

**FORMULACION  
DE RECOMENDACIONES  
A PARTIR DE  
DATOS AGRONOMICOS  
UN MANUAL METODOLOGICO  
DE EVALUACION ECONOMICA**

Richard K. Perrin, Donald L. Winkelmann, Edgardo R. Moscardi, Jock R. Anderson

**FORMULACION DE RECOMENDACIONES A PARTIR DE DATOS AGRONOMICOS**  
**Un Manual Metodológico de Evaluación Económica**

**Richard k. Perrin**  
**Donald L. Winkelmann**  
**Edgardo R. Moscardi**  
**Jock R. Anderson**

**Folleto de Información No.27**

**CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO.**  
**Apartado Postal 6-641, México 6, D.F. México**

*3ra. Impresión, 1983*

*Cita Correcta:* Perrin R. K., D.L. Winkelmann, E.R. Moscardi, y J.R. Anderson, 1976. Formulación de Recomendaciones a partir de Datos Agronómicos: Un Manual Metodológico de Evaluación Económica. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México, D. F., iv + 54 p.

*Edición en Inglés:* Copias de la edición en inglés de este manual están disponibles a quienes la soliciten.

*Derechos de Reimpresión:* Este manual puede reproducirse sin previa autorización de CIMMYT. En tal caso se agradecería la mención de los autores y de CIMMYT.

El CIMMYT recibe apoyo financiero de instituciones gubernamentales de Australia, Canadá, Dinamarca, Francia, Japón, Holanda, Suiza, Reino Unido, República Federal de Alemania y los Estados Unidos; y de Fundación Ford, Banco Interamericano de Desarrollo, Fundación Rockefeller, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento. El CIMMYT asume toda la responsabilidad por esta publicación.

## **CONTENIDO**

### **PREFACIO *iv***

#### **1 INTRODUCCION *1***

Recomendaciones exitosas para el agricultor *1*

Condiciones experimentales representativas *1*

Metas del agricultor *2*

La relación entre el análisis estadístico y el análisis económico de un conjunto de experimentos *4*

Objetivos del manual *5*

#### **2 ANALISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL DE EXPERIMENTOS *6***

Conceptos básicos *6*

Análisis de presupuesto parcial de experimentos con fertilizantes *9*

#### **3 ESCASEZ DE CAPITAL Y COSTO DE CAPITAL *13***

#### **4 EL USO DE CURVAS DE BENEFICIO NETO Y DEL ANALISIS MARGINAL PARA DERIVAR RECOMENDACIONES *16***

La curva de beneficio neto *16*

Análisis marginal de beneficios netos *18*

#### **5 VARIABILIDAD EN LOS BENEFICIOS NETOS E IMPLICACIONES PARA LAS RECOMENDACIONES *22***

Fuentes de variabilidad en el rendimiento *22*

Ajuste de recomendaciones con respecto a variabilidad de rendimiento *25*

Variabilidad de precios y análisis de sensibilidad *27*

#### **6 MAS SOBRE ESTIMACION DE COSTOS *30***

Identificación y medición de los insumos variables *30*

Determinación del precio de campo del equipo *32*

Determinación del precio de campo de la mano de obra *33*

Determinación del costo del capital *35*

Resumen *36*

#### **7 MAS SOBRE ESTIMACION DE BENEFICIOS *38***

Identificación y estimación de beneficios *38*

Tenencia *41*

Resumen *42*

#### **8 RESUMEN DE PROCEDIMIENTOS PARA DERIVAR RECOMENDACIONES *43***

#### **9 DOS EJEMPLOS *45***

Ensayo con paquetes de tecnología para maíz *45*

Ensayo con variedades de trigo *48*

Glosario *54*

## PREFACIO

La sección de Economía del CIMMYT ha preparado este manual para ser utilizado en los programas de adiestramiento de este Centro. Esperamos que otros agrónomos lo encuentren igualmente útil y, por supuesto, mucho apreciaremos los comentarios que puedan hacer los usuarios a efectos de mejorar el manual. La reproducción parcial o total de este manual está autorizada.

La idea de este manual fue originalmente presentada por la sección de Economía durante la Revisión Interna de los Programas de CIMMYT del año 1972. La primera versión fue preparada por J.R. Anderson como resultado de ideas surgidas de conversaciones entre el autor y D. Winkelmann. Esta versión fue sustancialmente modificada y expandida por R.K. Perrin y D. Winkelmann. La segunda versión fue revisada por E.R. Moscardi mientras se utilizaba como material de enseñanza para los programas de adiestramiento de CIMMYT. Moscardi y Perrin modificaron esa versión la cual fue nuevamente revisada esta vez por Winkelmann. Esta nueva versión, la tercera, fue enviada a numerosos agrónomos y economistas con el objeto de recabar comentarios y sugerencias que ayudaran a mejorar el manual. Particularmente, deseamos manifestar nuestro agradecimiento a John Dillon, John Lindt, Torrey Lyons, Paul Marko, Matt McMahon, Robert Osler, Willen Stoop, Alejandro Violic, Pat Wall y Delane Welch por sus valiosas sugerencias. Moscardi y Perrin incorporaron muchas de ellas en la presente versión, la cuarta, que fue revisada nuevamente por Winkelmann.

Richard K. Perrin  
Donald L. Winkelmann  
Edgardo R. Moscardi  
Jock R. Anderson

# 1

## INTRODUCCION

Se tiene la intención de que este manual sea utilizado por técnicos agrónomos en la formulación de recomendaciones para los agricultores a partir de datos agronómicos. No es difícil hacer recomendaciones que sean consistentes con las metas y las situaciones del agricultor, pero ciertamente es fácil hacer recomendaciones deficientes cuando se ignoran o se soslayan factores importantes para el productor. Algunos de estos factores pudieran no ser muy evidentes para el agrónomo.

Si bien es algunas veces difícil obtener estimaciones precisas del efecto de algunos de estos factores sobre las preferencias del agricultor, el principio básico de este manual es que es mejor hacer alguna estimación de un efecto que desdeñarlo totalmente. Este manual enumera esos factores y presenta una serie de procedimientos para analizarlos desde el punto de vista del productor.

### **Recomendaciones exitosas para el agricultor**

Una buena recomendación podría definirse como la elección que haría el propio agricultor si tuviese toda la información agronómica disponible para el técnico. Tal recomendación tendría éxito cuando los agricultores la adoptaran y siguieran usándola.

Para que un técnico pueda hacer recomendaciones de este tipo, los datos agronómicos sobre los que se basan las recomendaciones deberán ser consistentes con las *circunstancias agronómicas del agricultor*. De otra manera, el productor no obtendrá los resultados predichos por el técnico. Igualmente, la evaluación de estos datos por parte del técnico deberá tener en cuenta las *metas del productor* y aquellos factores que influyen sobre su capacidad de lograrlas. Revisemos con más cuidado estas dos dimensiones de las circunstancias del agricultor.

### **Condiciones experimentales representativas**

No es factible, materialmente, llevar a cabo un experimento en cada finca y producir recomendaciones ajustadas a cada sitio. Lo que se hace es definir un grupo de fincas o agricultores, conducir experimentos bajo condiciones representativas de sus tierras y generar recomendaciones aplicables a todo el grupo. A un grupo como éste se le llama un *dominio de recomendación*. En general, un dominio de recomendación estará dado por agricultores dentro de una zona agroclimática, cuyas fincas y prácticas culturales son similares.

Aunque no hay un método aceptado para determinar qué es un dominio de recomendación, en la práctica la mejor regla es buscar a un grupo de agricultores para quienes la mejor elección de variedad, nivel de fertilización, etc., es razonablemente uniforme. Si el mejor nivel de fertilización para todos los agricultores de una área geográfica extensa es de 60 a 80 unidades de N, y si la mejor variedad para virtualmente todos los agricultores es la variedad Z, entonces para los propósitos de este cultivo, el área toda se podría considerar como un dominio de recomendación, aún cuando hubiese una variabilidad considerable en cuanto a suelos y clima a través del área.

Se necesitan varios sitios experimentales representativos (no precisamente los más accesibles, los más productivos a los de pendiente más suave), para obtener información acerca de los resultados que los agricultores podrían esperar en un dominio determinado. Tener datos de un solo sitio y para un solo año es mejor que nada pero no es suficiente, incluso cuando se espera formular recomendaciones para el predio donde se llevó a cabo el experimento. Para hacer buenas recomendaciones el técnico necesita conocer la gama de resultados agronómicos obtenidos de una finca a otra y de un año a otro en el dominio de recomendación.

Las prácticas culturales empleadas en el experimento deben ser similares a las que se espera que usen los agricultores, de otro modo los resultados de los ensayos pudieran ser inconsistentes con los resultados que los productores obtendrán al poner en práctica la recomendaciones. Por ejemplo, no hay que usar sembradoras mecánicas si los agricultores de la región siembran a mano. Tampoco es recomendable el empleo de técnicas de control de maleza que los agricultores no pueden adoptar, o que no son factibles desde el punto de vista económico. El técnico debe tener cuidado de que el tamaño de las parcelas sea suficientemente grande como para evitar el efecto de bordos que no ocurriría en los campos de los productores.

Igualmente, si los agricultores de una región practican agricultura de temporal, los resultados obtenidos de una parcela experimental bien irrigada pudieran tener escasa relevancia para el tipo de resultados que estos agricultores esperan obtener.

Estos y otros aspectos que atañen a la planeación de una serie útil de experimentos agronómicos están más allá del alcance de este manual. Se mencionan aquí para señalar el punto de que las circunstancias agronómicas bajo las cuales se realizan los ensayos deben ser representativas de las circunstancias agronómicas de los productores si las recomendaciones basadas en dichos ensayos van a ser adoptadas con éxito. Empero, no es suficiente que los datos agronómicos sean representativos de las circunstancias de los agricultores. Los procedimientos empleados para derivar recomendaciones a partir de esos datos, deben ser consistentes con las metas del agricultor quien realiza las decisiones a nivel de su predio y decide, en última instancia, si aplicará o no las recomendaciones.

### Metas del agricultor

Si el técnico va a formular recomendaciones que los agricultores adopten debe conocer tanto el elemento humano involucrado en el cultivo de la tierra como el elemento biológico. Debe pensar en términos de las metas de los productores y de las restricciones que ellos enfrentan para lograr esas metas. En este manual se supone que los productores piensan en términos de *beneficios netos* al tomar decisiones sobre su actividad agrícola. Por ejemplo, un agricultor consciente del daño originado por las malezas reconocerá que probablemente reciba beneficios adicionales si elimina las malezas de su campo de cultivo, beneficios en forma de un mayor volumen de cosecha. Por otra parte, sabe que debe incurrir

en algún costo para poder obtener esos beneficios. Debe invertir algún dinero en efectivo para comprar herbicidas y asignar tiempo y esfuerzo para aplicarlos, o bien alternativamente mucho tiempo y esfuerzo para deshierbar a mano. El agricultor ponderará los beneficios recibidos en forma de cosecha contra los beneficios perdidos (costos) en la forma de trabajo y dinero en efectivo invertidos. Nos referiremos al resultado neto de esta ponderación, que realiza el agricultor, como *el beneficio neto* de una decisión, esto es el valor de los beneficios menos el valor de los costos.

Existen dos factores que complican nuestra comprensión del proceso de decisión. El primero es que no podemos restar horas de trabajo de kilos de cosecha, para obtener una estimación adecuada del beneficio neto que percibiría un agricultor. Es probable que el agricultor pueda hacer tal juicio, pero nosotros necesitamos un método más sistemático para evaluar los beneficios netos si vamos a evitar el problema de sumar y restar horas de trabajo con kilos de fertilizante o kilos de grano con toneladas de rastrojo. El segundo factor que complica nuestra comprensión del proceso de decisión es que el agricultor no conoce con certidumbre los resultados que obtendrá de cualquier decisión determinada. En nuestro ejemplo de control de malezas, el agricultor sabe que en el caso de una sequía severa o de una helada temprana, pudiera obtener muy poco o ninguna cosecha, independientemente de la cantidad de malezas presente en su parcela. Si esto sucede, no hay beneficio alguno de la reducción de la población de malezas. Desafortunadamente, es difícil saber cómo percibe el agricultor estos riesgos y cómo la existencia de dichos riesgos afecta sus decisiones; lo que sí sabemos con seguridad es que los riesgos afectan la decisión. En general, los agricultores tratan de protegerse contra estos riesgos y a menudo rechazan alternativas que los expongan a ellos, aún cuando esas alternativas les reditúen beneficios netos promedio mayores que la alternativa tradicional.

Para evitar el problema de restar horas de trabajo de kilos de grano cosechado, estimamos el valor que tiene para el agricultor un kilo de grano y una hora de trabajo en términos de un denominador común que es el dinero. Pero tal procedimiento no implica necesariamente que el agricultor invierta dinero por el trabajo, o reciba dinero por el grano. Tampoco implica que pensemos que los agricultores se preocupan exclusivamente por el dinero. Se trata sencillamente de un procedimiento que usamos para representar el proceso de decisión que el agricultor realiza, es decir la ponderación de los valores que él mismo otorgaría a varios tipos de mercancías, incluyendo la mano de obra.

Si nuestro agricultor consciente de las malezas fuera un agricultor comercial, es decir, si considerara la contratación de mano de obra, la compra del herbicida y venta de la cosecha obtenida, entonces podríamos adjudicar precios corrientes de mercado a la mano de obra, herbicidas y grano, y de esta manera se representarían con bastante precisión los beneficios netos que percibe el agricultor. Por otra parte, si se tratara de un agricultor de subsistencia, tendríamos que emplear el concepto de *costo de oportunidad* para representar los valores que él otorga a la mano de obra y al grano, puesto que no habría precios en efectivo dados o recibidos. El *costo de oportunidad* es el valor de cualquier recurso en su mejor uso alternativo. Consideremos por ejemplo, el costo de oportunidad del tiempo del agricultor. Si él tuviera un empleo fuera de la finca que tuviese que dejar temporalmente para deshierbar su parcela, diríamos entonces que el costo de oportunidad del tiempo empleado en deshierbar es el salario que hubiese recibido si hubiera permanecido en su empleo.

