Modelos que calculan tasas internas de retorno.

2.2.1. Modelo de Araji et. al.

Con el fin de estimar beneficios netos de la investigación en distintos rubros; economistas y científicos y técnicos en investigación y extensión agropecuaria debene recolectar y/o estimar la lista de parámetros que se presenta en el cuadro 3.1., sus definiciones se presentan en la subsección 2.2.1. del capítulo anterior. También se indica en el mismo cuadro a quiénes corresponde estimar o calcular los distintos parámetros.

Para implementar este modelo se requiere elaborar cuestionarios y preparar cuidadosamente el contenido de los mismos, así como realizar una adecuada elección del personal que sería entrevistado.

CUADRO 3.1.

PARAMETROS UTILIZADOS EN EL MODELO DE ARAJI ET. AL.

$t = 1, \ldots, N$

Parámetros estimados por científicos y/o técnicos	Parámetros estimados por economistas y/o administradores	Parámetros estimados por científicos o economistas.
a.1. A_{jt}	b.1. V_t	c.1. ΔC_{jt}
a.2. ΔP_{jt}	b.2. V_o	c.2. M_{jt}
a.3. N	b.3. r	c.3. I_{jt}
a.4. $P(A_t \cap S_t)$		c.4. E_{jt}
		c.5. R_{jt}

2.2.2. Modelo de Bredhal y Peterson.

Antes de estimar tasas internas de retorno de la investigación en distintos rubros es necesario estimar funciones de producción de dichos rubros para cada Estado o Región.

Para estimar -mediante técnicas econométricas- tales funciones de producción debe tenerse información para cada unidad productora del Estado o Región. Los datos utilizados deben reflejar las cantidades físicas de productos y de insumos empleados para producirlos. En el cuadro 3.2. se indica con una x el tipo de datos que típicamente se requieren para estimar funciones de producción, de cada uno de los rubros considerados, que incluyen gastos de investigación como uno de los insumos para realizar la producción.

Una vez ya estimadas las funciones de producción, se obtiene a partir del coeficiente de investigación la productividad marginal de la investigación para cada rubro y cada Estado o región considerado. (véase Peterson y Bredhal op. cit. pág. 688).

Finalmente, a partir de estas productividades se obtiene una tasa de retorno a partir de la ecuación (2.10); para lo cual debe contarse, para cada rubro, con información sobre el número de periódos posteriores ("lag structure") en los que la investigación del periódo actual afecta a la producción.

CUADRO 3.2.

DATOS REQUERIDOS PARA ESTIMAR FUNCIONES

DE PRODUCCION DE BIENES AGROPECUARIOS

PRODUCTO:	GRANOS	LACTEOS	GANADO	AVES
Niveles de producción	x	x	x	x
INSUMOS				
Niveles de:				
Trabajo	x	x	x	x
Terrenos y edificios		x	x	x
Tierra	x			
Fertilizantes	x			
Agroquímicos	x			
Semillas	x			
Vacas lactantes		x		
Alimentos		x	x	x
Pastos		x	x	
Ganado para cría			x	
Aves adquiridas				x
Maquinaria	x			
Investigación	x	x	x	x

2.3. Método de "escoring".

La información requerida para implementar este método depende: (1) de los objetivos principales, elegidos para llevar a cabo la priorización de la investigación; (2) de los criterios cualitativos y cuantitativos establecidos para evaluar en qué medida la investigación en los distintos rubros o áreas alcanzan tales objetivos; y, (3) de los rubros de producción o áreas temáticas selecionados.

Tanto los objetivos establecidos como los correspondientes criterios que se utilizan en los diferentes trabajos de la literatura de la priorización, basada en este método, difieren y se adaptan a circunstancias y propósitos específicos (tales como el lugar geográfico y la organización que lleva a cabo la priorización). No obstante, la priorización por rubros de producción generalmente involucra un objetivo relacionado con el incremento de la producción agropecuaria; y además criterios relacionados con: la importancia del producto (tales como producción total, área cultivada, importancia del producto en la dieta); la eficiencia de la investigación; la distribución de beneficios de la misma; y, la autosuficiencia alimentaria.

Distintos trabajos difieren en el número de variables que utilizan para caracterizar a los diferentes criterios utilizados; por ejemplo en trabajo de Espinosa et. al., discutido en el capítulo anterior se elige un total de 13 variables para cada rubro, mientras que en el trabajo del CGIAR op. cit. (pág. 80) se considera un total de 39 variables.

Cabe mencionar que el método de escoring incorpora tanto variables cuantitativas como variables cualitativas. Adicionalmente, en ausencia de información sobre cierta variable cuantitativa (por ejemplo grado de ventaja comparativa de los diferentes rubros) se trata a ésta como una variable cualitativa y subjetiva; por ejemplo, al darle valores tales como "mucha" = dos puntos, "poca" = un punto, "ninguna" = cero puntos.

Respecto a la jerarquización de la investigación por áreas temáticas, la información requerida depende de: (1) las áreas temáticas o disciplinas elegidas; y, (2) las variables utilizados para evaluarlas. Un ejemplo de la información requerida para priorizar la investigación por áreas temáticas se presenta en la sección 3 del capítulo 2.

Es posible que, al depender más de las opiniones de científicos y técnicos, la priorización por áreas temáticas depende de una mayor proporción de variables cualitativas que la priorización por rubros.

Finalmente, el método de escoring con ponderadores explícitos también requiere de la realización de entrevistas o de sesiones de discusión con expertos —en este último caso, haciendo uso de la técnica Delphi— para determinar los valores de los ponderadores o pesos relativos de los criterios establecidos.

Una vez que se cuenta con todos los datos, el puntaje o "ranking" para cada rubro o área se establece mediante la fórmula (2.11).

