

**CAPACITACION PARA EL  
DESARROLLO CAFETERO**  
Unidad: Fundamentos de Economía Agrícola.

**Lecturas complementarias sobre economía campesina  
y desarrollo tecnológico.**

IICA CO 641.3373 L8641c 1996



Cooperación IICA-Federación de Cafeteros

## **Capacitación para el Desarrollo Cafetero Unidad: Fundamentos de Economía Agrícola**

Lecturas complementarias sobre economía campesina y desarrollo  
tecnológico

*Jorge Lopera Palacios,*  
Ingeniero Agrónomo,  
M. Sc., Economía Agrícola,  
Ph. D. (Candidato-Economía)

Chinchiná, octubre 7 de 1996



# LECTURAS COMPLEMENTARIAS SOBRE ECONOMÍA CAMPESINA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

**Jorge Lopera Palacios**

## CONTENIDO

	Pág
1.El sector Agropecuario y la inflación	1
2.Distribución del producto y del valor agregado en la agricultura	5
3.Los criterios de política y su relevancia para la investigación y la transferencia de tecnología	10
•Competitividad	
•Sostenibilidad	
•Equidad	
4. Conceptos básicos sobre la demanda	21
5. La investigación y el desarrollo de la tecnología agropecuaria	27
6. La tecnología, los factores de producción y la productividad	39
7. La brecha en la productividad y sus componentes	58
8. El análisis económico de los resultados de investigación agropecuaria	61
9. Economía campesina y economía empresarial en la selección y adopción de tecnología	80



# 1. EL SECTOR AGROPECUARIO Y LA INFLACION

Por: Jorge Lopera Palacios

Como mínimo una vez al mes aparece en los medios de comunicación el informe del DANE sobre el comportamiento del índice de precios al consumidor (IPC) durante el mes anterior, junto con discusiones sobre la evolución y tendencias de este índice. Por la misma frecuencia con que se menciona este concepto en los medios informativos, es probable que muchos de ustedes estén en alguna medida familiarizados con lo que representa este índice como medida de la magnitud del fenómeno inflacionario. El IPC está presente en la discusión de muchos temas de política económica, entre los cuales merece destacarse la negociación anual tendiente a determinar el aumento del salario mínimo legal; de hecho, en los últimos años la evolución del salario mínimo ha estado ligada en gran medida al IPC, por cuanto para una persona que recibe un salario fijo, el cambio en el IPC refleja la pérdida de poder adquisitivo de ese salario.

¿Es el IPC una medida adecuada de la inflación para el productor agropecuario, cuyo ingreso no es fijo a la manera de un salario mensual, sino que depende de la diferencia entre lo que recibe por sus productos y lo que paga por los factores de costo? Para tratar de dilucidar esta cuestión, vale la pena tener en cuenta que los precios, tanto de productos como de factores, evolucionan de alguna manera, por lo general con tendencia al alza, y cada uno a su propio ritmo.

A manera de ejemplo, en el Cuadro 1.1, se presentan los valores del Índice de Precios de la Producción para algunos productos del sector agropecuario y para algunos componentes de costos de la producción. Para fines de comparación, se incluyen también otros productos de origen agropecuario pero que han sufrido un procesamiento industrial.

Como puede observarse en el cuadro, los precios de los productos agrícolas, excluyendo el café, aumentaron en promedio 21.65 por ciento anual durante el intervalo 1975-1992; el café lo hizo a un ritmo del 22,03 por ciento, al tiempo que los precios de la producción animal crecieron en promedio 23.07 por ciento anual. Subdividiendo este intervalo en dos períodos, se observa que el crecimiento de los precios fue mas lento en el período 1975-1985, acelerándose entre 1985 y 1992 (último año para el cual se dispuso de información).

En contraste, los productos elaborados (excluyendo el café, cuyo comportamiento es atípico) muestran índices mas altos de crecimiento para el intervalo. A manera de ejemplo: los precios de los alimentos para animales (que también entran como componente de los costos pecuarios) aumentaron en promedio 25.97 por ciento anual entre 1975 y 1992. Los productos lácteos elaborados aumentaron de precio en promedio un 25.69 por ciento anual (a diferencia de la leche cruda, que aumentó 22.89 por ciento). El precio del azúcar aumentó 26.19 por ciento anual (en contraste con el índice para caña de azúcar y panela, que sólo creció un 23.93 por ciento). Otros productos agrícolas elaborados aumentaron de precio un promedio de 23.65 por ciento anual.

Por otra parte, los índices de precios de los componentes de los costos de producción, en su mayoría, aumentaron a un ritmo mas rápido. Ya se mencionó el caso de los alimentos para animales; los agroquímicos (abonos, plaguicidas, insecticidas) aumentaron de precio un promedio de 24.84 por ciento anual, al paso que los productos de la refinación del petróleo (que incluye, entre otros, combustibles y lubricantes) mostraron un 27.94 por ciento anual, con un aumento que fué mucho mas acelerado en el primer período (32.84% anual entre 1975 y 1985). Comparativamente, la maquinaria y el equipo agrícola mostraron un aumento mas moderado, con un 21.84 por ciento anual. El índice de precios del transporte terrestre creció un 27.22 por ciento anual en promedio, en tanto que el índice de precios de los servicios personales lo hizo a un ritmo del 27.89 por ciento anual para el intervalo entre 1975 y 1992.

De este examen rápido se puede concluir que ha existido un desfase entre los precios que recibe el productor, y los precios que paga por los factores de producción, que se puede estimar burdamente en alrededor del tres por ciento anual (22% anual de aumento en precios de la producción versus 25% anual de aumento en precios de los factores; promedios burdos). Como este desfase es acumulativo, sus efectos van constituyendo una presión cada vez mas fuerte sobre el sector, amenazando su competitividad. Por ejemplo, tomando el año 1975 como igual a 100, el índice para abonos, plaguicidas e insecticidas en 1992 era igual a 4344.4, en tanto que el índice de precios para el café era de 2950.6; la relación entre estos dos índices,  $4344.4 / 2950.6 = 1.5528$  nos indica que los costos de estos insumos han crecido durante todo el intervalo un 55.28 por ciento mas que los precios del café. De la misma manera, los precios de los alimentos para animales aumentaron 48.68 por ciento mas que los precios de la producción animal ( $5066.2 / 3407.5 = 1.4868$ ). El índice de precios de los productos de la refinación del petróleo, que refleja la evolución de los combustibles y lubricantes, repercutiendo en los costos de las labores agrícolas mecanizadas y en el transporte, aumentó 148.61 por ciento mas que el índice de precios de la producción agrícola excluyendo el café ( $6955.5 / 2797.8 = 2.4861$ )

**Cuadro 1.1. COLOMBIA. Índice de precios de la producción. (1975=100)**

Código	Concepto	Indice 1985	Indice 1992	85/ 75 %anual	92/ 85 %anual	92/ 75 %anual
01	Café	632.2	2950.6	20.3	24.6	22
02	Otras producciones agrícolas	631.9	2797.8	20.2	23.7	21.7
02.2	Caña de azúcar y panela		3839.7			23.9
03	Producción animal	697.7	3407.5	21.4	25.4	23.1
03.3	Leche cruda		3324.3			22.9
04	Productos de la silvicultura	907.1	3526.0	24.7	21.4	23.3
08	Café elaborado		1813.4			18.6
10.5	Alimentos para animales (no incl.tortas)	924.1	5066.2	24.9	27.5	26
11	Productos lácteos	940.8	4877.6	25.1	26.5	25.7
11.1	Leche líquida (procesada)		4512.1			25.1
12.1	Azúcar	907.0	5218.4	24.7	28.4	26.2
15	Otros productos agrícolas elaborados	814.0	3690.6	23.3	24.1	23.7
19.2	Abonos, plaguicidas, insecticidas	877.1	4344.4	24.3	25.7	24.8
19.7	Productos farmacéuticos y medicamentos	625.1	3963.4	20.1	30.2	24.2
20	Productos refinación petróleo excl. gas	1711.7	6595.5	32.8	21.3	27.9
23.1	Maquinaria y equipo agrícola	633.2	2873.9	20.3	24.1	21.8
29.3	Transporte terrestre	873.1	5989.9	24.2	31.7	27.2
33	Servicios personales	976.7	6353.9	25.6	30.7	27.9

Fuente: Banco de la República

Adicionalmente, el productor agropecuario está sometido a otra presión como consumidor. Durante el período en consideración, los precios de los productos de la canasta familiar aumentaron en promedio 24.5 por ciento anual, según lo refleja la evolución del IPC durante este intervalo. Frente a un aumento promedio (burdo) del 22 por ciento en los precios de su producción, encontramos un desfase de más de dos por ciento en este frente.

Ante esta evolución desfavorable de las relaciones de precios, podríamos proponer un desarrollo tecnológico que haga un uso más eficiente de los factores de producción como estrategia para defenderse de esta tendencia de los precios de los factores de producción y de los bienes de consumo a aumentar con más rapidez que los precios que recibe el productor por sus productos. Pero esto constituye un desafío de marca mayor para los generadores de tecnología. Ilustraremos la situación con algunos ejemplos.

Supongamos el caso de un productor de papa que invierte \$1'600.000 por hectárea para obtener un rendimiento de 20 t, las cuales vende a un precio de \$ 104.000/t, obteniendo un ingreso bruto de \$ 2'080.000 y neto de \$ 480 000 por hectárea. La rentabilidad entonces es del 30%. Si suponemos, además, que los precios siguen el patrón histórico, esperaríamos que en un año los costos aumentarán en 25%, el precio de la papa en 22% y el IPC en 24%. Al cabo de un año, según esto, será necesario invertir \$ 2'000.000 por hectárea para adquirir la misma canasta de insumos, que ahora son mas costosos. Si los rendimientos permanecen constantes en 20 t, se generará un ingreso bruto de \$ 2'537.600 al venderla a \$126.880 por tonelada (el precio anterior, \$ 104.000 mas el 22%). En estas condiciones, el ingreso neto será de \$ 537.600 por hectárea, y la rentabilidad habrá descendido al 26.88%. Si este proceso continuara ininterrumpido, al cabo de cinco años la rentabilidad habrá descendido al 15,13%, y al cabo de diez años será de solo 1.96%. De la misma manera, al cabo de un año, y teniendo en cuenta además la pérdida del poder adquisitivo del dinero reflejado en el crecimiento del IPC, el ingreso neto del productor habrá descendido a \$ 433.548 por hectárea a precios constantes. En cinco años, ese ingreso neto será de \$ 252.000 y al cabo de diez años habrá descendido a sólo \$ 33.983 por hectárea a precios constantes del año base.

Cómo podría el productor defenderse de estas tendencias adversas por medio de mejoras tecnológicas? Si el propósito fuera, por ejemplo, el de conservar la rentabilidad en el nivel actual del 30%, se requeriría, al cabo de un año, con el mismo paquete de insumos que ahora cuesta \$ 2'000.000, o con un paquete de insumos reajustado, pero que cueste los mismos \$ 2'000.000, que el valor de la producción sea de \$ 2'600.000. Al nuevo precio de la papa, de \$ 126.880 por tonelada, los rendimientos deberán ser de 20.49 t/ha, es decir, deberán haber aumentado en 2.45%, sin cambiar la canasta de insumos, o con una canasta de insumos esencialmente equivalente en costos. En un período de cinco años, esto significaría aumentos en rendimientos del orden del 12.9% y en 10 años sería necesario un aumento del orden del 27.4% en las mismas condiciones (sin aumento en la canasta de insumos). Es decir, al cabo de 10 años, los rendimientos deberían haber subido a 25.48 t/ha, sin aumento en la inversión real. De una manera similar se podría estimar el aumento necesario en los rendimientos para conservar los niveles reales de ingreso del productor.

## 2. DISTRIBUCION DEL PRODUCTO Y DEL VALOR AGREGADO EN LA AGRICULTURA

Por: Jorge Lopera Palacios

En este capítulo trataremos de hacer un análisis exploratorio de la Cuenta de Producción que compila y publica el DANE como parte de las Cuentas Nacionales de Colombia. Tomaremos como base la Cuenta de Producción a Precios Corrientes, de la cual se presenta en el **Cuadro 2.1** un extracto para varios años entre 1970 y 1993 (último año para el cual se dispuso de información).

En esta Cuenta, la **Producción Agropecuaria Total (PAT)**, valorada a precios corrientes, se asigna a dos grandes rubros entre los cuales se reparte el valor del producto generado en el proceso productivo.

En primer lugar, una parte del valor de la producción se destina a pagar el **Consumo Intermedio (CI)**, que incluye todos aquellos gastos que deben hacerse para adquirir insumos y servicios (por ejemplo semillas, abonos, alimentos para animales, servicios financieros, servicios de maquinaria agrícola, etc) necesarios para el proceso productivo. Se trata de bienes y servicios llamados intermedios, por cuanto son producidos por el mismo sector agropecuario o por otros sectores pero no llegan al consumidor final sino que reingresan como insumos al proceso productivo para ser transformados o incorporados en bienes que sí llegarán al consumidor final. De este Consumo Intermedio, aproximadamente una quinta parte consiste en bienes producidos dentro del mismo sector, por ejemplo, semillas y alimentos para animales; el resto consiste en bienes producidos fuera del sector, tales como agroquímicos, combustibles y lubricantes, materiales plásticos, servicios financieros, etc.

Una vez descontado el Consumo Intermedio, el otro gran rubro que compone el valor de la producción lo constituye el **Valor Agregado (VA)** por el sector agropecuario. Este concepto puede interpretarse en el sentido de que el sector agropecuario toma unos bienes y servicios (el Consumo Intermedio) y los transforma (les agrega valor). Este Valor Agregado, a su vez, se distribuye en tres partes; la primera constituye la remuneración al aporte de trabajo a la producción, **Remuneración de los Asalariados (RA)**; la segunda parte la constituye el rubro de **Impuestos Indirectos menos Subsidios**; finalmente, y como valor residual, aparece dentro del Valor Agregado el **Excedente Bruto de Explotación, (EBE)**. Este valor residual es lo que viene a constituir la renta de la tierra y la utilidad bruta del productor como empresario.

Pues bien, ¿qué ha sucedido con estos rubros en el transcurso de los años, cómo han evolucionado y qué explicaciones pueden darse de esta evolución?

Observando el Cuadro 2.1, lo primero que llama la atención es la tendencia del Consumo Intermedio a incrementar su participación en la distribución del valor del producto agropecuario. En 1970 el CI participaba del 13.97% del PAT, llegando en 1980 al 19.06%, al 22.66 en 1990 y situándose en 21.03% en 1993. Recíprocamente, a medida que la participación del Consumo Intermedio se incrementa, disminuye la participación del Valor Agregado, bajando de 86.03% del PAT en 1970 a 78.97% en 1993.

Por otra parte, dentro del Valor Agregado también ha evolucionado la participación de sus componentes. En primer lugar, la Remuneración a los Asalariados ha mostrado una

**Cuadro 2.1. COLOMBIA. Cuenta de producción a precios corrientes (Millones de pesos)**

	1970	1980	1990	1993
Prod. Agropec. Total (PAT)	37 721	361 411	4'032 551	7'116 969
1. Consumo intermedio (CI)	5 269	68 887	913 963	1'497 002
C.I. como % de PAT	13.97	19.06	22.66	21.03
2. Valor agregado (VA)	32 052	292 524	3'111 588	5'619 967
2.1 Remuneración Asalariados (RA)	9 910	131 185	1'315 721	2'522 202
RA como % de VA	30.92	44.81	42.19	44.88
RA como % de PAT	26.27	36.27	32.63	35.44
2.2 Imp. indirectos menos subsidios	-203	433	5 477	32 905
2.3 Excedente bruto de expl.(EBE)	22 345	161 066	1'797 390	3'064 860
EBE como % de VA	70	55.04	57.63	54.54
EBE como % de PAT	59.24	45.55	44.57	43.06
Producción todos los sectores (PTS)	220 489	2'621 822	33'696 466	70'421 060
CI (TS) como % de PTS	41.19	41.43	41.81	39.1
RA (TS) como % de VA (TS)	39.96	42.79	38.53	40.83
RA (TS) como % de PTS	23.49	25.06	22.42	24.86
EBE (TS) como % de VA (TS)	54.78	49.74	54.48	50.43
EBE (TS) como % de PTS	32.22	29.13	31.7	30.71

Fuente: DANE

tendencia al aumento progresivo de su participación, pasando del 30,92% del VA en 1970 al 44.88% en 1993. El rubro de Impuestos Indirectos Menos Subsidios, aunque ha mostrado un comportamiento algo errático, también parece tener tendencia a aumentar. Estas tendencias han repercutido como

consecuencia sobre la posición del productor, quien recibe su participación a través del Excedente Bruto de Explotación, que como ya se dijo es residual e incluye la renta de la tierra y la utilidad bruta. En la medida en que todos los demás rubros aumentan su participación en el valor del producto, este residuo, es decir, el EBE, disminuye y por ende se deteriora la rentabilidad de la actividad agropecuaria y la capacidad de generar excedentes y la motivación para reinvertir en el sector. Esto posiblemente explica, al menos en parte, el comportamiento de la serie de **Formación Bruta de Capital Fijo** en los años recientes. En el **Cuadro 2.2**, se presenta un extracto de esta serie de las Cuentas Nacionales, a precios constantes de 1975. Para el Sector Agropecuario aparecen dos rubros: (1) Mejoras en Tierras, Desarrollo de Plantaciones y Huertas, y (2) Maquinaria y Equipo Agrícola, el cual se subdivide en Nacional e Importado. Es interesante contrastar el crecimiento de la Formación Bruta de Capital Fijo en el sector agropecuario (Subtotal Agropecuario) con el crecimiento del Total Nacional (que incluye todos los sectores). Si se toman los años extremos de la serie, la tasa promedio de crecimiento geométrico de la formación bruta de capital fijo en el sector agropecuario entre 1970 y 1993 fue del 2.62% anual. Pero si se mira más detenidamente esta serie se puede observar que en realidad durante la mayor parte del período la tendencia fue horizontal, con unos resultados distorsionados por los valores atípicos del año 93. Eliminando este año, para el resto del período la tasa promedio de crecimiento entre 1970 y 1992 fue de sólo 1.21% anual. En contraste, para la parte no agropecuaria de la economía, la tasa de formación bruta de capital fijo entre 1970 y 1993 fue de casi el doble, 4.64% anual; eliminando también el año 93 como atípico, esta tasa entre 1970 y 1992 fue de 3.3% para el resto de la economía, es decir, casi tres veces la que mostró el sector agropecuario.

Vale la pena un examen especial sobre la tendencia a una participación creciente del Consumo Intermedio en el valor de la producción. Una posible explicación radica en la inflación de costos discutida en el capítulo anterior, aunque ésta probablemente no explique toda la magnitud del proceso. Otra posible explicación puede hallarse en la naturaleza del desarrollo tecnológico que se ha dado en el sector agropecuario, con la tendencia a privilegiar la introducción de tecnologías incorporadas en productos tales como agroquímicos, la mayoría de los cuales el productor debe adquirir fuera del sector; esto significaría que, a medida que se desarrolla tecnológicamente, el sector agropecuario se hace cada vez más dependiente de insumos producidos fuera del sector, y por consiguiente, más vulnerable a las vicisitudes del mercado de esos insumos.

**Cuadro 2.2. COLOMBIA. Formación bruta de capital fijo a precios constantes. Millones de pesos de 1975.**

AÑO	Mejoras en tierras Desarrollo plantaciones y huertas	Maquinaria y Equipo Agrícola		Subtotal Agropecuario	Total Nacional (todos los sect.)
		Nacional	Importado		
1970	1 668	198	891	2 757	53 201
1975	2 225	326	898	3 449	62 129
1976	2 270	316	918	3 504	68 039
1977	2 334	343	969	3 646	68 518
1978	2 449	282	1 139	3 870	74 923
1979	2 449	111	787	3 347	77 775
1980	2 473	71	1 725	4 269	88 021
1981	2 522	66	1 768	4 356	93 539
1982	2 396	91	1 330	3 817	96 307
1984	2 230	61	856	3 147	98 656
1985	2 230	16	445	2 691	93 305
1986	2 286	30	830	3 146	100 650
1987	2 354	38	1 039	3 431	101 471
1988	2 460	47	1 284	3 791	112 502
1989	2 534	48	1 313	3 895	106 611
1990	2 534	46	986	3 566	103 046
1991	2 585	31	671	3 287	96 685
1992	2 735	38	819	3 592	108 690
1993	3 009	88	1 906	5 003	148 100
Tasa promedio de crecimiento anual 1970-93				2.62%	4.55%

Fuente: DANE

En el Cuadro 2.1 también se presentan los valores de la Cuenta de Producción agregada de todos los sectores de la economía colombiana (PTS), así como los porcentajes de participación del Consumo Intermedio, del Valor Agregado, de la Remuneración a los Asalariados y del Excedente Bruto de Explotación. A diferencia de lo que ocurre en el sector agropecuario, la participación del Consumo Intermedio para toda la economía ha permanecido relativamente constante y mas bien con una leve tendencia a disminuir. Recíprocamente, el Valor Agregado muestra una leve tendencia a aumentar su participación. La Remuneración a los Asalariados permaneció casi constante como porcentaje del Valor Agregado y el Excedente Bruto de Explotación tuvo un descenso muy leve en su participación, de ninguna manera tan pronunciado como el descenso que se observó en el caso del sector agropecuario.

Una última comparación que puede ser interesante se refiere a la diferencia en las magnitudes relativas del Consumo Intermedio, el cual, a pesar de su tendencia creciente, sigue siendo mas bajo para el sector agropecuario que para la economía como un todo. En el sector no agropecuario, el proceso productivo consiste esencialmente en la transformación de materiales, bienes y servicios para generar un producto destinado al consumo final; el Valor Agregado se distribuye en los mismos rubros: Remuneración a los Asalariados, Impuestos Indirectos Menos Subsidios (que aquí tienen un peso mucho mayor, de alrededor del 8% del VA) y Excedente Bruto de Explotación, con la diferencia de que para los sectores no agropecuarios la renta de la tierra tiene una participación muy pequeña en la distribución del producto, por lo cual la mayor parte del EBE consiste en utilidad bruta.

En una agricultura primitiva, el uso de insumos es mínimo, y el Consumo Intermedio se reduce a muy pocas cosas (semillas, alimentos para animales y poco mas, en su mayoría generadas dentro del mismo sector), con lo cual la mayor parte del valor de la producción es Valor Agregado, que se distribuye en Remuneración a los Asalariados y Excedente Bruto de Explotación. Dentro del EBE, una parte importante debe atribuírse a la renta de la tierra. A medida que esa agricultura se moderniza, se van introduciendo mas insumos, en su mayor parte producidos fuera del sector, con lo que se da el fenómeno que se discutió anteriormente.

### **3. LOS CRITERIOS DE POLITICA Y SU RELEVANCIA PARA LA INVESTIGACION Y LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA**

Por: Jorge Lopera Palacios

#### **3.1. COMPETITIVIDAD.**

Competitividad significa, en términos generales, la capacidad de ingresar a un mercado y tomar posiciones ("posicionarse") en él. Para lograrlo, es necesario poseer algún tipo de ventaja sobre los competidores potenciales en términos de precio, calidad, cantidad, oportunidad, presentación, empaque, condiciones de entrega y financiación, etc.

Ser competitivo en cuanto a precio implica poder ofrecer precios mas bajos que los competidores; para poder ofrecer un precio competitivo es necesario producir a un costo unitario que lo permita.

La función esencial de la tecnología consiste en elevar la productividad de los recursos. Esto se ha interpretado generalmente como "producir mas con la misma cantidad de recursos". Los recursos cuya productividad se desea elevar son los recursos mas escasos o limitantes a la producción. Por ejemplo, si la tierra es un factor limitante, se buscará desarrollar tecnologías que aumenten los rendimientos por hectárea, y de manera similar si otro es el recurso limitante.

Cuando no hay un solo recurso claramente identificable como limitante, sino que hay un conjunto de recursos escasos y costosos, no es apropiado definir la productividad en términos de uno solo de ellos (rendimiento por hectárea, por hora de trabajo, por animal), porque cualquiera de estas medidas sería una medida parcial, que no tendría en cuenta la productividad de los otros recursos. Esto es potencialmente importante porque en muchas ocasiones un desarrollo tecnológico puede estar sesgado hacia el ahorro de un recurso escaso pero al costo de incrementar el uso de otro presumiblemente menos escaso (en términos relativos). El problema surge cuando el recurso cuyo uso se incrementa no es en realidad menos escaso, como sucede a veces cuando se lleva a un campesino una tecnología ahorradora de tierra pero que para aumentar los rendimientos de las tierra exige un incremento en el uso de insumos comprados, que demandan un capital que en muchos casos es mas limitante que la misma tierra. No tener esto en cuenta puede conducir a una elección errada de la tecnología a recomendar.

Para evitar decisiones basadas en medidas parciales, es necesario tomar en cuenta todos los recursos que implican costo (en el sentido económico de sacrificio o costo de oportunidad, no en el sentido puramente contable), en una medida de productividad total:

$$Productividad\ Total = (Producción)/(Suma\ de\ todos\ los\ recursos).$$

Como para agregar todo un conjunto de recursos (o factores de producción) disímiles se requiere reducirlos a una unidad de medida común que los homogenice, por lo general se utiliza el costo de los factores medido en unidades monetarias:

$$Productividad\ Total = (Producción)/(Suma\ de\ costos\ de\ todos\ los\ factores)$$

Si se invierte esta expresión, tendremos el costo unitario de producción:

$$(Costo\ de\ todos\ los\ factores)/(Producción) = Costo\ Unitario\ De\ Produccion$$

Es decir, que en un contexto orientado hacia la productividad total, reducir el costo unitario es equivalente a incrementar la productividad, pues ambas son medidas recíprocas.

Si la producción obtenida se multiplica por su precio, tendremos el ingreso bruto:

$$(Producción) \times (Precio) = Ingreso\ Bruto$$

Además,

$$(Ingreso\ Bruto)/(Costos\ Totales) = Relacion\ Beneficio/Costo$$

Por otra parte, la rentabilidad en el corto plazo está dada por:

$$\begin{aligned} (Ingreso\ Neto)/(Costos\ Totales) &= (Ingreso\ Bruto - Costos\ Totales)/(Costos\ Totales) \\ &= B/C - 1 = Rentabilidad \end{aligned}$$

De la discusión anterior se desprende que, en términos de productividad total, para un precio dado del producto, la rentabilidad se incrementa introduciendo tecnologías que disminuyan el costo unitario de producción. O, pensando en competir en un mercado, disminuir el costo de producción permitiría ofrecer precios mas bajos sin disminuir la rentabilidad.

Con mucha frecuencia, el objetivo del investigador ha estado orientado hacia el incremento de los rendimientos por hectárea o el ingreso por hectárea (bajo el supuesto de que la tierra es el factor limitante) o alguna otra medida parcial de productividad. La tecnología que satisfaga este objetivo no necesariamente satisface el otro objetivo de reducción del costo unitario de producción, crucial para desarrollar una agricultura competitiva. La introducción del criterio de competitividad en la investigación y transferencia de tecnología agropecuaria implica entonces la introducción de nuevos criterios de decisión en la selección de tecnologías y en la formulación de recomendaciones, dando mas peso al costo unitario.