Supóngase, por ejemplo, que el mejor uso alternativo del tiempo del agricultor es trabajar en su cultivo de tabaco, y que el día de trabajo en la plantación

incrementará el beneficio de la cosecha de tabaco en \$5. En este caso, el costo de oportunidad del tiempo usado en deshierbar maíz por ejemplo, será de \$5 por día, puesto que es lo que el agricultor deja de ganar si decide deshierbar el maíz en lugar de atender el tabaco. Supóngase ahora que el agricultor preferirá sentarse en la sombra y descansar en lugar de deshierbar maíz. ¿Es cero el costo de oportunidad de su tiempo? Esto no es muy probable, puesto que algunas personas otorgan algún valor a poder sentarse en la sombra en lugar de trabajar bajo el sol. De todos modos, es una tarea difícil aproximarse al valor que el agricultor da al ocio, si es que ésta es la alternativa de mayor valor en el uso de su tiempo.

Se han señalado entonces los dos problemas principales al evaluar alternativas agronómicas desde el punto de vista de los beneficios netos que el agricultor pudiera percibir. El primer problema fue estimar el valor relativo que los agricultores otorgan a varias clases de mercancías, y allí introducimos los conceptos de precios de mercado y costos de oportunidad a manera de enfoques para tratar con este aspecto. El segundo problema fue estimar el efecto de la incertidumbre acerca de los beneficios netos sobre las decisiones del productor. Gran parte del resto de este manual es una presentación de procedimientos que se pueden utilizar para aproximarse a los precios, a los costos de oportunidad, y a evaluar el efecto del riesgo según es percibido por los agricultores.

Es oportuno tratar un punto más dentro de este mismo tópico. Las circunstancias de los agricultores son diversas en casi cada aspecto imaginable. Tienen diferentes extensiones de terrenos y en cierto grado, diferentes tipos de terrenos aún dentro de una misma zona agroclimática; poseen diferentes niveles de riqueza, diferentes actitudes hacia el cambio, diferentes actitudes hacia el riesgo, diferentes oportunidades de mercado, y así por el estilo. Muchas de estas diferencias influirán en la respuesta que los agricultores den a las recomendaciones que se efectúen. Desafortunadamente, según lo mencionamos antes, no es práctico intentar la formulación de recomendaciones para cada agricultor que sean apropiadas para sus circunstancias particulares. En lugar de ello, el agrónomo debe ofrecer recomendaciones que sean aproximadamente correctas para grupos de agricultores ubicados dentro de ciertos dominios de recomendación

#### **La relación entre el análisis estadístico y el análisis económico de un conjunto de experimentos**

Hasta ahora no hemos mencionado el papel que juega el análisis estadístico en el tipo de decisiones analizadas. La mayoría de los agrónomos están familiarizados con las técnicas disponibles para determinar si las medias de rendimiento de un número dado de tratamientos difieren significativamente entre sí y con las pruebas complementarias a estas técnicas. Muchos argumentarán que si no hay evidencia de que las medias de los tratamientos son significativamente diferentes, no hay necesidad de un análisis económico. Sin embargo, esto no es necesariamente cierto. Es conocido que las pruebas estadísticas usadas para determinar si los efectos de los tratamientos experimentales son o no fuentes significativas de variación, se realizan a ciertos niveles predeterminados de probabilidad, generalmente 5 por ciento ó 1 por ciento. No obstante, los agricultores pudieran estar dispuestos a aceptar una evidencia persuasiva menor que la que esos niveles de probabilidad representan. Por ejemplo, si en un experimento la variedad A rindió 3 ton/ha en tanto que la variedad B rindió 4 ton/ha, los agricultores pudieran estar satisfechos de escoger la variedad B aún cuando la diferencia de 1 ton/ha señalada, fuera significativa para un nivel de probabilidad del 10 por ciento.

Más aún, es muy posible que las medias de tratamiento no sean significativamente diferentes cuando se toma cada ensayo separadamente, pero que las medias de los tratamientos *sí difieran* a niveles significativos cuando los datos de todos los ensayos se combinan conjuntamente. En virtud de estas consideraciones, se sugiere que se lleven a cabo *ambos* tipos de análisis, el estadístico y el económico. Si sólo se dispone de un experimento, se puede decir muy poco sobre la pertinencia del tratamiento para los agricultores del área, a menos que los resultados sean abrumadores. Cuando se dispone de varios experimentos (en varios sitios o varios años, o unos y otros), puede llevarse a cabo un análisis estadístico de los datos combinados. El análisis de varianza debe incluir tratamientos, sitios, y la interacción sitios x tratamientos como fuentes de variación. Si las medias de los tratamientos no son significativamente diferentes, pero un análisis económico muestra que un tratamiento es una mejor recomendación que otros tratamientos, conviene hacer un análisis más cuidadoso de la recomendación utilizando los procedimientos que se señalan en los capítulos 4 y 5 de este manual. En todo caso, el técnico debe guiarse por el análisis económico al formular sus recomendaciones. Si en efecto, él ha hecho un buen análisis, su recomendación se orientará hacia el mejor interés del agricultor.

Esto no quiere decir que los análisis estadísticos carecen de utilidad. Son valiosos, pero su mayor valor no estriba en la derivación de recomendaciones, sino en determinar qué es lo que pasa biológicamente en los experimentos. Por ejemplo, sólo mediante el análisis estadístico puede el agrónomo determinar si hay una interacción significativa entre la respuesta al nitrógeno y el nivel de fósforo, o si la respuesta al nitrógeno varía significativamente de un sitio a otro. Este tipo de información puede ser muy útil al planear nuevos ensayos, y en cierta medida, para interpretar los resultados de los ensayos ya realizados, pero no es imprescindible para derivar recomendaciones a partir de la información de los ensayos llevados a cabo.

### Objetivos del manual

El objetivo de este manual es mostrar al técnico agrónomo la forma en que los elementos descritos en la sección anterior interactúan en el arte de formular recomendaciones. El uso de este manual será de utilidad en los siguientes aspectos:

1. Identificar los beneficios asociados con diferentes tratamientos y evaluarlos en forma consistente con las circunstancias del agricultor.
2. Identificar insumos y productos que cambian de un tratamiento a otro evaluándolos en la misma forma.
3. Identificar fuentes de variabilidad que contribuyen a la incertidumbre con respecto a los beneficios netos que el agricultor logrará de cada tratamiento.
4. Derivar recomendaciones a partir de información sobre costos, beneficios y variabilidad que sean consistentes con las metas del agricultor de aumentar su ingreso medio y de evitar riesgos, y con la escasez de capital que caracteriza a la mayoría de las situaciones agrícolas.

El enfoque adoptado es deliberadamente no-matemático, sólo se utilizan unos cuantos conceptos y términos de economía. La razón es que por un lado, se supone que la mayoría de los lectores no poseen un conocimiento profundo en economía, en matemáticas, y estadística y por otro, que tales conocimientos no son necesarios en la derivación de recomendaciones exitosas para los agricultores.

# 2

## ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL DE EXPERIMENTOS

Hemos afirmado que los agricultores se interesan en los beneficios netos y en protegerse contra el riesgo. También hemos afirmado que si el agrónomo va a hacer buenas recomendaciones, debe tener en mente estas metas y evaluar las tecnologías alternativas desde el punto de vista del agricultor. El presupuesto parcial permite al agrónomo organizar los datos experimentales y otra información sobre costos y beneficios de varios tratamientos. En este capítulo introducimos los conceptos del presupuesto parcial. En los capítulos siguientes discutiremos con mayor detalle algunos de los problemas involucrados al estimar costos y beneficios. En el capítulo 4 se describen procedimientos para derivar recomendaciones a partir de la información sobre presupuesto parcial y riesgo.

### Conceptos básicos

El propósito del presupuesto parcial es el de organizar la información de manera tal que ayude a tomar una decisión de manejo en particular. Los tipos de decisión que de ordinario preocuparán al agrónomo son la elección del nivel de fertilización, la elección de la variedad, la elección de la fecha y densidad de siembra, y así por el estilo, o quizás la elección de "paquetes" opcionales de tales prácticas. Algunas son decisiones de "sí o no", otras son decisiones de "cuánto o qué nivel", pero todas pueden ser presupuestadas en la manera descrita en este manual.

Para introducir estos conceptos, consideremos una vez más el caso del agricultor consciente de las malezas. Él ha visto quizás algunos resultados experimentales en terrenos vecinos, y sabe que en los dos últimos ciclos, las parcelas sin herbicida rindieron un promedio de 2 ton/ha, en tanto que las parcelas con herbicida promediaron 2.5 ton. Sus propios rendimientos promediaron alrededor de 2 ton también, y piensa que con herbicida podrá obtener el mismo aumento de rendimiento en sus propios terrenos.

Desconocemos la secuencia exacta de pasos que seguirá el agricultor para evaluar esta elección, pero de alguna manera él pondera los beneficios que recibiría de cada alternativa con los costos en que debe incurrir para cada alternativa. Podemos simular el mismo proceso y registrar los resultados conforme revisamos el Cuadro 1. Veremos primero los beneficios enseguida los costos, y luego los beneficios netos.

El primer concepto utilizado es:

**Rendimiento neto**—El rendimiento medido por hectárea en el campo, menos las pérdidas de cosecha y de almacenamiento, cuando éstas sean aplicables.

2/ *Análisis de presupuesto parcial de experimentos*

Nuestro agricultor considera que los rendimientos obtenidos en los ensayos son los mismos que los que él obtendría, y puesto que vende su grano inmediatamente después de la cosecha, no necesita considerar pérdidas de almacenamiento. Por tanto, se registran, 2 y 2.5 en el primer renglón del Cuadro 1 como una medida del rendimiento que el agricultor espera obtener. El siguiente punto es el valor que el agricultor otorga al rendimiento extra, el cual designamos como:

**Precio de campo**—El valor para el agricultor de una unidad adicional de producción en el campo, *antes* de la cosecha. Los agricultores que venden todo o parte, de su grano se preocuparán por el precio monetario de campo en tanto que quienes consumen toda su cosecha, se preocuparán por el precio de oportunidad de campo. *El precio monetario de campo* es el precio del producto en el mercado menos los costos de cosecha, almacenamiento, transporte y comercialización y los descuentos por la calidad del grano. *El precio de oportunidad de campo* es el precio monetario que la familia del agricultor tiene que pagar por adquirir una unidad adicional del producto para su consumo.

Nuestro agricultor vende siempre su producto a un camionero que pasa por la finca, y espera recibir \$1100 por tonelada. Sin embargo, sabe también que le

CUADRO 1.  
Ejemplo de un presupuesto parcial.

	Práctica actual	Uso de herbicida
<b>Beneficios</b>		
Rendimiento del agricultor (rendimiento neto)	2.0 tons	2.5 tons
Valor para el agricultor (precio de campo)	\$1000	\$1000
Beneficio total (beneficio bruto de campo)	\$2000	\$2500
<b>Costos variables</b>		
<b>herbicida</b>		
cantidad	—	2 litros
valor (precio monetario de campo)	—	X\$30
total (costo de campo del herbicida)		\$60
<b>mano de obra para aplicación de herbicida</b>		
cantidad	—	2 días
valor (precio de oportunidad de campo)	—	X\$10
total (costo de campo de mano de obra)	—	\$20
<b>mano de obra para control manual</b>		
cantidad	10 días	3 días
valor (precio de oportunidad de campo)	X\$10	X\$10
total (costo de campo de mano de obra)	\$100	\$30
<b>costos variables totales</b>	<b>\$100</b>	<b>\$110</b>
<b>Beneficios netos</b>	<b>\$1900</b>	<b>\$2390</b>

NOTA: El símbolo \$ usado en este manual no representa ninguna moneda nacional en particular. Las medidas se dan según el sistema métrico decimal.

cuesta unos \$100 por tonelada cosechar y desgranar el maíz, de manera que el precio de campo es de \$100 la tonelada. Al multiplicar rendimiento neto por precio de campo, obtenemos una estimación del valor total, o sea el:

*Beneficio bruto de campo*—Rendimiento neto multiplicado por el precio de campo de todos los productos del cultivo. En general, esto pudiera incluir beneficios monetarios o beneficios de oportunidad, o ambos.

Al considerar los costos asociados con esta decisión, el agricultor sólo necesita preocuparse por los costos que son afectados por la decisión, o sea los *costos variables*. A los costos no afectados por la decisión (en este caso, costos de labranza y siembra) se les conoce como *costos fijos*. Puesto que se incurrirá en estos costos independientemente de cuál decisión se tome, no se afecta la elección y pueden no tomarse en cuenta para los propósitos de esta decisión. El término "presupuesto parcial" sirve para recordar que no todos los costos de producción, y tal vez no todos los beneficios, se incluyen en el presupuesto, sino únicamente aquéllos que son pertinentes a la decisión.