2.4. Priorización mediante una sola meta.

2.4.1. Priorización con miras a mejorar el estado nutricional.

Para implementar este método se requiere de datos socio-económicos y de consumo, de una serie de alimentos seleccionados, de familias de cierta población.

Respecto a la información sobre las familias, cabe señalar que los mismos datos sobre precios y consumo de alimentos (y para las mismas familias) tendrían que ser recogidos mediante una muestra durante dos épocas diferentes (se requieren al menos dos fechas para estimar las elasticidades de la demanda en este modelo).

Más precisamente, los datos que se requieren por familia serían los siguientes:

1. Cantidades consumidas por mes y
2. Precios pagados por mes,

de la serie de alimentos o grupos de alimentos seleccionados, por las familias de la muestra estudiada.

3. Gastos mensuales totales alimentos (incluyendo alimentos no seleccionados)
4. Ingreso mensual familiar.
5. Tamaño y distribución de edades de la familia.

Las magnitudes que toman las variables 1., 2., 3., y 4. se refieren a las que corresponden al mes en el que se recoge la información. Los datos pueden ser recogidos dos veces en un

mismo año (En el caso de Pinstrup-Andersen et. al. (1976), los datos se recogieron con un intervalo de 8 meses).

Las familias se seleccionan de cierto número de estratos establecidos de antemano, de acuerdo con los ingresos familiares, mediante el procedimiento de muestreo estratificado.

Con el objeto de determinar las deficiencias nutricionales de los diferentes estratos, también se requiere estimar o contar con información, para cada estrato de ingreso, sobre:

6. Ingesta de calorías diarias per capita.
7. Requerimientos de calorías per capita.
8. Ingesta de proteínas diarias per capita.
9. Requerimiento de proteínas diarias per capita.

2.4.2 Priorización por problema específico.

La metodología propuesta por Pinstrup-Andersen y Díaz op. cit. consiste básicamente en un método para generar información para priorizar la investigación por disciplina o área temática, de acuerdo con los problemas que afectan a un solo producto. Respecto a la información que se recoge en el censo agroeconómico propuesto estos autores puede consultarse la subsección 4.2 del capítulo 2.

2.4.3. Priorización Implícita.

Para establecer las prioridades implícitas o ex-post ya sea a nivel nacional o en determinado centro de investigación agropecuario, solamente se requiere contar con información

referente a los gastos en investigación y extensión por rubros de producción o áreas temáticas durante cierto número de períodos (por ejemplo, anuales).

2.5. Priorización multidimensional.

2.5.1. Priorización bidimensional.

Para implementar este método se requiere tener dos tipos de indicadores sobre los productos considerados para establecer prioridades, a saber: (1) un indicador de la ventaja comparativa de cada producto; y, de (2) un indicador sobre la relevancia del producto en la autosuficiencia alimentaria, por ejemplo su participación en el gasto familiar. Respecto al primer indicador conviene hacer comentarios adicionales sobre los requerimientos de información.

Para estimar el coeficiente de ventaja comparativa del producto i-ésimo utilizado en el enfoque propuesto en Chaparro et. al. (1981) se requiere de acuerdo con Pearson et. al. (1976) calcular el costo doméstico de los recursos de la actividad i-ésima (CDR_i) y además un tipo de cambio sombra.

Para calcular el CDR_i, de acuerdo con la definición dada en Scandizzo y Bruce (1980, fórmula (11), pág. 19) se debe contar con la estructura de costos del producto i-ésimo, de donde se obtienen

1. Los coeficientes de requerimientos de insumos transables por cada unidad de producción.

Además debe contarse o estimarse la siguiente información:

2. Valor estimado (o precio sombra) a precios domésticos del producto marginal de los insumos primarios (capital, trabajo y tierra) en su uso alternativo promedio.

3. Precios frontera de los insumos transables, medidos por ejemplo en la puerta de la finca - es decir, precios cif o fob ajustados por costos de transporte, de comercialización, y de procesamiento; a la puerta de la finca.

4. Precio frontera del producto i-ésimo, medido en el mismo punto que los insumos transables, por ejemplo en la puerta de la finca.

2.5.2. Priorización tridimensional.

Para hacer operativo este método se requiere dar la serie de pasos descrita en la subsección 5.2. del capítulo 2 y contar con la información que se describe enseguida.

En particular para llenar las celdas de la matriz de la figura 2.6. se requiere:

1. Determinar las características físicas y/o ambientales de las regiones o zonas de interés, con el fin de dividirlas en "zonas ecológicas homogéneas". En particular se requieren datos sobre:

   1.1. Variables climáticas (e.g. precipitación pluvial, temperaturas, humedad relativa, horas de luz).

   1.2. Recursos hidrológicos.

   1.3. Tipos de suelos.

   1.4. Flora y fauna dominantes.

2. Las características soci-económicas de las diferentes regiones, en particular información referente a:

2.1. Volúmenes y distribución de la producción agropecuaria.

2.2. Consumo regional y contribución regional a las exportaciones agropecuarias.

2.3. Participación de la producción agropecuaria en la producción total de la región.

2.4. Población economicamente activa, empleo y migración

2.5. Tenencia de la tierra y su relación con los sistemas productivos.

2.6. Organización de productores y capacidad empresarial.

3. Se requiere contar con información pertinente para caracterizar: a) el sistema de producción agropecuaria; y, b) los servicios de soporte con los que cuenta la región.

4. También debe tenerse una lista de los principales factores tecnológicos que intervienen en la producción agropecuaria (e.g. conocimiento de enfermedades de plantas y su control) y las disciplinas asociadas (e.g. patología de plantas) con cada uno de los factores considerados (una lista de estos y las correspondientes disciplinas asociadas se presenta en Chaparro et. al. (1981, págs. 51-52).