Por razones de espacio y tiempo no se tratarán en detalle aquí los otros aspectos mencionados en relación con la competitividad, aunque en varios de ellos puede tener considerable influencia la investigación que se realice. Por ejemplo, la calidad del producto depende en gran medida de la sanidad, la nutrición y el manejo en general del cultivo, al igual que del mejoramiento genético. Por otra parte, la oportunidad con que se llegue al mercado, aprovechando la estacionalidad de la demanda, o la de la oferta de otros productores, para llegar con el producto en épocas de demanda máxima o cuando los competidores estén ausentes del mercado por razón del ciclo estacional, puede ser afectada por medio de investigación sobre épocas de siembra, variedades precoces o tardías, métodos de conservación del producto, etc.

### **3.2. SOSTENIBILIDAD.**

Hay mucho material escrito sobre este tema, pero aquí nos preocupa esencialmente una definición que conduzca a estrategias operativas manejables en el contexto de la investigación agropecuaria. Para estos efectos, tomaremos como punto de partida la idea de que la incorporación de la preocupación por la sostenibilidad en un proyecto de investigación implica, ante todo, introducir la variable tiempo en el análisis. En este contexto, una tecnología sostenible debería asegurar como mínimo la permanencia de la productividad del sistema en el tiempo; pero cuando se habla de desarrollo tecnológico sostenible, la aspiración no es sólo a conservar la productividad del sistema en el largo plazo, sino mas bien a aumentarla progresivamente.

Frecuentemente, la investigación agropecuaria se realiza en un contexto de corto plazo, en el cual se toman observaciones durante un solo ciclo del cultivo, y con esta base se sacan conclusiones rápidamente y se formulan recomendaciones. Aún en el caso de cultivos (o de especies animales) cuyo ciclo total dura varios años, las recomendaciones se entregan al productor antes de que se cumpla el ciclo completo. Por ejemplo, en caña panelera,

cuyo ciclo normal (desde siembra hasta remplazo del cultivo o resiembra) puede ser de siete o mas años, las recomendaciones se formulan después de la primera cosecha de plantilla y, si acaso, una o dos de soca. Lo mismo sucede en los pastos, cuyo ciclo puede durar dos, tres o mas años, en los cuales las recomendaciones se formulan después de sólo unos pocos cortes.

Esta perspectiva de corto plazo conduce a omitir el registro de información sobre variables cuyos efectos pueden no parecer importantes en un solo período de tiempo, pero que son acumulativos hasta adquirir magnitudes catastróficas en el largo plazo. Por ejemplo, diferentes sistemas de siembra (arreglos, densidades) y aún diferentes variedades de una misma especie proporcionan diferente nivel de cobertura al suelo y lo hacen con diferente rapidez a partir de la siembra. Teniendo en cuenta que hay una relación inversa entre la cobertura del suelo y la erosión, se desprende la importancia de registrar en un experimento, además de las observaciones acostumbradas de rendimiento, otras observaciones sobre cobertura del cultivo, pérdida de suelo arrastrado en el agua de escorrentía o por erosión eólica, etc. El efecto de estos procesos es acumulativo y no tienen que pasar muchos años para que se manifiesten en pérdida de la productividad del suelo.

Muchos de los problemas de orden ambiental de la agricultura moderna tienen su raíz en la filosofía de la revolución verde orientada hacia el control del ambiente: "Proporcionar a la planta o animal el medio óptimo para que puedan manifestar todo su potencial genético". Esto significa el control del agua (a través del riego); control de la fertilidad del suelo (por medio de fertilizantes químicos); control de la sanidad del cultivo (por medio de toda clase de venenos químicos); control de la composición genética del cultivo (sembrando grandes extensiones con material genético uniforme).

A corto plazo, este enfoque puede traducirse en grandes aumentos en los rendimientos por hectárea, pero en un plazo mas largo, empiezan a ser notorios toda clase de efectos adversos. En cuanto al agua, son ya notorios los conflictos entre los diferentes usos alternativos del recurso; por ejemplo, en el pasado reciente en la Sabana de Bogotá se han presentado conflictos entre el uso del agua para consumo humano y para los cultivos de flores. Las prácticas inadecuadas de riego y fertilización han conducido a procesos de degradación del suelo y salinización. Los fertilizantes aplicados en grandes cantidades, al igual que los pesticidas se traducen en contaminación de las aguas, sin mencionar los residuos tóxicos de pesticidas en los alimentos. Por otra parte, la siembra masiva de los cultivares producidos por la investigación desplaza el germoplasma nativo en grandes extensiones, causando la erosión genética o pérdida de la biodiversidad.

otra parte, dentro de la comunidad de productores, hay diferentes subgrupos (por ejemplo, grandes-medianos-pequeños; campesinos-empresarios). En tercer lugar, dentro del sector de pequeños productores, es necesario considerar la distribución de las cargas y de los beneficios al interior de la familia, incluyendo aspectos como la perspectiva de género (hombre-mujer), al igual que las relaciones entre edades (niños-jóvenes-adultos-ancianos).

### **3.3.1. Distribución entre productores y consumidores.**

Es característica fundamental de la tecnología el ser ahorradora de recursos, lo cual, directa o indirectamente se traduce a la larga en aumentos en la producción, pues normalmente los recursos ahorrados no salen con suficiente rapidez del sector agropecuario, sino que siguen dedicados a la producción, incrementando los volúmenes totales de producto que sale al mercado. Desafortunadamente, la demanda de la mayoría de los productos agropecuarios es altamente inelástica, lo cual quiere decir que una cantidad aumentada de producto en el mercado solamente puede ser evacuada con una drástica reducción en los precios, dando al final un ingreso bruto total a los productores en conjunto menor al que obtenían antes de los aumentos en la producción. Así, la principal consecuencia de un cambio tecnológico sería una reducción en los precios para los consumidores de productos agropecuarios. De esta suerte escapan algunos productos con demanda relativamente elástica, como son por ejemplo los que salen a un mercado amplio como es el caso de aquellos productos de exportación en los cuales el país contribuye con un volumen pequeño en relación con las cantidades totales comercializadas a nivel internacional. En este caso, se pueden colocar en el mercado mayores volúmenes de producto con poca o ninguna reducción de precio, redundando en mayor ingreso para los productores.

De lo expuesto se puede concluir que los beneficios de la investigación se pueden repartir en diferentes proporciones entre productores y consumidores. Cuál de estos grupos se beneficia más depende de la elasticidad precio de la demanda del producto. Para aquellos productos con demanda inelástica, la mayor proporción de los beneficios favorece a los consumidores. En el caso de demandas muy inelásticas, los productores en conjunto pueden inclusive quedar en peor condición que antes. Cuando la demanda es relativamente elástica, por el contrario, los mayores beneficiarios del cambio tecnológico serán los productores.

Esto plantea cuestiones de gran importancia sobre los criterios de asignación de recursos y financiación de la investigación y la transferencia. En términos generales, la investigación tendiente a aumentar la productividad de productos con demanda elástica debería ser financiada por los mismos productores, por ejemplo a través de cuotas de fomento, puesto que ellos serán los mayores beneficiarios de la tecnología generada. En

La toma de conciencia sobre estas secuelas de la revolución verde ha puesto de relieve la urgencia de desenfatar la filosofía de control del ambiente y trabajar en cambio con mas énfasis en la adaptación al medio, "producir plantas y animales adaptados a su ambiente y capaces de rendir aún en condiciones adversas". Mientras que el enfoque de la revolución verde implica una dependencia creciente de insumos producidos fuera de la finca por su sesgo hacia la tecnología incorporada en productos, la filosofía de adaptación al ambiente privilegia las tecnologías de procesos, que requieren bajo uso de insumos externos y se basan mas en insumos autogenerados (por ejemplo, abonos orgánicos) y manejo integrado del proceso productivo con un enfoque sistémico.

Se ha argumentado sobre una supuesta incompatibilidad entre la sostenibilidad y la rentabilidad. Hay al menos dos razones para explicar el origen de este argumento. En primer lugar, el corto horizonte de planeación de la mayoría de los análisis de rentabilidad impide visualizar las implicaciones a largo plazo de las alternativas aparentemente mas rentables en el corto plazo. A medida que la variable tiempo se incorpore debidamente en todos los análisis económicos de la tecnología, desaparecerá esa incongruencia entre los dos criterios que, mas que obedecer a una incompatibilidad entre los dos, es mas bien fruto de un análisis miope o de corto plazo

En segundo lugar, la tecnología no es, en general, un factor exógeno, sino que su orientación depende en gran medida del enfoque del investigador. Gran parte de la investigación de años recientes basada en el enfoque de revolución verde generó, como era de esperarse, tecnologías incorporadas en productos, intensivas en insumos y de altos rendimientos y rentabilidad a corto plazo. Pero esta rentabilidad se va esfumando en el largo plazo a medida que se van manifestando los efectos secundarios. Por otra parte, son todavía relativamente escasos los resultados de investigación orientados hacia un desarrollo sostenible y que sea rentable tanto en el corto como en el largo plazo; en la medida en que los recursos de investigación se vayan reasignando con una perspectiva de largo plazo y enfoque de sistemas, empezarán a aparecer resultados que satisfagan estos criterios.

### **3.3. EQUIDAD.**

El concepto de equidad tiene varias dimensiones pertinentes para la investigación y la transferencia de tecnología agropecuaria.

En primer lugar, es necesario considerar la distribución de los beneficios entre los productores y los consumidores de productos agropecuarios. Por

cambio, para aquellos productos con demanda inelástica cuyos mayores beneficiarios serán los consumidores, la fuente principal de financiación debe ser el Estado, invirtiendo en ello fondos extraídos de los consumidores a través de los impuestos.

### **3.3.2. Equidad entre productores empresariales y pequeños productores**

Tradicionalmente los recursos de la producción se han clasificado en tierra, trabajo y capital. La característica ahorradora de recursos de la tecnología no afecta por igual a todos los recursos que intervienen en la producción. Diferentes tecnologías tienen diferente énfasis (*sesgo*) ahorrador de recursos; así, hay tecnologías ahorradoras de tierra (las que incrementan los rendimientos por hectárea), ahorradoras de trabajo (las que incrementan los rendimientos por hora de trabajo), etc. En términos generales, el desarrollo tecnológico de un país (o de una región) se basa preferencialmente en aquellas tecnologías con sesgo ahorrador de los recursos relativamente más escasos (Hipótesis de la Innovación Inducida, de Hayami y Ruttan).

Para proyectar el rumbo de desarrollo tecnológico de nuestro país, deberíamos empezar por preguntarnos cuáles recursos son los más escasos en términos relativos. Sin embargo, la agricultura colombiana no es homogénea; en ella coexisten dos sectores más o menos claramente diferenciables. Por una parte, una agricultura campesina y de pequeños productores, basada en la explotación de una pequeña extensión de tierra con el uso preferencial de la mano de obra familiar y muy pocos insumos de capital. Por otra parte, un sector de agricultura empresarial altamente capitalizado y dependiente del empleo de mano de obra asalariada. Puede argumentarse que estos dos sectores difieren en cuanto a cuáles son los recursos relativamente escasos. Para comprender el concepto de escasez relativa, crucial para esta discusión, y diferenciarlo del de escasez absoluta, propongamos un ejemplo: el caso de Israel. Este es un país muy pequeño, y como tal, tiene una escasez absoluta de tierra; sin embargo, en términos relativos, hay un recurso mucho más escaso que la tierra, que es el agua. Por la escasez de agua hay muchas hectáreas de tierra que no pueden ser cultivadas; en este sentido "sobra tierra" y este recurso tierra es relativamente abundante (en relación con el otro recurso más limitante que es el agua). Para este caso, el criterio fundamental para valorar una tecnología estriba, no en los rendimientos o los ingresos por hectárea, sino por metro cúbico de agua.

En el caso de la agricultura campesina es lugar común suponer que el factor más limitante es la tierra, dado el reducido tamaño de las explotaciones campesinas. Si esto fuera cierto, la primera prioridad en tecnologías para el campesino serían aquellas ahorradoras de tierra, es decir, que aumenten los

rendimientos por hectárea. Sin embargo, esta presunción es desvirtuada por el hecho de encontrarse en muchas explotaciones campesinas tierras en barbecho o rastrojo, las cuales en muchas ocasiones no pudieron ser cultivadas por carencia de recursos de capital para adquirir los insumos necesarios. Esta situación es agravada cuando la tecnología que se ofrece al campesino es altamente intensiva en capital para aumentar los rendimientos de la tierra. Si esta tecnología no es simultáneamente más eficiente en el uso del capital (es decir, si además de aumentar los rendimientos por hectárea no aumenta también los rendimientos por unidad de capital, o sea la rentabilidad), su adopción no sería una decisión racional para el campesino escaso de capital. Por otra parte, no son las necesidades totales de capital (expresadas en los patrones de costos por hectárea de uso común) las que determinan la decisión del campesino de adoptar o no adoptar una tecnología, sino que tienen mayor peso las necesidades de capital en efectivo (CIID: Cáqueza). La discusión anterior explica la persistencia en la agricultura campesina de tecnologías relativamente extensivas en el uso de la tierra e intensivas en mano de obra familiar.

Parece paradójico, pero la tierra tiende a ser un factor más limitante y como tal, relativamente escasa en las explotaciones empresariales; un indicio de ello es que en éstas la tierra es cultivada de cerca a cerca. Esto, aunado a que dependen de mano de obra asalariada relativamente costosa y tienen relativamente un mayor acceso a recursos de capital, explica su patrón de demanda de tecnología ahorradora de tierra (altos insumos agroquímicos) y de mano de obra (mecanización), ahorros obtenidos a cambio de altas inversiones de capital, siendo el capital relativamente más abundante y menos costoso para el sector empresarial, mientras que es muy escaso y costoso (absoluta y relativamente) para el pequeño productor campesino.

De la discusión anterior se deduce que una gran proporción de los resultados de investigación disponibles (inventario tecnológico), con su énfasis en aumentos en los rendimientos por hectárea mediante altas aplicaciones de insumos químicos, y ahorro de mano de obra por medio de la mecanización, pero a la vez exigentes de mayores inversiones de capital, son más apropiados para la agricultura empresarial, siendo necesario un mayor esfuerzo de investigación para comprender las condiciones específicas de la economía campesina y para generar tecnología apropiada a estas condiciones.

Otra presunción, que ha resultado sumamente perjudicial para el productor campesino, consiste en suponer que sus necesidades tecnológicas giran alrededor de los productos básicos de la canasta alimenticia, reservando para la agricultura empresarial las tecnologías que hacen relación a los productos exportables y a los demandados por los sectores de altos ingresos. Estos últimos, además de gozar de una demanda relativamente elástica con

respecto al precio, también tienen una elasticidad relativamente alta con respecto al ingreso, lo cual quiere decir que, a medida que aumentan los ingresos *per capita* de la población, su demanda aumenta, no solo en proporción al aumento demográfico, sino que además una parte del ingreso adicional se emplea en incrementar los niveles de consumo por habitante. Los productos básicos de la canasta popular, en cambio, tienen muy baja elasticidad ingreso de la demanda, con lo cual su futuro depende casi exclusivamente del crecimiento demográfico y en mínima proporción de aumentos en el ingreso. Podría parecer una exageración decir que esta diferenciación en los énfasis para la generación y transferencia de tecnología a los dos sectores de productores implica condenar o hundir cada vez más al productor campesino en el fondo de un surco sin futuro, pero esta aseveración tal vez no esté muy lejos de la verdad.

### **3.3.3. Equidad al interior de la familia campesina. Perspectiva de género.**

Los miembros de la familia campesina, según su edad y género, desempeñan, en mayor o menor grado, variadas funciones en la producción agropecuaria. En la medida en que intervienen en la producción, son usuarios o demandantes potenciales de tecnología. Cabe entonces preguntarse si sus necesidades tecnológicas son independientes de su edad o de su género o, dicho en otras palabras, si la tecnología es neutra en cuanto a estos factores.

En este contexto, aunque abunda la literatura sobre la perspectiva de género en el desarrollo, parecen escasos los resultados de investigación que den luces para responder a esta pregunta. Plantearemos aquí algunas ideas que pueden servir de punto de partida para el análisis.

La participación de los miembros de la familia en la producción puede tomar varias formas:

- aporte de recursos a la producción
  - tierra
  - trabajo (medido en unidades de tiempo, p.ej. horas de trabajo, jornales)
  - capital
- participación en las decisiones
- participación en los beneficios de la actividad productiva

Estas tres formas de participación afectan de diferente manera las necesidades tecnológicas del productor y su actitud y motivación para adoptarla. Las dos últimas, participación en las decisiones y en los beneficios tienen mucho más que ver con aspectos de actitud y motivación y por tal razón tienen implicaciones de importancia estratégica para las actividades de transferencia de tecnología.

El aporte de recursos que los miembros de la familia hacen a la producción, está determinado en gran medida por la disponibilidad que cada miembro tiene, y esta disponibilidad no es igual para todos los miembros. La desigualdad mas relevante en esta discusión es la que tiene sus raíces en la tradicional diferenciación de roles entre hombres y mujeres, afincada en razones culturales; la perspectiva de género se basa en el análisis de esta diferenciación.

Aunque puede haber excepciones, en general la mujer en la familia campesina colombiana tiene un rol primordial en la reproducción de la familia, lo cual le asigna prioridad absoluta a su desempeño en las labores domésticas relacionadas con la crianza de los niños y el mantenimiento del hogar. Esto implica para la mujer que se incorpora a la producción agropecuaria la necesidad perentoria de resolver el conflicto que se presenta entre las funciones reproductivas y productivas en competencia por una disponibilidad de tiempo que no es elástica -solo hay 24 horas en un día. Este conflicto se resuelve, en el común de los casos, en un alargamiento de la jornada laboral de la mujer, jornada que puede llegar aún a duplicarse (doble jornada), para poder atender a las dos funciones. Esta sobrecarga de trabajo es especialmente grave en el caso de las mujeres que son cabeza de familia, que en Colombia pueden representar alrededor de un 25 por ciento de los hogares rurales. Para el hombre incorporado a labores agrícolas, en cambio, la jornada de trabajo solo está ocupada por las labores productivas y normalmente no sobrepasa las ocho o diez horas.

Recordando la característica fundamental de la tecnología como ahorradora de recursos, y que la demanda de tecnología está sesgada en dirección al ahorro de los recursos mas escasos, puede plantearse aquí la hipótesis de que esta diferenciación de roles por razones de género que determina que el tiempo sea un factor relativamente mucho mas escaso para la mujer que para el hombre, se traduce igualmente en una necesidad diferencial de tecnologías, haciendo para la mujer mas imperativo un énfasis en el ahorro de mano de obra.

Una visión integral del problema, buscando restablecer la equidad en relación con el desarrollo tecnológico, tendría implicaciones, no sólo para la generación de tecnologías de producción que le permitan a la mujer hacer un uso mas eficiente del tiempo como recurso productivo limitante, sino que también exigiría preocuparse por desarrollar o introducir tecnologías que hagan mas eficiente el trabajo doméstico (por ejemplo, diseños mas eficientes de estufas de leña, que también representarían grandes beneficios en términos de sostenibilidad, electrificación y mejores sistemas de abastecimiento de agua para el consumo doméstico que permitan ahorros en

el tiempo empleado en acarrear leña y agua desde lugares distantes, labor que normalmente realizan las mujeres, etc.).

Otro aspecto importante en relación con la perspectiva de género, que mencionaremos sólo de pasada, tiene que ver con las dificultades que encuentra la mujer para acceder al crédito productivo. Como por lo general no posee títulos de propiedad de la tierra, su acceso al crédito es todavía mas restringido que para el campesino varón. Esto implica que para la mujer es todavía mas restrictiva la limitación de capital, con sus correspondientes consecuencias en cuanto a la posibilidad (o mas bien, imposibilidad) de adoptar algunas tecnologías exigentes en insumos y por tanto altamente intensivas en capital, a menos que se pongan en ejecución estrategias que faciliten su acceso al crédito para la producción.

## 4. CONCEPTOS BASICOS SOBRE LA DEMANDA

Por: Jorge Lopera Palacios

### 4.1. Introducción

Competitividad significa, en términos generales, la capacidad de ingresar en un mercado y tomar posiciones en él ("posicionarse"). Como requisito básico para lograrlo, es necesario estar en capacidad de satisfacer las demandas de ese mercado.

En este contexto, es útil considerar la conquista de un mercado como un proceso de cuatro etapas (Posada, 1993), la primera de las cuales arranca con la **caracterización** del mercado que se quiere conquistar: quiénes son los consumidores; es necesario conocer de éstos las características que determinan su demanda, número, composición por edad y sexo, etapa en el ciclo de vida, hábitos, gustos y preferencias, niveles de ingreso, patrones de gasto, tendencias demográficas y económicas.

Una vez conocemos el mercado, una segunda etapa consiste en la **identificación (o desarrollo ) de productos** que satisfagan las necesidades o deseos de los consumidores, es decir, productos con potencial de entrada a ese mercado.

El tercer paso consistiría en **obtener o generar la tecnología para producir** los productos identificados en la etapa anterior, con la calidad apropiada y a un costo que sea económicamente viable.

Finalmente, se hacen los arreglos institucionales y financieros y se organiza la **estructura para producir**. Ahora sí estamos listos para lanzarnos a conquistar ese mercado.

### 4.2. La demanda y los precios

¿Qué características hacen que un producto sea deseado y tenga acogida en un mercado? O, en otros términos, ¿cómo se forma la demanda de un producto?

La disposición del consumidor a adquirir un producto depende del nivel de ingreso y de las necesidades, gustos y preferencias personales, que a su vez dependen de factores tales como la edad, el sexo, el nivel socioeconómico y cultural, la etapa en el ciclo de vida personal y familiar, etc. Dados estos

factores, la demanda del mercado para un producto consiste en una relación entre las cantidades que serían compradas y los diferentes precios posibles; a diferentes precios, el consumidor se manifestará adquiriendo cantidades diferentes, en una relación inversa: a mayor precio, menor cantidad adquirida y viceversa (ley de la demanda).

Ante un cambio en el precio, los consumidores responden incrementando las cantidades adquiridas si el precio disminuyó, o comprando menor cantidad que antes en respuesta a un aumento en el precio. La magnitud relativa (o proporcional) de esta respuesta constituye uno de los conceptos fundamentales de la teoría de la demanda: la **elasticidad de la demanda con respecto al precio**.

Para los productores agropecuarios, que son en esencia aceptadores (y no fijadores) de precios, es supremamente importante el concepto inverso de la elasticidad: ¿Cuál es la respuesta relativa del precio ante aumentos en la cantidad de producto que llega al mercado? O, puesto en términos más crudos, ¿qué tanto tiene que caer el precio para que la cantidad incrementada de producto que llega al mercado sea evacuada? Este concepto inverso de la elasticidad se denomina **flexibilidad del precio**, y es necesario tenerlo muy en cuenta al planear la producción de una región.

La demanda de los productos básicos de la canasta popular tiene muy baja elasticidad con respecto al precio. Por ejemplo, para la papa su valor se estimaba en  $-0.25$  en 1980. Esto quiere decir que, ante una disminución del 1% en el precio de la papa, habría en respuesta un aumento del 0.25% en el consumo. Extrapolando un poco, un 10% de disminución en el precio entonces traería como respuesta un aumento de sólo el 2.5% en el consumo. El inverso de la elasticidad,  $1/(-0.25) = -4$  es la flexibilidad del precio, que se interpreta de manera análoga: un aumento del 1% en el consumo sólo podría lograrse si el precio se redujera en un 4%. La implicación es grave: si llegara al mercado una cantidad de papa 10% mayor que lo normal, el precio tendría que caer 40% para que se pudiera vender todo el producto. Esto explica porqué las "buenas cosechas" nacionales o regionales de algunos productos agropecuarios (y en particular, de papa) son catastróficas para los productores que observan impotentes como los precios caen a niveles que ni siquiera compensan el costo de cosechar.

### 4.3. Los cambios en el ingreso y la demanda

Por otra parte, en el mediano y el largo plazo, la demanda puede ir evolucionando ante cambios en las necesidades, gustos y preferencias de los consumidores, de tal manera que, a los mismos precios que antes el consumidor esté ahora dispuesto a adquirir cantidades mayores (o menores)

del producto. Uno de los principales factores que inciden en este proceso son los cambios en los niveles de ingreso: A medida que aumenta su ingreso, el consumidor está, por lo general, dispuesto a adquirir, a los mismos precios, cantidades cada vez mayores de producto. Pero este aumento en el consumo no es, normalmente, en la misma proporción en que aumentó el ingreso, ni se da tampoco en igual proporción para todos los productos.

Aquí conviene introducir otro concepto fundamental en la teoría de la demanda: **la elasticidad de la demanda con respecto al ingreso**. Ésta se refiere al cambio proporcional en la cantidad adquirida en respuesta a un cambio en el ingreso del consumidor. Para los productos básicos de la canasta popular, esta elasticidad es relativamente baja (por ejemplo, para la papa se estimaba su valor en 0.16 en 1980), mientras que para los alimentos considerados protectores es bastante mas alta (por ejemplo, leche 0.77; huevos 0.93; carne de res 0.84). Esto quiere decir que si, por ejemplo, el ingreso real del consumidor aumenta en 10 por ciento, la demanda de papa aumentaría en 1.6%, la de leche en 7.7% y la de huevos en 9.3%. Sin embargo, estos valores son promedios calculados sobre la demanda del total de consumidores. Si se desagregaran los consumidores en diferentes estratos de ingreso, las elasticidades serían diferentes para cada estrato, tendiendo a ser mas altas para los estratos de menores ingresos, y mas bajas, incluso negativas especialmente en cuanto a los productos calóricos, para los estratos de ingresos mas altos. En un estudio del CIAT (1981), en el cual se dividía la población en cinco estratos (quintiles) de ingresos, el estrato de mas bajos ingresos presentaba elasticidades de la demanda con respecto al ingreso así: maíz, 1.04; yuca, 1.17; carne de res, 2.46; leche, 1.92. En cambio, para el estrato mas alto, se tenía: maíz, 0.09; yuca, -0.55; carne de res, -0.39; leche, -0.06.

Estos resultados concuerdan con la Ley de Engel, denominada así en honor de un economista alemán del siglo 19, quien estudió los patrones de consumo familiar y encontró que en las familias mas pobres la mayor parte de los ingresos y una proporción muy grande de cualquier incremento de éstos se dedicaba a satisfacer las necesidades básicas de alimentos. Pero a medida que el ingreso iba siendo mayor, nuevos incrementos en el ingreso no se dedicaban a comprar cantidades cada vez mayores de alimentos (por cuanto la capacidad del estómago es limitada), sino que parte de este incremento se empleaba en cambiar la composición de la dieta, mejorando su calidad. Pero esto también se iba acercando a un límite, y nuevos incrementos en el ingreso, una vez satisfechas las necesidades mínimas vitales de alimentos, se dedicaban cada vez en mayor proporción a satisfacer otras necesidades, de vivienda, educación, salud, recreación, etc.