Para que el agricultor tome una decisión efectiva, él habrá de identificar *todos* los insumos extras que debe utilizar para aplicar el herbicida. En su caso, esto incluye solamente el herbicida y la mano de obra que se necesita para aplicarlo, más la reducción en el trabajo de control a mano (suponemos él ya tiene una aspersora de mano que puede utilizar). La cantidad de herbicida que se requiere es de dos litros por hectárea, y el agricultor supone que la aplicación le tomará dos días de su tiempo por hectárea en su experiencia con aplicación de insecticida. El valor del herbicida se puede expresar sencillamente en términos de dinero, porque será dinero, \$30.00 por litro, lo que él tendrá que gastar para adquirirlo. A este concepto de valor lo referimos como:

*Precio de campo* (de un insumo):— el valor total involucrado para traer una unidad extra de un insumo al campo. *El precio monetario de campo* se refiere a los valores en moneda tales como precio de campo u otros gastos directos. *El precio de oportunidad de campo* se refiere al valor no-monetario del insumo involucrado. 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 pudiera ser el salario que podría obtener en un empleo fuera de la finca, o el valor del tiempo si éste se dedicara a otra actividad en la finca, o el valor que el trabajador dá al ocio.

*Costo de campo* (de un insumo)—es el precio de campo de un insumo multiplicado por la cantidad de ese insumo que varía con la decisión. Pudiera expresarse como costo monetario de campo o costo de oportunidad de campo, o tal vez ambos, dependiendo del insumo de que se trate.

Así, para nuestro agricultor, el costo de campo de un herbicida es de \$60 por hectárea. En lo que atañe a su mano de obra, el agricultor pudiera reflexionar que él no hará ese tipo de trabajo para alguien más por menos de \$10 al día (de otra manera, preferiría sentarse a la sombra). Esto significa que él evalúa el costo de oportunidad de su tiempo en \$10 al día, y por tanto, el

costo de campo del trabajo para aplicar el tratamiento de herbicida es de \$20 por hectárea. El agricultor también estima que usando herbicida puede reducir el tiempo necesario para control manual de malezas que es de 10 días por hectárea, a 3 días por hectárea. Por lo tanto el costo de control manual se reduce de \$100 a \$30. El valor total para cualquier tratamiento es el:

*Costo total de campo o costo variable*—La suma de los costos de campo de todos los insumos que son afectados por la elección. En el presupuesto parcial nos referimos únicamente a aquellos insumos que son afectados por la decisión, así que el costo total de campo se refiere en efecto a los costos variables, es decir: aquellos costos que varían con la elección. El costo variable puede consistir en costos monetarios o costos de oportunidad, o ambos.

El costo variable total de la alternativa herbicida es de \$110 por hectárea y el de la práctica actual \$100. Al restar éstos de los beneficios recibidos se tienen:

*Beneficios netos*—El beneficio total bruto de campo menos el total de los costos variables.

En la cifra de beneficios netos pretendemos representar el valor que el agricultor otorga a la producción adicional menos el valor que otorga a aquellos insumos que él debe emplear para lograr la producción extra. En el caso del agricultor consciente de las malezas, los beneficios netos de la alternativa herbicida son de \$2,390 por hectárea, contra \$1,900 que obtiene con la práctica actual. Hay que recordar que esto no es lo mismo que ganancia líquida, porque hemos dejado muchos costos fuera del presupuesto, dado que son irrelevantes en esta decisión en particular.

Si bien parece que este agricultor elegiría usar herbicidas, esto no es del todo claro, puesto que hay incertidumbre en torno a sus rendimientos y puesto que el dinero pudiera ser muy escaso. En capítulos posteriores trataremos estos temas. Procederemos ahora a aplicar los conceptos descritos antes a fin de hacer un análisis de presupuesto parcial de algunos experimentos con fertilizantes.

### **Análisis de presupuesto parcial de experimentos con fertilizantes: un ejemplo**

El Cuadro 2 presenta los resultados de 8 ensayos de fertilizantes en maíz realizados en una área de temporal relativamente uniforme. El propósito de estos ensayos fue el de derivar niveles de fertilización recomendados para los agricultores de la región. Hemos presentado aquí los rendimientos medios obtenidos de tres repeticiones de los experimentos. (Hemos promediado las repeticiones debido a que estos promedios son la mejor estimación del rendimiento que se obtendría en todo el terreno donde se estableció el experimento).

Aunque es obvio que hay una variabilidad considerable en rendimientos y respuestas de rendimiento de un sitio a otro, hemos de posponer una discusión de las implicaciones de esta variabilidad para las decisiones de los agricultores. Por ahora, consideraremos únicamente los *rendimientos promedios* obtenidos de cada tratamiento sobre los ocho sitios, y manejaremos los datos como lo haríamos con un solo experimento. La Fig. 1 suministra una imagen gráfica de la respuesta media de rendimiento resultante del ensayo.

El Cuadro 3 proporciona un formato conveniente para organizar la informa-

Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos

**CUADRO 2.**  
**Rendimiento de maíz por tratamiento de fertilizante para 8 sitios (ton/ha con 14 por ciento humedad).**

Sitio	N: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :	Tratamiento (kg/ha)												Promedio
		0				50				100				
		0	0	0	0	25	25	25	25	50	50	50	50	
1		0.40	1.24	3.63	3.76	0.79	2.58	4.23	4.72	1.67	2.51	3.28	3.66	2.71
2		1.53	2.60	5.14	5.32	1.67	3.79	5.10	6.83	1.41	4.13	5.89	6.27	4.14
3		4.15	4.86	4.80	4.87	4.44	5.00	4.97	5.28	5.12	5.66	6.36	6.62	5.18
4		2.42	3.82	5.23	4.48	2.36	4.54	6.26	7.17	1.61	4.41	5.38	6.58	4.52
5		1.64	1.92	2.08	2.19	2.04	3.21	3.12	2.93	1.44	3.44	3.32	3.62	2.58
6		1.61	2.94	4.14	4.34	1.81	3.92	3.61	3.81	1.18	3.89	5.38	4.92	3.46
7		4.74	5.41	4.29	4.92	4.91	5.22	5.38	5.14	5.10	4.88	4.54	5.28	4.98
8		1.21	2.33	1.97	2.23	1.53	2.78	2.49	2.80	1.37	3.51	3.75	4.35	2.53
Promedio		2.21	3.14	3.91	4.01	2.44	3.88	4.40	4.84	2.36	4.05	4.74	5.16	3.76

ción de presupuesto parcial. Hemos mostrado las elecciones alternativas de nivel de fertilización como encabezados de columna, y hemos listado primero los niveles de rendimiento medio para cada una, seguidos del rendimiento neto después de una reducción de 10 por ciento correspondiente a supuestas pérdidas de cosecha y almacenamiento. El precio del mercado del maíz en esta área es de \$1,200 por tonelada, pero luego de hacer las correcciones por costos de cosecha, costos de transporte y mermas (véase el Capítulo 7), determinamos que el precio de campo del rendimiento adicional es de \$1,000 por tonelada. En la línea 3 se muestra el *beneficio bruto de campo* resultante. Por supuesto los mayores beneficios brutos de campo se obtienen del tratamiento que dá los rendimientos más altos, que en este caso es también el mayor nivel de fertilización.

Al considerar los costos asociados con cada elección, debemos familiarizarnos con la tecnología usada por el agricultor si vamos a determinar cuáles insumos serán afectados por la elección del nivel de fertilización. En esta área, en

**CUADRO 3.**  
**Presupuesto parcial de datos promediados de ensayos de fertilizantes (por hectárea)**

Concepto	Tratamiento de fertilizantes (N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> en Kg)											
	0				50				100			
	0	0	0	0	25	25	25	25	50	50	50	50
(1) Rendimiento promedio (ton/ha)	2.21	3.14	3.91	4.01	2.44	3.88	4.40	4.84	2.36	4.05	4.74	5.16
(2) Rendimiento ajustado (ton/ha)	1.99	2.83	3.52	3.61	2.20	3.49	3.96	4.36	2.12	3.64	4.27	4.64
(3) Beneficio bruto de campo (\$/ha a \$1000/ton)	1990	2330	3520	3610	2200	3490	3960	4360	2120	3640	4270	4640
<i>Costos monetarios variables:</i>												
(4) Nitrógeno (\$8/kg N en el campo)	0	400	800	1200	0	400	800	1200	0	400	800	1200
(5) Fósforo (\$10/kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> en el campo)	0	0	0	0	250	250	250	250	500	500	500	500
(6) Costos monetarios variables (\$/ha)	0	400	800	1200	250	650	1050	1450	500	900	1300	1700
<i>Costos variables de oportunidad:</i>												
(7) Número requerido de aplicaciones	0	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2
(8) Costo por aplicación (2 días a \$25)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
(9) Costos de oportunidad variables (\$/ha)	0	50	100	100	50	50	100	100	50	50	100	100
(10) Total de costos variables (\$/ha)	0	450	900	1300	300	700	1150	1550	550	950	1400	1800
(11) Beneficio neto (\$/ha)	1990	2380	2620	2310	1900	2790	2810	2810	1570	2690	2870	2840

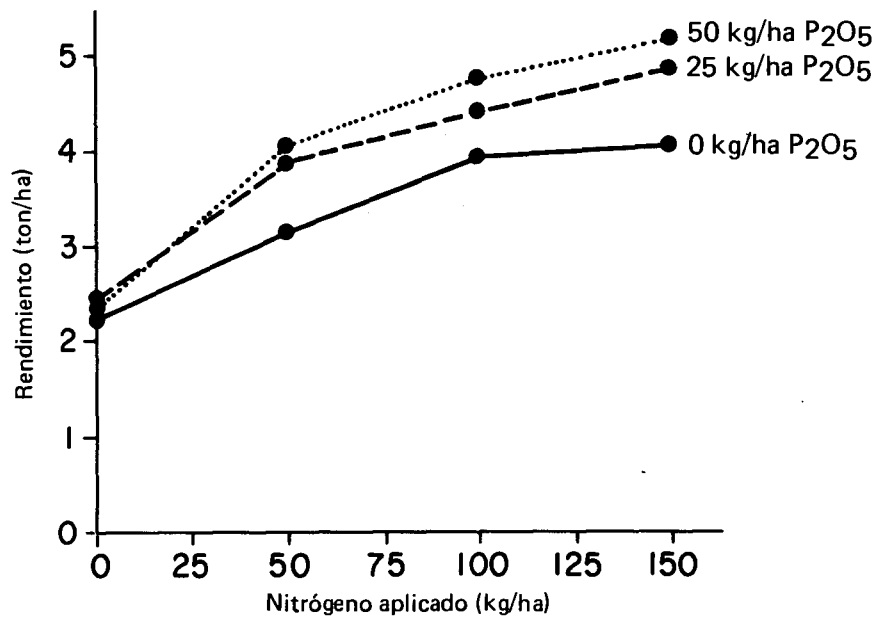


FIGURA 1. Rendimiento promedio de respuesta a nitrógeno.

particular, el método dominante de tecnología de preparación del terreno, es el de arado tirado por animales, en tanto que el fertilizante se aplica a mano. Por consiguiente, los únicos insumos afectados por esta decisión son las cantidades de fertilizantes y la mano de obra requerida para la aplicación (el valor de la mano de obra en la cosecha se ha deducido del precio de campo (véase el Capítulo 7). El precio del nitrógeno en el lugar de compra es de \$5 por kg. de elemento N y el precio del fósforo es de \$7 por kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, pero después de hacer las correcciones para el transporte (véase el Capítulo 6), determinaremos que el precio de campo de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> es de \$8 y \$10 por kilo, respectivamente.

En estos experimentos, los niveles de nitrógeno por sobre 50 kg. fueron aplicados en dos dosis, y estimamos que se necesitan 2 días-hombre por hectárea para cada aplicación. Después de visitar a agricultores de la región, calculamos que \$25 por día-hombre es una estimación razonable del valor promedio del tiempo del agricultor, aunque reconocemos que para algunos agricultores del área el costo de oportunidad puede aproximarse a cero, en tanto que para otros podría ser mayor (véase el Capítulo 6). En las líneas 7 y 8 del Cuadro 3, hemos calculado el costo de la mano de obra para cada tratamiento, y en la línea 9 mostramos el total de todos los costos variables asociados con cada tratamiento.

Hemos finalizado la tarea de estimar los beneficios de campo y los costos variables asociados con cada una de las opciones de nivel de fertilización. Pero la tarea de elegir de entre ellas, desde el punto de vista del agricultor, dista de ser completa. Enseguida calculamos los *beneficios netos*, o sea el beneficio bruto menos los costos variables, y los registramos en la línea 11.

El listado del beneficio neto para cada tratamiento, según se muestra en la línea 11 del Cuadro 3, concluye el *análisis de presupuesto parcial de los rendimientos promedios* de estos experimentos. En este punto, se pueda estar

*Formulación de  
recomendaciones a partir  
de datos agronómicos*

tentado a escoger el tratamiento 100-50 como la recomendación de fertilización para esta área. Sin embargo, ésta sería una elección deficiente, porque hasta ahora hemos ignorado algunos aspectos críticos de las circunstancias del agricultor, a saber, escasez de capital, incertidumbre y aversión al riesgo. En los tres capítulos siguientes, consideramos estas circunstancias adicionales y sus efectos sobre nuestra recomendación.

# 3

## ESCASEZ DE CAPITAL Y EL COSTO DEL CAPITAL

En el capítulo anterior tuvimos el cuidado de incluir los costos de todos los insumos que varían con una decisión de producción determinada. Estos costos abarcaron los costos en efectivo de insumos comprados, pero no el costo del capital. Por *capital* entendemos el valor del dinero (propio o prestado) que se invierte en forma de insumos con la esperanza de recuperarlo más tarde. El *costo del capital* pudiera ser un costo directo, como en el caso de una persona que obtiene dinero en préstamo para comprar fertilizantes y debe pagar un interés además del costo del fertilizante. Pudiera ser también un costo de oportunidad, es decir lo que se deja de ganar al no invertir el dinero en su mejor uso alternativo.