Con base en la información referida en (1) - (4), se identifican las principales restricciones tecnológicas que inciden sobre la producción de cada región -bajo las condiciones ambientales y soci-económicas que la caracterizan- mediante la

examinación de cada uno de los factores considerados en (4). De esta manera se llenan las celdas de la matriz de la figura 2.6.

Con el fin de establecer prioridades sobre los tópicos de investigación generados por cada celda relevante (es decir cada celda con información) también debe contarse, para las discusiones de expertos, con:

5. Un reporte por cada producto considerado del estado de las ciencias y artes en el mismo.

2.6. Programación matemática.

En contraste con los métodos anteriores, en donde los requerimientos de información giran en torno a rubros de producción y/o disciplinas, el modelo de Russell op. cit requiere, para su implementación, de información sobre proyectos. En particular respecto al

1. Puntaje que alcanza cada proyecto en a cada criterio elegido, y también
2. El puntaje total de la función objetivo.

También se requiere conocer

3. El monto (en por ejemplo dólares) que se condidera como mínimo para que el proyecto rinda los resultados esperados.

Desde luego que se deben de proveer los indicadores para medir el indicador que representa a cada criterio, así como los pesos relativos de cada uno de ellos.

3. Ventajas y desventajas de los diferentes métodos.

A continuación se discute sobre las ventajas y desventajas de los distintos métodos y modelos considerados, en el capítulo 1, con énfasis en los siguientes tres aspectos: (1) los resultados proporcionados, en particular las implicaciones de la priorización en la asignación de recursos entre diversas investigaciones; (2) el costo de obtención y sistematización de la información requerida; y, (3) la facilidad de implementación.

3.1. Costo-beneficio vía excedentes económicos.

- Este análisis tiene la capacidad de distinguir a los agentes beneficiarios de la investigación agropecuaria -consumidores y productores- así como de obtener las magnitudes absolutas y relativas de los cambios potenciales en sus excedentes, generados por dicha investigación.
- El análisis basado en excedentes económicos permite derivar varias priorizaciones con base en las diversas medidas de beneficios que genera, por ejemplo de acuerdo con los beneficios absolutos o relativos de los consumidores o de los productores. Aunque, tal vez, lo más relevante para la priorización no es el cambio en el beneficio relativo de productores o consumidores -como consecuencia de la investigación- sino su cambio en términos absolutos.
- De acuerdo con Ruttan (1982, pág. 286) una gran ventaja de este enfoque es que, al dar magnitudes a los beneficios brutos

potenciales de la investigación,

"establece una métrica consistente para relacionar el valor de los recursos utilizados en investigación con los beneficios generados por la misma".

- El análisis también puede extenderse para incorporar los cambios en excedentes de consumidores y/o productores de regiones o países diferentes del lugar donde ocurre el cambio tecnológico.
- El modelo para economías cerradas requiere de información accesible y es fácil de implementarse. Sin embargo, el modelo para economías abiertas es más intensivo en el uso de información y su implementación es más costosa, pero obtiene resultados más generales.
- Cabe mencionar que los modelos basados en este enfoque de excedentes económicos no incorporan los costos de realizar la investigación. De esta manera, al ser aplicados en casos en los que existen diferencias significativas en dichos costos, los resultados concernientes a la jerarquización de la investigación (y las asignaciones de recursos asociadas) pueden resultar significativamente diferentes a las que se obtendrían cuando se considera, además de los costos de producción con la antigua y nueva tecnologías, el costo de la investigación y extensión.
- Así pues la priorización de la investigación mediante excedentes económicos es consistente solo si los costos de investigación son aproximadamente similares para los productos considerados.
- Por otra parte, el análisis de costo-beneficio <u>vía</u> excedentes económicos, al basarse en modelos económicos de

equilibrio parcial -los cuales no toman en cuenta la interacción existente entre los precios del mercado del bien en cuestión con los precios de otros mercados- ignora los efectos del cambio tecnológico en los precios de otros bienes, y su consecuente repercusión en el bienestar de los consumidores y productores.

- Así pues la aplicación de este análisis a la priorización y asignación de recursos tiene menos margen de error cuando: (1) los costos de investigación de los rubros considerados son similares y (2) el desplazamiento de la curva de oferta es relativamente pequeño (por ejemplo, menor de 10%).

3.2. Costo-beneficio vía la tasa interna de retorno.

- También los modelos que derivan tasa de retorno y beneficios netos -en términos del incremento en la produción y reducción de costos- de la investigación agropecuaria, además de ser útiles para establecer prioridades de investigación, establecen una métrica para asignar recursos. Por ejemplo pueden utilizarse para reasignar recursos, con miras a incrementar la rentabilidad social, de investigaciones con tasas de retorno relativamente bajas a investigaciones con tasas relativamente altas.

- En particular, el modelo de Araji et. al. (1978) tiene la capacidad de generar beneficios netos y tasas de retorno de la I&E, ex-ante, por: (1) disciplinas y producto; y también por, (2) rubro de producción; consecuentemente la investigación puede jerarquizarse de la misma forma.

- La información requerida puede ser recogida fundamentalmente

a través de entrevistas con personal científico y técnico de centros de investigación o estaciones experimentales. El costo de recolección depende del número de proyectos que se incluyan. Por otra parte, el modelo es relativamente fácil de implementar una vez que se cuenta con la información requerida.

Una desventaja del modelo de Araji et. al. es que la mayoría de variables que utiliza son subjetivas, en el sentido que los datos sobre éstas dependen de las estimaciones hechas a priori por científicos y técnicos sobre las investigaciones que realizan o estan por realizar.

- Este modelo es flexible en cuanto sus aplicaciones. Puede aplicarse para priorizar y asignar recursos entre futuros proyectos de investigación y extensión, de uno o varios centros de investigación. Puede utilizarse para jerarquizar la investigación por disciplina o por producto.