En países muy pobres, como en algunos africanos, la adquisición de los alimentos básicos representa alrededor del 80% del ingreso. En Colombia, una familia promedio gasta alrededor del 30% de su ingreso en alimentos, mientras que en los países de mas altos ingresos, los alimentos probablemente no representan mas del 10% del gasto.

En el **Cuadro 4.1** pueden apreciarse las elasticidades de la demanda con respecto al precio y al ingreso, así como la flexibilidad del precio para algunos de los productos agropecuarios mas importantes de consumo alimenticio en Colombia.

**Cuadro 4.1** Colombia. Elasticidad de la demanda con respecto al precio y al ingreso.

PRODUCTO	ELASTICIDAD PRECIO	ELASTICIDAD INGRESO	FLEXIBILIDAD PRECIO
Papas	-0.25	0.16	- 4
Frijol	-0.6	0.6	-1.67
Maíz	-0.45	0.39	-2.22
Arroz	-0.35	0.34	-2.86
Yuca	-0.19	0.12	-5.26
Plátano	-0.38	0.32	-2.63
Arveja	-0.7	0.7	-1.43
Verduras	-0.69	0.68	-1.45
Tomates	-0.82	0.83	-1.22
Leche	-0.77	0.77	-1.3
Mantequilla	-1.08	1.09	-0.93
Huevos	-0.92	0.93	-1.09
Carne de Res	-0.84	0.84	-1.19
Carne de Cerdo	-1.01	1.02	-0.99

Fuente: Pinstrup-Andersen, P. *et al.*

## 4.4 Estrategias de asistencia técnica frente a la demanda

Tradicionalmente, los programas de asistencia técnica y crédito a los pequeños productores (ejemplo, Fase I del DRI), y aún también los de investigación, han priorizado los productos básicos de la canasta popular de alimentos, haciendo especial énfasis en productos calóricos tales como papa, yuca, plátano, maíz, arroz, reservando implícitamente para la agricultura empresarial los productos exportables y los que responden a las demandas de consumidores de los estratos de mas altos ingresos.

Sin desconocer la importancia de estos alimentos para la alimentación popular, tanto rural como urbana, y por ende la necesidad de asegurar una adecuada oferta de los mismos, surgen serias dudas, fundamentadas en la discusión anterior, sobre las posibilidades de mejorar el nivel de ingresos de los productores a través de una estrategia orientada a aumentar las cantidades de estos productos ofrecidas en el mercado.

En primer lugar, como puede observarse en el Cuadro 4.1, las elasticidades de la demanda de estos productos con respecto al precio son muy bajas, lo que implica que cualquier aumento en la oferta de estos productos en el corto plazo solo puede ser absorbido por el mercado si se dan bajas considerables en los precios, que para el productor pueden ser catastróficas, como lo indican los valores correspondientes de flexibilidad del precio. Por ejemplo, un programa exitoso que aumentara la oferta agregada de yuca en 10% podría implicar en el corto plazo una caída de más del 50% en el precio a menos que dentro del programa se incluyan acciones para encontrar nuevos mercados (p. ej. de exportación) o nuevos usos para el producto. Esta situación ya se ha observado en años recientes cuando el productor ha tenido la *desgracia* de "buenas" cosechas nacionales o regionales de papa (en 1984), de ñame (Plan de producción de ñame en la Costa Atlántica), de algunas hortalizas (repollo en Cárquez), y aún de maíz y de arroz.

En segundo lugar, estos productos básicos son también los que presentan las más bajas elasticidades con respecto al ingreso (Cuadro 4.1), por lo cual la dinámica del crecimiento de su demanda está regida principalmente por el crecimiento demográfico, favoreciéndose relativamente poco y, en algunos casos, tendiendo más bien a perder terreno a medida que mejora el ingreso.

## 4.5. Conclusión

Toda la discusión de este capítulo estuvo encaminada a demostrar la importancia, la urgencia perentoria de conocer el mercado, los determinantes de su demanda, su evolución, sus tendencias. Si se desea promover el desarrollo del sector agropecuario, los esfuerzos deben enfocarse prioritariamente hacia productos con potencial en el mercado; productos cuya evolución no esté amarrada solamente al crecimiento demográfico (cuyas tasas están en descenso), sino que sean productos que respondan a mercados dinámicos, mercados en evolución de gustos, de preferencias, de necesidades y de capacidad adquisitiva creciente. Por contra, dedicar una parte desproporcionada de los esfuerzos en pro del desarrollo tecnológico (investigación y transferencia), a productos con baja elasticidad de demanda

con respecto al precio y al ingreso, puede traer como consecuencia lógica el hundir todavía mas al pequeño productor en el fondo de un surco sin futuro.

## **BIBLIOGRAFIA**

PINSTRUP-ANDERSEN, P.; NOHORA RUIZ DE LONDOÑO; E. HOOVER. El Impacto de la Oferta de Alimentos en la Nutrición Humana. Implicaciones para el establecimiento de productos prioritarios en la investigación y política agrícola. Bogotá, Revista de Planeación y Desarrollo, Set-Dic. 1980, pp 60-79.

## **5.LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

Por: Jorge Lopera Palacios

### **5.1. Introducción. La Evolución de la Agricultura y la Investigación**

Históricamente, la principal fuente de incremento de la producción agropecuaria ha sido la expansión del área explotada. Sin embargo, las áreas disponibles para colonización y expansión de la frontera agrícola se han ido agotando, y las que todavía quedan tienden a ser de incorporación difícil y costosa, pues requerirán grandes inversiones en infraestructura. En consecuencia, la mayoría de los aumentos futuros en la producción deberán originarse en aumentos en la frecuencia e intensidad del cultivo, que permitan aumentar el producto por unidad de superficie y por unidad de tiempo. Esto conducirá a una agricultura que, mas que de la dotación original de recursos naturales, dependerá para su crecimiento de la aplicación de la tecnología originada en la investigación científica (Ruttan, 1982).

Antes del Siglo 20, gran parte de los conocimientos nuevos que sirvieron de base a los avances en la tecnología y las prácticas agrícolas ocurrieron como subproductos de la curiosidad científica de algunos pioneros o de la acumulación de experiencias prácticas. Nuevos cultivos y nuevas variedades aparecieron como subproductos de la exploración y de las migraciones de personas (Ruttan, 1982)

En los países agrícolamente mas desarrollados, los insumos técnicos (agroquímicos, semillas, maquinaria) y el capital humano se han convertido en las principales fuentes de aumento de la producción. Las diferencias en productividad de la agricultura entre países son cada vez con mayor intensidad una función de las inversiones en educación de la población rural y en el mejoramiento de la capacidad científica e industrial mas bien que de la dotación de recursos naturales (Ruttan, 1982). La investigación científica permite generar la tecnología para transformar el ambiente natural o para adaptarse a él.

### **5.2. La Investigación como Muestreo de la Naturaleza**

¿En qué se diferencia el proceso de investigación científica que nos es tan familiar, de aquella otra investigación, si así puede llamarse, que conducía

el hombre primitivo en su exploración de la naturaleza? De este proceso primitivo resultaron grandes avances: muchas de las técnicas de cultivo que todavía se usan y la casi totalidad de especies cultivadas fueron desarrolladas a través de una acumulación de experiencias a lo largo de los siglos.

Un ejemplo interesante es el caso de la evolución del maíz (Wallace y Brown, 1956; Weatherwax, 1954). En una caverna de Nuevo México (Caverna del Murciélago), en el sur de los Estados Unidos, se encontraron los residuos dejados allí por moradores sucesivos que la habitaron durante un período estimado de 4600 años. La pila de desperdicios se había ido acumulando en el fondo de la caverna y tenía casi dos metros de altura, bastante bien preservados gracias a la sequedad del ambiente. Los residuos más antiguos, en la base de la pila, databan de hace unos 5600 años (3600 años antes de Cristo) y evidenciaban la importancia del maíz como componente básico de la alimentación de los primitivos moradores de la caverna.

Los residuos más antiguos, en la base de la pila de desperdicios, correspondían a un maíz reventón de granos pequeños y extremadamente duro. La mazorca era pequeña, de menos de 2 cm de largo y tenía unos 50 granos, es decir, menos del 10% de los granos de una mazorca moderna.

A lo largo de un período de unos 1600 años los indios lograron, a través de un proceso de selección, alargar la longitud de las mazorcas a unos 10 cm. Luego, hace tal vez unos 4000 años, parece haber ocurrido accidentalmente un cruzamiento de este maíz con el teosinte (un pasto silvestre del género *Euchlaena*). Los efectos aparentes de este cruzamiento no se manifestaron en los residuos de la caverna hasta hace unos 3000 años. No inmediatamente, sino a través de los siglos, las mazorcas se fueron alargando y los indios, a través de la selección, obtuvieron un maíz muy parecido al maíz moderno.

Hay tal vez dos características fundamentales de este proceso de mejoramiento. En primer lugar, fué un muestreo de la naturaleza conducido de una manera empírica y poco sistemática, por procedimientos de ensayo y error más o menos desorganizados que no cerraban el paso a la posibilidad de caer varias veces en el mismo error. La segunda característica consistía en la baja capacidad de manipulación de las variables intervinientes en el proceso: el agricultor primitivo sólo podía aprovecharse de la variación espontánea de la naturaleza y disponía de medios muy exiguos para aumentar esa variación. La conjugación de esas dos características se tradujo en un proceso de mejoramiento de la agricultura extremadamente lento.

La investigación científica moderna, con su método sistemático para abordar los problemas (método científico) y con la capacidad (basada en los conocimientos científicos) de aumentar la variabilidad de la naturaleza, ha permitido una aceleración enorme del proceso, que permite obtener en pocos años (o aún en meses) avances que para el hombre primitivo tardaban siglos en llegar.

Se requirieron a veces muchos siglos para llegar a mejoramientos apreciables. Sin embargo, por el solo hecho de haber empezado a recorrer este camino mucho antes que nosotros, el agricultor tradicional que lleva sobre sus espaldas la experiencia acumulada de muchos siglos, y aún de milenios, nos lleva todavía ventaja en bastantes cosas (fábula de la liebre y la tortuga).

"El maíz está todavía en proceso de mutación, pero en cuanto hace relación a nuevas características que valga la pena preservar, el número total de las que hemos encontrado en 400 años de trabajo con la planta es despreciable en comparación con lo que los indios habían acumulado antes de eso. Con pocas excepciones, tenemos, por supuesto, mejores variedades que las que el indio pudo llegar a imaginarse cuando hacía las cosas a su manera, pero las hemos logrado casi en su totalidad por medio de la clasificación y reordenamiento de las mejores variedades que el indio ya tenía cuando lo conocimos" (Weatherwax, 1954).

¿Cómo contribuye la investigación a la productividad agrícola? A este respecto es muy útil describir el modelo propuesto por Evenson y Kislev (1976) Según estos autores, el mejoramiento de las plantas alógamas (de polinización cruzada), por ejemplo, puede mirarse como un proceso de muestreo tomado de la distribución de todos los posibles cruzamientos. La investigación sobre herbicidas implica el muestreo de una población de sustancias químicas que son potencialmente capaces de tener un impacto en el crecimiento de las plantas.

Una estrategia fundamental en la investigación de mejoramiento de las plantas es la expansión de la distribución de la población dentro de la cual se conduce la búsqueda de plantas con características superiores. Esta expansión se puede conseguir de diferentes maneras. Una de ellas es la ampliación del tamaño de la colección de germoplasma disponible por medio de esfuerzos intensivos de exploración. Otra manera consiste en el desarrollo de técnicas de ingeniería genética que aumenten la diversidad genética. En la investigación sobre herbicidas, se puede hacer el intento de expandir la población a muestrear mediante la síntesis de nuevas sustancias químicas.

Los avances en el conocimiento científico que expanden la distribución pueden aumentar la productividad de la investigación orientada a la generación de tecnologías. También los avances técnicos en la instrumentación pueden abrir nuevos caminos de exploración.

### 5.3. Un Ejemplo: La Investigación sobre Caña de Azúcar

Las actividades de búsqueda y de expansión de la distribución de la población son ilustradas por Evenson y Kislev (1976. Ver también Ruttan, 1982) tomando como ejemplo el desarrollo histórico del mejoramiento varietal de la caña de azúcar. En este desarrollo se pueden distinguir *cuatro fases*:

*Fase primera:* Selección de variedades silvestres o espontáneas

Antes de 1887 se cultivaban pocas variedades de caña en escala comercial. La caña se reproduce asexualmente y los agricultores no tenían forma de modificar la estructura genética de las plantas espontáneas que conocían. Durante todos los siglos anteriores, el mejoramiento se redujo a la selección y reproducción vegetativa de las cañas que ocasionalmente resultaban de mutaciones y cruzamientos naturales. La población muestreada estaba estrechamente concentrada alrededor del nivel de rendimientos existente.

*Segunda fase.* Reproducción sexual

Es indudable que las primeras variedades de caña aparecieron como casos anómalos de reproducción sexual. Las condiciones necesarias para inducir la floración y reproducción sexual fueron descubiertas independientemente en Java (P.O.J.) en 1887 y en Barbados (1888) Esto incrementó enormemente la amplitud de la distribución dentro de la cual se podía buscar características asociadas con mayor rendimiento.

La floración de la caña depende de la temperatura y del fotoperíodo; por ello, la producción de semilla resulta difícil. Sin embargo, las dos estaciones precursoras (Barbados y Java) muy pronto llevaron a cabo programas sistemáticos de mejora y hacia 1900 ambas estaciones habían producido nuevas variedades de importancia comercial. A este trabajo pronto se sumaron otras estaciones.

Las primeras variedades, conocidas como cañas "nobles", pertenecían todas a la especie de 80 cromosomas *Saccharum officinarum*.. También pertenecían a la misma especie todas las variedades importantes, silvestres u obtenidas en las estaciones experimentales. El programa de mejora de estas cañas consistía esencialmente en la obtención de semillas e identificación de las plantas mejores de su descendencia. No pudiendo introducir nuevo material genético a un acervo relativamente limitado, el procedimiento estaba condenado a ofrecer resultados cada vez menos productivos.

*Tercera fase.* "Nobilización". Hibridación Interespecífica

La mejora de la caña experimentó un avance importante al introducir otras especies en los programas de mejora cuando los avances en las técnicas de mejoramiento permitieron obtener cruces entre las cañas silvestres de 188 cromosomas, resistentes a las enfermedades limitantes del cultivo, y las variedades comerciales de 80 cromosomas. El término "nobilización" resume el trabajo realizado en Java, que perseguía con sucesivos cruces y retrocruces con las cañas nobles la mejora de las variedades rústicas y resistentes a las enfermedades, pero de condición inferior.

Los mejoradores de Java introdujeron la especie *Saccharum spontaneum* en sus programas de mejora, obteniendo resultados importantes hacia 1920. En 1921 este programa produjo la variedad POJ 2878, que demostró ser resistente a las enfermedades y de alta producción y que se difundió rápidamente a todos los países productores del mundo.

La Coimbatore Experiment Station, en la India, obtuvo una serie de variedades trihíbridas (las variedades CO-) a base de variedades nobles de *S. officinarum* y de la vigorosa *S. spontaneum*, introduciendo una tercera especie, *S. barbieri*. Esta última incluye una serie de variedades locales con resistencia a condiciones adversas de clima, de suelo y a las enfermedades prevalecientes en el país.

*Cuarta fase.* Mejora dirigida a condiciones específicas de suelo y clima.

La cuarta fase implicó el desarrollo de facilidades adecuadas en las estaciones experimentales de cada una de las regiones productoras importantes para producir variedades adaptadas a las condiciones específicas de suelo, clima y enfermedades prevalecientes en cada región. En esta etapa, los avances en el conocimiento científico en las disciplinas de fitopatología, fisiología vegetal, y suelos se convirtieron en complementos importantes de los avances previos en genética.

## 5.4. El Trabajo del Investigador Nunca Termina

Es conveniente anotar aquí que los niveles de productividad una vez alcanzados no permanecen estáticos sin requerir esfuerzos adicionales. La naturaleza es una entidad dinámica; las plagas y los patógenos evolucionan para producir razas más virulentas o para adquirir resistencia a los productos empleados para controlarlos, aparecen nuevos enemigos, la fertilidad del suelo puede declinar y múltiples factores cambian en el transcurso del tiempo. Todos estos factores pueden causar reducciones en los niveles de rendimientos que se habían alcanzado. Para evitar que la productividad decline con el tiempo, es necesario seguir investigando para irse adaptando a las situaciones cambiantes. Es concebible que el esfuerzo de investigación requerido para mantener el nivel de productividad esté en

relación directa con el nivel de productividad alcanzado; esto indica que la investigación de mantenimiento debe copar una proporción cada vez mayor del presupuesto de investigación a medida que aumenta el nivel de productividad. Por ejemplo, la investigación de mantenimiento en arroz constituirá una proporción mayor del presupuesto total asignado para arroz cuando el nivel de productividad alcanzado sea de 8 toneladas por hectárea que cuando era de sólo 2 toneladas. Si esta hipótesis es válida, llegará el tiempo en que gran parte del presupuesto de investigación tendrá que dedicarse simplemente al mantenimiento de los niveles de productividad alcanzados (Ruttan, 1982).

## **5.5. La medición de la productividad\***

La cantidad de producto obtenido por hectárea es una medida comúnmente usada para expresar la productividad de la agricultura. Pero ésta es sólo una medida parcial, puesto que no tiene en cuenta los aportes de los demás factores que intervienen en la producción. También es una medida parcial la cantidad de producto por unidad de trabajo aplicado (productividad de la mano de obra); igualmente se puede pensar en otras medidas parciales de la productividad: rendimiento de producto por unidad de agua, por unidad de semilla, por unidad de energía aplicada, etc. La medida más importante en un contexto dado, especialmente en el corto plazo, es la cantidad de producto por unidad del recurso más escaso en momentos críticos, es decir, la del recurso que tiende a ser el más limitante.

La mayor limitación de todas las medidas parciales de productividad como indicadores de cambio técnico consiste en que el mejoramiento de uno de estos índices parciales puede simplemente reflejar el efecto de una baja en otro índice. Por ejemplo, es posible incrementar los rendimientos por hectárea (índice parcial que refleja la productividad de la tierra) al costo de una aplicación exagerada y antieconómica de fertilizantes, con lo cual la rentabilidad del cultivo (índice de productividad del capital) descenderá. El aumento en rendimientos por hectárea puede reflejar el efecto combinado de aumentos en la aplicación de fertilizantes por hectárea y de mejoramiento de la respuesta de las plantas a la fertilización (por el uso, por ejemplo, de una variedad mejorada o de mejores técnicas de cultivo o de aumento en la disponibilidad de agua). En este caso, el índice parcial de productividad, rendimiento por unidad de superficie, sobreestimaré el efecto del cambio técnico.

Para propósitos de estimar las mejoras de eficiencia debidas al cambio técnico, es necesario disponer de una medida no parcial sino total de la productividad. Para ello, sería necesario medir con un indicador común (por ejemplo, en términos monetarios, valor o costo de cada factor productivo) y agregar los valores de todos los insumos (semillas, fertilizantes, pesticidas,

---

\* Esta sección está basada en Ruttan (1982)

combustibles) y servicios (del trabajo, tierra, construcciones y equipo, asistencia técnica) utilizados en la producción. Una vez hecha esta agregación, se pueden estimar los cambios en productividad como el cambio en la relación entre el producto total y el insumo agregado total. Cuando se construye cuidadosamente una medida de productividad de este tipo, se puede interpretar el cambio en ésta como un indicador de la contribución del cambio técnico al crecimiento de la productividad de la agricultura.

Durante las etapas iniciales del desarrollo, el crecimiento de la productividad se basa primordialmente por lo general en el mejoramiento de la productividad de uno de los factores, por ejemplo, la productividad por unidad de trabajo, la productividad por unidad de tierra. Esto puede explicarse por la presencia de desbalances considerables en la disponibilidad de recursos, como sería el caso cuando se empieza a desarrollar una zona de colonización despoblada: allí habrá abundancia de tierra, la cual no será un factor limitante que necesite ahorrarse, al paso que la disponibilidad de mano de obra será el cuello de botella limitante del desarrollo de la producción y toda mejora de la productividad allí tenderá a hacer énfasis en el incremento de la eficiencia en el uso de la mano de obra disponible.

A medida que progresa el desarrollo, los desbalances extremos en la disponibilidad de los recursos tienden a corregirse, y el crecimiento de la productividad a apoyarse cada vez más en un mejoramiento balanceado de los índices parciales de productividad. Esto se manifiesta en una tendencia a la convergencia de las sendas de crecimiento de la productividad que se puede observar por ejemplo en países que como los Estados Unidos y el Japón han tenido una larga tradición de desarrollo agrícola, arrancando de condiciones enormemente diferentes en cuanto a la disponibilidad relativa de recursos. Este caso se discutirá con más detalle en la siguiente sección.

## **5.6. La tecnología como factor endógeno. La hipótesis de la innovación inducida**

El rumbo de desarrollo tecnológico de un país (o de una región) está determinado en gran medida por los precios relativos de los factores de la producción, precios que a su vez son determinados en el mercado de acuerdo con la escasez o abundancia relativa de estos factores en la economía. En esto consiste la hipótesis de la "innovación inducida" planteada por Hayami y Ruttan (ver Ruttan, 1982 y 1982a). Dichos autores ilustran esta hipótesis contrastando el desarrollo tecnológico de los Estados Unidos y el del Japón.

Durante el siglo 19 se vivió en los Estados Unidos un intenso proceso de colonización de las tierras del centro y del oeste del país. Se trataba de

extensiones inmensas de tierras fértiles que el colono podía adquirir a bajo precio; el Estado fomentó la colonización asignando parcelas de 160 acres (aproximadamente 65 hectáreas) que entregaba a los colonos en condiciones favorables. El propósito era estimular el desarrollo de una agricultura basada en la granja familiar. Pero el colono era libre de negociar sus tierras y de comprar parcelas adicionales a sus vecinos. El tamaño límite de finca que él podía manejar económicamente estaba determinado mas bien por la disponibilidad de fuerza de trabajo familiar y de los medios técnicos que encontrara para ampliar la abarcadura de esa fuerza de trabajo familiar. Como la oportunidad de adquirir tierras estaba relativamente al alcance de todo el que la quisiera, no era fácil conseguir trabajadores asalariados, y además se trataba de regiones poco pobladas. La mano de obra era escasa y costosa.

Bajo estas condiciones, existía una demanda implícita para toda tecnología ahorradora de mano de obra, pues permitiría ampliar la frontera cultivable dentro de la finca. Y es así como recibieron gran acogida por parte de los agricultores todos los desarrollos tendientes a hacer mas eficientes los sistemas de labranza, tales como arados y rastrillos de diseños y materiales mejorados; también recibieron rápida acogida los equipos para cosecha y trilla. Antes de la generalización del motor de explosión a base de gasolina, ocurrida ya en el siglo 20, la fuerza de tracción para estos implementos se obtuvo por mucho tiempo de mulas y caballos y en alguna medida de máquinas de vapor. Todavía a principios del siglo 20 era común encontrar por ejemplo máquinas cosechadoras relativamente grandes tiradas por grupos de mas de 30 mulas.

Posteriormente, a partir de la década de 1920, empezó a cerrarse la frontera agrícola al comenzar a escasear las áreas disponibles para colonizar. En estas condiciones, la tierra empezó a aumentar de precio y a tornarse relativamente costosa. Esta nueva situación se tradujo en una preocupación aumentada por mejorar la eficiencia en el uso de la tierra a través de tecnologías que aumentarían los rendimientos por hectárea (ahorradoras de tierra). Esto fué facilitado por el desarrollo la quimurgia a partir de la síntesis industrial del Nitrógeno, que permitió el abaratamiento y la producción de fertilizantes en gran escala, al paso que el desarrollo de la genética se tradujo en la introducción de plantas capaces de aprovechar eficientemente cantidades cada vez mayores de fertilizantes. Mientras que entre 1820 y 1920 los rendimientos promedios por hectárea permanecieron casi sin cambio para los principales cultivos comerciales (maíz, soya, sorgo, algodón...), ahora empezaron a incrementarse aceleradamente, sin descuidar el énfasis inicial en la eficiencia en el uso de la mano de obra, que continuaba siendo escasa. Todavía hoy, a pesar de los grandes avances de las tecnologías biológicas, químicas y agronómicas que incrementan los rendimientos por hectárea, uno de los aspectos que mas impresiona de la

agricultura norteamericana es el alto grado de mecanización de la producción y el aumento progresivo del tamaño eficiente de las fincas (aún las catalogadas como de tamaño familiar), acompañado de la utilización de máquinas cada vez mas grandes.

Por otra parte, las condiciones bajo las cuales se desarrolló la tecnología agropecuaria en el Japón fueron bastante diferentes. Este país poseía abundante mano de obra, barata y subempleada, al tiempo que las tierras cultivables eran muy escasas; la disponibilidad de tierra arable per capita no pasaba de media hectárea y la parcela agrícola promedio tenía una extensión no mayor de una hectárea. En estas condiciones tenía poco sentido pensar en tecnologías mecánicas ahorradoras de mano de obra y algunos intentos prematuros de mecanización realizados en la segunda mitad del siglo 19 fracasaron. Ante estos fracasos se reorientaron los esfuerzos y se contrataron en Alemania instructores especializados en química agrícola y suelos y se dió gran énfasis a los estudios de nutrición de las plantas y uso de fertilizantes (tendientes a aumentar los rendimientos por hectárea, es decir, tecnologías ahorradoras de tierra). Todavía hoy en día el Japón es uno de los países del mundo que presenta los mas altos niveles de uso de fertilizantes por hectárea.

Posteriormente vino, a comienzos del presente siglo, el redescubrimiento de las Leyes de Mendel, que dió gran impulso al mejoramiento genético, y permitió producir plantas capaces de hacer uso eficiente de altos niveles de aplicación de fertilizantes y otros insumos.

Sólo vino a ser a partir del gran desarrollo industrial posterior a la Segunda Guerra Mundial cuando vino a justificarse económicamente la mecanización de la agricultura japonesa. En efecto, el fenomenal desarrollo de la industria japonesa en la posguerra terminó por absorber todo el excedente de mano de obra disponible y ésta empezó a escasear y por ende los salarios reales a aumentar. En respuesta a esta nueva situación se desarrolló una demanda por tecnologías que permitieran ahorrar mano de obra en la agricultura, puesto que ahora el trabajo se estaba convirtiendo en factor escaso y costoso. La industria japonesa respondió a esta demanda, pero no con los tractores gigantescos que caracterizan a la agricultura norteamericana, sino con todo tipo de minitractores y sus implementos, adecuados al reducido tamaño de las explotaciones agrícolas japonesas. Hacia 1960 ya había en uso cerca de medio millón de pequeños tractores o cultivadoras.