En el capítulo anterior sugerimos que el costo del capital puede ser muy importante en las decisiones de los agricultores. Esto se debe a que el costo del capital para uso agrícola es de ordinario muy alto, particularmente en los países menos desarrollados. El interés que cargan los prestamistas locales a menudo se aproxima a un 100 por ciento por año, lo cual puede duplicar el precio de los insumos adquiridos con tales préstamos. Aún en el caso de programas de crédito subsidiados por el gobierno, los cargos por servicio y las primas por aseguramiento pueden dar como resultado tasas de interés mucho más altas que las tasas de interés anunciadas por la institución de crédito. Más aún, la mayoría de los minifundistas poseen muy poco capital propio y les interesa invertir en solamente aquellos insumos que pueden darles las mayores ganancias. Esto significa que el costo de oportunidad del capital, así como su costo directo, es un tanto alto para estos agricultores.

Una manera de incorporar el costo del capital al procedimiento de presupuesto es aumentar el costo de cada insumo en un monto apropiado. Sin embargo, debido a la importancia crítica que tiene la disponibilidad del capital, hemos rechazado este enfoque en favor de otra alternativa. No cargamos costo al capital en el proceso de presupuestado, sino que en lugar de ello consideramos los beneficios netos como una ganancia al capital. Podemos entonces comparar esta tasa de ganancia con la tasa de oportunidad media de ganancia al capital a nivel de finca en el área. Si la tasa calculada de ganancia para una alternativa de producción es mayor que la tasa de oportunidad, podemos entonces juzgar que esta alternativa es deseable desde el punto de vista del agricultor.

Esto nos conduce a la difícil interrogante de cual será la tasa mínima de ganancia aceptable para los agricultores. Consideremos dos agricultores para ver por qué ésta es una pregunta difícil y qué podemos hacer al respecto.

Primero imaginemos un agricultor A que puede obtener un crédito para la producción a través de su cooperativa a banco local. Si él obtiene dinero

para una nueva alternativa de producción, su costo de capital será un costo directo, puesto que él tiene que pagar intereses a una tasa de 12 por ciento al año sobre el préstamo. Dado que el agricultor A obtiene el préstamo a 6 meses solamente el costo será de 6 por ciento de la cantidad en préstamo. Pero también debe pagar un cargo por servicio de 5 por ciento de la cantidad en préstamo. Así, para él, el costo de un préstamo a 6 meses es de 11 por ciento de la cantidad en préstamo.

Ahora, si la alternativa de producción promete una ganancia media de justamente 11 por ciento, el agricultor A no querrá adoptar la alternativa, puesto que después de pagar el costo directo del capital tendrá una ganancia de exactamente cero en beneficios netos. Por ejemplo, supóngase que este agricultor invertirá \$100 en fertilizante y espera un incremento medio de \$11 en beneficios netos. Si él obtiene un préstamo de \$100 de su cooperativa, tendrá que pagar \$11 de intereses y de cargos por servicio además de sus otros costos, y su incremento en beneficios netos se reducirá a cero.

Podemos así concluir que el agricultor A no escogerá una alternativa de producción a menos que la tasa de ganancia sobre capital sea mayor del 11 por ciento, que es el costo directo de su capital. ¿Pero cuánto más? . Esto dependerá en parte del riesgo en la alternativa, el otro factor importante que hasta ahora no hemos incorporado en nuestro análisis. El agricultor A advertirá seguramente que los beneficios netos, según los calculamos en nuestro análisis de presupuesto parcial, se basan en resultados de rendimientos promedio. En algunos años, los beneficios netos derivados de la alternativa que está siendo considerada pueden ser muy bajos. Veremos en el Capítulo 5 una discusión amplia sobre como evaluar este tipo de riesgo, pero debe quedar claro que los agricultores de escasos recursos, no desean arriesgarse a perder el poco capital que tienen.

Debido a esta aversión al riesgo, el agricultor A pudiera no querer aceptar una nueva alternativa de producción, a menos que la ganancia *media* sobre su capital escaso exceda considerablemente al costo directo del capital. Como regla práctica, creemos que la mayoría de los pequeños agricultores no invertirán en alternativas a menos que la ganancia media sea de por lo menos 20 por ciento sobre el costo directo del capital. No pretendemos que ésta sea una estimación de gran precisión, pero es mejor hacer una estimación de un efecto que desdeñarlo por completo. Para las alternativas que no sean muy riesgosas, sabemos que los agricultores estarían dispuestos a aceptar una *prima de riesgo* más pequeña. Para alternativas más riesgosas, estamos seguros de que la prima de riesgo requerida es mucho más alta. Por tanto, a menos que tengamos más información sobre el agricultor A o sobre el riesgo implícito en las alternativas que él está considerando, estimaríamos que él no adoptaría una alternativa a menos que la tasa de ganancia para el rendimiento medio obtenido con la alternativa sea de por lo menos 31 por ciento:

#### Costo de Capital—Agricultor A

Monto del crédito obtenido para fertilizante	\$100
Intereses por 6 meses (12 por ciento /año)	\$ 6
Pago por servicios	\$ 5
Monto total del préstamo	\$111
Costo directo de capital (11/100)	11%
Prima de riesgo	20%
Costo de capital del agricultor A	31%

Consideremos ahora un agricultor B que no obtendrá un préstamo, sino que estará usando sus propios fondos para invertir en tecnologías alternativas. El costo de oportunidad de usar su capital, en una alternativa en particular, es la tasa de ganancia que él podría recibir mediante el mejor uso alternativo de su capital. Pensamos que, en general, una buena estimación de este costo de oportunidad es de 40 por ciento. De nuevo, no atribuimos gran precisión a esta regla práctica, pero es consistente con el comportamiento que hemos observado con los productores de áreas agrícolas desarrolladas y subdesarrolladas. Algunos expertos consideran la cifra de 50 por ciento, e incluso el 100 por ciento, niveles que podrían ser apropiados en algunos casos, particularmente cuando se trata de agricultores de subsistencia de regiones con alta variabilidad de rendimiento.

Para resumir esta larga discusión, hemos argumentado que el costo del capital es muy alto para la mayoría de los agricultores del mundo. Si bien el costo del capital variará de una finca a otra, por regla general pensamos que una tecnología no debe ser recomendada a menos que la tasa de ganancia sobre el capital sea por lo menos de 40 por ciento para el ciclo de cultivo. Cuando el agrónomo posee información específica con respecto al costo del capital, al costo de oportunidad del capital, y al riesgo implícito en las alternativas, él quizás desee usar otras estimaciones. En un capítulo posterior discutiremos más en detalle la medición y las implicaciones del riesgo de las alternativas.

# 4

## EL USO DE CURVAS DE BENEFICIO NETO Y DEL ANALISIS MARGINAL PARA DERIVAR RECOMENDACIONES

En el capítulo 2 explicamos como evaluar elecciones alternativas desde el punto de vista de los beneficios netos promedios para el agricultor. Hemos sugerido que los agricultores no escogerán necesariamente la alternativa con los beneficios netos promedios más altos, debido a la escasez de capital en la agricultura y a los riesgos que pudieran estar asociados con los beneficios netos de una alternativa de producción determinada. En este capítulo reunimos estos conceptos y mostramos como derivar recomendaciones que sean consistentes tanto con la escasez de capital como con los riesgos.

### La curva de beneficio neto

Un instrumento muy conveniente para resumir los resultados de un presupuesto parcial de varias alternativas de producción, es la curva de beneficio neto. Esta curva muestra la relación entre los costos variables de cada alternativa y los beneficios netos promedios obtenidos. Podemos describir mejor esto al dibujar la curva de beneficio neto a partir de los experimentos de fertilizantes anotados antes.

En la Fig. 2, hemos representado cada uno de los tratamientos de fertilizantes a partir del Cuadro 3, de acuerdo con el beneficio neto y los costos variables de cada tratamiento. A un lado de cada uno de los 12 puntos representados mostramos, entre paréntesis, los niveles de nitrógeno y de fósforo. Parece evidente, observando los puntos representados, que algunas de las alternativas de tratamientos serían difícilmente escogidas por algún agricultor. Por ejemplo, los tratamientos de solamente fosfato (0-25 y 0-50) tienen rendimientos netos menores que el tratamiento testigo (0-0), pero los costos variables asociados son de \$300 y \$500 por hectárea. Es improbable que algún agricultor escoja estas alternativas cuando podría recibir un mayor beneficio neto con un costo variable de cero. Lo mismo se aplica a los tratamientos 100-0 y 50-50. Los beneficios netos promedios de estos tratamientos son menores que los del tratamiento 50-25 y éste tiene un costo variable menor. A los niveles de fertilizantes como 0-25, 0-50, 100-0 y 50-50 les llamamos *alternativas dominadas*, porque para cada uno de ellos existe otra alternativa con un mayor beneficio neto y un menor costo variable. En circunstancias normales nunca esperaríamos que un agricultor escogiera alguna de estas alternativas dominadas.

Hemos unido con una línea sólida las opciones no dominadas. Esta línea sólida es la *curva de beneficio neto*. Dos aspectos deben destacarse de esta curva de beneficio neto. El primero es que la curva se eleva abruptamente al principio, luego más suavemente hasta alcanzar el máximo, y enseguida comienza a decaer.

Esto es importante porque nos muestra claramente que se pueden reducir los costos considerablemente a partir del punto de beneficios netos máximos con poca reducción en los beneficios netos. Dicho de otro modo: esto muestra que las ganancias obtenidas al aplicar pequeñas cantidades de fertilizantes son mucho más grandes que las obtenidas en aplicaciones adicionales de mayores cantidades de fertilizantes.

El segundo aspecto interesante de la curva de beneficio neto es la forma entre el punto 0-0 y el punto 50-25. Los dos segmentos de línea sólida caen por debajo de la línea punteada que conecta estos dos puntos, en tanto que normalmente esperaríamos que una curva de respuesta a fertilizante, o una curva de beneficio neto, cayera por sobre la línea punteada. En otras palabras, de ordinario esperamos que estas curvas comiencen abruptamente y que la pendiente decaiga gradualmente a medida que aumenta la aplicación de insumos. La irregularidad de la curva que observamos aquí, se pudiera deber a una interacción entre el nitrógeno y el fósforo a bajos niveles de fertilización, o pudiera deberse a que los datos analizados no son representativos. (Aún cuando éstos son los resultados combinados de muchos ensayos).

Cualquiera que sea la causa de esta forma poco usual, son claras las implicaciones para futuros experimentos. No hay seguramente razón para llevar a cabo posteriores ensayos con costos que excedan los \$650, puesto que parece evidente que los beneficios netos aumentan poco o nada por encima de dicho punto. Por otra parte, la intuición sugiere que *pudiera* haber algunos tratamientos de fertilizantes que darían como resultado puntos por sobre la línea punteada entre 0-0 y 50-25. Puesto que pareció haber una importante interacción entre

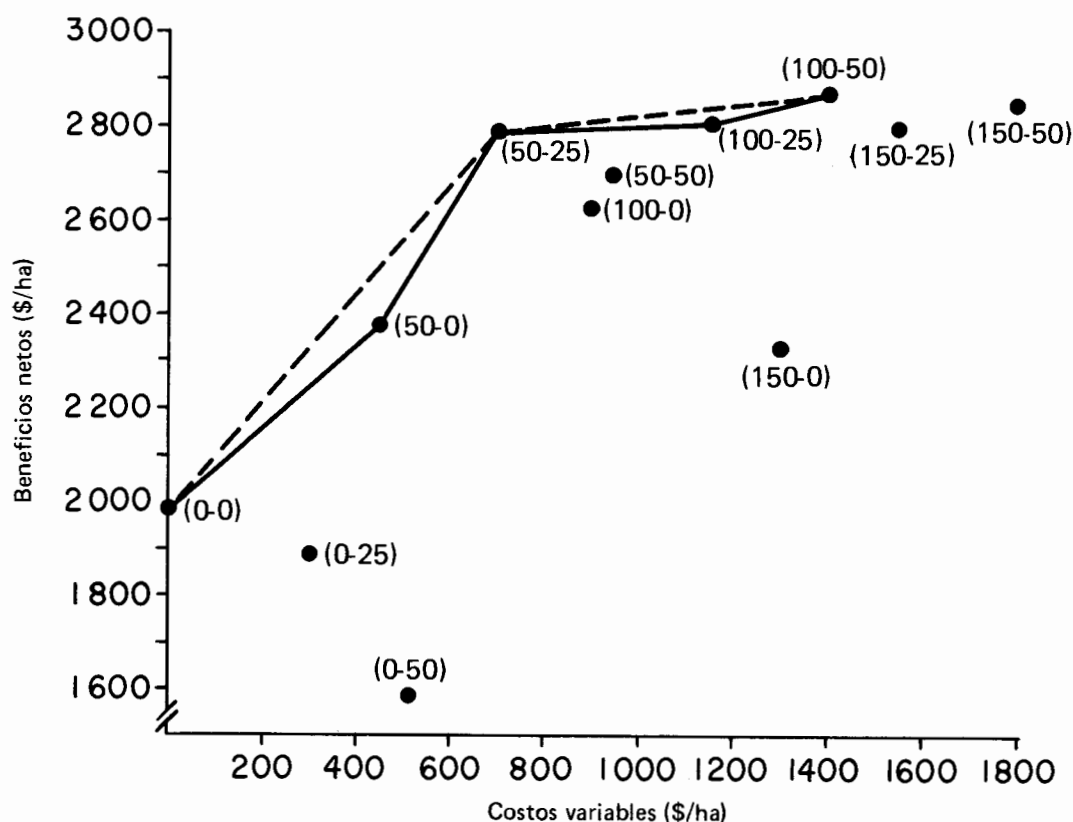


FIGURA 2. Curva de beneficios netos para el ensayo de fertilización. Los números entre paréntesis representan kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> respectivamente.

N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, parecería razonable experimentar más a fondo con tratamientos que cuestan entre \$300 y \$500, tales como 40-15, 30-15, 25-25, etc. Estos tratamientos pudieran dar como resultado el descubrimiento de puntos por encima de la línea punteada. Si así fuera, éstos serían tratamientos que reducen aún más los costos para el agricultor, sin reducir apreciablemente los beneficios netos.