En contraste con el modelo de Araji et. al., el modelo de Bredhal y Peterson (1976) utiliza solamente datos cuantitativos, pero obtenidos después de que se ha desarrollado la investigación.

- Este último modelo es de utilidad para estimar la productividad marginal y la tasa de retorno de la investigación en distintos rubros de producción a nivel nacional o regional ex-post.

- Una vez que se cuenta con la información requerida de cada unidad productora, los datos de insumos y productos deben de procesarse con el fin de elaborar indicadores de estos que

eliminen variaciones entre precios y que reflejen cantidades físicas. Esto es particularmente necesario cuando los datos se proporcionan en unidades monetarias —un buen ejemplo de como deben tratarse este tipo de datos para estimar funciones de producción se proporciona en el apèndice del artículo de Bredhal y Peterson op. cit. La estimación econométrica puede realizarse con relativa facilidad, una vez que se cuenta con la información necesaria y en forma adecuada.

- El modelo es útil para analizar la eficiencia en la investigación de recursos ex-post. Sin embargo, no cumple con el principal cometido de la priorización agropecuaria, que es el de indicar, aunque sea de manera aproximada y en forma ordinal, cómo deben asignarse los recursos ex-ante entre diferentes investigaciones.
- No obstante, el modelo puede proveer información para priorizar y asignar recursos a la investigación si se dispone de información de periódos recientes.

3.3. Mètodo de "escoring"

- Este mètodo prioriza la investigación agropecuaria por rubros de producción o àreas temàticas en forma ordinal, en lugar de cardinal como los mètodos de costo-beneficio. Por consiguiente, solo proporciona un orden para asignar recursos pero no una mètrica.
- El mètodo es flexible respecto a los requerimientos de información y el número de variables que se consideran.

Adicionalmente, utiliza tanto variables cuantitativas como cualitativas; la información sobre las primeras que no está disponible puede sustituirse por valores dados a juicio por los participantes en la priorización.

- El método de escoring es generalmente fácil de aplicar; sin embargo, se requiere hacer un esfuerzo para implementar con rigurosidad las discusiones de expertos para calcular los ponderadores de criterios considerados, mediante la técnica Delphi. Otra alternativa es obtener esa información mediante entrevistas (como en Espinosa et. al. op. cit.).
- Las variaciones que pueda tener el costo de aplicar este método podrían estar estrechamente relacionadas con la manera de llevar a cabo las discusiones o las entrevistas.
- Las principales desventajas que este método presentan son las siguientes:

(1) Es poco riguroso.

(2) Los resultados son subjetivos, en el sentido que son dependientes del grupo particular de expertos que determina los ponderadores, así como los valores de variables cualitativas.

(3) Se pueden incluir variables no independientes; es decir, variables altamente correlacionadas podrían estarse incluyendo en criterios diferentes, lo que podría sesgar los resultados.

(4) Si no se seleccionan adecuadamente los criterios que representan los objetivos establecidos la priorización obtenida podría no coincidir con las metas que se desean alcanzar.

- Por otra parte el método de escoring puede ser más útil de

aplicar cuando se utilizan pocos criterios para jerarquizar la investigación; y además, puede determinarse la incidencia de cada variable y ponderador en los resultados obtenidos.

- Tal vez este método es más útil cuando se aplica para obtener una primera aproximación a la priorización y asignación de recursos a la investigación agropecuaria y, al mismo tiempo, "filtrar la información" en el sentido que esta primera aproximación separa rubros o áreas temáticas relevantes de las las que no lo son, de acuerdo con los objetivos establecidos.

3.4. Priorización mediante una sola meta.

- Es probable que los modelos que utilizan una sola meta para jerarquizar la investigación agropecuaria sean los que tienen el mayor potencial de derivar resultados consistentes con la meta establecida. Pero al mismo tiempo, ignoran otros factores que pueden ser relevantes para la asignación de recursos a la investigación agropecuaria.

- En particular el modelo de Pinstrup-Andersen, Londoño y Hoover prioriza la investigación por productos alimenticios de acuerdo con el posible impacto de ésta sobre el estado nutricional de los grupos más vulnerables. La priorización que este modelo deriva es ordinal y por lo tanto -a menos que se le de un valor económico a dichos impactos- dicha priorización no provee una métrica para asignar recursos.

- La información de la recolección requerida por este modelo tiene un costo relativamente alto, considerando que la

información socio-económica de las familias seleccionadas en la muestra debe recolectarse en dos períodos diferentes.

- Por otra parte, una vez que se cuenta con la información requerida, para implementar este método aún debe de diseñarse un programa para computadora para hacer cálculos iterativos.
- La especificidad de este modelo y su costo relativamente alto justifican su aplicación solo cuando el mejoramiento del estado nutricional de grupos vulnerables es una meta prioritaria para asignar recursos a la investigación agropecuaria.
- La metodología propuesta por Pinstrup-Andersen y Díaz (1975) no establece prioridades de investigación. Más bien sugiere cómo generar generar infirmación útil (y de qué tipo) para jerarquizar la investigación de los problemas que restringen la producción de un solo cultivo.
- El costo de recolección de la información requerida es alto, pues se reliza mediante un censo agro-económico que involucra hacer varias visitas -por especialistas específicamente entrenados para la recolección de la información- a las mismas fincas durante un período cosecha.
- Adicionalmente, la metodología para establecer prioridades de investigación de los problemas hallados -a partir de la información proporcionada por el censo que proponen los autores- aún esta por ser desarrollada.
- En contraste con con los demás métodos, el propuesto por Ardila y Londoño (1976) establece prioridades -en forma ordinal, por rubro de producción o disciplina- a partir de las

asignaciones de recursos a la investigación agropecuaria establecidas en períodos pasados.