En el análisis que se acaba de hacer, contrastando a grandes rasgos el desarrollo tecnológico de las agriculturas de los Estados Unidos y del Japón, puede profundizarse mas, incluyendo mas factores y también otros países. Por ejemplo, en Israel el recurso mas limitante es el agua, por lo cual no

debe extrañar si el primer criterio de evaluación de una tecnología de producción agrícola en este país es la eficiencia en el uso del agua (rendimiento por metro cúbico de agua de riego). La senda que estos países han seguido tiene mucho que ver con sus situaciones particulares de escasez y abundancia relativa de recursos. Cabe anotar que en años más recientes, a medida que la mano de obra en el Japón empieza a hacerse más escasa y costosa, mientras que en los Estados Unidos aumenta en los últimos años el precio relativo de la tierra, se puede observar una convergencia de las sendas de desarrollo tecnológico, adicionándose en el Japón al énfasis inicial en la productividad de la tierra la preocupación por la eficiencia en el uso de otros factores, en especial de la mano de obra, para conducir a un incremento en la productividad total, a la cual contribuyen en forma más balanceada todos los factores de la producción. Por su parte, en los Estados Unidos, aunque sigue siendo importante la productividad de la mano de obra, la productividad total también está aumentando en una forma más balanceada, con sustanciales contribuciones a este índice obtenidas a partir de una aceleración en el incremento de los rendimientos por hectárea.

## **5.7. La Innovación Inducida y la Generación de Tecnología**

La teoría de la innovación inducida está basada en dos principios básicos: primero, que los precios relativos de los factores son criterios de decisión en la asignación de recursos de investigación agrícola, y segundo, que estos precios reflejan la escasez o abundancia relativa de esos factores en la economía. La primera suposición puede ser llamada el mecanismo de la teoría y la segunda, las condiciones bajo las cuales la teoría se sostiene. El cambio técnico en este mundo tan neoclásico conduciría a aumentos óptimos en la producción agrícola (Lynam, 1982).

Los precios de los factores determinan la utilidad potencial de la adopción de nuevas tecnologías por parte del agricultor. Por reflejo, determinan la demanda de tecnología a la cual deberían responder los organismos de investigación. Sin embargo, en las condiciones colombianas, la distribución tan asimétrica de los factores de producción, tierra, mano de obra y capital, hace que la escasez o abundancia relativa de estos factores no sea uniforme para todo el sector agropecuario, por lo cual tampoco serán uniformes los precios relativos al interior de las fincas, estimados en el sentido de costos de oportunidad. En las fincas pequeñas, la explotación se realiza con uso intensivo de mano de obra familiar, que tiende a ser el recurso relativamente más abundante, mientras que el capital es el más limitante, tanto así que muchas veces ni siquiera alcanzan a explotar toda la tierra por falta de capital. Si este es el caso, las necesidades tecnológicas de las fincas pequeñas tenderían a priorizar aquellas tecnologías que permitan un uso más eficiente del capital, es decir, ahorradoras de capital o que aumenten la

rentabilidad, y no tanto tecnologías que aumenten los rendimientos por hectárea per se, lo cual correspondería a tecnologías ahorradoras de tierra. Por otra parte, las fincas en gran escala, que controlan la mayor parte de los recursos de tierra, el factor trabajo tiende a ser el recurso mas limitante; los retornos marginales a la mano de obra son en general mas altos que el valor del jornal, reflejando unos costos de oportunidad mas altos de la mano de obra debido a mayores costos de organización por el manejo de grupos numerosos de trabajadores (Lynam, 1982). En estas fincas, el capital generalmente no es tan limitante como en las fincas pequeñas; adicionalmente en las fincas de agricultura comercial moderna se presenta con frecuencia una situación, que parece paradójica, de verse la expansión de la producción limitada por la disponibilidad de tierra, especialmente en el corto plazo, con lo cual en estas fincas tendríamos dos factores relativamente escasos, tierra y mano de obra, siendo entonces el capital el recurso relativamente menos limitante. Esto determinaría una demanda de tecnologías ahorradoras, tanto de mano de obra (ej. mecanización, uso de herbicidas) como de tierra (ej. fertilizantes, tecnologías biológicas y de manejo agronómico que aumenten el rendimiento por hectárea); pero estas tecnologías exigen generalmente aumentar las inversiones de capital.

Un factor decisivo para explicar el cambio técnico son los mecanismos a través de los cuales las demandas de tecnología de los diferentes grupos de agricultores se ve respondida por parte de las instituciones públicas de oferta de tecnología (Lynam 1982). "El Estado es factor clave en la explicación del cambio tecnológico, no sólo por su papel activo en la generación y difusión de tecnología sino también por su responsabilidad en determinar la totalidad del contexto de políticas en las que el uso de tecnología ha de localizarse. Como resultado, la teoría del cambio tecnológico necesita incluir la teoría del Estado" (De Janvry y Runston, 1982).

El desigual patrón de distribución de los recursos se ha traducido en Colombia en una también desigual distribución del poder, gracias a la cual las demandas económicas y políticas de los grupos detentadores del poder están descaradamente privilegiadas, resultando como consecuencia que las demandas tecnológicas de vastos segmentos del sector agropecuario tienden a ser ignoradas, especialmente aquellas de los productores pequeños y medianos, mientras que la investigación financiada por el sector público se ha visto con frecuencia presionada para que se oriente hacia favorecer las actividades que interesan a los grandes propietarios de tierras (ver De Janvry y Runston, 1982).

A manera de conclusión, la teoría de Hayami y Ruttan sólo da una explicación parcial del proceso de cambio técnico en Colombia, pues al papel de los precios relativos de los factores como determinantes de la demanda de tecnología hay que agregar una teoría que explique cómo

algunos grupos de productores adquieren el poder para hacer que los organismos proveedores de tecnología respondan a esa demanda, al paso que otros grupos de productores, que por su diferente dotación relativa de recursos necesitarían otro tipo de respuesta tecnológica, no logran hacer oír sus demandas.

## BIBLIOGRAFIA

DE JANVRY, ALAIN y DAVID RUNSTON. 1982. Economía política del cambio tecnológico y la investigación agrícola. Notas adicionales. *En: Memorias del Primer Seminario sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico en el Sector Agropecuario Colombiano.* (Palmira, abril 21-23 de 1982) Bogotá, Colciencias, pp 183-209.

EVENSON, ROBERT E. y YOAV KISLEV. 1976. Investigación Agrícola y Productividad. Madrid. Editorial Tecnos. 175 p.

LYNAM, JOHN. 1982. Comentarios ( a la ponencia de Ruttan, 1982a). *En: Memorias del Primer Seminario sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico en el Sector Agropecuario Colombiano* (Palmira, abril 21-23 de 1982). Bogotá, Colciencias, pp123-127.

RUTTAN, VERNON W. 1982. Agricultural Research Policy. Minneapolis, University of Minnesota Press. 370 p.

RUTTAN, VERNON W. 1982a. La innovación inducida como interpretación del cambio tecnológico en el desarrollo agrícola de los países desarrollados. *En: Memorias del Primer Seminario sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico en el Sector Agropecuario Colombiano.* (Palmira, abril 21-23 de 1982). Bogotá, Colciencias. pp 81-122

WALLACE, HENRY A. y WILLIAM BROWN. 1956. Corn and Its Early Fathers. Ann Arbor, The Michigan State University Press. xii, 134 p.

WEATHERWAX, PAUL. 1954. Indian Corn in Old America. New York, The Macmillan Co., xii, 253 p.

## 6. LA TECNOLOGÍA, LOS FACTORES DE PRODUCCIÓN Y LA PRODUCTIVIDAD

Por: Jorge Lopera Palacios

### 6.1. Introducción: el objeto de producir

Aunque es posible identificar personas que ingresan a la producción agropecuaria por motivos no económicos, en general la mayoría de los productores, tanto los empresariales como los pequeños productores campesinos, están guiados en mayor o menor medida por una motivación económica al emprender la actividad productiva.

Con frecuencia se mencionan como un objetivo económico del agricultor el "lograr la mayor producción al mínimo costo", pero estas dos condiciones son obviamente imposibles de alcanzar simultáneamente, pues el mínimo sería cero cuando no se hace ninguna inversión, con lo cual tampoco habría producción. Mas bien deberíamos centrarnos en un resultado económico como objetivo, por ejemplo, asumiendo que el productor tiene como propósito la maximización de alguna medida de ingreso, que podría definirse así:

$$\begin{aligned} &\text{Ingreso (medido de alguna forma)} \\ &= (\text{valor bruto de la producción}) \text{ menos (todos los costos} \\ &\text{pertinentes)} \end{aligned}$$

Mirando esta ecuación, no queda claro que maximizar el valor de la producción, garantice la maximización del ingreso, por cuanto puede ser necesario incurrir en incrementos desproporcionados en los costos; por otra parte, minimizar los costos significaría que probablemente no habría producción y por consiguiente tampoco habría ingreso.

La atención debe centrarse en la definición del ingreso como la diferencia entre estas dos cantidades. Esta diferencia es la magnitud que hay que maximizar, y para lograrlo posiblemente se llegará a niveles en los cuales ni el valor de la producción está en su máximo absoluto ni los costos están en su mínimo absoluto (cero) sino en algún punto intermedio.

En otra publicación (8) se discuten más en detalle los objetivos económicos de los productores campesinos, en contraste con los de los productores empresariales. Para la presente discusión basta recordar que para el productor empresarial, la medida más apropiada de ingreso podría ser la de ingresos neto o ganancia neta, que se obtiene descontando del valor de la producción todos los costos, tanto fijos como variables. Por otra parte, para el productor campesino, que deriva de la explotación el sustento de su familia, la medida más apropiada sería el ingreso de la explotación, medida en la cual está incluida no solo el equivalente a la ganancia neta del empresario sino que también incluye la remuneración a los factores fijos que aporta la familia campesina, especialmente la tierra y la mano de obra familiar. En este caso los "costos pertinentes" que hay que deducir para obtener el ingreso de la explotación son los costos de los factores externos a la explotación (insumos comprados, mano de obra contratada, intereses pagados, depreciación de maquinaria y equipos, etc).

## **6.2. El concepto económico de costo**

(Este numeral y los tres siguientes se basan en Lopera, J. y Lopera, H. (9), capítulo 4).

La preocupación básica del economista se orienta a resolver el problema de cómo asignar unos recursos escasos para la satisfacción de las necesidades humanas. Los recursos para satisfacer estas necesidades son limitados, por lo cual es necesario tomar decisiones y sacrificar algunas necesidades si se quiere satisfacer otras. Este es el sentido de la noción del costo en economía: el costo es una medida del valor que le asignamos al sacrificio de una oportunidad alternativa. Si los recursos fueran ilimitados, no se hablaría de costos. Entonces, para valorar un costo es necesario averiguar cual es la más valiosa opción sacrificada. En la economía de cambio los costos privados se basan en valores revelados por el mercado; el problema surge cuando estamos tratando de valorar bienes que no han pasado por el mercado y por los cuales no se ha pagado un valor en dinero efectivo. En estos casos, es muy fácil equivocarse al estimar el costo de recurso. El criterio a seguir en todo caso es que el costo de cualquier recurso no es nunca menor que su utilidad o rendimiento en su más valiosa oportunidad de uso alternativo. Si algún recurso productivo se utiliza de forma que su retribución es menor que el valor máximo obtenible con un uso alternativo, es decir, su "valor de oportunidad", entonces dicha utilización no cubrirá el costo (de oportunidad).

Las alternativas sacrificadas cuando se hace una elección no se componen necesariamente de sucesos actuales; pueden consistir en el sacrificio de sucesos futuros. Por ejemplo, un agricultor compra ahora un tractor, pero

al obtener un préstamo para pagar esa compra, está transfiriendo hacia el futuro el sacrificio del consumo. No es indispensable que la reducción del consumo se efectúe simultáneamente con la causación del costo. En general, el sacrificio del consumo actual se valora más que el de bienes equivalente en el futuro. Por esta razón, estaríamos dispuestos a pagar una prima (tasa de interés) a cambio de transferir hacia el futuro la reducción del consumo.

Es frecuente en los estudios de costos de producción agropecuaria el llegar a resultados contradictorios en relación con el comportamiento observado de los agricultores. No es raro llegar en estos estudios a la conclusión de que el productor está trabajando a pérdida cuando, después de valorar todos los rubros de costos se encuentra una cifra negativa en el renglón de "ingreso neto". Esta situación se presenta más a menudo en el caso del pequeño productor, y a pesar de ello, este productor continúa produciendo. Una explicación frecuentemente avanzada es la de que el productor "no conoce sus verdaderos costos", con la implicación de que si los conociera no persistiría en una actividad productiva que solo le ocasiona pérdidas. Según esta interpretación, la persistencia del agricultor en producir solo puede explicarse en función de su ignorancia.

Como es lógico suponer, la persistencia del agricultor en producir en pérdida implicaría la quiebra a mediano o largo plazo y la desaparición del agricultor como empresario agrícola. Sin embargo, a pesar de que durante muchos años los estudios de costo le vienen diagnosticando pérdidas al pequeño productor ("tradicional"), éste sigue produciendo. Y aún se encuentran quienes invierten algunos excedentes en la ampliación de su explotación, en el mejoramiento de la vivienda o en una casa en el pueblo, negando así en la práctica la existencia de esas supuestas pérdidas. Se plantea aquí la hipótesis de que el error reside en la metodología usada en los estudios de costos y no tanto en la ignorancia del campesino. Una de las causas más importantes de error en este contexto estriba probablemente en la práctica generalizada de atribuir valores nominales más o menos arbitrarios ("sacados del sombrero") a los rubros componentes de los costos de producción, bajo un enfoque estrictamente contable, sin un cuidadoso análisis previo sobre si esos valores nominales atribuidos a los rubros de costos son una medida realista y apropiada del verdadero sacrificio involucrado.

### **6.3. El costo de la mano de obra**

Las dos fuentes principales de mano de obra para la producción agropecuaria provienen de la propia familia y de la contratación de trabajadores asalariados. El caso más sencillo y que no ofrece mayores dificultades en cuanto a la estimación de costos es el de los trabajadores

contratados: su costo de oportunidad para el productor es lo que paga como salario en efectivo más las prestaciones sociales que sean aplicables y los pagos y bonificaciones en especie (por ejemplo comidas, productos de la finca, permiso para pastar animales, vivienda, entre otros).

Es más difícil de cuantificar adecuadamente el costo de oportunidad de la mano de obra familiar. Si se trata del jefe de la familia, o de un hijo adulto, que por trabajar en la propia explotación sacrifica la alternativa de recibir un jornal trabajando en otro empleo fuera de la finca, debe considerarse como costo de oportunidad de esa mano de obra familiar ocupada en la finca lo que habría podido recibir si hubiera trabajado en ese otro empleo sacrificado. Pero esto supone que la oportunidad de emplearse por fuera de la finca existe realmente y no es una simple hipótesis. Si no hay en un momento dado esa oportunidad real, el costo de oportunidad podría considerarse cercano o aún igual a cero.

En términos probabilísticos, podría usarse el concepto de esperanza matemática o valor esperado de un variable para aproximarse a un costo de oportunidad de la mano de obra familiar (16). Supongamos que en la región hay en un momento dado un 20% de desempleo. Entonces, un trabajador tomado al azar en un día cualquiera tiene un 80% de probabilidades de estar empleado. Durante un período, por ejemplo, de 10 días, esperaríamos que ese trabajador haya estado desempleado durante dos días y empleado durante ocho. Si se asume un jornal nominal de \$6.000 diarios, se tendrá entonces que habrá recibido durante todo el período de 10 días solamente \$ 48.000 (es decir \$6.000 x 8), pues habrá recibido cero ingresos durante dos días. Esto da un promedio diario de \$ 4.800 (48.000/10). El valor esperado de una variable según la teoría probabilística, es la suma de todos los valores que puede tomar la variable, multiplicado cada uno de estos valores por la probabilidad de que ocurra. En este ejemplo, la variable "salario" solo puede tomar dos valores, 6.000 y cero, con probabilidades de 80% y 20% respectivamente. Entonces, el valor esperado es:

$$(6.000) (0.8) + (0) (0.2) = 4.800$$

que es el mismo valor que habíamos obtenido al sacar un promedio combinado de los días trabajados con los no trabajados. Este valor de \$4.800 podría con más razón tomarse como el costo de oportunidad de la mano de obra familiar, en lugar del jornal nominal de \$ 6.000, que no se recibe todos los días. Como la situación de empleo y desempleo cambia estacionalmente, el costo de oportunidad de la mano de obra familiar no será el mismo para todas las épocas del año. Habrá épocas de pico, como por ejemplo las épocas de desyerba en algunas partes, o las de cosecha de café, en las cuales hay gran demanda de trabajadores y la probabilidad de

encontrar empleo es prácticamente del ciento por ciento, y se requiere inclusive la incorporación a las labores agrícolas de personas que regularmente no participan en ellas, como es el caso de los niños escolares en las regiones cafeteras, que dejan de asistir a la escuela mientras pasa la sobrecarga de trabajo que implica la cosecha del café.

Por otra parte, puede suceder que la oportunidad sacrificada no consista en un empleo fuera de la finca. Frecuentemente sucede que el agricultor tenga que decidir entre hacer una labor en un cultivo y otra labor en otro cultivo. En algunas regiones cafeteras, por ejemplo, la cosecha de naranjas coincide con la de café. Si el agricultor tomase un día de la cosecha de café para cosechar las naranjas, incurriría en una reducción del ingreso del café, la cual sería en este caso el costo de oportunidad de la mano de obra aplicadas a cosechar las naranjas. Este es un costo muy real, aunque no involucra directamente una transacción monetaria en el mercado. Es posible encontrar situaciones en que una recomendación técnica exija aumentar el uso de mano de obra en una época crítica para el cuidado de algún otro cultivo importante (4); en este caso el costo de oportunidad de la mano de obra podría llegar a ser incluso mas alto que el salario nominal predominante en la región, pues a ese salario nominal, podría resultar imposible conseguir trabajadores adicionales.

Además de las situaciones consideradas, hay muchas labores, especialmente en el campo pecuario y en la huerta familiar, que son realizadas en los ratos libres por las señoras, por los niños escolares fuera de su horario de estudio, o aún por los mismos trabajadores familiares adultos en horarios fuera de su trabajo regular. Al tiempo dedicado a estas labores es difícil, y tal vez improcedente, asignarle aun valor como costo de oportunidad de la mano de obra empleada, pues en la mayoría de los casos no hay en realidad muchas oportunidades alternativas para el empleo productivo de ese tiempo.

## **6.4. El costo de la tierra**

Problemas similares se encuentran en la estimación del costo de oportunidad de la tierra. La mayoría de los agricultores pequeños son propietarios de la totalidad o al menos de gran parte de la tierra que cultivan; además, el arriendo de tierras no es una modalidad corriente en muchas regiones, especialmente entre los pequeños productores. En estas condiciones, frecuentemente no es factible estimar el costo de oportunidad de la tierra como el valor de un hipotético alquiler que se obtendría si en lugar de cultivar la tierra, se diera a otro en arriendo.

Descartada esta opción, se presenta la alternativa de tomar como costo de oportunidad lo que el capital invertido en tierra podría producir si más bien

se colocara en el mercado de capitales en una inversión relativamente segura, como por ejemplo los certificados de depósito a término (CDT). Sin embargo, antes de aceptar esta alternativa, vale la pena recordar que, en un proceso inflacionario como el que estamos viviendo, la tierra no pierde su valor real sino que en cambio tiende a constituirse en un seguro contra la inflación, por cuanto su precio crece aproximadamente al mismo ritmo que el índice de precios o inclusive a un ritmo superior. Por otra parte, los capitales representados por cantidades nominales de dinero, sufren una desvalorización en términos reales a causa de la inflación. Por lo tanto, de las ganancias aparentes obtenidas en forma de intereses nominales, es necesario descontar la pérdida de poder adquisitivo del capital representado en dinero para obtener la tasa de interés real.

La tasa de interés nominal ( $i$ ), la tasa de interés real ( $r$ ) y la inflación ( $d$ ) pueden relacionarse según la siguiente ecuación (14):

$$i = r + d + rd$$

Despejando  $r$  se obtiene la expresión para la tasa de interés real:

$$r = (i-d)/(1+d)$$

Como un ejemplo, supongamos que después de tener un capital de \$100.000 invertido en un CDT durante un año se han recibido \$29.000 como interés (es decir, 29%). Supongamos, además; que durante ese mismo año la tasa de inflación fue del 21% en este caso, la tasa de interés real se encontraría aplicando la fórmula con  $i = 0.29$  y  $d = 0.21$ . Tenemos:

$$r = (0.29-0.21)/(1+0.21) = 0.063$$

Es decir, 6.3 % anual.

Si se hubiera depositado el mismo capital en una cuenta de ahorros durante cuatro trimestres calendario completos, se habrían recibido como intereses \$ 22.712 (asumiendo una tasa nominal de interés en ahorros es del 21%, pero como se capitaliza trimestralmente (7), a cabo de un año se ha convertido en una tasa efectiva del 22.71%). En este caso la tasa de interés real habría sido:

$$r = (0.2271-0.21)/(1+0.21) = 0.0141$$

Es decir, se tendría una tasa de interés de sólo 1.41 % anual.

A esto es necesario agregar que en la mayoría de los casos habría que pagar impuestos de renta sobre parte o la totalidad de los intereses nominales, con

lo cual la rentabilidad real resultaría más baja o más negativa, aún considerando que en esta clase de inversiones puede en algunos casos gozar de un tratamiento tributario preferencial.

Teniendo en cuenta estas consideraciones sobre el efecto de la inflación y de los impuestos sobre la rentabilidad real de los dineros invertidos en el mercado de capitales, y habida cuenta de los riesgos implicados, que en general son mayores que los de invertir en tierra, podríamos atrevernos a decir que, especialmente cuando el productor es dueño de su parcela y tiene pocas alternativas de uso para su tierra, el costo de oportunidad de la tierra puede ser muy bajo, de menos del 5% anual calculado sobre el valor comercial del predio y, además, para fines de planificación de corto plazo no es necesario tenerlo en cuenta como factor de decisión por tratarse de un costo fijo.

## **6.5. El costo del capital de operación**

Por lo general, el productor campesino depende de su mano de obra familiar y de una parcela de tierra que puede ser o no suficiente para darle empleo productivo a toda la mano de obra disponible en la familia. Sin embargo, la posibilidad de combinar estos dos factores, tierra y mano de obra, está supeditada a la disponibilidad de otro factor, tal vez el más limitante para el productor pequeño, constituido por el capital de operación, o sea, el capital requerido para gastos en efectivo tales como compra de insumos y pago de trabajadores asalariados, lo mismo que para manutención de la familia mientras se recoge la cosecha. La disponibilidad de este capital de operación es la que viene a determinar al final de cuentas qué proporción de la tierra disponible puede ser cultivada. Cuando el productor no dispone de suficientes recursos propios, debe procurárselos acudiendo al crédito, pero esto por lo general implica altos costos. En varios estudios se ha encontrado que aún en los créditos aparentemente subsidiados otorgados por entidades del gobierno hay factores de costo adicionales al interés nominal que hacen que el costo efectivo del crédito se dispare muy por encima del interés nominal. En otro trabajo (7) se discute con ejemplos la metodología para calcular el costo efectivo del crédito.

Mora y Rodríguez (10) encontraron en un estudio realizado en 1977 en Villeta (Cundinamarca) que a créditos con una tasa de interés nominal del 16.82% anual (calculado como promedio para un agregado de préstamos en 1976), había que añadirle otros costos legales y extralegales tales como seguro de vida, registro, papelería y demás costos implicados en la tramitación (gastos de transporte, jornales perdidos en las diligencias, regalos y atenciones a fiadores y a funcionarios). Igualmente había sobrecostos por obligarse a retirar los insumos del almacén de la entidad

crediticia. Todos estos costos adicionales, así como el cobro anticipado de los intereses hacían subir el costo del crédito a un 27.4%, es decir, un sobre costo del 63% con relación a la tasa nominal del 16.82%.

Estos recargos no son uniformes para todas las regiones, y parecen depender, entre otras cosas, de la abundancia relativa de dinero en la región. En otro estudio, Villamil (18) había encontrado en Cáqueza (Cundinamarca) que el crédito institucional, con una tasa nominal del 13.2% (en 1973), salía en realidad costando al campesino algo así como el 34.9% después de tener en cuenta todos los costos legales y extralegales en que debe incurrir el campesino para obtenerlo. Si los intereses se dedujeran por anticipado, este costo subiría a casi el 54%, o sea, cuatro veces el costo nominal.

En el caso de los productores que disponen de suficiente capital de operación y no tienen que acudir al crédito, el criterio es la tasa de rendimiento de oportunidad sobre su propio capital. Para estimar esta tasa, debe tenerse en cuenta (a) la tasa a la cual podrían prestar su dinero a otros con riesgos comparables; (b) la tasa de rentabilidad que podrían obtener de la inversión en empresas alternativas con riesgo similar (13). Estas tasas sin embargo no siempre son fáciles de estimar; en general, las tasas efectivas de interés para préstamos particulares en la mayoría de las regiones son muy altas y a veces llegan hasta el ciento por ciento anual y más.

Por otra parte, la inversión de capital, ya sea propio o proveniente de crédito, implica riesgos más o menos altos. Este factor también debe ser compensado, por lo cual la tasa mínima de retorno aceptable debe incrementarse por ejemplo, en un 20% o más sobre el costo de oportunidad del capital para inversiones de riesgo promedio (13).

## **6.6. Diferentes opciones tecnológicas para un mismo producto**

El proceso productivo consiste en combinar materiales y energía para obtener un producto determinado. La forma específica en que deben combinarse estos elementos, es decir, las reglas que rigen esta combinación, constituyen lo que se denomina la tecnología de producción. Un mismo producto puede ser obtenido a partir de diferentes combinaciones de materiales y energía; es decir, para producir un producto pueden existir diferentes alternativas tecnológicas.

Mirándolos como componentes del costo, los elementos de un proceso productivo se agrupan usualmente bajo tres grandes rubros: tierra, trabajo (humano) y capital. Según la forma como se combinan los elementos del proceso (o sea, según la tecnología de producción), resultan también

diferentes combinaciones (en diferentes proporciones) de los factores de costo. Algunas tecnologías de producción agregarán pocos elementos adicionales a los que se obtienen con el usufructo de un pedazo de terreno; en este caso, la tecnología de producción representará lo que se denomina un uso extensivo de la tierra, como lo es por ejemplo la producción ganadera en los Llanos Orientales. En este caso, la tierra como factor de producción juega un papel predominante en el proceso productivo.

En otros casos, además de los elementos aportados por la tierra, se agregan cantidades considerables de materiales traídos de otros sitios. Siguiendo con la producción de ganado, se presenta el caso de la tecnología de producción intensiva bajo ceba en confinamiento en las modernas instalaciones automatizadas de Norteamérica. En éstas, el recurso tierra, desde el punto de vista del productor, deja de ser el factor más importante en la producción, y la mayor contribución al proceso la hacen los recursos de capital bajo la forma de insumos adquiridos en el mercado (concentrados, suplementos nutricionales, combustibles, maquinaria, etc). En este caso, el trabajo y la tierra como factores de costo tienen una reducida participación en los costos totales de producción.