#### Análisis marginal de beneficios netos

Hemos observado que la curva de beneficio neto para los datos de fertilizantes se eleva rápidamente al principio y luego más lentamente hasta un máximo. Hemos encontrado que éste es el caso de la mayoría de las curvas de beneficio. Ello implica que la tasa de retorno a la inversión en las primeras unidades de fertilizante, es mucho más alta que el retorno a las unidades adicionales requeridas para lograr el beneficio neto máximo. Al observar la Fig. 2 uno se siente tentado a concluir que no muchos agricultores estarían dispuestos a invertir más de \$700 por hectárea en fertilizantes (para 50 kg. de N y 25 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), puesto que los primeros \$700 suministran un aumento de beneficios netos de unos \$800, en tanto que los segundos \$700 dan un incremento del beneficio neto de solamente \$80. Para explorar estas observaciones con más detalle, necesitamos introducir el concepto de análisis marginal.

El propósito de análisis marginal es el de revelar la manera en que los beneficios netos de una inversión aumentan conforme la cantidad invertida crece. El *beneficio neto marginal* es el incremento en beneficio neto que se puede obtener de un incremento dado de la inversión. En el ejemplo de los fertilizantes, el beneficio neto marginal de los \$450 invertidos en 50 kg de N (la inversión productiva más pequeña que se incluyó) es de \$390. El próximo incremento posible de inversión es gastar \$250 adicionales en 25 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (llevándolos al tratamiento 50-25). El beneficio neto marginal de este incremento en gastos es de \$410. La *tasa marginal de retorno* para un incremento determinado, es el beneficio marginal neto dividido entre el costo marginal (incremento en gastos). Así la tasa marginal de retorno para los primeros \$450 de gasto será:

$$\frac{2380 - 1990 = 390 = \text{beneficio neto marginal}}{450 - 0 = \text{costo marginal}} = 0.87 = 87\%$$

La tasa marginal de retorno para los segundos \$450 de gasto será:

$$\frac{2790 - 2380 = 410 = \text{beneficio neto marginal}}{700 - 450 = 250 = \text{costo marginal}} = 1.64 = 164\%$$

Si el lector reflexiona un poco, verificará que la tasa marginal de retorno es la misma que la pendiente de la curva de beneficio neto. Según la forma de la curva resulta claro que la tasa marginal de retorno para gastos por encima de \$700 por hectárea es muy pequeña.

Es posible hacer un análisis marginal de los datos de fertilización analizados sin hacer referencia a la curva de beneficios netos. El primer paso es listar todas las alternativas de *mayor a menor* beneficio neto. Hemos tomado la información del Cuadro 3 para elaborar dicha lista según se muestra en el Cuadro 4. El paso siguiente es proceder de arriba hacia abajo de la lista, para identificar y eliminar las alternativas dominadas. Por ejemplo, el segundo beneficio más alto se obtiene con el tratamiento 150-50. Pero el costo variable de este tratamiento es mayor que el costo variable del tratamiento

CUADRO 4.  
Análisis de dominancia de datos de respuesta a fertilizantes.

Beneficio neto (\$/ha)	Tratamientos (kg/ha)		Costo variable (\$/ha)
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
2870	100	50	1400
<i>2840</i>	<i>150</i>	<i>50</i>	<i>1800</i>
2810	100	25	1150
<i>2810</i>	<i>150</i>	<i>25</i>	<i>1550</i>
2790	50	25	700
<i>2690</i>	<i>50</i>	<i>50</i>	<i>950</i>
<i>2620</i>	<i>100</i>	<i>0</i>	<i>900</i>
2380	50	0	450
<i>2310</i>	<i>150</i>	<i>0</i>	<i>1300</i>
1990	0	0	0

inmediato superior que tiene asociado un mayor beneficio neto. Así, es dominado, y se puede eliminar (según se indica con *itálicas*). Revisando la lista hacia abajo, eliminamos cualquier tratamiento que tenga un costo variable igual o mayor que el del tratamiento inmediato superior. Así, nos quedan cinco alternativas no dominadas, que son, por supuesto, las mismas representadas por la curva sólida de beneficio neto de la Figura 2.

Para proceder con el análisis marginal, tomamos esas cinco alternativas del Cuadro 4 y las ponemos en el Cuadro 5. Entonces calculamos y presentamos el costo marginal, el beneficio neto marginal y la tasa de retorno marginal para cada incremento de gasto. Comenzando desde abajo, el costo marginal del primer incremento es de \$450, el beneficio neto marginal es de \$2,380 – 1,900 = \$390, y la tasa de retorno marginal es, por lo tanto  $390/450 = 0.87$  ó 87 por ciento. El costo marginal del segundo incremento es \$700 – \$450 = \$250, el beneficio marginal es \$2,790 – \$2,380 = \$410, y la tasa de retorno marginal es  $410/250 = 164$  por ciento. El siguiente incremento en gasto es de 50 kg adicionales de nitrógeno por \$450 y el retorno de sólo 4 por ciento, pero el siguiente incremento en 25 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tiene una tasa de retorno marginal al 24 por ciento.

Pero la pregunta sigue: ¿Qué nivel de gastos promedio escogería el agricultor, si él dispusiera de toda esta información? Antes hemos afirmado que, como

CUADRO 5.  
Análisis marginal de tratamientos de fertilización no dominados (por hectárea).

Beneficio neto (1)	Tratamiento		Costo variable (2)	Cambio con respecto al beneficio próximo superior		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		Incremento marginal en beneficio neto (3)	Incremento marginal en costo variable (4)	Tasa de retorno marginal (5)
(a) \$2870	100	50	\$1400	\$ 60	\$250	24%
(b) 2810	100	25	1150	20	450	4
(c) 2790	50	25	700	410	250	164
(d) 2380	50	0	450	390	450	87
(e) 1990	0	0	0	–	–	–

Ejemplos del cálculo: La cantidad en (4a) es la que figura en (2a) menos la cantidad en (2b). También (3a) = (1a) – (1b) y (5a) = (3a)/(4a).

regla general, los agricultores no querrán hacer una inversión a menos que la tasa de retorno sea de por lo menos 40 por ciento por ciclo de cultivo. Por consiguiente, en general, los agricultores estarían dispuestos a invertir tanto los primeros \$450 para el tratamiento 50-0 como los \$250 adicionales para 25 kg de  $P_2O_5$ , puesto que ambos incrementos tienen tasas de retorno bastante por encima del 40 por ciento. Pero los agricultores, en general, no estarían interesados en invertir más allá de esas cantidades. Es evidente que 4 por ciento no es una tasa de retorno muy atractiva, aunque el 24 por ciento podría serlo para algunos agricultores. Si un agricultor saltara de 50-25 a 100-50 (dos incrementos a la vez), la tasa de retorno sería de  $80/700 = 11.4$  por ciento. Esta tampoco es una buena tasa de retorno, y es dudoso que muchos agricultores quisieran hacer tal inversión. Así, usando este enfoque de análisis marginal, podemos realizar una recomendación de fertilización de 50 kg de N/ha y 25 kg de  $P_2O_5$ /ha porque estamos seguros que cumple con los requerimientos del agricultor.

Pero hay otras preguntas que se deben plantear antes de que el agrónomo pueda quedar satisfecho con lo adecuado de esta recomendación. La primera pregunta se refiere a si la tasa de 40 por ciento es adecuada para el costo del capital. Supóngase, por ejemplo, que los agricultores dentro del dominio de recomendación bajo estudio tienen acceso a un programa de crédito del gobierno con interés de 8 por ciento por el ciclo de cultivo. En este caso el costo del capital puede encontrarse añadiendo al costo directo el 20 por ciento de prima por riesgo. En el ejemplo de fertilización, este cambio no justificaría aumentar el uso de fertilizante ya que el próximo incremento en capital posee una tasa de retorno menor que 28 por ciento. No obstante, siempre es posible que una reducción en el costo del capital justifique un aumento en el nivel recomendado de fertilizante.

La segunda pregunta se refiere al riesgo asociado con la recomendación 50 kg N/ha y 25 kg  $P_2O_5$ /ha en relación con la alternativa de no fertilizar o con la de recomendar por ejemplo el tratamiento 100-50. Si hay alternativas que tienen un riesgo asociado no muy alto, es posible que muchos agricultores estarían dispuestos a aceptar una tasa de retorno menor que el 40 por ciento.

Dado que este análisis de presupuesto parcial y el análisis marginal realizado, requieren cierto esfuerzo para llevarlos a cabo, es útil revisar cual ha sido la ganancia de esta inversión en esfuerzo. Si la recomendación elegida se hubiera basado simplemente en los rendimientos máximos, el tratamiento elegido habría sido 100-50 con un gasto asociado de \$1,400/ha. Pero el análisis marginal ha mostrado claramente que el retorno asociado con los segundos \$700 de gasto es bastante reducido; al reducir el gasto por hectárea de \$1400 a \$700, el beneficio neto se reduce en solo \$80/ha. Aunque el rendimiento asociado con la recomendación 50-25 es más de 1 ton/ha menor que el rendimiento máximo alcanzable, el análisis realizado muestra claramente que es en el interés del agricultor no tratar de producir el máximo.

Antes de continuar con este tema, es conveniente puntualizar el error que se hubiera cometido por no usar el análisis marginal. Se determinó que la tasa de retorno a la inversión de capital requerida para pasar del tratamiento 50-25 al 100-50 fué del 11 por ciento. Pero cuál es la tasa de retorno promedio para el total de \$1,400 ( $700 + 700$ ) requerida para el tratamiento 100-50? El beneficio neto es \$880 mayor que para el tratamiento testigo, entonces la tasa de retorno promedio es  $\$880/\$1400 = 63$  por ciento.

Dado el criterio de 40 por ciento, esta tasa parece ser suficiente para garantizar la recomendación. Pero el análisis marginal muestra que si bien el agricultor

obtendría una tasa del 63 por ciento de retorno por la inversión, el estaría de hecho recibiendo 114 por ciento por la inversión de los primeros \$700 y sólo 11 por ciento por los segundos \$700.

Claramente ambos, el técnico y el agricultor, estarían dejando de lado una importante consideración analítica si adoptaran la recomendación 100-50 sobre la base de una tasa promedio de retorno de 63 por ciento que parece ser muy buena. La consideración de los cambios marginales coloca al técnico en una situación mucho mejor en el arte de formular recomendaciones.

# 5

## VARIABILIDAD EN LOS BENEFICIOS NETOS E IMPLICACIONES PARA LAS RECOMENDACIONES

Hemos explicado anteriormente que los agricultores no sólo se interesan en los beneficios netos promedios, sino que también se preocupan por mantener los riesgos de producción dentro de límites razonables. Esto es especialmente cierto en agricultores cercanos al nivel de subsistencia.

Este panorama del agricultor tiene implicaciones importantes para el agrónomo. Hace que su trabajo sea *más* difícil y *menos* difícil. Su trabajo se torna más difícil porque él no puede contentarse con recomendaciones que prometen maximizar los beneficios netos promedio. De alguna manera, tiene que incorporar variabilidad. Su trabajo se torna más fácil porque las diferencias en las actitudes hacia el riesgo encontradas de un agricultor a otro hacen imposible recomendaciones generales precisas. Dado esto, el agrónomo que intenta hacer recomendaciones no necesita acumular volúmenes de datos en su esfuerzo por ser preciso, aunque son muy útiles los datos tomados por varios años en varios lugares.

En cualquier caso, decimos esto porque si la aversión al riesgo es importante para el agricultor, la variabilidad en los rendimientos y beneficios netos debe ser importante para el agrónomo. Si éste no lo toma en cuenta, pone en peligro la utilidad de su propio trabajo. *No* estamos diciendo que el cuidado y la atención puestos a los ensayos no son importantes. Son singularmente importantes. Más bien, queremos decir que debido al papel desempeñado por la aversión al riesgo y debido a la variabilidad, existe un límite sobre cuán precisas se pueden hacer las recomendaciones. En este sentido, el exceso de precisión puede ser una mera pretensión.

¿Qué clase de variabilidad debe preocupar al agrónomo? Es la variación que ocurre en los beneficios netos aún cuando administremos el mismo tratamiento. Esta clase de variación surge de varias fuentes que se pueden agrupar bajo dos encabezados: 1) variabilidad en el rendimiento y 2) variabilidad en el precio. El propósito de este capítulo es el de discutir estas fuentes de variabilidad y sus implicaciones al formular recomendaciones.

### Fuentes de variabilidad en el rendimiento

Hemos dicho que no podemos asegurar al agricultor que un tratamiento determinado brindará un cierto nivel de beneficios netos. De hecho, ni siquiera podemos asegurarle que un tratamiento determinado llevará a un cierto rendimiento. Es la variación en rendimiento lo que trataremos en esta sección.

¿Qué es lo que tenemos? Tenemos al agrónomo que realiza experimentos, de ordinario en la estación experimental, pero algunas veces en las parcelas de los agricultores. El agrónomo desea luego hacer recomendaciones que sean consistentes con las circunstancias de los agricultores. (Recuérdese que si las recomendaciones no son consistentes con las circunstancias de los agricultores, el productor no las aceptará, serán en vano los esfuerzos del agrónomo).

Los rendimientos que los agricultores obtengan con un tratamiento en particular, diferirán del rendimiento del tratamiento, o aún del rendimiento promedio, que el agrónomo obtendrá. Hay varios factores que originan este comportamiento. Uno es la variación de un sitio a otro. Esto surge porque las circunstancias físicas de un sitio difieren de las del sitio (o sitios) del agrónomo de manera importante, o porque el clima de un sitio difiere del que prevalece en el sitio del agrónomo también de manera importante.