- Aunque este método tiene un bajo costo de implementación, los resultados de la priorización no pueden utilizarse como único criterio para asignar recursos a futuras investigaciones en diversos rubros de producción o áreas temáticas.
- Esta metodología es más bien de utilidad para examinar las prioridades implícitas asignadas en períodos pasados; y al mismo tiempo, provee información para analizar la factibilidad y flexibilidad de reasignar recursos a la investigación agropecuaria de acuerdo con nuevos objetivos.

3.5 Priorización multidimensional.

3.5.1. Método bidimensional.

- Respecto al método de priorización bidimensional utilizado por Chaparro *et. al.* (1981), en vez de jerarquizar la investigación de los productos considerados, los clasifica en cuatro grupos, uno por cada cuadrante, de acuerdo con dos indicadores -en ese caso de ventaja comparativa y autosuficiencia alimentaria.
- Esta metodología puede distinguir, con miras a asignar recursos a la investigación, al grupo más relevante -que consta de los productos que gozan de la mayor ventaja comparativa y la mayor participación en el presupuesto familiar- del menos relevante -que consta de los productos con la menor ventaja y

menor participación.

- No obstante, no existe un criterio claramente establecido para preferir a uno de los grupos intermedios. La elección más bien depende del ponderador implícito asignado a cada uno de los dos criterios.

- Por otra parte, este método no proporciona una métrica consistente para asignar recursos entre grupos menos aún entre productos. Sin embargo, al correlacionar negativamente la participación en el presupuesto familiar con la elasticidad-precio de la demanda, esta metodología sugiere que: (1) la investigación en los productos con alta participación en el presupuesto familiar (con baja elasticidad) beneficia más a consumidores y por lo tanto dicha investigación podría ser finaciada por el sector gubernamental; mientras que, por un argumento similar se sigue que, (2) la investigación en productos con baja participación en el gasto familiar, podría der financiada por el sector privado.

- Este método es fácil de implementar, si se cuenta con la información requerida, en particular la concerniente con el costo doméstico de los recursos (CDR). Si no se dispone de esta última, es relativamente laborioso calcularlo y con un costo relativamente alto por producto. Sin embargo, el costo (marginal) de calcular el CDR para un producto adicional decrece conforme el número de productos considerados aumenta.

- Este método es muy especifico pues solamente considera dos criterios para priorizar la investigación. Tal vez es mejor

utilizado para filtrar la información en el sentido que distingue grupos relevantes de grupos irrelevantes desde el punto de vista de la investigación agropecuaria.

- Esta metodología también podría ser utilizada para combinarse con otro método de priorización. Por ejemplo, una vez que se obtiene una priorización de la investigación agropecuaria por producto, podría aplicarse este método bidimensional para distinguir qué sector -gubernamental o privado- debería de financiar la investigación en cada uno de los productos prioritarios.

3.5.2. Método tridimensional.

- En contraste con los métodos de priorización anteriormente discutidos, donde se prioriza por producto o área temática, el método tridimensional empleado en Chaparro et. al. (1981) clasifica a la investigación agropecuaria de acuerdo con tres elementos -la región, el problema y el producto. Así, esta metodología tiene una gran capacidad de priorizar sobre tópicos de investigación precisamente definidos por cada celda de una matriz tridimensional. No obstante, en vez de establecer una jerarquía de los tópicos así definidos, este método solo logra clasificarlos en tres grupos: los de alta, media y baja prioridad.

- Este método es altamente intensivo respecto a los requerimientos de información, cuya recolección y sistematización tienen un alto costo. En realidad se requiere realizar un

diagnóstico muy elaborado, tal vez por un équipo interdisciplinario, de las restricciones tecnológicas que afectan a distintas regiones y productos de un país.

- Probablemente la desventaja principal de esta metodología es: por una parte, el alto costo que tiene la elaboración de la matriz tridimensional, donde cada celda define un tópico de investigación; y por otra parte, la poca precisión de los resultados obtenidos. No obstante, la aplicación de esta metodología podría justificarse para obtener una primera aproximación a la determinación de los problemas de investigación agropecuaria más relevantes.

- La potencialidad de este método para obtener resultados más precisos podría elevarse si, por ejemplo, el diagnóstico materializado en la matriz tridimensional se combinara con otro método, por ejemplo el de escoring, para tratar a cada celda como un tópico de investigación al que se le asigna un puntaje de acuerdo con ciertos criterios congruentes con un objetivo global.

3.6. Programación matemática.

- En contraste con los métodos discutidos anteriormente, el modelo de Russell op. cit. no solamente establece prioridades sino que asigna explícitamente recursos a diferentes proyectos de investigación agropecuaria.

- La información requerida es relativamente costosa -y se incrementa conforme el número de proyectos considerados aumenta. Lo anterior se debe a que debe contarse con propuestas de

investigación relativamente detalladas; además deben presentarse en un formato específico para ser calificadas (i.e. asignarles un puntaje) de acuerdo con los criterios establecidos.

- El modelo es relativamente complejo y su implementación requiere de conocimiento -y utilización de software para microcomputadora- de programación lineal.
- Este modelo tiene la capacidad de brindar resultados muy precisos pero con un costo de implementación relativamente alto. Así, es de mayor utilidad cuando se dispone de la información adecuada y se conocen las técnicas para aplicarlo.

CAPITULO 4.

COMENTARIOS FINALES.

1. Los modelos y métodos revisados priorizan la investigación desde diferentes ángulos -e.g. por rubro de producción, por disciplina o área temática, por proyecto. La mayoría de los métodos y modelos incorporan tanto variables cuantitativas como variables cualitativas, estas últimas hacen que los resultados se obtengan con cierto grado de subjetividad.