Todavía es posible pensar en otra alternativa extrema de producción en la cual, aparte de la inversión en el ganado mismo (que se da en todos los casos) y de unos gastos mínimos en el manejo sanitario, no hay otros costos de capital ni tampoco de tierra como aporte del productor, sino solo de mano de obra familiar. Este es el caso de muchos pequeños productores en diferentes regiones del país, que disponen de tierra y que pastorean sus animales con uso mínimo de insumos en los bordes de los caminos y carreteras, en tierras de propiedad pública por cuyo aprovechamiento no pagan ninguna cuota. En este caso, casi el único factor de costo, desde el punto de vista del productor, es el trabajo empleado en cuidar los animales.

Estos tres ejemplos extremos de tecnología ganaderas conforman lo que podríamos mirar como los vértices de un triángulo, casos límites de toda una gama infinita de posibles combinaciones de los factores tierra, trabajos y capital. Cada combinación específica de recursos ocuparía un punto diferente en la superficie del triángulo, e igualmente podría representar el punto óptimo para una tecnología diferente de producción de ganado. Sin embargo, todo este número conceptualmente infinito de alternativas tecnológicas no está disponible en un momento dado. Para fines prácticos, solo existe un número finito, relativamente pequeño, de opciones para escoger: aquellas desarrolladas (o identificadas), sea a través de la experiencia de los productores (ensayo y error) o por medio de procedimientos sistemáticos de búsqueda (investigación científica).

Como es apenas lógico suponer, dentro de la gama de alternativas tecnológicas disponibles, la elección en un caso concreto estará determinada en gran medida por la abundancia o escasez relativa de recursos del productor, la cual a su vez determina los costos de oportunidad de los recursos. Los criterios de racionalidad económica indican que, siempre que ello fuere posible, el beneficio económico del productor (medido de alguna forma), aumentará cada que se pueda sustituir un recurso escaso (y por ende costoso) por otro relativamente abundante (menos costoso) sin cambiar la cantidad total de producto obtenido. Si se busca alcanzar determinadas metas de producción, la decisión del productor (el punto donde se ubique dentro del triángulo) estará orientada (sesgada) en la dirección del uso preferencial de aquellos recursos relativamente más abundantes (con menor costo de oportunidad).

## **6.7. La investigación y la productividad de los recursos**

El proceso de investigación que conduce a la generación de nueva tecnología busca aumentar la productividad de la agricultura, lo cual en esencia consiste en lograr que con una misma cantidad total dada de factores de producción se pueda obtener mayor cantidad de producto o, alternativamente, que las mismas necesidades de producción puedan ser satisfechas con menor uso de factores. Sin embargo, este aumento en la productividad no afecta por igual a todos los factores de la producción. Según la forma como afecta la productividad de los factores, las tecnologías se pueden clasificar a grandes rasgos como ahorradoras de tierra (aquellas que aumenten la productividad de la tierra, es decir, los rendimientos por hectárea), ahorradoras de capital, ahorradoras de mano de obra, etc.

De igual manera, se puede hablar de muchas clases de productividad: productividad de la tierra, del capital, de la mano de obra, de la semilla, del agua, etc. La productividad más importante es un contexto dado es la del recurso más escaso en los momentos críticos, es decir, la del recurso que tiende a contituírse en el factor limitante.

Como los ejemplos de tecnologías ganaderas ya discutidos lo sugieren, las disponibilidades relativas de recursos difieren ampliamente entre regiones y entre tipos de productores. Sin embargo, por su parte, la investigación en nuestro medio ha tendido en el pasado a dar un énfasis desproporcionado a las tecnologías que aumentan la productividad por hectárea, es decir, tecnologías ahorradoras de tierra. Este énfasis (sesgo) presupone un diagnóstico según el cual la tierra es el factor más limitante en la producción

agropecuaria, lo cual no es universalmente verdadero. Ésto se traduce en que, para muchos productores cuyo principal limitante no es la tierra, la tecnología ofrecida no responde a sus necesidades, situación que conduce a bajas tasas de adopción.

Alcanzar el objetivo de ahorrar tierra aumentando su productividad implica orientarse en la dirección de tecnología que generalmente exige altas inversiones de capital adicional, especialmente bajo la forma de insumos y equipos comprados en el mercado (y muchas veces no producidos en el país) tales como fertilizantes, pesticidas, semillas, equipos de riego, combustibles, etc). Este enfoque lleva implícito el supuesto de que la tierra es el factor limitante de la producción agrícola, por lo cual es necesario ahorrarla, aún al costo de aumentar las necesidades de otros factores, especialmente bajo la forma de inversiones aumentadas de capital por unidad de tierra.

Pero las innovaciones tecnológicas generadas bajo este supuesto se orientan hacia un ambiente en el cual, aunque la tierra es escasa, los recursos de capital no son limitantes, situación que parece cumplirse con más frecuencia en el caso de fincas grandes, de agricultura empresarial, que tienen acceso a abundantes recursos de capital. En estas fincas, la expansión de la producción puede verse limitada, especialmente en el corto plazo, por la cantidad de tierra disponible.

Por el contrario, para el caso de los pequeños agricultores, a menudo caracterizados como minifundistas, se observa con frecuencia que, a pesar de poseer una pequeña cantidad de tierra (en términos absolutos), esta no es la limitación más seria a la expansión de su producción. Son más bien la escasez de capital propio y el limitado acceso a los recursos de crédito y el alto costo efectivo de éste los factores que tienden a constituir el capital de operación como el recurso más limitante para la producción, el verdadero "cuello de botella". Es tan limitante la disponibilidad de capital para invertir en insumos que muchas veces ese productor "minifundista" no alcanza ni siquiera a cultivar toda su pequeña parcela por carencia de capital (2, 5, 6, 17).

De acuerdo con estas consideraciones no sería apropiado ofrecer a todos los productores la misma recomendación técnica, sin tener en cuenta la cantidad y composición de los recursos productivos. A aquellos productores cuya limitación más importante es la tierra, deben ofrecérselas tecnologías ahorradoras de tierra. Pero si la limitación más importante no es de tierra sino de otro recurso, las tecnologías que se ofrecen deben estar orientadas en función del recurso o recursos limitantes. Así, cuando el capital es el factor limitante, el criterio debe ser la productividad de capital (su rentabilidad). Cuando el agua es el factor limitante, lo lógico sería que las

combinaciones óptimas de recursos, y los cultivos que deben promoverse, sean aquellos que conduzcan al uso eficiente del agua disponible, por ejemplo, planificando la explotación con énfasis en cultivos o variedades menos exigentes en agua o tolerantes a la sequía. Este criterio tiene enorme pertinencia por ejemplo en regiones como buena parte de la Guajira, en donde la tierra solo tiene valor como recurso agrícola en función de la disponibilidad de agua para riego.

Para un cultivo como el de la papa, la disponibilidad de semilla tiende a ser un factor limitante, además de constituir un componente importante de los costos de producción. En este caso, la productividad podría justificadamente medirse (como todavía lo hace el agricultor en muchas regiones) en términos de cargas de producto por carga de semilla. Es frecuente observar que el agricultor siembra su papa con una densidad de siembra que le permite maximizar el producto por unidad de semilla, y difícilmente acepta la recomendación técnica diseñada para maximizar el producto por unidad de tierra (1). En casos como este de la papa, puede ser más limitante la disponibilidad de semilla que la de tierra, entonces el agricultor llega a una asignación óptima utilizando la cantidad de tierra necesaria para obtener la máxima producción posible con su limitada cantidad de semilla; la tierra sobrante la sembrará con otros cultivos, o aún dejará parte de ella en barbecho (sin cultivar) por falta de otros recursos (especialmente capital) para combinar con ella.

La historia misma del desarrollo tecnológico en los diferentes países muestra cómo el rumbo de éste no ha sido autónomo, sino que en gran medida ha estado determinado por el marco social y por la disponibilidad relativa de recursos en que se desenvuelve la actividad agropecuaria. En países como los Estados Unidos, en donde el avance de la agricultura se cumplió inicialmente en condiciones de gran abundancia de tierra, pero con mano de obra escasa y cara, el desarrollo tecnológico se orientó con gran énfasis hacia la mecanización con altas inversiones de capital, con el propósito de economizar mano de obra. Contrasta este desarrollo con el proceso seguido por el Japón, en donde las condiciones eran a la inversa, con tierra muy escasa y abundante mano de obra; allí el desarrollo tecnológico se orientó con énfasis en innovaciones ahorradoras de tierra, y se tradujo en una agricultura con uso intensivo de fertilizantes y grandes esfuerzos investigativos en el uso eficiente de éstos y en el mejoramiento genético para producir plantas capaces de aprovechar eficientemente cantidades cada vez mayores de fertilizantes (15).

## 6.8. La rentabilidad como medida de productividad

En lo que antecede, se ha explicado cómo es preciso tener en cuenta la estructura de recursos disponibles en la definición de los criterios de productividad pertinentes. Se hizo énfasis en que las productividades que hay que tener en cuenta son las de los recursos limitantes. Sin embargo, la productividad de cada uno de estos recursos es apenas un índice parcial de la eficiencia del proceso productivo. Cuando no es solo uno sino varios de los recursos de la producción los que son escasos y costosos, se requiere un índice de eficiencia que los tenga en cuenta a todos ellos. Una medida útil para muchos propósitos es la que relaciona el valor neto de la producción contra todos los factores medidos en dinero, o sea la rentabilidad:

$$\text{RENTABILIDAD} = (\text{Valor bruto de la producción} - \text{costos totales}) / (\text{Costos Totales})$$

Cabe anotar que no siempre las más altas rentabilidades se obtienen simultáneamente con los más altos niveles de producción (o de rendimiento por hectárea). En un estudio realizado en 1985, Pedrosa y Florez (12) encontraron, por ejemplo que para cebolla de bulbo, la zona en donde el rendimiento por hectárea era más alto (25.49 t/ha en Norte de Santander), también eran exageradamente altos los costos por hectárea (\$ 916.257), de tal modo que la producción resultaba a un costo unitario de \$ 35.946 por tonelada, la cual vendida a un precio de \$ 56.000 por tonelada se traducía en una rentabilidad del 55.8%. En contraste, en la región productora del Oriente de Cundinamarca, los rendimientos eran considerablemente más bajos (17.33 t/ha) pero también los costos eran mucho más bajos (\$ 241.987 por ha) lo cual daba un costo unitario de \$ 12.963 por tonelada. A pesar de que esta producción se vendía a un precio también mucho más bajo (\$ 26.000 por tonelada) por tratarse de una variedad diferente, la rentabilidad era superior, pues alcanzaba al 86.2%.

Cabe anotar que el capital parece ser el recurso más escaso para la mayoría de los productores, por lo cual la medida de eficiencia en la utilización de este recurso, o sea la rentabilidad, especialmente en la que se refiere al capital de operación, es por lo general la medida más apropiada como criterio de decisión para la maximización de los ingresos de la explotación. Sin embargo, esto no es verdadero en todos los casos, pues cuando la producción no está limitada por escasez de capital sino de otro recurso, el criterio de decisión a utilizar sería la productividad de ese recurso. En el caso de que el recurso limitante fuera de tierra, el criterio de decisión ya no sería la rentabilidad sino el ingreso neto por hectárea.

Un ejemplo permitirá ilustrar algunas de las situaciones que se presentan. En un trabajo de Barajas (3) se presentan los siguientes datos para dos tecnologías de producción de papa en la región de Pamplona, Norte de Santander (Precios de 1975):

	Tecnología local	Tecnología recomendada
Rendimiento por ha	73 cargas	148 cargas
Costo por ha	19.664	44.622
Ingreso bruto por ha	32.850	66.600
Utilidad por ha	13.186	21.978
Rentabilidad	67.1 %	49.3 %

El ingreso bruto se calculó tomando como base un precio de \$450; en el año del estudio el precio osciló entre \$ 300 y 800 por carga.

Con base en estos datos se examinarán tres casos hipotéticos que ilustran diferentes situaciones de escasez relativa de los recursos tierra y capital.

Caso 1. Un productor que tiene acceso a 6 ha de tierra y puede conseguir recursos de capital para cubrir costos (totales) de producción hasta por \$ 100.000.

En este caso, el recurso limitante es el capital, por cuanto con ninguna de las dos tecnologías alcanza a ocupar toda la tierra. Si escogiera la tecnología local podría sembrar 5,08 hectáreas y obtendrá un ingreso neto de \$ 67.057. Si por el contrario escogiera la tecnología recomendada, podría sembrar solo 2,24 ha y obtendría un ingreso neto de \$ 49.254. En este caso, como el capital es el recurso limitante, la mejor opción es aquella que da la mayor rentabilidad, o sea, la tecnología local.

Caso 2. Un productor que tiene acceso las mismas 6 ha de tierra pero puede conseguir recursos de capital hasta por \$ 800.000.

En este caso el capital no es limitante sino la tierra; no tiene tierra suficiente para absorber todo el capital utilizable. Con la tecnología local sembraría las 6 ha y obtendría un ingreso de \$ 79.116; solo utilizaría \$ 117.984 del capital. Por otra parte, si escogiera la tecnología recomendada usaría \$ 267.732 del capital para sembrar las 6 ha y tendría un ingreso neto de \$ 131.868. En este caso, en el que la tierra es el factor limitante, la rentabilidad del capital no nos llevaría a la mejor elección desde el punto de vista del ingreso neto total; en cambio el criterio de productividad del factor

escaso, ingreso neto por hectárea es el que nos lleva a seleccionar la tecnología recomendada para el ingreso máximo.

Caso 3. Con 6 ha de tierra y acceso a \$ 200.000 de capital: No hay una situación clara de que un mismo recurso sea limitante para las dos tecnologías. Para la tecnología local, la tierra es el factor limitante, en tanto que para la tecnología recomendada el factor limitante es el capital. Por esta razón, para este caso el máximo de ingreso no se consigue seleccionando una de las dos tecnologías sino que hay que usar otras técnicas para determinar la combinación óptima de ellas. Una forma de resolver este problema lo proporciona la programación lineal, que consiste en una técnica para encontrar el valor máximo (o el mínimo) de una función lineal, que se llama función objetivo, sujeta a un conjunto de restricciones lineales.

La función objetivo en este caso es el ingreso neto total obtenido de sumar los obtenidos con cada una de las dos tecnologías:

$$\text{IN Total} = 13.186 X_1 + 21.978 X_2$$

En donde  $X_1$ , es el área sembrada con la tecnología local y  $X_2$  es el área sembrada con la tecnología recomendada.

Las restricciones son:

$$X_1 + X_2 \leq 6 \quad (\text{restricción de tierra})$$

$$19.664 X_1 + 44.622 X_2 \leq 200.000 \quad (\text{restricción de capital})$$

$$X_1 \geq 0 ; X_2 \geq 0 \quad (\text{restricción de no-negatividad})$$

La restricción de tierra indica que el área sembrada con tecnología local más el área sembrada con tecnología recomendada no puede pasar de 6 ha.

La restricción de capital indica que el capital usado por la tecnología local más el capital usado por la tecnología recomendada no puede pasar en total de la cantidad disponible, es decir, \$200.000.

Por último, la restricción de no negatividad excluye la posibilidad de respuestas con valores negativos.

Como éste es un problema con sólo dos alternativas y dos recursos limitantes, la solución es muy sencilla y puede obtenerse manualmente; para problemas más grandes sería necesario utilizar un computador. La técnica de solución puede consultarse, por ejemplo en Orozco y Campo (11). Para este problema, la solución óptima consistiría en la combinación de 2,71 ha

sembradas con la tecnología local y 3,29 ha sembradas con la tecnología recomendada. Esto daría un ingreso neto total de \$ 100.042.

Si escogiera sembrar solo la tecnología local podría sembrar las 6 ha pero no agotaría el capital; el ingreso total sería \$ 82.016. Si, por otra parte, escogiera sembrar solo la tecnología recomendada, el ingreso total sería de \$ 98.461, agotaría todo el capital pero solo alcanzaría a sembrar 4.48 ha.

## **6.9. Resumen y conclusiones**

La discusión que antecede ha pretendido conducir al lector al convencimiento de que para tomar una decisión sobre asignación de recursos a la producción, los costos que el productor debe tener en cuenta son aquellos estimados con base en el costo de oportunidad de dichos recursos más bien que aquellos costos determinados siguiendo convenciones contables más o menos arbitrarias que en ocasiones presentan un cuadro muy alejado de la realidad.

Por otra parte, la diversidad de condiciones agroecológicas bajo las cuales se desarrolla la producción agropecuaria es un factor importante a tener en cuenta en el diseño de programas de investigación. Pero igualmente es necesario tener en cuenta la diversidad de condiciones en cuanto a la disponibilidad, absoluta y relativa, de recursos con que cuenta el productor. Esta disponibilidad, especialmente en términos de abundancia o escasez relativa de un recurso o de algunos recursos con respecto a los demás, es un factor determinante en gran medida de las decisiones del productor en cuanto a la adopción de la tecnología que se le ofrece.

El productor agropecuario tenderá a adoptar aquellas tecnologías que le permitan utilizar prioritariamente los recursos que tiene disponibles y ahorrar aquellos que le son escasos. Los recursos que son relativamente escasos para un productor pueden ser relativamente abundantes para otro productor, y viceversa. Por lo tanto, las recomendaciones tecnológicas deben adecuarse a esta diversidad de circunstancias. No significa esto que deban hacerse investigaciones específicas para dar a cada productor una recomendación completamente específica a sus circunstancias particulares, pues esto resultaría prohibitivamente costoso, pero sí implica la necesidad de determinar unos cuantos tipos básicos que agrupen grandes números de productores, y producir recomendaciones diferenciadas aplicables en términos generales a esos grandes grupos. Para hacer una recomendación tecnológica apropiada no basta con conocer la tecnología; es indispensable también conocer al productor, sus recursos y sus circunstancias socioeconómicas y culturales.

Finalmente, los criterios tradicionales de productividad referidos a rendimientos físicos por unidad productiva (kg por ha; litros de leche por vaca, etc) deben ceder el paso a criterios de rentabilidad y de búsqueda del costo unitario más bajo, pues estos criterios son los que determinan la capacidad competitiva del productor en el mercado. Conviene además no olvidar que el ingreso total del productor es el resultado de multiplicar el ingreso por hectárea (o por unidad) multiplicado por el número de hectáreas (o de unidades productivas) que se pueden mantener con recursos disponibles. A veces, con una tecnología que produce menos ingresos por unidad (pero que también rebaja los requerimientos de inversión por unidad), se puede aumentar más que proporcionalmente el número de unidades que se pueden tener en producción, con lo cual el valor total del ingreso aumenta. El trabajo de investigación debe explorar las posibilidades de afectar los dos factores que determinan el ingreso total y no concentrarse exclusivamente en afectar los valores unitarios (por ha, por animal, por peso invertido, etc), despreciando las posibilidades que ofrecen los desarrollos tecnológicos que permiten aumentar el número de unidades con los mismos recursos. En definitiva, lo que importa al final es el valor total del producto o del ingreso neto y no los valores individuales de los factores que lo conforman.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ANDREW, C. O. 1969. Obstáculos en relación con el sistema de producción-distribución de papa en Colombia. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, Departamento de Economía Agrícola. Boletín No. 4. 248 p.
2. ARDILA, J.; ARCILA, BELÉN; LÓPEZ, H. 1982. Cambio técnico en el sector de pequeños productores campesinos en Colombia. El caso de Rionegro, Antioquia Resultados. Bogotá, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA. 98 p.
3. BARAJAS, H. 1976. Aplicación de tecnología en el cultivo de papa por agricultores en el área de influencia de la Agencia de Desarrollo Rural de Pamplona. Bogotá, Programa para Graduados en Ciencias Agrarias, Convenio Universidad Nacional - Instituto Colombiano Agropecuario. Tesis Mag-Sci. 92 p.

4. ESCOBAR, G.; SWANBERG, K. 1976. Uso de la mano de obra en dos zonas rurales: Pleno empleo estacional?. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario. 55 p.
5. ISAZA, J. 1975. Análisis de factores asociados con la producción agrícola a nivel de minifundio en el Oriente de Antioquia, Medellín, Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín de Investigación No. 22. 35 p.
6. ISAZA, J. 1982. Falta de adopción, un problema de transferencia: de la opinión a la realidad. Medellín, Instituto Colombiano Agropecuario, Boletín Técnico No. 96. 55 p.
7. LOPERA, J. 1989. Conceptos básicos para el cálculo de intereses y el costo del capital. En: Proyecto ICA- Colciencias. Memorias - Material Didáctico. Quinto Seminario Taller sobre Planificación y Formulación de Proyectos Agropecuarios en Formas Empresariales. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario. pp. 427-476.
8. LOPERA, J. 1989. La economía campesina y la selección y adopción de tecnología. En: IICA-BID-PROCIANDINO. II Curso Corto. Pruebas en Fincas. Editado por B. Ramakrishna. Quito, Ecuador. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. pp. 57-74.
9. LOPERA, J. y LOPERA, H. 1986. Manual de análisis socioeconómico de resultados de ajuste de tecnología. Medellín, Instituto Colombiano Agropecuario. Manual de Asistencia Técnica No. 37. 110 p.
10. MORA, GLADYS y RODRÍGUEZ, ELSA. 1977. Análisis del costo del crédito en las pequeñas economías campesinas. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. Tesis profesional de Economía.
11. OROZCO, R. y CAMPO, O. 1978. El presupuesto total y la programación lineal: Fundamentos básicos y sus usos primarios en estudios de sistemas de producción agrícola. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín Técnico No. 53. 88 p.
12. PEDROSA, RAQUEL y FLÓREZ, V. 1989. Estructura y evaluación de los costos de producción agrícola en Colombia. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín Técnico (en proceso de publicación).
13. PERRIN, R.H.; WINKELMAN, D.; MOSCARDI, E.; ANDERSON, J. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 54 p.

14. RAMÍREZ, O. 1980. Presupuestación de capital bajo condiciones de inflación. Revista EAFIT - Temas administrativos (Medellín). 3(2): 157-185. Mayo- Agosto.
15. RUTTAN, V. W. 1983. La innovación inducida en la interpretación del cambio técnico en la agricultura de los países desarrollados. En: Cambio técnico en el agro latinoamericano: Situación y perspectivas de la década de 1980. Editado por Martín Piñeiro y Eduardo Trigo. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Pp.13-57.
16. TODARO, M.P. 1969. A model of labor migration and urban unemployment in less developed countries. American Economic Review (Estados Unidos).59 (1) 138-148.
17. VERA, A. 1974. La adopción de tecnología en función de la riqueza, de la ganancia del riesgo y la incertidumbre. Bogotá. Programa para Graduados en Ciencias Agrarias. Convenio Universidad Nacional - Instituto Colombiano Agropecuario. Tesis Mag. Sci. 91p.
18. VILLAMIL, V. 1974. El costo del crédito en la zona del Proyecto de Desarrollo Rural del Oriente de Cundinamarca. Bogotá. Programa para Graduados en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional - Instituto Colombiano Agropecuario. Tesis Mag. Sci. 148 p.

## **7. LA BRECHA EN LA PRODUCTIVIDAD Y SUS COMPONENTES**

Por: Jorge Lopera Palacios

Con frecuencia se argumenta que existe una gran cantidad de resultados de investigación que no han llegado a los productores agropecuarios, y como prueba se presenta la gran discrepancia (brecha) que usualmente hay entre los rendimientos que se obtienen en los centros de investigación en comparación con los que obtienen los productores en sus fincas. Esta se denomina la "brecha en la productividad" (productivity gap).

En una serie de estudios realizados en el Instituto Internacional de Investigaciones sobre el Arroz (IRRI), con sede en Filipinas, se llegó a la conclusión de que esta brecha se podía descomponer a grandes rasgos en tres partes, que podríamos denominar Brecha I, Brecha II, y Brecha III (Gómez & Gómez, 1983).

Para entender el significado de estas brechas, podríamos hacer un experimento mental. Supongamos que empezamos a trabajar con un productor agropecuario "tradicional", le entregamos el "paquete tecnológico" desarrollado en el centro de investigación, lo sometemos a un completo "lavado de cerebro" y lo convencemos de que ensaye la totalidad de este paquete en su finca.

¿Qué resultados esperaríamos que este productor obtuviera en su finca al aplicar la tecnología del centro de investigación? Probablemente sus rendimientos aumentarían, pero no igualarían los obtenidos en el centro de investigación en parcelas de tamaño comercial. Es decir que, aunque el productor adoptara toda la tecnología, todavía persistiría una parte de la brecha. Esta parte corresponde a la Brecha I. ¿Cómo explicarla? La explicación mas plausible se refiere a la inferioridad de recursos del productor en relación con los del centro de investigación. Probablemente este último dispone de mejores suelos, facilidades de riego, maquinaria, y otros recursos, que permiten realizar las labores oportunamente y obtener mayores rendimientos que los que obtendría el productor en su finca en sus propias condiciones, a pesar de que aparentemente está utilizando la misma tecnología. Igualmente, en una región que aparentemente es relativamente homogénea en cuanto a condiciones agroclimáticas gruesas, puede presentarse gran variabilidad en cuanto a microclimas y condiciones de suelo.

En resumen, la Brecha I tiene su origen en el hecho de que las condiciones en que se desarrolló la tecnología en el centro de investigación no son por completo representativas de las condiciones que esa tecnología tendrá que enfrentar cuando llegue a la finca del productor. Al sacar del centro de investigación una recomendación tecnológica para entregarle al productor, en esencia se está haciendo una extrapolación, suponiendo que las condiciones técnicas del productor son similares a las condiciones bajo las cuales se desarrolló la tecnología. Si éste no es el caso, se puede llegar a dar recomendaciones por completo fuera de órbita, si estas recomendaciones no han sido sometidas a un proceso de validación y ajuste a las condiciones de la finca del productor antes de entregarlas a éste.

Sigamos con el experimento mental. El productor ensayó el paquete tecnológico, sembró, cosechó y comparó sus resultados con los que le habían sido prometidos y también con los que obtenía anteriormente. Supongamos ahora que para el siguiente ciclo lo dejamos tranquilo, sin presiones de ninguna clase, sin nuevos lavados cerebrales. ¿Qué esperaríamos encontrar si al cabo de un tiempo fuéramos a visitarlo? ¿Estará usando el paquete tecnológico que le recomendamos? Probablemente encontraremos, como ha sido la experiencia de muchos extensionistas, que este productor está usando algunas de las recomendaciones, pero no la totalidad del paquete. Además, de las recomendaciones que conservó, no todas las está usando en su totalidad sino que ha modificado algunas, variando las cantidades o aún la forma de aplicación. Como resultado, los rendimientos son ahora inferiores a los que obtuvo cuando aplicó todo el paquete (Pero probablemente siguen siendo superiores a los que obtenía con su tecnología tradicional). Tenemos aquí una nueva brecha, la diferencia entre lo que el productor obtendría con todo el paquete tecnológico y lo que obtendría con las partes del paquete que conserva después de haberlas ensayado. Ésta sería la Brecha II.