Una segunda fuente de variación es la variación registrada de un año a otro. Lo que era exactamente la recomendación correcta en un lugar y en un año pudiera no ser la exactamente correcta, ni aún próxima a la correcta, en otro año debido a la diferencia en clima (lluvia, temperatura, etc.).

Como ejemplos de estos dos tipos de variaciones, véanse los datos presentados en el Cuadro 6. Se trata de los datos de los ensayos de fertilizantes discutidos antes en el Cuadro No. 2. Aunque no lo mencionamos, los datos de los cuatro primeros ensayos representan un año y los de los segundos cuatro ensayos representan otro año. Compárese ahora el ensayo 1 con el ensayo 2. Hemos mantenido constantes los precios al computar los beneficios netos en el cuadro, de manera que la variación de un ensayo a otro representa variación en rendimiento. Se puede ver que ningún tratamiento simple dió el mismo rendimiento en un ensayo que en otro. Esa es la variación de sitio a sitio.

Compárese ahora el ensayo 1 con el ensayo 5, dos ensayos realizados en el mismo sitio pero en diferentes años. (También se puede comparar el 2 con el 6, el 3 con el 7, ó el 4 con el 8). Estas comparaciones muestran que ningún tratamiento en particular dió los mismos rendimientos en el mismo sitio en los dos años considerados. Esa es la variación de un año a otro.

Estas dos clases de variación hacen imposible pronosticar lo que un tratamiento en particular rendirá en un lugar, según los datos de un lugar diferente, o predecir qué pasará en un sitio dado en un año, basado en datos de otro año. Los agrónomos saben que esa variación existe. Los agricultores también lo saben.

El escéptico se puede desesperar al intentar decir cualquier cosa acerca de los rendimientos que el agricultor obtendrá con tratamientos alternativos, aún

CUADRO 6.  
Beneficios netos por tratamiento y por sitio (\$/ha).

Sitio	N: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :	Tratamientos de fertilizante (kg/ha)											
		0	50	100	150	0	50	100	150	0	50	100	150
1		360	670	2370	2080	410	1620	2660	2700	950	1310	1550	1490
2		1380	1890	3730	3490	1200	2710	3440	4600	720	2770	3900	3840
3		3740	3920	3420	3080	3700	3800	3320	3200	4060	4140	4320	4160
4		2180	2990	3810	2730	1820	3390	4480	4900	900	3020	3440	4120
5		1480	1280	970	670	1540	2190	1660	1090	750	2150	1590	1460
6		1450	2200	2830	2610	1330	2830	2100	1880	510	2550	3440	2630
7		4270	4420	2960	3130	2120	4000	3690	3080	4040	3440	2690	2960
8		1090	1650	870	710	1080	1800	1090	970	680	2210	1980	2120
Promedio		1990	2380	2620	2310	1900	2790	2810	2810	1570	2690	2870	2840

cuando se tengan muy buenos resultados de una serie de ensayos realizados en parcelas de agricultores. Si bien ese escepticismo es saludable, no necesita conducir a la desesperación.

Supongamos por el momento que los ocho tratamientos son representativos del tipo de variación que un agricultor determinado, o los agricultores de un área, podrían esperar del tratamiento aplicado. Es decir, si el agricultor fuera a aplicar (50-25) los beneficios que podría esperar en su finca en un año dado están representados por la fila de beneficios bajo (50-25) del Cuadro 6. Nótese que el mayor beneficio es de \$4,000 y el menor es de \$1,620, una amplia gama de variación con un promedio de \$2,790. Más importante todavía, nótese que ningún tratamiento en particular es consistente al dar los beneficios netos más altos.

Hay todavía otra fuente de variación en los rendimientos con la cual deben familiarizarse los agrónomos. Esa es la clase de variabilidad que emerge de los agricultores que combinan tratamientos agronómicos con otras prácticas que difieren de las que usa el agrónomo en sus experimentos. Bien se sabe que el agrónomo mantiene más control sobre el ambiente del cultivo que el agricultor. Esto ocurre aún cuando el agrónomo trabaja en parcelas de agricultores. Se dá más cuidado a la época y densidad de siembra, al control de malezas (los herbicidas se usan más en los ensayos que en siembras de agricultores) y al control de insectos y enfermedades.

Son muchas las razones de las diferencias en la intensidad de manejo. En algunos casos se debe a que los agricultores no conocen las técnicas. Más a menudo, sin embargo, se debe a que los agricultores no podrían asignar tanto tiempo, cuidado y dinero a sus siembras como lo hace el agrónomo en sus experimentos. Independientemente de las razones, debido a estas diferencias, los rendimientos obtenidos por un agricultor usando un tratamiento determinado en un terreno determinado y en un año determinado pueden ser diferentes del rendimiento que obtendría un agrónomo en el mismo terreno y el mismo año. Más aún, debido a que la intensidad de manejo varía de un agricultor a otro, diferentes agricultores obtendrán también diferentes rendimientos con el mismo tratamiento, aún si todo lo demás es lo mismo.

Desafortunadamente parece no haber una regla sencilla para incorporar estas diferencias de manejo en el análisis. Sólo se puede decir que dichas diferencias pueden afectar considerablemente los niveles de rendimiento. Los efectos de borde, por ejemplo, pueden tener un efecto substancial sobre el nivel absoluto de rendimiento. Los ensayos del CIMMYT en los que se han comparado parcelas chicas con parcelas grandes sugieren que el rendimiento de parcelas chicas deben reducirse en un 20 por ciento para compensar con respecto a los efectos de borde.

En todo caso, los agrónomos obtendrán mayores rendimientos y mayores beneficios netos implícitos que los agricultores. Algunos especialistas sugieren que los rendimientos deben reducirse de un 20 a un 30 por ciento, para compensar el manejo más intenso dado a los experimentos.

Pero éste no es todo el problema. Las prácticas de manejo pueden causar cambios en el orden de posición de los experimentos. Los datos, por ejemplo, de un ensayo realizado por el programa de trigo del CIMMYT muestran que, si la población de avena silvestre es controlada (digamos, con aspersiones) la variedad Jupateco, de 100 cm de altura, supera en rendimiento a la variedad de trigo duro Anhinga que es más alta. Sin embargo, si la población de avena silvestre es bastante densa, ocurre lo contrario. Ambos rendimientos declinan pero el del trigo duro disminuye bastante menos. O tómese el ejemplo de densidad

de siembra y fertilizantes en maíz. Con altas densidades de plantas un tratamiento de fertilizantes en particular puede dar mayores beneficios netos que una aplicación menos intensa. A menores densidades, sin embargo, lo contrario puede ser cierto.

Estos ejemplos se pueden multiplicar muchas veces y son útiles para puntualizar que todavía existe esta tercer fuente de variabilidad. También llaman la atención del agrónomo sobre la necesidad de familiarizarse con las prácticas usuales de los agricultores antes de organizar los experimentos. Y no sólo familiarizarse, sino que debe tratar de entender por qué las prácticas que interactúan fuertemente con sus recomendaciones (avena silvestre y variedades de trigo, o densidad de siembra y fertilizantes en maíz) se han tornado usuales, y luego ver si éstas pueden ser cambiadas a través de sus propias actividades.

Hay una fuente más de variabilidad que podríamos discutir pero realmente no es necesario. Se trata de la variabilidad que ocurre entre las repeticiones, a menudo llamada "error experimental" aunque mejor denominada "variabilidad dentro de sitios". Esta señala que los terrenos no son homogéneos. Los agricultores lo saben y tienden a pensar en términos de todo el campo. Cuando las diferencias son realmente notables, los agricultores tienden a hacer dos parcelas o más donde tenían una. En cualquier caso, no necesitamos considerar la variación dentro de sitios como otra fuente de variaciones.

Hay entonces, tres fuentes de variabilidad de rendimiento que debemos reconocer cuando intentamos pronosticar cuáles serán los rendimientos de los agricultores, con base en datos de ensayos. Estos son:

1. Variabilidad de un sitio a otro bajo las mismas condiciones de manejo;
2. Variabilidad de un año a otro bajo las mismas condiciones de manejo;
3. Variabilidad a nivel de manejo en un sitio determinado en un año dado.

#### **Ajuste de recomendaciones con respecto a variabilidad de rendimiento (análisis de retorno mínimo).**

En el análisis de beneficios netos del capítulo anterior, consideramos solamente los rendimientos medios para cada uno de los tratamientos. En este capítulo hemos puntualizado las fuentes de variabilidad de los rendimientos, y examinado la variabilidad de los beneficios netos que resultó de la variabilidad de rendimientos en los datos de fertilización. Ya hemos sugerido un procedimiento para incorporar la aversión al riesgo al proceso de derivar recomendaciones. Este fue el de añadir una "prima de riesgo" de 20 por ciento a los costos directos de capital. Esto se debe a que los agricultores desean proporcionarse un margen de protección de manera que en años malos tengan mayores probabilidades de pagar sus préstamos y cumplir con sus compromisos, o mayores probabilidades de recibir beneficios netos positivos si están empleando su propio dinero.

Pero la idea de una prima de riesgo de 20 por ciento es una regla sencilla general. Pudiera haber nuevas alternativas tecnológicas improbables de ofrecer retribuciones tan bajas o más bajas que la tecnología tradicional en el transcurso de varios ciclos. En este caso, los agricultores probablemente escogerían una prima de riesgo más pequeña (todavía querrán alguna prima de riesgo, puesto que cualquier nueva empresa es en cierto modo riesgosa). Por otra parte, una nueva alternativa pudiera ser mucho más riesgosa que las alternativas tradicionales. Esto será cierto cuando la nueva opción reclame un inversión cuantiosa y haya probabilidades de que el cultivo fracase, en cuyo caso no sólo se perderá el cultivo sino también la inversión.

Para examinar los riesgos relativos de "desastre" entre las alternativas, usamos el análisis de retorno mínimo. De todos los sitios experimentales disponi-

bles tomamos los peores, 25 por ciento o un porcentaje similar, de los resultados de cada tratamiento. Una comparación de estos resultados peores nos dará alguna idea del riesgo relativo de los diversos tratamientos. Si la práctica recomendada (a partir del análisis marginal) parece ser muy poco más riesgosa que la práctica corriente del agricultor, entonces se puede estar más confiado de que esta recomendación es buena para el agricultor. Si, por otra parte, la práctica recomendada ofrece resultados "peores" que el resultado más pobre de las prácticas corrientes del agricultor, entonces será necesario reconsiderar la recomendación usando un costo de oportunidad del capital mayor que el 40 por ciento. El nivel exacto dependerá del riesgo relativo observado, pero primas de riesgo del 50 por ciento ó aún del 100 por ciento (añadidas al costo directo del capital) podrían representar en forma realista las circunstancias de los agricultores.

Un análisis de retorno mínimo como éste no tendrá sentido a menos que haya por lo menos cinco o seis experimentos. Será también engañoso a menos que *todos* los sitios experimentales (o de demostración) sean incluidos en el análisis. Es práctica común abandonar ensayos agronómicos si el clima u otros factores dañan el sitio a un grado tal en que el agrónomo quede satisfecho de que no observa diferencias significativas de rendimiento entre tratamientos. Así, si se siembran 20 sitios, pudiera ser que cinco se abandonen debido a la sequía, inundación, ataques severos de plagas o enfermedades, u otros factores. Es común trabajar con los resultados de los 15 ensayos "exitosos". Pero esto es un error, porque el agricultor debe aceptar resultados exitosos y no exitosos. Es tan importante para el agrónomo conocer qué resultados obtendrá el agricultor en circunstancias desfavorables como lo es conocer los resultados en circunstancias favorables.

Por tanto, es muy importante para el agrónomo considerar muy cuidadosamente las razones por las cuales se abandonó un sitio en particular. Si la causa es un error obvio por parte del agrónomo (digamos que aplicó el agroquímico inadecuado o que destrozó las plantas con una máquina), entonces el sitio se podría omitir apropiadamente por no ser representativo de las circunstancias de los agricultores. De otro modo, los datos se deben incluir como representativos de las circunstancias de los agricultores. En algunos casos, no se podrán obtener datos de rendimiento de tal sitio, aun cuando se incluya a éste el análisis. Esta es una situación infortunada, pero si acaso ocurre, el agrónomo debe suponer que los rendimientos de todos los tratamientos fueron iguales, y por ello los beneficios netos para los tratamientos no-testigos serán menores que los beneficios netos de la parcela testigo por la cantidad de los costos variables. Esta es una medida razonable de los peores resultados que los agricultores podrían esperar de un tratamiento determinado (la pérdida de los costos variables).

La elección del peor retorno neto por considerar no es del todo satisfactoria. Debido al azar, este nivel de retorno puede ser bastante más bajo que el resto de los resultados. Más aún, el agricultor puede sobrevivir un mal resultado, si los otros son relativamente más favorables. Así que además del peor resultado posible, es útil observar el promedio del 25 por ciento de los peores resultados de cada tratamiento.

En el Cuadro 7 mostramos el peor retorno neto de los ocho sitios para cada tratamiento (tomados del Cuadro 6). Para esta serie de experimentos tenemos suerte, puesto que el tratamiento que escogimos usando análisis marginal (50-25) es también el tratamiento que tiene el mayor retorno neto entre las peores ocho situaciones (\$1,620). Por consiguiente, un agricultor preocupado por los retornos netos bajos ocasionales, no podría escoger un tratamiento mejor que el 50-25.

CUADRO 7.  
Beneficios netos mínimos de 8 sitios (\$/ha).