2. Los modelos de costo-beneficio tienen la ventaja de establecer métricas consistentes para asignar recursos a la investigación agropecuaria. Sin embargo, el modelo de programación matemática es aún más preciso en este aspecto, pues establece una asignación explícita de fondos entre -los objetos de la priorización- los proyectos considerados, la cual es consistente con un objetivo global, en el sentido que maximiza la función objetivo sujeta a las restricciones impuestas por el monto de recursos destinados a la investigación.

3. El método de escoring es poco riguroso y, según la manera en que se aplique, puede llegar a depender de mayor proporción de variables cualitativas que cuantitativas, lo que genera una gran subjetividad en la obtención de resultados. Esta situación puede presentarse cuando no se cuenta con suficiente información cuantitativa; o cuando, con el fin de reducir costos de implementación, en vez de medir ciertas variables (e. g.

ventaja comparativa) se obtienen valores de éstas mediante entrevistas o discusiones de expertos.

No obstante, este método puede ser, tal vez, la única alternativa a corto plazo para priorizar la investigación en situaciones en las que no se cuenta con suficiente información. En este caso, el método aún es útil si se elige un número no muy grande de criterios o variables para priorizar, de tal manera que pueda "visualizarse" la influencia de cada variable en los resultados obtenidos.

4. Salvo el método para obtener prioridades implícitas, los modelos y métodos que toman en cuenta una meta o criterio para priorizar la investigación son precisos y consistentes con la meta, pero tienen aplicaciones muy restringidas. La utilización de estos, sin embargo, se justifica cuando se considera que tal meta es crucial para la asignación de recursos a la investigación.

5. Los métodos multidimensionales son poco precisos en cuanto a la asignación de recursos a la investigación en diferentes rubros de producción o tópicos de investigación. Son más bien de utilidad para distinguir los rubros o tópicos relevantes de los irrelevantes, y obtener así una primera aproximación a la priorización de la investigación.

6. En general, y como es usual en la aplicación de modelos y métodos, existe un canje ("trade-off") entre la precisión y calidad de los resultados obtenidos por los diferentes modelos y métodos y la facilidad de implementación de los mismos. Más

precisamente, generalmente: entre mayor sea la precisión y calidad de resultados deseados, más difícil (y costoso) resulta la implementación del modelo o método que hay que aplicar.

7. En general, los métodos y modelos revisados son flexibles en cuanto a sus aplicaciones y pueden modificarse y/o combinarse con relativa facilidad, de acuerdo a la aplicación que se desee dárseles; o del uso que se pretenda dar a los resultados obtenidos, por ejemplo:

(1) el modelo de Davis podría simplificarse para ser aplicado a dos o tres regiones de un mismo país;

(2) el modelo de Araji et. al. puede ser utilizado para priorizar las investigaciones de una Estación Experimental;

(3) el método de escoring puede ser utilizado, junto con un diagnóstico de las principales restricciones tecnológicas que afectan a distintos productos de una misma región -una matriz bidimensional como la utilizada en Chaparro et. al. (1981)- para priorizar la investigación en la región por tópico o rubro de producción;

(4) una vez que se obtiene una priorización por determinado método o modelo, se podría aplicar el método bidimensional para clasificar a los productos prioritarios de acuerdo con su ventaja comparativa y la importancia en la dieta alimentaria para determinar quién debería financiar las investigaciones de los diferentes productos.

REFERENCIAS.

Araji, A. A., R. J. Sim, and R. L. Gardner (1978). "Returns to agricultural research and extension programs: an ex-ante approach. Amer. J. Agr. Econ, 60 (December), 964-68.

Ardila Vázquez, J. (1986). "¿Esta Usted seguro de quienes se benefician del cambio técnico en el sector agropecuario?", Programa II, de Generación y Transferencia de Tecnología, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José, Costa Rica, noviembre 1986.

Ardila Vázquez, J., y D. Londoño Rios (1976). "La asignación de recursos para la investigación agropecuaria en Colombia", Dirección de Planeación del Instituto Colombiano agropecuario.

Bredhal, M., and W. Peterson (1976). "The productivity and allocation of research: U. S. agricultural experiment stations". Amer. J. Agr. Econ., 58 (November), 684-92.

The Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) Technical Advisory committee (1985). "Tac Review of CGIAR priorities and future strategies", FAO, August 1985.

Chaparro F., G. Montes, R. Torres, A. Balcázar and H. Jaramillo (1981). "Research priorities and resource allocation in agriculture: the case of Colombia". Paper presented in the International Workshop on Resource allocation in National Agricultural Research Systems. (IDRC-IFARD). Singapore, June 8-10.

Davis, J. S., P. A. Oram, and J. G. Ryan (1987). "Assessment of agricultural research priorities: an international perspective". Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra.

Deaton, A., and J. Muellbauer (1981). "Economics and consumer behavior", Cambridge University Press, Cambridge, England.

Edwards, G. W., and J.W. Freebairn (1981). "Measuring a country's gain from research: theory and application to rural research in Australia". Australian Government Publishing Service, Canberra, Australia.

------(1982). "The social benefits from an increase in productivity in part of an industry. Rev. of Marketing and Agr. Econ., 50(2), 193-210.

------(1984). "The gains from research into tradeable commodities". Amer. J. Agr. Econ., 66 (324), 41-49

Espinosa, P., G. W. Norton, and H. D. Gross (1986). "Identificación de prioridades de investigación agropecuaria en el Ecuador", INIAP.

Gómez Quiroga, F. et. al. (1977). "Prioridades en investigación agricola a nivel de rubros de producción de la región Centro Nortecostera", Ministerio de Agricultura y Cría, FNIA, Venezuela.

Hadley, G. (1962). "Linear programming", Addison-Wesley Publishing Co., Reading, Massachusetts.

Montes, G. (1982). "Asignación de prioridades a la investigación agropecuaria en Colombia".

Pearson R. S., N. Akrasanee, and G. C. Nelson (1976). "Comprative advantage in rice production: a methodological introduction". Food Research Institute, xv, 2, 127-137.