¿A qué puede deberse el abandono por parte del productor de unas recomendaciones tecnológicas, presumiblemente mejorantes, después de haberlas ensayado? Aquí no podemos simplemente alegar tradicionalismo, por cuanto logramos al menos que las ensayara. Entonces, ¿cuál puede ser la razón para esa reversión? Esas recomendaciones demostraron ser viables técnicamente; la razón para que el productor las descontinúe probablemente obedece mas a aspectos socioeconómicos tales como costos, rentabilidad, presión sobre recursos escasos del agricultor, distribución del trabajo de la familia, acceso a recursos de crédito, disponibilidad de insumos, etc. Algunos (o muchos) de estos factores que pueden limitar la adopción de una recomendación tecnológica podrían detectarse en un proceso de validación y ajuste de la tecnología realizado bajo las condiciones de los productores. En resumen, la Brecha II podría interpretarse como la debida a la falta de

adecuación de la tecnología a las condiciones socioeconómicas de los productores.

Si del paquete tecnológico del centro de investigación descartamos lo que no es viable de obtener en la finca por no darse en ésta las condiciones técnicas para lograrlo (Brecha I), y lo que no es viable desde el punto de vista socioeconómico (Brecha II), queda todavía una diferencia con los resultados obtenidos utilizando la tecnología tradicional del productor. Esta diferencia sería la Brecha III, y representa la parte de todo el paquete tecnológico del centro de investigación que en realidad es factible de ser transferido al productor y adoptado por éste por ser viable tanto desde el punto de vista técnico como socioeconómico.

En el Gráfico 7.1 se representa la descomposición de la Brecha productiva en las tres partes discutidas aquí. Aunque hemos recurrido al artificio de un "experimento mental" para explicar esta descomposición, la existencia de estas tres Brechas está claramente identificada en los estudios del IRRI.

## **BIBLIOGRAFIA**

GOMEZ, A.A. y K.A. GOMEZ., 1983. Multiple Cropping in the Humid Tropics of Asia. Ottawa, Canadá, International Development Research Center, IDRC. Pp. 122-123 (Research methodology for technology verification: The yield constraints approach).

## 8.2 Los costos y la rentabilidad como criterios de decisión

Por ejemplo, si los costos del nuevo tratamiento son iguales o menores que los del testigo y los rendimientos mayores, puedo dar una recomendación de aceptar el nuevo tratamiento sin importar si la diferencia es estadísticamente significativa o no (casos 6, 7, 11 y 12 de la tabla); en ninguno de estos casos corro riesgo de pérdida como consecuencia de la decisión. De igual manera es beneficioso aceptar el nuevo tratamiento si el costo es menor y el rendimiento es igual (caso 13). Por otra parte, si el costo es igual y el rendimiento también (caso 8), no tengo un criterio económico para hacer la selección, y en este caso utilizaría otros criterios de decisión (conveniencia, preferencias personales, etc).

Tampoco es difícil la decisión cuando los costos del nuevo tratamiento son mayores y los rendimientos iguales o menores (casos 3, 4 y 5). Aquí se descarta el tratamiento y no es necesario preguntar si la diferencia es estadísticamente significativa o no. Igual sucede cuando los costos son iguales y los rendimientos menores (casos 9 y 10).

Después de haber despachado los casos fáciles, quedan los difíciles (Casos 1, 2, 14 y 15). Tomemos en primer lugar el caso N° 1. El rendimiento es mayor y la diferencia es estadísticamente significativa, pero a la vez el costo también es mayor. ¿Debo recomendarlo a los productores? El simple hecho de ofrecer mayores rendimientos físicos no es garantía de que su adopción será beneficiosa para los productores; para responder a este segundo asunto es necesario hacer un análisis económico, comparando los beneficios adicionales que el tratamiento promete (valor monetario del rendimiento adicional) contra los costos adicionales en que es necesario incurrir para asegurar estos beneficios. Por ejemplo, supongamos que la introducción de la fertilización en frijol implica una inversión de \$105.000 y permite aumentar los rendimientos en 225 kg/ha, los cuales se pueden vender (precio de campo - al productor) a \$ 800/kg. Esto implica un ingreso bruto adicional de \$180.000 y una utilidad bruta adicional (antes de descontar costos del capital) de \$75.000 atribuible al fertilizante. La rentabilidad de esos \$105.000 invertidos en la fertilización será entonces del 71,4%; si el capital puede obtenerse, digamos, a un costo equivalente al 25% por semestre, quedaría un amplio margen para cubrir los costos de la inversión y todavía dejar una ganancia (En este caso los costos del capital serían de  $\$105.000 \times 0,25 = \$26.250$  y la ganancia neta sería entonces de \$48.750).

Supongamos que esa fertilización en frijol sólo hubiera producido un aumento de 150 kg en los rendimientos. En este caso, la utilidad bruta adicional sólo habría sido de \$15.000 y la rentabilidad de la inversión habría sido del 14,3%. Con el mismo costo de capital del 25% semestral se habría

tenido una pérdida después de descontar los costos del capital. (Costos de capital:  $\$105.000 \cdot 0,25 = \$26.250$ ; beneficios netos antes de descontar costo del capital:  $\$15.000$ . La pérdida habría sido de  $\$ 11.250$ ).

El análisis que se acaba de hacer con respecto al Caso N° 1 es ilustrativo de una técnica muy utilizada en economía, el cálculo de la tasa de retorno marginal, como tipo de análisis parcial en el cual sólo se tienen en cuenta los efectos de introducir un cambio a un proceso ya establecido, sin necesidad de hacer un análisis exhaustivo de todas las variables involucradas en el proceso global.

De manera similar se haría el análisis del caso N° 14, en el cual la pregunta que hay que responder es la de si vale la pena sacrificar en algo los rendimientos a cambio de una reducción en los costos.

Quedan finalmente los casos 2 y 15, en los cuales las diferencias no fueron "estadísticamente significativas". En primer lugar, ¿Qué significa esta expresión "estadísticamente significativa"? Cuando en un análisis estadístico se hace la prueba de hipótesis, contrastando la hipótesis nula ("no existe diferencia entre los rendimientos del tratamiento experimental y el testigo; las diferencias observadas se deben a error experimental") contra la hipótesis alterna ("las diferencias observadas son verdaderas y no se deben a error experimental"), la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula está también sujeta a error. Podemos aceptar la hipótesis nula siendo falsa o rechazarla siendo verdadera. ¿Qué probabilidad hay de que esto ocurra?

### **8.3 La significancia del nivel de significancia en el análisis estadístico**

En el caso N° 2, a pesar de que hay una diferencia entre los dos tratamientos se dijo que ésta no es significativa. Esto quiere decir que no hay suficiente evidencia en contra de la hipótesis nula para que nos sintamos inclinados a rechazarla y, por consiguiente, la aceptamos. ¿Cómo pesamos esa evidencia para tomar la decisión? ¿Cómo decidimos si la evidencia es suficiente o no? Aquí entran en juego las probabilidades de error. Tradicionalmente se han utilizado por convención los niveles de probabilidad de error del 5% y del 1% como criterios de corte para rechazar la hipótesis nula. Si la probabilidad de error al rechazar la hipótesis nula es del 5% o menos se dice convencionalmente que la diferencia entre los tratamientos es "estadísticamente significativa" y por lo tanto se rechaza la hipótesis nula. Si esta probabilidad de error es muy pequeña, menor del 1%, se dice que la diferencia es "altamente significativa". Decir entonces que la diferencia entre el tratamiento experimental y el testigo no es significativa quiere decir tan sólo que la probabilidad de error al rechazar la hipótesis nula no es del 5% ni menor que este valor, y en esto simplemente se sigue una convención generalmente aceptada; no es algo que sea intrínseco a la naturaleza de las cosas.

¿Por qué querríamos exigir que la probabilidad de error esté por debajo del 5%? En realidad nosotros en la vida diaria, para muchas de las decisiones que tomamos, aceptamos probabilidades de error que están por encima de ese mágico 5%. Un caso trivial: supongamos que tengo sed y deseo tomar alguna bebida. Se me ofrecen dos alternativas: jugo de guanábana o limonada. Debo tomar una decisión optando por una de estas bebidas. Estoy tremendamente indeciso. Como no tengo criterios objetivos para decidir termino optando por lanzar una moneda al aire: cara, limonada; sello, jugo de guanábana. Salió sello. Acabo de tomar una decisión con un 50% de probabilidad de error. Podría suceder que el jugo de guanábana me cayera mal al estómago, que me produjera gases o acidez o que por alguna otra razón fuera a arrepentirme de haber tomado este jugo (o viceversa, si hubiera salido cara y hubiera tomado la limonada). Pero yo al tomar la decisión usando la moneda acepté una probabilidad del 50% de equivocarme en esa decisión. ¿Fue irracional haber tomado una decisión con tan alto margen de probabilidad de error, no del 5% sino diez veces más, 50%? El punto clave para responder a esta pregunta reside en que se trata de un asunto trivial: el costo de cometer un error en esta decisión es prácticamente despreciable, y por consiguiente no se justifica el costo de recoger información adicional para disminuir la probabilidad de error. Puedo convivir con una probabilidad de error del 50%.

Yéndonos a un caso al otro extremo, supongamos que la decisión ahora se refiere a un componente vital en el computador que regula el vuelo de una nave espacial que orbitará el planeta Marte con una tripulación de tres hombres a bordo. Esta misión ha representado una inversión de miles de millones de dólares, además de que está en juego la vida de tres hombres si el computador llega a fallar. Aquí yo no estaría nunca, de ningún modo, dispuesto a aceptar una probabilidad de error del 5%, ni siquiera del 1%. Haría todo lo posible por garantizar el máximo de confiabilidad de ese componente, incluso instalando elementos redundantes, duplicados, etc., de tal modo que si uno de ellos falla al menos uno de los otros desempeñe la función. Aquí buscaría probabilidades de error no de 1% sino de uno en un millón o si se puede aún más pequeñas. La diferencia fundamental entre este caso y el de la elección entre las dos bebidas radica en el costo del error; en el de las bebidas el costo del error es despreciable, pero en este segundo caso un error sería de inmensas consecuencias.

Volviendo al caso N°2, toda la argumentación anterior conduce a sugerir que los resultados de un experimento no se deberían echar a la basura simplemente porque no se obtuvo ese mágico 5% de nivel de significancia, sin haber hecho previamente un análisis del riesgo y del costo de un error en caso de dar una recomendación equivocada. Por ejemplo, supongamos que la probabilidad de error no es del 5% sino del 6% o del 7%. ¿Es eso suficiente para descartar por completo los resultados del experimento sin atreverme a

dar ninguna clase de recomendación? ¿Y si fuera del 10% o del 15%? Exagerando un poco, ¿qué tal si, por ejemplo, con una probabilidad de error del 15% los rendimientos de frijol fueran mayores en 50 kg a cambio de un aumento en la inversión de sólo \$800.00? (Intuitivamente me inclinaría a pensar que tengo 85% de probabilidades a favor. Mucho menos favorables son las probabilidades que enfrento cuando compro una boleta en una rifa de un bazar o del colegio de mis hijos). Cuando el costo de un error es relativamente bajo, yo me sentiría inclinado a ensayar el nuevo tratamiento, aún cuando las probabilidades de error no estén dentro del convencional 5%, pues de todas modos es poco lo que se arriesga. Otra cosa sería si para obtener esos 50 kg adicionales tuviera que arriesgar una inversión, digamos, de \$30.000. Aquí me andaría con mas cautela. Las mismas consideraciones son aplicables para el caso N° 15.

## 8.4 Análisis económico de un experimento con varios tratamientos

Los datos del siguiente experimento permitirán introducir algunos conceptos y metodologías útiles para el análisis económico de los resultados de investigación (Cuadro 8.2).

**CUADRO 8.2. Rendimiento promedio de frijol en tres fincas en Nariño.**

Tratamiento	Variedad Limoneño		Variedad BAT 1285		
	<i>Sin Control E.</i>	Con Control E.	<i>Sin Control E.</i>	Con Control E.	
<i>Sin Fertiliz.</i>	<i>Densidad Agr.</i>	693	902	557	784
	Densidad Mej.	701	1009	516	679
Con Fertiliz.	<i>Densidad Agr.</i>	918	1111	846	970
	Densidad Mej.	1087	1174	755	1016

FUENTE: PANTOJA L., CARLOS; VILLOTA M. MANUEL y SANTACOLOMA O. DARÍO. Manual Metodológico del Proceso de Ajuste de Tecnología Agrícola. Bogotá (Tibaitatá). Instituto Colombiano Agropecuario. Documento de Trabajo 01-6-231-86 (Diciembre 1985). p. 145.

En este experimento se estudia la posibilidad de introducir cuatro factores como modificaciones a la tecnología del agricultor: Para la variedad regional, Limoneño, se plantea la posibilidad de introducir la variedad BAT 1285; además se plantea la introducción de prácticas de control de enfermedades y fertilización, así como el aumento en la densidad de siembra.

Para iniciar el análisis de estos resultados, preguntemos, ¿cómo cambiarían los rendimientos si a la tecnología del agricultor se le agregara uno solo de estos componentes tecnológicos?. Veamos:

Tecnología del Agricultor	+ Variedad	= -136
	+ Densidad	= 8
	+ Fertilización	= 225
	+ Control Enfermedades	= 209

Escojamos la fertilización como la práctica de mas impacto individual, pues se traduce en un aumento de 225 kg., y preguntémonos nuevamente: ¿Cómo cambiarían los rendimientos si introdujéramos, después de la fertilización, una segunda práctica?:

(Tec. Agric. + Fertiliz.)	+ Variedad	= -72
	+ Densidad	= 169
	+ Control Enfermedades	= 193

Al adicionar el control de enfermedades después de la fertilización, tenemos 193 kg adicionales, es decir, la fertilización y el control de enfermedades combinados agregan 418 kg (225 + 193) a los rendimientos. Tomando una tercera práctica, tendríamos:

(Tec. Agr. + Fert. + Control Enf.)	+ Variedad	= -141
	+ Densidad	= 63

El aumento en la densidad de siembra, entrando en tercer lugar, agregaría 63 kg adicionales, es decir, al introducir estas tres prácticas a la tecnología del agricultor, los rendimientos cambiarían en total en 481 kg.

¿Qué pasaría si la cuarta práctica, cambio de la variedad, se introdujera? En este caso el efecto sería negativo, las cuatro prácticas combinadas sólo aumentan los rendimientos en 323 kg, o sea, que hay una pérdida en rendimientos de 158 kg en comparación con el caso de tomar sólo tres de los componentes del "paquete tecnológico", sin incluir la variedad.

Este ejemplo permite ilustrar la importancia de analizar los componentes de un paquete tecnológico, y no limitarse a evaluar el paquete como un todo.

¿Cambiaría el orden de entrada de los componentes del paquete si en lugar del aumento en rendimientos utilizáramos otro criterio, como por ejemplo la rentabilidad del capital que es necesario invertir para incorporar el respectivo componente (es decir, la rentabilidad marginal o tasa de retorno marginal)? Probablemente sí, pues como se pudo ver, los diferentes componentes hacen aportes diferentes a los rendimientos y estos aportes no necesariamente están en proporción directa a sus respectivos costos. Componentes poco costosos pueden con frecuencia hacer aportes a los rendimientos proporcionalmente mayores que otros componentes mas costosos, pudiéndose dar inclusive el caso de que un componente que aporta a los costos es negativo en cuanto a su aporte a los rendimientos, como sucede en el caso que se discute con relación al cambio de variedad.

Aquí fallan muchos estudios de adopción de tecnología cuando, al tratar de construir un índice de adopción, le asignan a cada componente de un paquete tecnológico un puntaje igual al asignado a los demás componentes, como si todos los componentes hicieran iguales aportes a los rendimientos y a los costos. Si se mirara el proceso tecnológico como la incorporación secuencial de elementos que a la larga conformarán lo que llamamos "el paquete tecnológico", podríamos observar que los primeros elementos en ser incorporados hacen una contribución relativamente grande a los rendimientos, pero a medida que se van incorporando mas elementos, las contribuciones de éstos a los rendimientos van siendo cada vez mas pequeñas. Este fenómeno está conforme con la denominada Ley de Pareto, que dice que en un proceso en el cual intervienen una serie de elementos, por lo general sólo unos pocos de estos elementos explican la mayor parte de la variabilidad del proceso. La consecuencia práctica de esta Ley estriba entonces en que no es necesario esforzarnos por identificar y optimizar absolutamente todos los componentes de un "paquete tecnológico, sino que constituye un uso mas eficiente de los limitados recursos de investigación el concentrarse en identificar y mejorar los pocos elementos críticos que tienen un impacto importante en el proceso. Igual puede decirse con relación a los recursos aplicados a la labor de extensión.

Supongamos que vamos a evaluar los componentes ya no en términos de contribución al aumento en los rendimientos, sino en términos de tasa de retorno marginal, y preguntemos de nuevo, ¿si yo fuera a recomendar sólo una de las prácticas, cuál de ellas recomendaría primero? Para responder a esta pregunta es necesario calcular la tasa de retorno marginal para el caso de la introducción individual de cada una de las prácticas del paquete. En el **Cuadro 8.3** se presentan las etapas de este cálculo, así como la utilidad neta que quedaría al agricultor después de pagar los costos del capital. Como puede verse, PASO 1 en el Cuadro, al agregar una sola práctica, la mas alta rentabilidad se obtiene si se introduce primero el control de enfermedades (aunque el mas alto cambio en los rendimientos se obtenía al introducir la fertilización).

**CUADRO 8.3. Ejemplo de análisis económico de la introducción secuencial de componentes tecnológicos.**

Componentes	Cambio en rendimiento	Cambio en ingr. bruto	Cambio en costo	Cambio en utilidad bruta	Tasa retorno marginal	Cambio en utilidad neta
<b>Punto de partida:</b>						
<b>Tec.Agriculto r</b>		693				
<b>PASO 1</b>						
(Tec. Agr.)+Fert.	225	180 000	105 000	75 000	71.43%	48 750
(Tec. Agr.)+ C.E.	209	167 200	90 000	77 200	85.78%	54 700
(Tec. Agr.)+Dens.	8	6 400	36 000	negativo	negativa	negativo
(Tec.Agr.)+Var.	negativo					
<b>PASO 2</b>						
(T.Agr+CE)+Fert	209	167 200	105 000	62 200	59.24%	35 950
(T.Agr+CE)+Dens	107	85 600	36 000	49 600	137.78%	5 600
(T.Agr+CE)+Var.	negativo					
<b>PASO 3</b>						
(T.Agr+CE+ Dens.)+Fert	165	132 000	105 000	27 000	25.71%	750

**Cambio en costos:** Costos del tratamiento en insumos y mano de obra, pero sin incluir costos del capital (intereses)

**Cambio en utilidad bruta:** Cambio en ingreso bruto menos costos del tratamiento, pero sin descontar los costos del capital.

**Costos del capital:** El costo de oportunidad o los intereses que hay que asumir por el uso del capital durante el período de producción. Se asume para este ejemplo un costo de 25 % semestral.

**Otros costos:** Para fines de este ejemplo se ha asumido que la práctica de fertilización tiene un costo (insumos y mano de obra) de \$ 105000 por hectárea; la práctica de control de enfermedades un costo de \$ 90000 por hectárea; el cambio de densidad de siembra un costo de \$ 36000 por hectárea. No es necesario asumir un costo para el cambio de variedad por cuanto sus efectos siempre resultaron negativos.

**Ingreso bruto:** El valor de la producción asumiendo un precio de campo de \$ 800 por kg de frijol.

En el PASO 2 se examina el efecto de introducir un componente adicional al seleccionado en el primer paso. En este caso, lo más rentable como segunda introducción sería el cambio en densidad. Implicaría esto automáticamente que se debe recomendar la introducción de esta práctica? Aquí la adhesión ciega al criterio de rentabilidad puede hacernos extraviar en el camino de buscar el mejoramiento de los ingresos del productor. Porque al introducir un nuevo elemento tecnológico entran a jugar no sólo el aporte individual del elemento sino las interacciones con los que ya habían entrado. Y esas interacciones pueden hacer cambiar el orden de factores. Obsérvese, por ejemplo, cómo la densidad, cuando se introducía en primer lugar, solo provocaba un aumento de 8 kg en los rendimientos, pero al introducirse después del control de enfermedades, en interacción con éste, se traduce en un aumento de 107 kg en los rendimientos. En consecuencia, es necesario, antes de tomar una decisión, explorar otras combinaciones, y específicamente en este caso, la combinación de fertilización + densidad, que habría quedado excluida en el simple análisis secuencial. (No es necesario explorar combinaciones que incluyan el cambio de variedad, porque en todos los casos y en todas las combinaciones el efecto de variedad fue negativo -ver Cuadro 8.2).

La combinación fertilización + densidad, dada la interacción entre los dos elementos, mucho mayor que la interacción entre control de enfermedades y densidad, produce un aumento de 394 kg en los rendimientos (CE+densidad sólo los incrementaba en  $209 + 107 = 316$  kg). Para esta combinación, Fert.+Dens. el ingreso bruto aumenta en \$315.200; el costo (inversión) en \$ 141.000; la utilidad bruta en \$ 174.200 y la utilidad neta después de pagar 25 % de intereses a la inversión es de \$ 138.950. La rentabilidad combinada es del 123.55 %.

Volviendo atrás, al Paso 2, cabe anotar que aunque la rentabilidad marginal de introducir la densidad es más alta, 137.78 %, esta rentabilidad solo se aplica a los \$36.000 que requiere de inversión, y es necesario al combinar promediarla (ponderadamente) con la del control de enfermedades, que es del 85.78 % sobre una inversión mayor. En conjunto, las dos prácticas dan una rentabilidad combinada del 100.63 % y una utilidad neta de \$95.300 después de descontar el 25% de intereses sobre la inversión.

## **8.5 Análisis marginal para seleccionar la recomendación óptima. Metodología del CIMMYT.**

### **8.5.1. El presupuesto parcial. Conceptos básicos.**

El propósito de un ensayo de ajuste de tecnología es ofrecer al agricultor recomendaciones adaptadas a sus condiciones. Por lo general, estas recomendaciones no implicarán cambios radicales en su sistema de cultivo

ni una reorganización total de la finca. En estas condiciones, para la evaluación económica de la recomendación no será necesario tampoco tener en cuenta todo el sistema de cultivo, lo cual podría complicar innecesariamente el análisis. En la mayoría de los casos es suficiente examinar solamente los aspectos que cambiarían debido a la recomendación, considerando constantes las demás prácticas y costos del cultivo.

Si se trata de un agricultor que cultiva fríjol, por ejemplo, se presume que él ya ha tomado la decisión de sembrar el fríjol y está dispuesto a incurrir en los costos normales del cultivo de acuerdo con su patrón tecnológico, basado de alguna forma en un análisis de los costos e ingresos esperados según ese patrón tecnológico. Lo que preocupa entonces en este momento no es un análisis global de la rentabilidad del cultivo de fríjol, sino sólo si es rentable hacer un cambio en este patrón tecnológico, cambio que afectará solamente algunos aspectos de su sistema total, permaneciendo fijo todo lo demás.

El cambio de algún aspecto de la tecnología requerirá probablemente aumento en la cantidad de algunos insumos, o incorporar otros insumos que antes no se usaban; a la vez puede permitir la disminución o supresión de otros insumos; o podrá modificar positiva o negativamente la cantidad de mano de obra requerida o cambiar su distribución en el tiempo, atenuando o agravando la presión en las épocas críticas de labores, etc. Todos estos movimientos implican también cambios en algunos de los componentes de los costos de producción. Los costos asociados con la decisión se denominarán en este contexto "costos variables", CV, mientras que los componentes de costo que no son afectados por la decisión se denominarán "costos fijos". Debe tenerse en cuenta que estos costos fijos no afectan la decisión, porque se incurrirá en ellos de todas maneras, independientemente de la decisión que se tome. Sin embargo, la utilidad neta del cultivo sí estará afectada por estos costos, pero esto es materia de analizar en relación con la decisión de si conviene o no cultivar fríjol, mientras que aquí se asume que esa decisión ya está tomada y sólo se pregunta si vale la pena hacer un cambio en el sistema de cultivo.

En el **Cuadro 8.4** se presentan en forma abreviada los cálculos de presupuesto parcial para los datos de rendimiento presentados en el Cuadro 8.2. La expresión "presupuesto parcial" indica que no todos los costos de producción ni tampoco todos los beneficios se incluyen en el presupuesto, sino únicamente aquellos que son pertinentes a la decisión. Para el cálculo del presupuesto parcial se hace una hoja de balance en la cual se incluye todo costo que será afectado por el cambio, así como todo rubro de ingresos que será afectado.

En la preparación del presupuesto parcial del Cuadro 8.4 se utilizaron algunos conceptos cuya definición se presenta a continuación\*

*Rendimiento neto ajustado:* El rendimiento por hectárea medido en el campo, menos las pérdidas de cosecha y de almacenamiento en la finca previo a su venta (cuando éstas son aplicables).

*Precio de campo:* El valor para el agricultor de una unidad adicional de producción en el campo antes de la cosecha. Para los agricultores que venden productos en el mercado será importante el precio monetario de campo, que es el precio del producto en el mercado menos los costos de cosecha, almacenamiento en la finca, transporte y comercialización. Por otra parte, para los agricultores que consumen directamente la cosecha (autoconsumo), el precio relevante es el precio de oportunidad de campo, que es el precio que la familia del agricultor tendría que pagar para adquirir y transportar hasta la casa una unidad adicional del producto para el consumo. Para el cálculo del Cuadro 8.4, se asumió un precio de campo del frijol de \$ 800 por kg.

*Beneficio bruto de campo:* Es la suma de los resultados de multiplicar cada producto por su respectivo precio de campo. Esta suma puede incluir beneficios monetarios o beneficios no monetarios (de oportunidad) o ambos.

*Precio de campo de un insumo:* Es el gasto total en que es preciso incurrir para traer una unidad adicional del insumo al campo. El precio monetario de campo se refiere a los valores en dinero tales como precio de compra y otros gastos directos como transporte, empaques, etc. El precio de oportunidad de campo se refiere al valor no monetario del insumo involucrado cuando éste no se compra con dinero. Este valor es el valor del insumo en su mejor uso alternativo. Para la mano de obra de la familia del agricultor el precio de oportunidad de campo podría ser el salario esperado de un empleo fuera de la finca, si esta oportunidad existiera (ver 6.3: El costo de la mano de obra), o el valor del tiempo que dedicara a otra actividad alternativa en la finca, o el valor que el trabajador da al ocio o al descanso.

*Costo de campo de un insumo:* Es el precio de campo del insumo multiplicado por la cantidad de ese insumo que varía con la decisión. Pudiera expresarse como costo monetario o como costo de oportunidad de campo, dependiendo del insumo de que se trate.

---

\* Basado, con algunas modificaciones, en Perrin et al. (1976).

CUADRO 8.4. Cálculo del presupuesto parcial. Datos del experimento de Fríjol en tres fincas. Nariño.