Beneficio neto	N: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :	Tratamientos de fertilizante (kg/ha)											
		0	50	100	150	0	50	100	150	0	50	100	150
(a) Primero mas bajo		360	670	870	670	410	1620	1090	970	510	1310	1550	1460
(b) Segundo mas bajo		1090	1280	970	710	1080	1800	1660	1090	680	2150	1590	1490
(c) Promedio		725	975	920	690	745	1710	1375	1030	595	1730	1570	1475

Nota: (a) Esta hilera muestra el beneficio neto promedio mas bajo (o el peor) para cada tratamiento de fertilizante y para los ocho sitios experimentales; (b) esta hilera muestra el segundo beneficio neto promedio mas bajo; (c) esta hilera muestra el promedio de los dos beneficios netos promedios mas bajos.

La última columna del Cuadro 7 muestra las retribuciones netas promedio para los dos peores resultados de cada tratamiento. De nuevo, el tratamiento 50-25 seleccionado antes, ofrece el promedio más alto, (50-50 brinda un promedio que es \$20 mayor pero esta no es una diferencia importante para el agricultor).

Este análisis de beneficios netos mínimos ha suministrado una prueba con respecto al riesgo relativo del tratamiento escogido mediante el análisis marginal en comparación con otras alternativas. En este caso, el tratamiento previamente elegido tiene menos riesgo que los otros, así que parece ser una buena elección para quienes tienen aversión al riesgo. Con frecuencia, sin embargo, la alternativa seleccionada por el análisis marginal será inferior a otros en retorno mínimo. En tal caso, el agrónomo necesitará estimar la importancia de la aversión al riesgo en los agricultores para quienes está haciendo la recomendación, antes de que decida alterar o no la recomendación debido a los resultados del análisis de retorno mínimo.

Es oportuno otro comentario con respecto a los retornos mínimos netos logrados con un tratamiento en particular. Ocasionalmente algo falla en un experimento, y una o más de las repeticiones de un tratamiento pudieran tener rendimiento muy bajo *en relación* con otras repeticiones u otro tratamiento. Si éste es el caso, esa cifra del rendimiento pudiera dar como resultado un retorno "peor" para ese tratamiento y eso sería engañoso. Por lo tanto, al examinar el conjunto de resultados en cuadros como el Cuadro 7, uno debe sospechar de cualquier retribución neta que difiera mucho de otros retornos netos para ese tratamiento y de retornos netos para otros tratamientos. Habrá que consultar el libro de campo para determinar si acaso un factor exógeno estaba disminuyendo los rendimientos nada más que para una de las parcelas de tratamientos.

#### Variabilidad de precios y análisis de sensibilidad

Al hacer un presupuesto parcial, pudieran no estimarse con precisión los precios o los costos. Esto es especialmente cierto en los precios estimados para el producto y para la mano de obra. Las variantes de un año a otro y de un agricultor a otro en precios pagados o recibidos son factores que de alguna manera deben ser considerados.

Con los precios de los productos, a veces uno se siente tentado a usar los precios de garantía. Todos sabemos, sin embargo, que los precios recibidos por los agricultores en sus mercados pueden diferir de los precios de garantía, a menudo son más bajos. Por ello es fundamental saber cuánto es lo que los agricultores reciben en realidad. Aún más, pudiera haber error en los precios de los productos debido a la variabilidad no anticipada de un ciclo a otro o de un año a otro.

Puede haber error en el precio de la mano de obra debido a que algunos agricultores tendrán un costo de oportunidad mayor o menor para su tiempo que otros agricultores.

Las implicaciones de tales errores de precios pueden o no ser serias. Afortunadamente es de ordinario fácil determinar si éste es el caso. Esto se puede hacer mediante una técnica llamada *análisis de sensibilidad*. El objeto de este procedimiento es variar el precio del producto (o de la mano de obra) dentro de límites razonables de la estimación original, para determinar si el orden de alternativas es afectado.

Para demostrar esta técnica, la aplicamos a la cuestión de si los errores al estimar precio de mano de obra podrían obtener un efecto importante en nuestro ejemplo de la recomendación de fertilización. Viendo de nuevo el Cuadro 5, podemos notar que de los cinco tratamientos listados, los dos primeros tratamientos requieren cuatro días extra de trabajo, los dos segundos requieren dos días extras de trabajo, y el último —la parcela testigo— no necesita de mano de obra extra.

Usando el precio de mano de obra previamente establecido, \$25 por día, el tratamiento 100-50 tiene un beneficio neto de \$80 más que el tratamiento 50-25. Nótese, sin embargo, que si incrementáramos el precio de campo de la mano de obra a \$65 por día, ambos tratamientos retribuirían más o menos el mismo beneficio. Hemos señalado ya que la alternativa 100-50 no ofrece un beneficio neto extra suficiente para garantizar un gasto extra en fertilizante sobre el 50-25. Para los agricultores cuyo precio de campo de mano de obra es de \$65 ó más, no ofrecería de modo alguno un incremento en los beneficios netos. Esta es una razón para ser reacios a recomendar 100-50, aún cuando tenga el beneficio neto estimado más alto. La estimación del beneficio neto es sensible a nuestra estimación del precio de campo de la mano de obra.

Comparando 50-25 con 0-0 podemos determinar que para cualquier precio de campo de mano de obra arriba de \$212 por día, la primera alternativa continuaría ofreciendo un alto beneficio neto. En vista de que esto está muy por encima de nuestra estimación, podemos estar seguros de que errores en la estimación del precio de campo de la mano de obra no afectarán nuestra recomendación de 50-25.

Supóngase ahora que nos interesa saber si cambios de hasta 20 por ciento en el precio del maíz afectarían la recomendación de fertilización. Se podría completar todo el análisis de presupuesto usando de nuevo precios de campo de \$800 y \$1,200 por tonelada, pero esto no es realmente necesario. Sabemos que si los precios del maíz aumentan, los retornos para todos los niveles de fertilización se incrementarán, y el interrogante de interés principal es si el retorno del tratamiento 100-50 se incrementará lo suficiente para garantizar su recomendación a los agricultores más pobres. Dado un precio de campo de \$1,200 por tonelada, el beneficio neto para 100-50 se incrementaría de \$2,870 a \$3,724.

	a un precio de campo de \$1,200		a un precio de campo de \$800	
	50-25	100-50	0-0	50-25
beneficio bruto de campo	\$4188	\$5124	\$1592	\$2792
costos variables	<u>- 700</u>	<u>-1400</u>	<u>- 0</u>	<u>- 700</u>
beneficio neto de campo	\$3488	\$3724	\$1592	\$2092
beneficio marginal neto		\$236		\$500
tasa marginal de retorno		34%		71%

El beneficio neto de 50-25 sería de \$3,488, y la tasa de retorno por el fertilizante extra sería de  $236/700 = 34$  por ciento, o sea mayor que el 24 por ciento al precio anterior. Este es casi una retribución lo suficientemente alta para garantizar su recomendación a los agricultores. Si hubiese una buena oportunidad de que prevaleciera un precio de campo de \$1,200 ó más desearíamos reconsiderar la recomendación.

A un precio de campo del maíz de \$800, por otra parte, la cuestión reside en si 50-25 sigue siendo lo suficientemente redituable para recomendarse. A este precio de campo, el incremento en el beneficio neto sobre la parcela testigo es de unos \$500, por debajo de \$800 al precio anterior, y la tasa de retorno baja de 114 por ciento ( $800/700$ ) a 71 por ciento ( $500/700$ ). Esto es todavía adecuado para garantizar la recomendación de 50-25.

Así, el resultado de este análisis de sensibilidad del precio del maíz es que la recomendación para la mayoría de los agricultores no cambia para precios del maíz dentro del 20 por ciento de nuestra mejor estimación del precio que fue de \$1,000 por tonelada, aunque sí cambiaría para precios que excedieran a los \$1,200. El análisis de sensibilidad, con respecto al precio del maíz y al precio de la mano de obra, ha fortalecido nuestra confianza de que la recomendación de 50-25 será buena para los agricultores, aún si los precios difieren a partir de lo que esperamos.

## 6 MAS SOBRE ESTIMACION DE COSTOS

En el Capítulo 2 discutimos los procedimientos generales para computar beneficios brutos y costos variables, pero no entramos en detalles acerca de los problemas y procedimientos involucrados al estimar costos y beneficios. El propósito de éste y del siguiente capítulo es el de discutir con más detalle la forma de hacer estas estimaciones, y suministrar listas de referencia que pueden ayudar a asegurar que no se pasen por alto costos o beneficios significativos.

La primera tarea al estimar costos es identificar cuáles conceptos de insumos cambian de alguna manera de un tratamiento a otro. Estos insumos se denominan *insumos variables*. Incluyen cambios en agroquímicos, semilla, cantidad o tipo de mano de obra, y cantidad o tipo de maquinaria. La segunda tarea es determinar el *precio de campo* de este insumo, es decir: el costo monetario o costo de oportunidad por unidad del insumo.

### Identificación y medición de los insumos variables

Para identificar cuáles insumos son afectados por las alternativas incluídas en un experimento, el agrónomo debe familiarizarse con las prácticas locales así como con las prácticas empleadas en el experimento. Esto es importante porque a menudo acontece que las prácticas del agricultor dentro del dominio de recomendación son muy diferentes de las prácticas experimentales. El agrónomo debe entonces preguntarse cuál de las operaciones de precosecha que usarían los agricultores pudiera diferir en cualquier aspecto de un tratamiento a otro. (Los costos de cosecha y postcosecha se pueden deducir más convenientemente del precio de campo del producto, según lo discutimos en el siguiente capítulo). Enseguida se da una lista de referencias que puede considerar:

#### *Preparación del terreno*

¿Es el mismo para todos los tratamientos?

#### *Siembra*

¿Se usa la misma semilla en todos los tratamientos?

¿Se emplea la misma cantidad de semilla?

¿Es la misma la técnica de siembra?

#### *Deshierbes/labranzas*

¿Hay razón para pensar que la cantidad de tiempo requerida para esta operación diferirá de un tratamiento a otro?

¿Es la misma la técnica para todos los tratamientos?

*Deshije*

- ¿Se requiere para todos los tratamientos?
- ¿Es la misma la cantidad de tiempo requerida?
- ¿Lo hacen los agricultores?

*Aplicación de pesticidas y fertilizante*

- ¿Son estas prácticas idénticas para todos los tratamientos?

Si las prácticas para las operaciones anotadas arriba no son idénticas para todos los tratamientos, hay que considerar entonces cuáles de los siguientes tipos de insumos podrían ser afectados por las diferencias, y en qué magnitud.

*Agroquímicos— (fertilizante, insecticida, herbicida)*

- ¿Difieren en tipo o cantidad?

*Semilla*

- ¿Difiere en tipo o cantidad?

*Equipo*

- ¿Se necesita el mismo tipo de equipo?
- ¿Se necesita la misma cantidad de tiempo de operación del equipo?

*Mano de obra*

- ¿Cuánto difiere la mano de obra debido a distintas operaciones de deshierbe, deshierbe, riego, densidad de siembra, preparación del terreno, etc.?
- ¿Varía significativamente la mano de obra requerida con el tipo o cantidad de semilla o el fertilizante aplicado?
- ¿Difiere entre tratamientos *el tipo* de mano de obra requerida?

Para insumos tales como tiempo de equipo y mano de obra, es de ordinario difícil estimar las diferencias para cada tratamiento. La información acerca del uso de mano de obra en las parcelas experimentales no es muy útil debido al tamaño pequeño de las parcelas y a la posibilidad de que los agricultores usen diferentes técnicas. La mejor manera de obtener esta información es visitar a diferentes agricultores. Cada uno dará su propia opinión con respecto al tiempo requerido para las diversas operaciones, pero una cifra que se aproxime al promedio de estas opiniones constituirá una buena estimación. Una vez que se han identificado los *insumos variables* para cada operación y que se han estimado sus cantidades, algunas veces es útil registrarlos de una manera ordenada, tal como en las primeras tres columnas del Cuadro 8. Decimos que algunas veces, porque en experimentos relativamente sencillos como ensayos de fertilizantes, sólo los fertilizantes y la mano de obra utilizados son insumos variables, y se pueden registrar directamente en un cuadro de presupuesto total como el del Cuadro 3. Pero para experimentos con un mayor número de insumos variables tal como el de un ensayo de demostración de paquetes tecnológicos, un cuadro como el número 8 será muy útil para organizar la información sobre *costos de campo*. Las diferencias en costos de campo de un tratamiento a otro serán entonces determinadas con rapidez mediante la comparación de hileras "totales" del cuadro para cada tratamiento.

Hasta ahora hemos discutido solamente la identificación y medición de los insumos variables, las primeras tres columnas del Cuadro 8. Vayamos ahora a algunas consideraciones relacionadas con la estimación del costo de cada una de ellas.

CUADRO 8.  
Estimación de costos variables de campo para un tratamiento en particular  
(por hectárea).

Operación	Insumo	No. de unidades	Costo de campo (\$/ha)				Costo total
			Monetario		de oportunidad		
			Precio por unidad	Costo	Precio por unidad	Costo	
Siembra	semilla	15 kg	1	15	—	—	15
	mano de obra	2 días	—	—	25	50	50
Fertilización	N	50 kg	8	400	—	—	400
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	25 kg	10	250	—	—	250
	mano de obra	2 días	—	—	25	50	50
Total de costos variables				665	100	765	

#### Determinación del costo de campo de insumos comprados

¿Cómo se determina el *precio de campo* de insumos que se adquieren y usan durante el ciclo? (Esto incluirá conceptos tales como semilla, pesticidas, fertilizantes y agua de riego). Es necesario concurrir a los locales de menudeo o a los sitios donde los agricultores tengan que adquirir el insumo, y verificar el precio al menudeo del tamaño o cantidad apropiada del insumo.