Pardey, P. G., and G. W. Norton (1986). "Strategy for strengthening ISNAR's capability to provide assistance with the resource allocation-priority setting problems of NARS in developing countries", ISNAR.

Pinstrup-Andersen, P., and R. O. Díaz (1975). "A suggested method for improving the information base for stablishing priorities in cassava research", in The international exchange and testing of cassava germ plasm, CIAT, Palmira, Colombia.

Pinstrup-Andersen, P., N. Ruiz de Londoño, and E. Hoover (1976). "The impact of increasing food supply on human nutrition: implications for commodity priorities in agricultural research and policy", Amer. J. Agr. Econ, (May), 131-142

Ramalho de Castro, J. P., and G. E. Schuh (1974). "An economic model for establishing priorities for agricultural research and a test for the Brazilian economy". Paper presented at CIAT/ADC, Calí, Colombia, November 1974.

Russell, D. G. (1977). "Resource allocation in agricultural research using socio-economic evaluation models". Canadian J. Agr. Econ., 23, 2, 29-52.

Ruttan, V. W. (1982). "Agricultural research policy". University of Minnesota Press, Minneapolis.

----------(1985). "Agricultural research policy and development", University of Minnesota, Economic Development Center.

Scandizzo L., and C, Bruce (1980). "Methodologies for measuring agricultural price intervention effects". World Bank Staff Paper No. 394.

Shumway, C. R. (1977). "Models and methods used to allocate resources in agricultural research: a critical review", in "Resource allocation and productivity in national and international research", ed. T. M. Ardnt, D. G. Darlrymple, and V. W. Ruttan, University of Minnesota Press, Minneapolis, Minnesota.

Shumway, C. R., and R. J. McCraken (1975). "Use of scoring models in evaluating research programs"., Amer. J. Agr. Econ., (November), 714-718.

Toro B., G. et. al. (1976). "Establecimiento de prioridades de investigación entre rubros de producción"., Serie Planificación, No. 2., Ministerio de Agricultura y Cría, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, (FONAIAP), Venezuela.

ANEXO A.

Aquí se presentan las fórmulas de los cambios en excedentes -del consumidor, ΔCS; del productor, ΔPS; total, ΔTS- generados por un desplazamiento vertical, de la curva de oferta. Dichas fórmulas son las que se muestran en el anexo B del artículo de Ramalho de Castro y Schuh (RC-S). También se derivan, a partir de esas fórmulas, las ecuaciones (2.1) y (2.2) del texto.

Se tiene:

$\Delta CS = P_o Q_o (K_q / n) (1 + (K_q / 2))$, (C.3. en RC-S)

$\Delta PS = P_o Q_o (k - (K_q / n)) (1 + (K_q / 2))$, (C.5. en RC-S)

$\Delta TS = P_o Q_o k (1 + (K_q / 2))$, (C.4. en RC-S)

donde:

k = tamaño, en términos porcentuales, del desplazamiento vertical de la curva de oferta.

$K_q = (en / (e + n))k$, (C.2. en RC-S)

e = elasticidad de la oferta en el punto de equilibrio inicial,

n = elasticidad de la demanda (en valor absoluto) en el punto de equilibrio inicial,

P_o = precio del bien en cuestión en el equilibrio inicial,

Q_o = cantidad producida y consumida en el equilibrio inicial.

Al dividir ΔCS y ΔPS entre ΔTS y utilizar la definición de K_q se obtiene:

$\Delta CS / \Delta TS = e / (e + n)$, (ecuación 2.1 del texto)

$\Delta PS / \Delta TS = n / (e + n)$ (ecuación 2.2 del texto)

ANEXO B.

El proceso "Delphi" es:

"un método formal diseñado para promover el consenso sin eliminar diferencias de opinión...Consiste en una serie de preguntas hechas individualmente a un grupo de expertos, las que se intercalan con información (que se proporciona a los expertos) y retroalimentación de opiniones. Algunas preguntas tratan de indagar sobre las razones por las cuales se dieron previamente ciertas opiniones. Una lista de dichas razones se le proporciona a cada experto, al que se le invita a reconsiderar sus estimaciones precedentes. El método Delphi intenta mejorar la aproximación del grupo (al asunto en cuestión) mediante la exposición de los puntos de vista de cada experto a las críticas de otros participantes, de tal manera que se evite la confrontación. El método provee anonimato de opiniones y argumentos para defenderlas" (Shumway 1977, pág 448).

ANEXO C.

Las ecuaciones del modelo de Pinstrup-Andersen, Londoño y Hoover (1976) para calcular la reducción en la deficiencia calórica o protéica, como consecuencia de un desplazamiento horizontal hacia la derecha de la curva de oferta del bien i son las siguientes:

(1) $e_{ii}(m) = - E_i(m) \; (A_i(m) - (1 - A_i(m)E_i(m))/ \emptyset(m) \;) \;),$

(2) $e_{ij}(m) = - E_i(m) \; A_j(m) \; (1 + E_j(m))/ \emptyset(m) \;), \; i \neq j,$

donde:

m indica el estrato de ingreso

$e_{ii}(m)$ denota la elasticidad (directa) del bien i c.r.a. su propio precio, en el estrato m.

$e_{ij}(m)$ denota la elasticidad (cruzada) del bien i c.r.a. el precio del bien j, en el estrato m.

E_i e E_j denotan las elasticidades de ingreso para los bienes i e j, respectivamente, en el estrato m.

A_i e A_j son las proporciones del presupuesto gastadas en los bienes i e j, respectivamente, en el estrato m.

$\emptyset$ denota a la flexibilidad del dinero, en el estrato m.