TRATAMIENTO	A	AC	AF	AD	AV	ACF	ACD	ACV	AFD	AFV	ADV	ACFD	ACFV	ACDV	AFDV	ACFDV
Rendimiento	693	902	918	701	557	1 111	1 009	784	846	516	516	1 174	970	679	755	1 016
Rendimiento ajustado	693	902	918	701	557	1 111	1 009	784	1 087	846	516	1 174	970	679	755	1 016
Beneficio Bruto de Campo	554 400	721 600	734 400	560 800	445 600	888 800	807 200	627 200	869 600	676 800	412 800	939 200	776 000	543 200	604 000	812 800
Costos Variables:																
Fertilización			105 000			105 000			105 000	105 000		105 000	105 000		105 000	105 000
Control Enfermedades		90 000				90 000	90 000	90 000	36 000			90 000	90 000	90 000		90 000
Cambio densidad				36 000			36 000		36 000	36 000	36 000	36 000		36 000	36 000	36 000
Cambio variedad					36 000			36 000		36 000	72 000		36 000	72 000	72 000	72 000
Total Costos Variables	0	90 000	105 000	36 000	36 000	195 000	126 000	126 000	141 000	141 000	108 000	231 000	231 000	198 000	213 000	303 000
Beneficio "Neto" Parcial	554 400	631 600	629 400	524 800	409 600	693 800	681 200	501 200	728 600	535 800	304 800	708 200	545 000	345 200	391 000	509 800

*Costo total de campo o costo variable:* La suma de los costos de campo de todos los insumos que son afectados por la decisión. En el presupuesto parcial se tienen en cuenta únicamente aquellos insumos que son afectados por la decisión, de tal manera que el costo total de campo en este contexto se refiere a los costos variables, es decir, aquellos que son afectados por la decisión.

*Beneficio neto parcial:* Es el beneficio bruto de campo menos el total de costos variables. La cifra de beneficio neto parcial pretende presentar el valor que el agricultor otorga a la producción adicional menos el valor que otorga a aquellos insumos que él debe emplear para lograr esa producción adicional. No debe confundirse este concepto con el de utilidad neta o ganancia del cultivo, pues aquí interesa solamente el impacto de un cambio parcial en ésta y no su totalidad.

### 8.5.2. El análisis marginal

En las secciones anteriores se discutieron algunos conceptos básicos y la forma de elaborar un presupuesto parcial, que permite determinar la magnitud de los costos y beneficios que implica hacer un cambio en el sistema de cultivo. Si el capital no fuera limitado, y si no tuviera un costo (medido en la forma de una tasa de interés), la alternativa lógica sería la que da el mayor beneficio neto parcial. Sin embargo, como ya se ha mencionado, el capital es con frecuencia el recurso más limitante por lo cual, ante una variedad de alternativas para seleccionar, es necesario asegurarse de hacer un uso eficiente del capital disponible.

En esta sección se seguirá, con algunas modificaciones, la metodología propuesta por el Cimmyt (Perrin *et al.*, 1976).

En el **Cuadro 8.5** se han arreglado los tratamientos del Cuadro 8.4 en orden descendente según los Beneficios netos parciales. Al frente de cada beneficio neto parcial se presenta el Costo variable correspondiente. Parece evidente que algunas de las alternativas presentadas serían difícilmente escogidas por los agricultores. Por ejemplo, todos los tratamientos que incluyen el cambio de variedad (V) tienen costos variables mayores que la tecnología del agricultor (A) y sus beneficios son menores. A estos tratamientos se les denomina alternativas dominadas. Lo mismo se aplica al tratamiento AD (cambio de densidad), que es también dominada por la tecnología del agricultor. El tratamiento AF es dominado por el tratamiento AC por cuanto tiene costos variables mayores que éste, a la vez que menores beneficios. De la misma manera los tratamientos ACF y ACFD son dominados por el tratamiento AFD. Todos los tratamientos dominados se eliminan y no se tienen en cuenta en los análisis subsiguientes.

**CUADRO 8.5. Análisis de dominancia y cálculo de la tasa de retorno marginal. Datos del experimento de Fríjol en tres fincas. Nariño.**

TRATAMIENTO	BENEFICIO NETO PARCIAL	COSTO VARIABLE	DOMINADOS	INCREMENTO BNP	MARGINAL CV	TASA DE RETORNO MARGINAL
AFD	728 600	141 000		47 400	15 000	316.00%
ACFD	708 200	231 000	*	---	---	
ACF	693 800	125 000	*	---	---	
ACD	681 200	126 000		49 600	36 000	137.78%
AC	631 600	90 000		77 200	90 000	85.78%
AF	629 400	105 000	*	---	---	
A	554 400	0				
ACFV	545 000	231 000	*	---	---	
AFV	535 800	141 000	*	---	---	
AD	524 800	36 000	*	---	---	
ACFDV	509 800	303 000	*	---	---	
ACV	501 200	126 000	*	---	---	
AV	409 600	36 000	*	---	---	
AFDV	391 000	213 000	*	---	---	
ACDV	345 200	198 000	*	---	---	
ADV	304 800	108 000	*	---	---	

En las columnas tercera y cuarta del Cuadro 8.5 se presentan los incrementos marginales en Beneficio neto parcial y en Costo variable. Estos se obtienen simplemente restando del Beneficio neto parcial y del Costo variable del tratamiento los correspondientes valores del tratamiento no dominado inmediatamente inferior. Como debajo del tratamiento AFD, que es el que presenta el mayor Beneficio neto parcial, sólo hay tres tratamientos no dominados, entonces sólo habrá tres pares de incrementos marginales.

Cuando el capital es escaso y costoso, un criterio de decisión lo proporciona la rentabilidad que se obtenga de la inversión. La rentabilidad marginal (o tasa de retorno marginal) para un incremento determinado es el incremento en el beneficio neto parcial (beneficio neto marginal) dividido entre el incremento en el costo variable (costo marginal). Así, la tasa marginal de retorno para los primeros \$90.000 adicionales en gasto al introducir el control de enfermedades, tratamiento AC (suponiendo que se toma como punto de partida el tratamiento no dominado mas bajo en la lista, en este caso el testigo del agricultor) se calcula como sigue:

$$\frac{77.200 \text{ (beneficio neto marginal)}}{90.000 \text{ (costo marginal)}} = 0.8578 \text{ es decir, } 85.78\%$$

Si el agricultor estuviera dispuesto a invertir \$ 36.000 adicionales, podría en cambio utilizar la combinación ACD, obteniendo una rentabilidad marginal del 137.78% por estos \$ 36.000 adicionales.

(Combinando los dos pasos estaría invirtiendo  $90.000 + 36.000 = 126.000$ , para un beneficio neto marginal combinado de  $77.200 + 49.600 = 126.800$ , con lo cual la rentabilidad combinada de pasar de A a ACD sería de  $126.800/126.000 = 1.0063$ , es decir, 100.63%.

Todavía podría plantearse la pregunta de si vale la pena invertir \$15.000 adicionales para seleccionar el tratamiento AFD. Estos \$15.000 de inversión adicional permiten incrementar el beneficio neto en \$47.400, lo cual implica para estos últimos \$15.000 una rentabilidad marginal de 316.00%. La rentabilidad combinada (promedio) de todo el cambio, pasando desde A hasta AFD sería entonces de  $(77.200 + 49.600 + 47.400) / (90.000 + 36.000 + 15.000) = 174.200 / 141.000 = 1.2355$ , es decir, 123.55%.

¿Cuál es el criterio para seleccionar la mejor entre estas alternativas? El procedimiento se basa en una comparación de las tasas marginales de retorno con el costo del capital (bien sea la tasa de interés del mercado que sea aplicable o el costo de oportunidad del capital). Supongamos que este costo del capital puede estimarse en 25% semestral. Entonces la elección óptima me lleva escoger el tratamiento que ofrezca el mas alto beneficio neto parcial compatible con una tasa marginal de retorno no inferior al 25%. En este caso se trata de la combinación AFD. Nótese sin embargo (y ésta es una aclaración muy importante), que el tratamiento AFD se escogería según este criterio no por ofrecer la mas alta tasa de retorno marginal (316%) que sólo se aplica sobre los últimos \$ 15.000 de inversión, sino por ofrecer el mas alto beneficio neto parcial sin que su tasa de retorno marginal llegue a caer por debajo del 25%. Para una inversión acumulada (o costo variable) de \$141.000, que tendría un costo de interés de  $\$141.000 \times 0,25 = \$35.250$  se obtendría una utilidad neta (parcial) de  $\$ (47.400 + 49.600 + 77.200) - 35.250 = \$138.950$ , después de descontar los costos de capital.

Para facilitar la comprensión de este último punto se presenta a continuación un ejemplo hipotético (**Cuadro 8.6**)

**CUADRO 8.6. Ejemplo de análisis marginal con datos hipotéticos. Selección del tratamiento óptimo económico.**

TRATA- MIENTO	BNP	CV	DOMI- NADOS	INCREMENTO MARGINAL BNP	INCREMENTO MARGINAL CV	TASA DE RETORNO MARGINAL	COSTO CAPITAL 25%	BNP DESPUÉS DE PAGAR INTERESES
L	2'250 000	866 900		30 000	259 000	11.58%	216 725	2'033 275
D	2'220 000	607 900		20 000	105 000	19.05%	151 975	2'068 025
K	2'200 000	502 900		20 000	70 600	28.32%	125 725	2'074 275
J	2'180 000	432 300		50 000	67 000	74.63%	108 075	2'071 925
I	2'130 000	365 300		10 000	55 800	17.92%	91 325	2'038 675
E	2'120 000	309 500		100 000	111 200	89.93%	77 375	2'042 625
TESTIGO	2'110 000	358 000	*	*	*	*	*	*
C	2'020 000	198 300		90 000	53 000	169.81%	49 575	1'970 425
B	1'950 000	215 000	*	*	*	*	*	*
F	1'930 000	145 300		80 000	25 300	316.21%	36 325	1'893 675
H	1'850 000	120 000		-	-	-	30 000	1'820 000
G	1'780 000	180 000	*	*	*	*	*	*

Si en el Cuadro 8.6 empezamos a examinar los tratamientos no dominados, empezando por el mas bajo en el orden de beneficios netos, el H, observamos que el cambio al siguiente, el F, proporciona un retorno de 316.21 %. Un paso mas, hasta el tratamiento C, da un retorno de 169.81 %. El siguiente paso, hasta el E, da un retorno de 89.93 %. Al pasar al tratamiento I, ya el retorno no cumpliría el requisito de estar por encima del costo del capital, estimado (para fines de este ejercicio) en 25 %. ¿Significa ésto que debemos parar entonces en el tratamiento E, puesto que el siguiente paso ya no es rentable? Éste sería el caso si mas arriba en la columna no se presentara ningún retorno por encima del 25 %. Si observamos el Cuadro, el siguiente tratamiento, el J tiene un retorno de 74.63 %. Debemos examinar si al promediar este retorno (ponderadamente) con el retorno anterior se obtiene, al saltar de E a J (saltando por encima de I), un retorno superior al 25 % que es nuestro criterio de decisión. Veamos:

$$\frac{10.000 + 50.000 \text{ (incr. marg. en BNP)}}{55.800 + 67.000 \text{ (incr. marg. en CV)}} = 0.4886, \text{ es decir, } 48.86 \%$$

Esta tasa de retorno es superior al 25%, por lo cual sí se justifica dar el salto hasta el tratamiento J. El siguiente paso, hasta el tratamiento K, todavía está justificado según nuestro criterio de decisión, pues ofrece una rentabilidad marginal del 28.32 %, suficiente para cubrir un costo de capital del 25% y dejar todavía un pequeño remanente. Sin embargo, la decisión final debe tener también en cuenta consideraciones de riesgo.

Los siguientes pasos hacia arriba, hacia el tratamiento D o el L ya no están justificados económicamente, pues son movimientos que no compensan los costos de la inversión adicional requerida. Esto puede ser corroborado mirando la última columna del Cuadro, en la cual se presentan los beneficios netos parciales después de descontar los costos de la inversión. El tratamiento que ofrece los mas altos beneficios netos parciales es el mismo tratamiento K que habíamos seleccionado haciendo uso del criterio de la tasa de retorno marginal. La utilidad neta del cultivo se obtiene restándole al beneficio neto parcial (después de descontar los costos de la inversión adicional), los costos fijos. Si, por ejemplo, los costos fijos fueran de \$ 1'200.000, la utilidad neta sería de \$ 874.275 para el tratamiento K, y ésta sería la elección que daría la mas alta utilidad neta. Obsérvese nuevamente que el tratamiento F, que presentaba la mas alta tasa de retorno marginal no es la elección óptima, pues sólo daría un beneficio neto parcial (después de costos de capital) de \$ 1'893.675, y al descontar los costos fijos dejaría una utilidad neta de sólo \$ 693.675.

## BIBLIOGRAFÍA

PANTOJA L., CARLOS; VILLOTA M., MANUEL y SANTACOLOMA O., DARÍO. 1985. Manual metodológico del proceso de ajuste de tecnología agrícola. ICA, Tibaitatá, Bogotá, Colombia. (Documento de Trabajo 01-6-231-86). p. 145.

PERRIN, R. H., *et al.* 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. Mexico, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 54 p.

**ANEXO. COSTOS PROMEDIOS DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN US \$ POR LIBRA, SEGÚN PATRONES DE COSTOS DE FEDERACAFÉ. 1996**

REGION DE CALDAS	TECNIFICADO AL SOL		TECNIFICADO A LA SOMBRA		TRADICIONAL	
	Arrobas/ha	U.S.\$/libra	Arrobas/ha	U.S.\$/libra	Arrobas/ha	U.S.\$/libra
1. SUPONIENDO COSTO DE RECOLECCION DE \$ 100 POR KG. DE CPS						
CENTRO	170.3	0.70	106.7	0.78	61	0.59
OCCIDENTE	128.5	0.81	96.2	0.82	54	0.62
NORTE	109.3	>0.86	93.1	0.84	38	0.76
ORIENTE	113.6	>0.86	80	>0.86	36	0.78
PROM. CALDAS	141.8	0.76	94.5	0.83	44	0.69

2. SUPONIENDO COSTO DE RECOLECCION DE \$ 120 POR KG. DE CPS

CENTRO	170.3	0.74	106.7	0.83	61	0.64
OCCIDENTE	128.5	0.86	96.2	0.88	54	0.68
NORTE	109.3	>0.91	93.1	0.90	38	0.80
ORIENTE	113.6	>0.91	80	>0.91	36	0.83
PROM.CALDAS	141.8	0.81	94.5	0.89	44	0.74

# 9. ECONOMÍA CAMPESINA Y ECONOMIA EMPRESARIAL EN LA SELECCIÓN Y ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA

Por: Jorge Lopera Palacios

## 9.1 Introducción: El proceso de decisión racional

A veces se escucha el argumento de que los campesinos no responden a los criterios de decisión de la lógica económica, o que tienen una racionalidad diferente, y que por consiguiente el análisis económico no es de gran ayuda para entender la economía campesina. ¿En qué medida son racionales los productores agropecuarios en sus procesos de decisión? Por ejemplo, cuando un productor rechaza una nueva tecnología, ¿está obrando racionalmente?

Para responder a estas preguntas, antes que nada conviene explorar un poco el significado de eso que nosotros llamamos racionalidad. En forma resumida, podemos mirar un proceso de decisión racional como algo consistente en una secuencia de pasos como los siguientes:

**1. Identificación de un problema.** ¿Cuándo nos damos cuenta de que existe un problema? Básicamente, un problema surge de una comparación entre la realidad y los objetivos de la unidad de decisión (que puede ser un individuo, una familia o una empresa). Si la realidad concuerda con los objetivos, no existe un problema; en cambio, si existe una discrepancia entre la realidad y lo deseado, nos hallamos ante la presencia de una situación problemática que requiere solución.

**2. Búsqueda de alternativas.** Una vez detectada la existencia de un problema, la unidad de decisión emprende una búsqueda de posibles vías de solución al problema. Puede suceder que exista sólo una o unas pocas alternativas o, por el contrario, pueden existir muchas alternativas de solución.

Cuándo debe detenerse la unidad de decisión en este proceso de buscar alternativas? Esta búsqueda por lo general es un proceso que implica costos e igualmente toma tiempo, por lo cual no puede proseguirse indefinidamente, pues significaría también la dilación indefinida en la solución del problema.

Es presumible esperar que, una vez se han identificado unas cuantas alternativas viables, esfuerzos adicionales de búsqueda sólo producirían mejoramientos marginales pequeños con relación a la mejor de las soluciones ya encontradas, por lo cual llegará un momento en que los costos adicionales de buscar una alternativa mas no serán compensados por el mejoramiento que ofrece esa alternativa por encima de la mejor solución ya encontrada (aquí también tiene aplicabilidad la ley de los rendimientos marginales decrecientes). Por tal motivo, las unidades de decisión normalmente se

limitan a explorar unas pocas alternativas de solución, y a escoger entre ellas la que parece mas adecuada, lo cual constituye el siguiente paso del proceso:

**3. Evaluación de alternativas y selección de la mas adecuada.** Una vez se cuenta con un conjunto de alternativas, éstas se evalúan con base en criterios determinados por los objetivos de la unidad de decisión. De entre estas alternativas se escogerá, generalmente, la que mas contribuye a cerrar esta brecha entre la realidad y los objetivos, que se había definido como problema.

**4. Ejecución de la alternativa seleccionada.** Este paso consiste en poner en práctica la alternativa (y asumir la responsabilidad de las consecuencias de la decisión), para lo cual la unidad de decisión compromete los recursos necesarios de acuerdo con la importancia que se le asigna al problema.

**5. Evaluación de los resultados de la acción.** Es el paso final del proceso, en el cual se contrasta nuevamente la realidad con los objetivos. Si la brecha que existía se ha cerrado, entonces la solución ha tenido éxito; en caso contrario, se reinicia el proceso de búsqueda de alternativas.

El asunto de importancia crucial en todo este proceso lo constituye la definición de los objetivos de la unidad de decisión. Ante una misma realidad, existirá o no existirá un problema según sean dichos objetivos, o ante varios problemas, diferentes unidades de decisión los colocarán en diferente orden de prioridades. De la misma manera, dado un conjunto de alternativas, la evaluación que se haga de éstas será diferente para unidades de decisión diferentes, y así mismo podrá ser diferente la alternativa seleccionada. Con estos antecedentes, trataremos de explicar en las secciones siguientes algunas diferencias entre el productor empresarial y el campesino.

## **9.2. El empresario y su racionalidad**

¿Qué entendemos por agricultor empresarial? Llevando las cosas hasta un extremo de abstracción, podríamos partir de un concepto expresado por Colin Clark (citado por Chombart de Lauwe, Poitevin y Tirel) hace unos años en el sentido de que hoy en día se puede ser empresario agrícola con sólo disponer de una oficina y un teléfono (y de estas cosas la mas importante es el teléfono). ¿Cuál es esa actividad empresarial que tiene como requisito esencial, casi único, el disponer de un medio de comunicación? Ella es la función de organización y coordinación de recursos para un fin productivo. El empresario es ante todo un organizador y coordinador de los recursos.

No es esencial para ser empresario agrícola poseer tierra; ésta puede obtenerse en arriendo o por medio de alguna forma de asociación con el propietario de ésta. Tampoco es esencial poseer capital; éste puede obtenerse a crédito (ser amigo de los banqueros ayuda en esto). Ni es esencial poseer maquinaria; las

labores mecánicas pueden contratarse, o se puede tomar en arriendo la maquinaria. Los insumos pueden solicitarse al almacén; y la mano de obra para todas las labores puede contratarse a destajo para cada labor específica. Los riesgos del proceso productivo y del mercado también pueden transferirse a otras personas naturales y jurídicas (compañías aseguradoras: seguro de cosechas; Bolsa Agropecuaria: mercado de futuros para los riesgos de precios). Y todos estos factores, al igual que la asistencia técnica pueden, en nuestro caso, negociarse a través del teléfono.

Por desempeñar todas estas actividades de coordinación y organización de recursos, el empresario abstracto (o por así decirlo, "químicamente puro") recibe una remuneración que es la ganancia neta (GN) o utilidad o beneficio empresarial. Ésta se calcula restando del valor de la producción (VP) todos los costos (o costos totales, CT):

$$GN = VP - CT$$

Para este empresario todos los costos son identificables y representan valores efectivamente pagados según su cotización en el mercado. El objetivo de su actividad como empresario es maximizar esa ganancia neta. Bajo este supuesto, el productor empresarial solamente utilizará un insumo cualquiera si su utilización retribuye una cantidad de producto suficiente para compensar el gasto incurrido y, a la vez, dejar un margen de ganancia.

Para este productor, las necesidades de fuerza de trabajo se satisfacen casi exclusivamente a base de mano de obra asalariada; el productor por sí mismo aporta poca mano de obra al proceso productivo, y la familia juega poco o ningún papel como aportante de mano de obra. La unidad de decisión es la empresa y las decisiones se toman de manera impersonal, teniendo en mira las ganancias como criterio de decisión; las decisiones tienen que ver con cosas y no con personas, y aún el trabajo humano (asalariado) se negocia como una cosa.

### **9.3. El campesino y su racionalidad**

A diferencia del empresario que acabamos de describir, es difícil separar la vida familiar del campesino de la marcha diaria de las actividades productivas; las decisiones de producción no pueden tomarse impersonalmente porque no afectan sólo a ésta sino que también afectan las actividades de la familia a través de la asignación del tiempo entre el trabajo, el ocio y otras actividades, así como las decisiones de consumo. Por este entrelazamiento se puede decir que para el productor campesino la unidad de decisión es la familia y no la empresa; las decisiones no se refieren sólo a cosas, sino que también y primordialmente se refieren a personas: los miembros de su familia.

Por otra parte, el productor campesino no contrata en el mercado todos los factores de producción. Para él, en la generalidad de los casos, la tierra y su trabajo y el de su familia son los factores principales de que dispone para la producción, factores que muchas veces tienen pocas alternativas de uso por fuera de la unidad familiar, por lo cual su costo de oportunidad (como medida real del sacrificio económico involucrado) está generalmente por debajo de los valores nominales del mercado (los cuales sí son válidos como medida de los costos del empresario).

Al mismo tiempo, este productor campesino debe adquirir en el mercado algunos de los insumos requeridos para la producción, especialmente agroquímicos y herramientas manuales, cuyo costo debe pagar en dinero efectivo al precio del mercado. Este hecho, además de la imposibilidad de producir en su parcela toda la diversidad de productos que son de uso obligado aún en las familias de mas bajos ingresos, exige que el productor campesino venda en el mercado al menos una parte de su cosecha.

A diferencia del productor empresarial, cuya producción va en su totalidad al mercado, por lo general el productor campesino consume directamente una proporción considerable de su producción y sólo una fracción de ella va al mercado, aunque éste no siempre es el caso pues, por ejemplo, los productores de café o de tabaco tienen poco uso directo para su cosecha y deben venderla para adquirir lo necesario para su consumo.

Bajo estas condiciones, parece pertinente modificar para el productor campesino el objetivo que se planteó para el productor empresarial. Cuando se dijo que para este último el criterio por maximizar (su "función objetivo") era la ganancia neta, el campesino, en cambio, quizá lo que primordialmente busca maximizar es el ingreso disponible (en efectivo y en especie) para satisfacer las necesidades de su familia. Este ingreso disponible, ID (o renta agrícola familiar) se puede definir como la diferencia entre el valor de la producción, VP y los pagos hechos a factores externos a la explotación, PFE:

$$ID = VP - PFE$$

¿Cuáles son esos pagos a factores productivos externos a la explotación? Primordialmente están constituídos por los gastos en insumos químicos, herramientas y equipos, intereses por créditos obtenidos para la producción, salarios pagados a personal eventual, etc.

En el valor de la producción está considerado no sólo lo que se vende en el mercado, sino que también entra un estimativo del valor de los productos consumidos directamente por la familia. Este autoconsumo debe valorarse probablemente no a los precios de venta del resto del producto en el mercado (menos los costos de transporte), sino mas bien a lo que le costaría a ese

campesino comprarlo en el mercado y transportarlo hasta la finca (o sea, al costo de oportunidad desde el punto de vista del consumo).

El ingreso disponible no es una medida exclusivamente de la ganancia neta (como lo sería en el caso del empresario, en el cual todos los factores de la producción deben adquirirse en el mercado), sino que también en él están incluídas las retribuciones a los factores poseídos por el pequeño productor, específicamente su tierra y su mano de obra familiar, así como su aporte de capital de operación.

#### **9.4. ¿Qué es, entonces, lo que diferencia al campesino del empresario?**

En la discusión precedente, se han mencionado algunos puntos de diferenciación, pero el mas importante de todos, y el esencial radica en los objetivos de la unidad de decisión. El empresario se embarca en un proceso productivo teniendo como mira la maximización de la ganancia o utilidad neta, mientras que para el campesino su objetivo apunta a la maximización de las posibilidades de consumo y acumulación que determinan en gran medida el bienestar de su familia.

Esta diferencia de objetivos lleva a que en circunstancias similares, el campesino tome decisiones diferentes de las que tomaría un productor empresarial. Supóngase, por ejemplo (Lopera, J. y Lopera, H., 1986), que para producir un determinado producto por valor de \$100.000, un productor empresarial debe incurrir en unos costos totales de \$120.000. Bajo estos supuestos, el empresario tomará la decisión de abstenerse de producir, pues si lo hiciera incurriría en una pérdida de \$20.000. Para un productor campesino, si se valoraran los factores de producción aportados por el campesino (tierra, mano de obra familiar) a los precios nominales del mercado, el costo total resultaría igualmente de \$120.000. Sin mas análisis, se concluiría con ligereza que ese campesino perderá \$20.000 si emprende esa actividad.

Pero puede suceder (y probablemente es el caso mas frecuente, cuando no hay alternativas reales de uso para la tierra y la mano de obra familiar), que el campesino no haga este cálculo, comparando el valor de la producción (\$100.000) contra unos hipotéticos costos totales (\$120.000) para concluir que perderá \$20.000. Si los pagos a factores externos a la explotación fueran de \$40.000, correspondiendo los restantes \$80.000 a los costos imputados a su tierra y su aporte de mano de obra familiar (costos no transados en el mercado), lo mas probable es que este campesino compare mas bien ese valor de la producción (\$100.000) contra los \$40.000 de págos a factores externos para concluir que le quedará un ingreso disponible (o familiar) de \$60.000 (es decir, \$100.000 - \$40.000).

Esos \$60.000 son en esencia la remuneración residual a sus aportes al proceso productivo (tierra, mano de obra, actividades de organización y coordinación de recursos). Aquí encontramos otra diferencia fundamental con la agricultura empresarial. Mientras que en esta última la tierra y la mano de obra entran contablemente como rubros de costos y su valor puede determinarse con bastante precisión en el momento de incorporarse al proceso productivo, pues se basa en transacciones efectivamente realizadas en el mercado, el campesino, en cambio, sólo sabrá cuál fué la remuneración a sus aportes productivos, no al momento de su incorporación al proceso, sino después de la cosecha y de liquidar el costo de los factores externos a la explotación. Si queda algún remanente, esa es su remuneración. A veces no hay remanente. Es decir, la remuneración de los esfuerzos del campesino es un residuo que puede no existir.

## **9.5. ¿Es posible convertir al campesino en empresario?**

La transformación del campesino en empresario, expresada como objetivo de política, no parece tener mucha razón de ser en sí misma, pues tiene implícito un juicio de valor en el sentido de que es mas deseable ("mejor") ser empresario que ser campesino. Pero esto no está demostrado y probablemente no puede ser demostrado. En sí mismo tal vez no es ni bueno ni malo ser campesino (o ser empresario). La preocupación de nuestros esfuerzos en pro del desarrollo rural debe centrarse en lograr aumentos en el nivel de vida de la población objetivo de nuestro trabajo y el éxito de esos esfuerzos debe medirse en términos de si se logra o no mejorar ese nivel de vida. El campesino puede llegar a ser empresario, pero no como fruto de un esfuerzo orientado explícitamente a lograr tal fin, sino mas bien en forma gradual y como resultado indirecto del proceso.

En efecto, cabe esperar que el campesino, a medida que mejora su nivel de vida, puede liberar gradualmente a su familia, especialmente a sus hijos, de la necesidad de aportar trabajo a la explotación, permitiéndoles permanecer mas años en la escuela para avanzar su educación, remplazando esa mano de obra por trabajadores asalariados. Igualmente, puede introducir gradualmente fuerza mecánica para remplazar mano de obra en algunas labores en la medida en que su ingreso y las condiciones de la explotación lo permitan (ejemplo, picadoras de pasto con motor, trapiches, tractores arrendados o propios, etc.). Toda esta evolución se va traduciendo en una separación gradual entre la familia y la explotación hasta llegar a una situación en la cual la finca ya no depende de la mano de obra familiar, la familia probablemente se ha radicado en el casco urbano y el manejo de la explotación se puede desligar completamente de la familia. Ahora sí puede empezar a manejarse impersonalmente, como empresa.

## 9.6. El campesino frente al riesgo

La productividad esperada de los recursos limitantes no es el único criterio de decisión del agricultor. Los rendimientos de la actividad agropecuario no dependen tan sólo de los factores que controla el productor. También dependen de factores climáticos aleatorios, cuya acción puede influir a lo largo de todo el período que toma el proceso productivo, causando variabilidad considerable en los rendimientos. Esto hace particularmente riesgosa la agricultura, riesgo que se acentúa al depender de un mercado inestable, en donde es difícil predecir los precios que prevalecerán al momento de vender el producto.

Los campesinos de escasos recursos han evolucionado tecnologías y estrategias para hacer frente a los riesgos, buscando disminuir la variabilidad en los rendimientos y en los ingresos, aún al costo de sacrificar parte de las expectativas de ingreso. Debido al papel desempeñado por la aversión al riesgo, una tecnología que aumente los rendimientos esperados tendrá una reducida posibilidad de ser adoptada, si al mismo tiempo incrementa desproporcionadamente la varianza en los rendimientos. Un ejemplo podría ser el caso del uso de fertilizante en una región en donde la sequía se presenta con frecuencia: en años de buenas lluvias podrán obtenerse altos rendimientos, pero en años de sequía no sólo no se obtendrá ningún aumento en los rendimientos, sino que además se perderá la inversión hecha en el fertilizante.

Para explorar la actividad del campesino frente al riesgo puede ser útil un ejemplo. Imaginémos que el agricultor es un jugador, cuyo oponente es la Naturaleza. Cada uno de los jugadores tiene a su disposición varias estrategias para escoger, y los resultados (ganancias) del juego dependerán para el agricultor no sólo de la estrategia por él elegida sino también de la estrategia elegida por su oponente. Supongamos que las estrategias posibles de la Naturaleza para la temporada de cultivos se pueden consolidar en términos generales en tres grandes grupos: lluvia excesiva (N<sub>1</sub>), lluvia normal (N<sub>2</sub>) y lluvia escasa o sequía (N<sub>3</sub>). ¿Qué información tenemos sobre las inclinaciones de la Naturaleza a preferir una u otra estrategia? Si disponemos de registros meteorológicos de un buen número de años, podríamos estimar la frecuencia relativa (o probabilidad) de ocurrencia de cada caso. Supongamos que para la región en donde está nuestro agricultor se estimaron esas probabilidades y son las siguientes:

$$P(N_1) = 0.3 ; \quad P(N_2) = 0.5 ; \quad P(N_3) = 0.2$$

Los resultados (por ejemplo ingresos) esperados por el agricultor de cada combinación de estrategias propias con las de la naturaleza como oponente, se pueden expresar en forma de una matriz de pagos como en el Cuadro 9.1. En este Cuadro, la matriz de pagos está conformada por las tres primeras columnas numéricas; las demás columnas servirán para la discusión.

**CUADRO 9.1.** Matriz de pagos de un agricultor enfrentado a la Naturaleza.  
(Valores hipotéticos en unidades monetarias)

Estrategias Agricultor	Estrategias de la Naturaleza			Valor esperado (Promedio)	Valor Mínimo	Varianza
	N1 (P=0.3)	N2 (P=0.5)	N3 (P=0.2)			
A1	80	120	70	98	70	496
A2	150	200	-10	143	-10	6321
A3	75	110	70	91.5	70	345.25
A4	70	70	70	70	70	0

Ante esta matriz de pagos, ¿cuál de las cuatro estrategias posibles del agricultor (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, ó A<sub>4</sub>) debería recomendarse?

Un primer análisis permitirá descartar las estrategias A<sub>3</sub> y A<sub>4</sub>, pues en ningún caso llegan a superar los resultados de la estrategia A<sub>1</sub>. Esta última siempre da resultados superiores o, en el peor de los casos, iguales a los de A<sub>3</sub> y A<sub>4</sub>. En este sentido, se puede decir que A<sub>3</sub> y A<sub>4</sub> son estrategias dominadas por A<sub>1</sub>. Entonces, el problema se reduce a escoger entre A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub>. ¿Cuál de las dos recomendar?

Un agricultor que tenga un amplio horizonte de planeación, esto es, que pueda mirar sin angustias el largo plazo, podría escoger la estrategia A<sub>2</sub>, que es la que en el promedio de un número grande de años rinde los mayores ingresos medios (columna 4a. del Cuadro 9.1). Para este agricultor, la ocurrencia de un año malo con ingresos negativos no trae consecuencias catastróficas, pues puede en el curso de varios años compensar sus pérdidas y salir adelante en el promedio.

Por otra parte, los agricultores campesinos, en general, no disponen de reservas o de otras fuentes de ingreso suficientes para sostenerse cuando se presenta un mal año. Ante esta eventualidad, si hubiera seguido la estrategia A<sub>2</sub>, el campesino probablemente no podría cumplir sus compromisos de

crédito y podría llegar hasta a perder la tierra. Para un campesino en el borde de la subsistencia, tendría mas sentido seguir una estrategia mas prudente en términos de riesgo, como lo es la A<sub>1</sub>: en el peor de los casos tiene asegurado un ingreso mínimo de 70, lo cual es a su vez el máximo de los valores mínimos que aparecen en la quinta columna numérica del Cuadro 9.1. Es decir que, para un agricultor sin capacidad de asumir riesgos, mas bien que la estrategia A<sub>2</sub>, que maximiza los ingresos medios a lo largo de los años, debería recomendarse una estrategia "segura" que maximiza los ingresos que se recibirán cuando se presente el peor de los casos (aún a costa de sacrificar el promedio), como sería la estrategia A<sub>1</sub>.

La varianza esperada de los ingresos se usa con mucha frecuencia como indicador del nivel de riesgo que se asume, y se concluye que disminuir esa varianza sería algo deseable. Sin embargo, perseguir ese objetivo por sí solo no garantiza un mejoramiento en las condiciones del agricultor. En nuestro caso, la estrategia A<sub>4</sub> tiene varianza cero y a pesar de esto fué descartada; igualmente la estrategia A<sub>3</sub> tiene varianza menor que las dos estrategias dominantes, A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub>, y también fué descartada.

Hasta ahora, el problema de elección se ha tratado como si hubiera que escoger un solo curso de acción y ceñirse estrictamente a él. Pero esto por lo general no sucede así, sino que con mas frecuencia se puede llegar a soluciones intermedias, especialmente entre los productores de escasos recursos.

¿Cómo se manejaría el caso de un productor que puede asumir algo de riesgo, pero no mucho? Supongamos el caso de un productor que no puede asumir el riesgo de que sus ingresos totales caigan por debajo de un cierto nivel, por ejemplo 50, que llamaremos el nivel crítico para ese productor.

La estrategia A<sub>1</sub> garantiza un mínimo de 70, que está por encima del nivel crítico, mientras que A<sub>2</sub> puede llegar a presentar un catastrófico valor negativo; el agricultor arriesgaría su supervivencia como productor si comprometiera todos sus recursos en esta estrategia. Pero si A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub> se pudieran combinar en el contexto de la finca, dedicando una porción de la finca ( $X_1$ ) a la primera y el resto ( $X_2 = 1 - X_1$ ) a la segunda, podría mejorarse el ingreso esperado, pero a cambio de asumir algo de riesgo (de que los ingresos totales caigan por debajo de 70, pero sin bajar de 50 que es el nivel crítico).

Las matemáticas para resolver este problema son sencillas. Se trata de tomar de las combinaciones posibles de A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub> la que en el peor de los casos resulte en unos ingresos totales de 50. En este caso sólo hay que examinar la columna 3 del Cuadro 9.1, y la combinación se obtiene resolviendo la ecuación:

$$70 * X_1 + (-10) * X_2 = 50$$

Es decir,

$$70 * X_1 + (-10) * (1 - X_1) = 50$$

Resolviendo esta ecuación, se obtiene,  $X_1 = 0.75$ . Entonces,  $X_2$  será 0.25. Esto quiere decir que el 75% de la superficie disponible debe utilizarse en la estrategia A<sub>1</sub> y el 25% restante con A<sub>2</sub>. Esta combinación de estrategias garantiza que los ingresos no caerán por debajo de 50 ni en el peor de los casos. Los ingresos medios (a lo largo de los años) serán:

$$0.75 * 98 + 0.25 * 143 = 109.25$$

Es decir, que a cambio de introducir un elemento de riesgo que no exceda sus capacidades de arriesgar, el productor lograría mejorar su ingreso medio en 11.25 unidades (al pasar de 98 con la estrategia A<sub>1</sub> a 109.25 con una combinación de estrategias).

Este análisis concuerda, en buena medida, con lo observado con mucha frecuencia en las fincas de los agricultores, en donde coexisten cultivos "seguros" con cultivos "riesgosos" en alguna forma de combinación óptima. Sin necesidad de saber mucho de números, el agricultor es un hábil administrador de riesgos. Otra manera como los campesinos disminuyen los riesgos sobre sus ingresos consiste en la siembra de cultivos asociados; éstos, a la vez que aumentan el ingreso total por un uso más eficiente del suelo y otros recursos, disminuyen la variabilidad en el ingreso por cuanto las condiciones adversas no afectan por igual a todos los componentes del asocio. El resultado de estos dos efectos se traduce en una drástica reducción del riesgo de que los ingresos caigan por debajo de algún nivel crítico. El **Cuadro 9.2** ilustra el impacto de esta práctica.

**CUADRO 9.2.** Ingreso neto, coeficiente de variación y probabilidad de que el ingreso neto por hectárea caiga por debajo de US\$ 350 para monocultivo y cultivo asociado

ARREGLO	INGRESO NETO /Ha US\$	COEFICIENTE DE VARIACION	PROBABILIDAD DE QUE IN/Ha CAIGA DEBAJO DE US\$350
Sorgo	361	53	0.48
Guandul	523	47	0.24
Sorgo x Guandul	618	35	0.11
Maíz	632	65	0.24
Soya	506	47	0.26
Maíz x Soya	852	41	0.08

FUENTE: Rao et al. (1979), Krisnamoorty (1980), citados por GOMEZ, A. A. y GOMEZ, K. A. ,1983. (P. 45)

El análisis que se ha hecho aquí de la situación del campesino con respecto al riesgo es muy simple e incompleto, dadas las limitaciones de tiempo y espacio. Vale la pena anotar que la discusión anterior se ha enfocado a la parte de la variabilidad de los ingresos que depende de variaciones en los rendimientos debidas a fenómenos naturales (el clima). Si se tiene en cuenta que el ingreso bruto es el producto del rendimiento (Y) por el precio (P), la variabilidad (o varianza, V) en el ingreso depende de ambas variables. Matemáticamente se expresa así (Goodman, 1960, citado por Hazell, 1982):

$$V(Y*P) = P^2*V(Y) + Y^2*V(P) + 2*Y*P*Cov(YP) - Cov(YP)^2$$

Mirando la situación de un agricultor individual, esta varianza puede ser muy grande al combinarse los efectos de la variabilidad de los rendimientos con la de los precios; pero si se mira en un contexto regional o nacional sobre un agregado de agricultores, existe una relación inversa entre los precios y las cantidades totales producidas y que salen al mercado (es decir, la covarianza entre Y y P sería negativa, con lo cual el tercer término del lado derecho sería negativo; y el cuarto término siempre se restaría también). En un año de malas cosechas los bajos rendimientos tienden a ser compensados por altos precios, con lo cual los ingresos brutos totales del agregado de agricultores no sufren

tanto como sufrirían si se eliminara este mecanismo natural de compensación por medio, por ejemplo, de programas de estabilización de precios (pero que no estabilizan los ingresos). Por supuesto que esta compensación actúa también, pero en forma adversa, en los años de buenas cosechas, cuando los precios bajos eliminan en buena parte o totalmente la ventaja que los productores esperaban de los mayores volúmenes mercadeados.

## **9.7. Algunas consideraciones sobre la tecnología**

La adopción por parte del usuario final es el indicador mas relevante de la adecuación o inadecuación de la oferta tecnológica. Sin embargo, ha sido práctica poco común en los estudios sobre adopción (o mejor, sobre no adopción) de tecnología, explorar mas alla del tradicionalismo, real o supuesto, de los agricultores, o de las fallas del sistema institucional de extensión o asistencia técnica.

La motivación que puede tener un productor agropecuario para adoptar la tecnología que se le ofrece depende, en gran medida, del potencial de esa tecnología para aumentar la productividad de sus recursos; se adoptarán aquellas tecnologías que permitan ahorrar los recursos mas escasos o hacer un uso mas eficiente de éstos. La hipótesis de la innovación inducida de Hayami y Ruttan (Ruttan, 1983) explica cómo el rumbo de desarrollo tecnológico de un país (o de una región) está determinado en gran medida por la abundancia o escasez relativa de los factores productivos, que en países de economía de mercado está reflejada en los precios relativos. En países como los Estados Unidos, en donde el avance de la agricultura comenzó bajo condiciones de gran abundancia de tierra barata, pero con una disponibilidad de mano de obra escasa y por ende costosa, el desarrollo tecnológico se orientó inicialmente hacia la mecanización, con altas inversiones de capital, con el propósito de ahorrar mano de obra. Contrasta este desarrollo con el caso del Japón, en donde las condiciones eran inversas, tierra muy escasa mientras que la mano de obra era abundante; allí el desarrollo tecnológico se orientó en sus primeras décadas en la dirección de innovaciones ahorradoras de tierra y se tradujo en una agricultura con amplio uso de fertilizantes y grandes esfuerzos investigativos en el mejoramiento genético de plantas orientado a producir variedades capaces de aprovechar eficientemente cantidades cada vez mayores de fertilizantes.

A medida que los grandes desbalances iniciales se fueron eliminando, cuando la frontera agrícola se cerró y la tierra dejó de ser tan abundante en los Estados Unidos (hacia 1920), y cuando en el Japón la mano de obra empezó a escasear (hacia 1960) a raíz del acelerado desarrollo industrial de la postguerra, el proceso de desarrollo tecnológico perdió el énfasis casi excluyente en la productividad de uno solo de los factores (mano de obra en los EU y tierra en el Japón), para buscar un crecimiento mas balanceado en la productividad de todos los factores en la medida en que todos empezaban a escasear y , por ende, a aumentar de precio..

Mirando el panorama colombiano, se observa una concentración en el desarrollo de tecnologías que aumentan la productividad por hectárea, es decir, tecnologías ahorradoras de tierra. Sin embargo, alcanzar este objetivo de ahorrar tierra exige por lo general hacer énfasis en tecnologías que implican altas inversiones de capital de operación, especialmente bajo la forma de insumos comprados (agroquímicos, equipos de riego, combustibles...). Este enfoque lleva implícito el supuesto de que la tierra es el factor mas escaso, es decir, el factor limitante de la producción agrícola, por lo cual es necesario ahorrarla, aún al costo de aumentar las necesidades de otros factores. Implícitamente, la tecnología que se ha generado con esta orientación, parece estar basada además en la existencia de un ambiente en el cual los recursos de capital no son limitantes, situación que parece cumplirse con mas realismo en el caso de fincas grandes de agricultura comercial con orientación empresarial, que tienen acceso a recursos (relativamente) abundantes de capital, ya sea provenientes de sus propietarios o de crédito suministrado por entidades financieras del Estado. En estas fincas, la expansión de la producción puede verse limitada, por la cantidad de tierra disponible, especialmente en el corto plazo, por lo cual tiene mucho sentido para estas fincas la introducción de tecnologías que aumenten los rendimientos por hectárea, haciendo uso de grandes cantidades de insumos químicos y de riego.

Simultáneamente, las dificultades de manejar una fuerza laboral asalariada relativamente grande, junto con el encarecimiento relativo de la mano de obra causado por las mismas políticas gubernamentales que distorsionan los precios relativos de la mano de obra y de la maquinaria, se han traducido en un desarrollo tecnológico del sector de agricultura comercial sesgado en la dirección de mecanización ahorradora de mano de obra.

Para el caso de los pequeños productores, la composición de recursos es diferente. Su recurso mas abundante (en términos relativos) es la mano de obra familiar y su pequeña parcela, mientras que su capital de operación es casi ninguno. Contrario a lo que comúnmente se asume, la pequeñez de la

parcela no es por lo general la limitación mas importante a la expansión de su producción. A pesar de la poca tierra disponible de estos productores, la escasez de recursos de capital propio y el limitado acceso a los recursos de crédito institucional tienden a constituir al capital en el factor mas limitante, el verdadero cuello de botella del proceso productivo. La evidencia de varios estudios apunta a señalar la capacidad de inversión como la variable determinante que mayor influencia tiene sobre la adopción de tecnología, y llega a ser tan limitante que ese productor "minifundista" muchas veces no alcanza a cultivar toda su escasa tierra por carencia de capital, el cual, en términos relativos, es mas escaso que la tierra (Ardila *et al.*, 1982; Vera, 1974; Isaza, 1975 y 1982).

Para un cultivo como el de papa, en algunas regiones del país, la semilla tiende a representar una proporción importante de los costos de producción, además de ser un insumo relativamente escaso y difícil de conseguir. En este caso es explicable la racionalidad de medir la productividad como lo hace todavía el productor, en términos de carga de producto obtenido por carga de sembradura ("el ocho", "el quince", etc.). El productor tiende a sembrar su papa con una densidad de siembra que le permite optimizar el rendimiento por carga de semilla. Bajo estas condiciones, ha sido difícil convencer al productor de la bondad de una recomendación técnica enfocada a maximizar la producción por unidad de tierra (Andrew, 1969).

De acuerdo con las anteriores consideraciones, no sería apropiado ofrecer a todos los productores las mismas recomendaciones técnicas. A aquellos productores cuyas limitaciones sean de tierra y de mano de obra, deben ofrecérseles tecnologías ahorradoras de tierra (que aumenten los rendimientos por hectárea) y de mano de obra (mecanización). Pero si la limitación mas importante no es de tierra sino de otro u otros recursos, las tecnologías que se ofrecen deben hacer énfasis en aspectos diferentes. Así, cuando el agua es el factor limitante, las recomendaciones óptimas deberían obedecer al criterio de un uso eficiente (ahorrativo) del agua; cuando el capital de operación es el cuello de botella, el criterio debe ser la productividad de este capital (su rentabilidad).

De lo expuesto se deduce la importancia de una correcta caracterización de los usuarios potenciales de la tecnología, caracterización que debe darse en términos de la estructura de recursos productivos de que disponen y de la forma y grado de acceso a éstos. La tradicional dicotomía entre productores comerciales ("empresariales") y productores pequeños ("minifundistas", "campesinos"), su número, área y participación relativa en volumen de la producción agropecuaria del país darían una primera aproximación para el análisis de necesidades tecnológicas. Como se argumentó en párrafos anteriores, los productores grandes (que disponen de tierra) necesitan

tecnologías anorradoras de mano de obra y, paradójicamente, también de tierra, pues ambos recursos son para ellos limitantes y, en términos relativos, mas costosos que el capital requerido para adquirir sus sustitutos (tecnologías mecánicas y químicas). En contraste, los productores pequeños, cuyo problema tradicionalmente se ha definido como de escasez de tierra, necesitan ante todo tecnologías ahorradoras del capital de operación (que mejoren su rentabilidad) y (aunque esto no es universalmente aplicable) generadoras de empleo, lo cual induciría a mirar con ojo crítico aquellas tecnologías basadas en alto uso de insumos comprados y costosos, cuyo propósito fundamental es aumentar los rendimientos pero descuidando la rentabilidad.

Por otra parte, hay considerable variación entre las regiones colombianas. En la región de la Orinoquia, el único recurso relativamente abundante es la tierra, y en concordancia la tecnología allí tendería en las etapas iniciales de su desarrollo a ser usadora extensiva (no ahorradora) de este recurso. En la región de los Valles Interandinos, las zonas planas se prestan a un desarrollo agropecuario de tipo empresarial, con alto uso de insumos y mecanización, mientras que las áreas de ladera excluyen en gran medida la posibilidad de mecanización, a la vez que la distribución de la tierra en pequeñas propiedades con limitado acceso a recursos de capital dificulta, al menos en el corto plazo, la adopción de tecnologías exigentes en insumos comprados.

Desde el punto de vista de las especies, se presenta también gran variedad en cuanto a la estructura de recursos de los productores y sus condiciones de acceso al mercado. Algunos cultivos, como el arroz, se llevan a cabo en su mayor parte bajo condiciones altamente mecanizadas y con considerable uso de insumos, y el proceso de adopción de tecnología ha sido rápido. Otros cultivos, como el maíz, tienen su nicho en el contexto de la agricultura tradicional y de colonización.

El caso del maíz puede servir para ilustrar algunas de las preguntas que se pueden hacer sobre la tecnología. En este cultivo, sólo un 20% de la producción proviene de la agricultura empresarial, y este porcentaje en los últimos años parece estancado o con tendencia a decrecer. En el resto de áreas bajo cultivo se observa muy poca adopción de las tecnologías disponibles. Mirando las estadísticas de producción de los últimos 20 años, se observa una tendencia hacia la disminución de las áreas sembradas en los departamentos en los cuales predomina la agricultura empresarial (ejemplo, Valle del Cauca), a la vez que aumenta en aquellos caracterizados por la explotación tradicional o de colonización (ejemplo, Santander, Córdoba). Sin embargo, el énfasis de la tecnología que se ofrece al productor de maíz apunta hacia una agricultura mecanizada y con alto uso de insumos, lo cual presupone unas condiciones de disponibilidad de recursos prácticamente imposibles de alcanzar por el agricultor tradicional cultivador de maíz. Mas aún, si estas condiciones

llegaran a darse, por ejemplo, por medio de un programa institucional de crédito, asistencia técnica, provisión de insumos y maquinaria y vías de acceso al mercado, es probable que ese productor se encuentre con que en esas condiciones es para él más rentable dedicarse a otro renglón de producción, como soya, arroz o algodón y, por tanto, deje de ser cultivador de maíz. La conclusión, paradójicamente, es que si se dieran las condiciones para que el productor pudiera tecnificar su cultivo de maíz con la tecnología que se le ofrece actualmente, esas mismas condiciones le permitirían dedicarse con más provecho a otros renglones, abandonando el maíz.

El caso del arroz es ilustrativo de otro tipo de problemas. Este cultivo ha presentado en las tres últimas décadas un desarrollo tecnológico acelerado con grandes aumentos en los rendimientos por hectárea. Pero los beneficios que habrían podido corresponder al productor por este aumento en la productividad se han capitalizado en buena parte en el precio de la tierra, con lo cual los productores que no son propietarios de la tierra han visto incrementados sus costos por hectárea a través del aumento en el valor del arriendo. Ante esta situación, han entrado a competir en la producción de arroz tierras de costos más bajos en los Llanos Orientales, cultivadas bajo condiciones de secano y con tecnologías menos intensivas en insumos y, en consecuencia, con menores rendimientos por hectárea, pero con costos por tonelada de producto comparables y competitivos con los de zonas de cultivos irrigados de altos rendimientos. Este caso sirve para ilustrar cómo regiones con diferentes combinaciones de recursos pueden ser igualmente competitivas cuando se orientan hacia un desarrollo tecnológico acorde con sus disponibilidades de recursos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ANDREW, C.O., 1969. Obstáculos en relación con el mejoramiento del sistema de producción-distribución de papa en Colombia. Bogotá, ICA, Departamento de Economía agrícola, Boletín No. 4. 248 p.
2. ARDILA, J., ARCILA, BELÉN y LÓPEZ, H. , 1986. Cambio técnico en el sector de pequeños productores campesinos en Colombia. El caso de Rionegro, Antioquia, Colombia. En: Piñeiro, M. y Llovet, I. (editores). Transición tecnológica y diferenciación social en la agricultura latinoamericana. San José, Costa Rica, IICA. pp. 143-175.

3. CHOMBART DE LAUWE, J. *et al.*, 1965. Moderna gestión de las explotaciones agrícolas. Madrid, Mundi-Prensa. 545 p.
4. GOMEZ, A.A., y GOMEZ, K.A., 1983. Multiple cropping in the humid tropics of Asia. Ottawa, Canadá, International Development Research Center IDRC
5. GOODMAN, L.A., 1960. On the exact variance of products. *Journal of the American Statistical Association* 55:539-562.
6. HAZELL, P.B.R., 1982. Instability in Indian food grain production. Washington. International Food Policy Research Institute IFPRI. (Research Report 30).
7. ISAZA, J., 1975. Análisis de factores asociados con la producción agrícola a nivel de minifundio en el oriente de Antioquia, Colombia. Medellín, ICA (Boletín de Investigación No. 22). 35 p.
8. ISAZA, J., 1982. Falta de adopción, un problema de transferencia. De la opinión a la realidad. Medellín, ICA. (Boletín Técnico No. 96). 55 p.
9. LOPERA, J. y LOPERA, H., 1985. Manual de análisis socioeconómico de resultados de ajuste de tecnología. Medellín, ICA. (Manual de Asistencia Técnica No. 37). 100 p.
10. RUTTAN, V.W. 1983. La innovación inducida en la interpretación del cambio técnico en la agricultura de los países desarrollados. *En*: Piñeiro, M. y Trigo, E. (editores). Cambio técnico en el agro latinoamericano. Situación y perspectivas de la década de 1980. San José, Costa Rica, IICA. pp 13-57.
11. VERA, A., 1974. La adopción de tecnología en función de la riqueza, del riesgo y de la incertidumbre. Bogotá, Programa para Graduados en Ciencias Agrarias, Convenio Universidad Nacional e ICA. Tesis M.S. en Economía Agrícola. 91 p.