La elasticidad <u>per capita</u> del bien i (i = 1, ..., 22) c.r.a. su propio precio y c.r.a. el precio del bien j (j ≠ i) se obtuvo mediante la siguiente ecuación

(3) $e_{ij} = (\sum_{m=1}^{n} e_{ij}(m) \; Q_i(m) \; N(m) \;) \; / \; (\sum_{m=1}^{n} Q_i(m) \; N(m) \;),$

donde:

$e_{ij}(m)$ = elasticidad cruzada o directa c.r.a. el precio de la demanda del bien i en el estrato m,

$Q_i(m)$ = cantidad consumida <u>per capita</u> del bien i en el estrato m,

$N(m)$ = población del estrato m.

Si el precio inicial, de equilibrio, del bien i es P_i^o y la cantidad de equilibrio es Q_i^o, entonces el precio P_i^1 está dado por

(4) $P_i^1 = P_i^o (1 - (\Delta S_i - \Delta D_i) / ((e_{si} - e_{ii}) Q_i^o))$,

donde:

ΔS_i = es el desplazamiento horizontal de la curva de oferta del bien i,

ΔD_i = es el desplazamiento horizontal de la curva de demanda del bien i,

e_{si} = elasticidad de la oferta de i c.r.a. precio de i

e_{ii} = elasticidad de la demanda de i c.r.a. su propio precio

La nueva cantidad de equilibrio para i es Q_i^1 calculada mediante la siguiente fórmula

(5) $Q_i^1 = Q_{io} + \Delta D_i + ((\Delta S_i - \Delta D_i) / (1 - (e_{si}/e_{ii})))$

Al aplicar las fórmulas (4) y (5) los nuevos precio y cantidad del bien i, como consecuencia de un desplazamiento en la curva de oferta, quedan dados por

(6) $P_i^k = P_i^{k-1} (1 - (B / (e_{si} - e_{ii})))$, y

(7) $Q_i^k = Q_i^{k-1} (1 + B / (1 - (e_{si}/e_{ii}))$,

donde $k = 1$, y $B = \Delta S_i / Q_i^{k-1}$ = el desplazamiento horizontal en la curva de oferta como proporción de la cantidad inicial.

Al cambiar el precio del bien i se desplazan las curvas de demanda de los otros bienes j ($j \neq i$). Los nuevos precios y cantidades estan dados por las siguientes ecuaciones:

(8) $Q_j^k = Q_j^{k-1} ((1 + p_i e_{ij}) (1 - (1 - e_{sj} / e_{jj})^{-1}))$, y

(9) $P_j^k = P_j^{k-1} (1 + p_i e_{ji}) / (e_{sj} - e_{jj})$,

donde $k = 1$, $p_i = (P_i^k - P_i^{k-1}) / P_i^{k-1}$, y $j = 1, \ldots, 22$ se excluye i (i.e. $j \neq i$).

Para calcular el segundo cambio en el precio y cantidad del bien i se utilizan las siguientes fórmulas:

(10) $Q_i^k = Q_i^{k-1} (1 + \sum_{j=1}^{n} p_j e_{ij} (1 - (1 - e_{si} / e_{ii})^{-1}))$, y

(11) $P_i^k = P_i^{k-1} (1 + \sum_{j=1}^{n} p_j e_{ij} (e_{si} - e_{ii})^{-1})$,

donde $k = 2$, y $p_j = (P_j^1 - P_j^0) / P_j^0$, $j \neq i$, $j = 1,\ldots,22$.

Estos cálculos se realizan iterativamente (remplazando k + 1 por k, en cada paso) hasta que, en el paso k = F, se alcanza un estado "estacionario", en el que los precios y cantidades de equilibrio ya no cambian.

A partir de las cantidades y precios de equilibrio, se estiman los cambios en el consumo de cada alimento para cada estrato. La cantidad del bien j para el estrato m está dado por

(12) $Q_{j<m>}^F = N_{<m>} N^{-1} Q_{j<m>}^0 (1 + p_i' e_{ij<m>} + p_j' e_{jj<m>})$,

donde $j = 1,\ldots,22$; $j \neq i$; $m = 1,\ldots,5$,

$N_{<m>}$ = número de consumidores en el estrato m

N = número total de consumidores,

$p_i' = (P_i^F - P_i^0) / P_i^0$ y $p_j' = (P_j^F - P_j^0) / P_j^0$.

La cantidad final del bien i obtenido <u>per capita</u> en el estrato m está dado por

(13) $Q_{i\langle m\rangle}^{r} = Q_{i\langle m\rangle}^{o} (1 + \Sigma p_j' e_{ij\langle m\rangle} + p_i' e_{ii\langle m\rangle})$,

donde $j \neq i$.

El impacto directo en la ingesta calórica y protéica. <u>per capita</u>, en el estrato m se estima por:

(14) $C_{i\langle m\rangle} = (Q_{i\langle m\rangle}^{r} - Q_{i\langle m\rangle}^{o}) c_i$,

donde c_i = contenido de calorías por unidad del bien i,

(15) $PR_{i\langle m\rangle} = (Q_{i\langle m\rangle}^{r} - Q_{i\langle m\rangle}^{o}) pr_i$,

donde pr_i = contedido de proteínas por cada unidad del bien i.

El impacto indirecto esta dado por

(16) $C_{j\langle m\rangle} = \sum_{j=1}^{n} (Q_{j\langle m\rangle}^{r} - Q_{j\langle m\rangle}^{o}) c_j$, y

(17) $PR_{j\langle m\rangle} = \sum_{j=1}^{n} (Q_{j\langle m\rangle}^{r} - Q_{j\langle m\rangle}^{o}) pr_j$,

donde $j \neq i$. El impacto neto es

(18) $C_m = C_{i\langle m\rangle} + C_{j\langle m\rangle}$, y

(19) $PR_{\langle m\rangle} = PR_{i\langle m\rangle} + PR_{j\langle m\rangle}$