Luego, hay que encontrar de qué manera los agricultores llevan el insumo a la finca. En el caso de insumos no voluminosos, como insecticidas y herbicidas, el insumo puede ser llevado por la persona, de modo que los costos de transporte son insignificantes. Pero éste no es el caso para los fertilizantes ni, tal vez, para la semilla. Generalmente el agricultor tiene que rentar un camión o tal vez utilizar tracción animal para llevar el insumo a su parcela. Si así ocurre, hay que añadir un cargo por transporte al precio de menudeo. Si el agricultor paga a otros por transportarle el insumo, no es difícil determinar cuáles son los costos normales por este concepto. Si él mismo lo transporta, se podría incluir el costo de oportunidad por su propio tiempo y por su propio camión. Al presupuestar para los agricultores en general, habrá que guiarse por la práctica que seguirá la mayoría de los agricultores.

En algunas situaciones, el agricultor seleccionará semilla de su cosecha anterior, más que comprarla. Esta semilla tendrá un costo, puesto que el productor dispone de otras alternativas para ella. En general, el costo de oportunidad de esta semilla debe ser el precio de mercado local, menos los costos de transporte y mercadeo, más el costo de almacenamiento y de tratamiento al grano (si acaso se hace).

#### Determinación del precio de campo del equipo

Algunos tratamientos o alternativas pudieran implicar el uso de equipo de mano pequeño que no posee la mayoría de los agricultores, en tanto que otros tratamientos no lo requieren. Si la mayoría de los agricultores tiene el equipo o el implemento, entonces el costo puede pasarse por alto, puesto que no será afectado por la decisión. Si la mayoría de los agricultores deben comprar el implemento (digamos una aspersora o una espolvoreadora), hay que derivar entonces un *precio de campo* por hectárea por su uso.

El precio al menudeo del equipo es el punto de partida apropiado al determinar el *precio de campo* por hectárea por su uso. Para obtener un costo prorrateado por hectárea de uso, se puede dividir primero el precio al menudeo entre el período de vida útil aproximada del implemento (en años). Esto da un costo

anual prorrateado, que luego debe dividirse entre el número promedio de hectáreas por año sembrado por los agricultores del área para obtener un precio por hectárea prorrateado del implemento.

Supóngase por ejemplo, que estamos considerando recomendar un herbicida, el cual es aplicado con una bomba de aspersión que cuesta \$500. Se estima que la mayoría de los agricultores podría usar la bomba durante 5 años y que el tamaño promedio de la parcela es de 5 has. Es posible entonces calcular el costo por hectárea de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \$500/5 \text{ años} &= \$100 \text{ por año} \\ \$100/5 \text{ has.} &= \$20 \text{ hectárea y por año.} \end{aligned}$$

En pocos casos el agrónomo estará considerando alternativas que difieren en el uso de implementos tirados por tractor o tal vez pequeños implementos autopropulsados. El procedimiento anterior se puede utilizar también para este tipo de equipo, pero hay otros factores involucrados en el costo, tales como los precios de reparación y de combustible, y la posibilidad de que el equipo tenga otros usos en las fincas. Así, para estos implementos grandes, es mejor buscar el consejo de un ingeniero agrícola o de un economista agrícola que estén familiarizados con las técnicas mecánicas y de costos.

El enfoque anterior para estimar el precio de campo del equipo puede parecer demasiado simple y es cierto que podrían emplearse técnicas de costos más elaboradas. Pero en realidad no se puede esperar mucha precisión al estimar estos costos, puesto que pueden variar ampliamente de un agricultor a otro. Y es mucho mejor emplear un método simple de estimar los costos que soslayarlos del todo.

Los lectores perceptivos pudieran haber notado que no hemos incluido cargos de intereses en este procedimiento para determinar el precio de campo de implementos. Esto se debe a que estamos usando la tasa de retorno sobre el capital como criterio de decisión (Capítulo 4).

#### **Determinación del precio de campo de la mano de obra**

Para agricultores que contratan mano de obra para sus operaciones, el *precio de campo* de la mano de obra será la tasa de salario para los trabajadores en el área, más el valor de pagos no monetarios ofrecidos como la comida o el almuerzo. (El valor de tales pagos no monetarios pueden no ser triviales. En algunas regiones de Pakistán por ejemplo, el valor del almuerzo representa un cuarto del salario). Hay dos problemas al utilizar este precio. En primer lugar, pudiera ser que la mayoría de los agricultores para quienes se dirigen las recomendaciones no empleen mano de obra contratada y que hagan el trabajo ellos mismos mediante la mano de obra familiar. En segundo lugar pudiera ser que una operación, aplicación de herbicida por ejemplo, es de naturaleza tan crítica que el agricultor no confie en nadie más sino sólo en sí mismo para realizarla.

En los lugares donde los propios agricultores o sus familiares desempeñan en general el trabajo, debemos usar el concepto de costo de oportunidad para determinar el *precio de campo* de la mano de obra. El costo de oportunidad representa el valor que se deja de percibir para hacer el trabajo y por tanto representa un costo real. Por ejemplo, si los agricultores dejaran un día su empleo en la ciudad para hacer el trabajo extra, estarían dejando de percibir el salario de un día, y este costo de oportunidad es tan real como si estuvieran pagando a alguien más por hacer el trabajo.

Como mencionamos antes, pudiera ser que el trabajo extra es requerido en

una época crítica para el cuidado de algún otro cultivo, como el tabaco o algodón. Si el tomarse un día del cultivo más importante da como resultado una reducción en el ingreso de ese cultivo, entonces la pérdida es el costo de oportunidad de la mano de obra. De nuevo, se trata de un costo muy real, aún cuando no involucra dinero directamente.

Es correcto utilizar el principio del costo de oportunidad como el enfoque para estimar el precio de campo de la mano de obra, pero ¿cómo se puede descubrir el costo de oportunidad para el agricultor promedio a quien se va a hacer la recomendación? El punto de partida es el salario agrícola prevaleciente durante el ciclo de cultivo en el área, que se puede determinar al hablar con varios agricultores. No es extraño encontrar que el salario es más alto durante algunos períodos que otros.

Se recurre entonces a la familiaridad que uno tiene con las prácticas de cultivo que se llevan a cabo en el área, para determinar si se necesitará mano de obra extra en una época cuando la mano de obra familiar se encuentra totalmente ocupada, o si esto ocurrirá en una época cuando probablemente se disponga de suficiente mano de obra libre. Si la mano de obra extra se necesita durante un período de relativo desempleo, sugerimos un costo de oportunidad del 50 al 75 por ciento del salario prevaleciente. Esto se debe a que el agricultor tendrá la oportunidad, si así lo desea, de trabajar fuera de su finca, en cuyo caso él podría percibir el salario prevaleciente para el ciclo. Pero dado que él tiene alguna dificultad de obtener empleo fuera de la finca, y puesto que probablemente prefiere trabajar para sí mismo, la mayoría de los agricultores estarán dispuestos a trabajar en su finca por algo menos que dicho salario.

Hemos sugerido la cifra de 50-75 por ciento, pero éste es por supuesto una estimación gruesa de valores que probablemente varían de una finca a otra. Debemos advertir al lector para que no se sorprenda del posible hecho de que el agricultor se siente en la sombra sin hacer nada si no tiene trabajo extra que desempeñar. Porque si hubiera empleos, y él elige no tomarlos, ésta es una evidencia que valora más su tiempo de ocio que la cantidad que podría obtener al trabajar. Por supuesto, si no hay empleos fuera de la finca, podría ser que para la mayoría de los agricultores el costo de oportunidad de su tiempo se aproximara mucho a cero. En este caso, el costo de oportunidad de la mano de obra se puede fijar aún más bajo pero en ningún caso se puede poner a nivel de cero.

Por otra parte, si la mano de obra extra se necesita durante una época muy ocupada, cuando hay probabilidades de que el agricultor gane más en otra empresa, sugerimos entonces usar un costo de oportunidad de alrededor del 125 por ciento de la tasa de salario prevaleciente para ese ciclo. Si bien el costo de oportunidad del tiempo del agricultor puede ser más que esto, él siempre tiene la oportunidad de contratar trabajadores que le ayuden. Puesto que siempre hay molestias para hacer esto, el costo real de contratar la mano de obra sería mayor que la tasa prevaleciente, y por ello sugerimos la cifra de un 125 por ciento. (Si bien el agricultor ocupado pudiera en realidad no contratar la mano de obra, el hecho de que no lo haga así indica que él no piensa que el valor de la mano de obra en los usos opcionales merezca estar en más del 125 por ciento de las tasas de salario).

Resumiendo lo que hemos dicho acerca del *precio de campo* de la mano de obra, puntualizamos que el salario agrícola prevaleciente (incluyendo almuerzos, etc) en el área, por el ciclo del año en cuestión, es el punto de partida para estimar el precio de oportunidad de la mano de obra. Si los agricultores para quienes se hacen las recomendaciones estuvieran muy

ocupados en esta época del año, entonces sugerimos una cifra de 125 por ciento del salario (para ese ciclo) como el costo de oportunidad. Si se espera que los agricultores no estén ocupados del todo en la época en cuestión, sugerimos una cifra de 50-75 por ciento del salario para el ciclo. En el capítulo 5 describimos una manera de ver cuan importante es el precio de campo estimado de la mano de obra al identificar el tratamiento que se vaya a recomendar.

### Determinación del costo del capital

La tasa de retorno (de oportunidad) es el concepto que usamos para estimar el costo del uso del capital, y aunque no lo empleamos al calcular costos de campo, lo usamos para derivar recomendaciones según se describe en el capítulo 4. Consideremos entonces cómo se pudiera estimar la tasa de retorno de oportunidad.

Supóngase que un análisis de presupuesto parcial de una inversión de \$100 por hectárea en fertilizante muestra un beneficio neto promedio de \$25 por hectárea. Esta es una tasa de retribución de 25 por ciento por seis meses. Necesitamos ahora estimar la tasa de retorno de oportunidad sobre el capital si habremos de decidir si este 25 por ciento es satisfactorio o no.

*Si los agricultores obtuvieran dinero en préstamo* para financiar la inversión, la tasa de interés que debe pagar sobre el préstamo es la primera aproximación a la tasa de oportunidad. Pero no hay que desdeñar los cargos por servicio y las primas de seguro asociados con los préstamos aunque no incluidos en la tasa de interés. Estos cargos a menudo cuestan más que los intereses, y por ello duplican la tasa de interés real que el agricultor debe pagar. Igualmente, hay que considerar que la tasa de interés por el préstamo es expresada en por ciento por año, en tanto que el período de inversión en fertilizantes puede ser de sólo seis meses. Tal vez con un ejemplo podemos mostrar mejor la manera de considerar estos factores.

Supóngase que el agricultor puede obtener del banco agrícola un préstamo para comprar esos \$100 de fertilizante. La tasa de interés anual es de 12 por ciento, hay un cargo de \$5 por servicio y una prima de \$10 por seguro en el préstamo. El banco hace el préstamo por \$121 discriminado como sigue:

\$100	costo de fertilizante
x0.12	tasa de interés por año
<u>\$ 12</u>	cargo anual por intereses
x0.5	fracción de año
<u>\$ 6</u>	cargo por intereses
\$100	costo de fertilizante
6	cargo por intereses
5	cargo por servicios
<u>10</u>	prima de seguro agrícola
<u>\$121</u>	

Pero el banco entregará al agricultor solamente los \$100 de fertilizante y cobrará al agricultor \$121 al final de los 6 meses. El costo de esta inversión de capital (o simplemente el costo del capital) se encuentra dividiendo el total de cargos entre el monto del préstamo recibido:

$$21/100 = 0.21 = 21\%, \text{ costo del capital}$$

*La tasa efectiva sobre el préstamo* que este agricultor paga es 21 por ciento por seis meses (42 por ciento por año). La inversión en fertilizante retribuye 25

por ciento por seis meses (un total de \$125), más que suficiente para pagar el préstamo *si no hubiese incertidumbre* acerca de la retribución sobre el fertilizante. Pero la mayoría de los agricultores requerirían una prima de riesgo de 15 por ciento ó más por sobre el interés efectivo del préstamo para tener un margen de seguridad de ingreso dados los riesgos de la producción. Esto incrementará la tasa de 21 por ciento a 36 por ciento. La tasa de retorno de 25 por ciento sobre esta inversión en fertilizante probablemente no sería suficiente para muchos agricultores. A mayor incertidumbre de rendimiento y precio, se requerirá una mayor retribución sobre los costos del préstamo para convencer al agricultor de que invierta. Para inversiones en fertilizantes en áreas ecológicamente pobres, la prima de riesgo podría ser probablemente del orden del 20 por ciento.

Consideremos ahora a aquellos *agricultores que invertirán su propio dinero* en fertilizantes. La tasa de retorno (de oportunidad) sobre su propio capital es: (1) la tasa a la cual podrían prestar a otros su dinero (con riesgos comparables, como la inversión en fertilizante), ó (2) la tasa que podrían obtener al invertir en empresas alternativas con riesgo similar. Desafortunadamente es mucho más fácil pensar en estas dos tasas que medirlas. Sin embargo, nuestra experiencia con agricultores de escasos recursos en muchas regiones del mundo sugiere que las tasas de interés locales (privadas) son generalmente muy altas, hasta de un 100 por ciento como mencionamos antes, y que las oportunidades de inversión en fincas prometen generalmente tasas de retorno de 40 por ciento y más. Así, hemos sugerido una cifra de 40 por ciento (por ciclo de cultivo) como la tasa mínima de retorno de oportunidad. Donde la variabilidad de los retornos es alta, la cifra debe ser mayor, digamos un 50 por ciento o tal vez más. En áreas donde los prestamistas son activos, la tasa de interés para estos préstamos se puede usar como tasa de retorno de oportunidad.

Resumamos lo que hemos dicho acerca de cargos por capital y tasas de retorno. No hemos cargado el costo de uso de capital para insumos en nuestro enfoque de presupuesto parcial. Más bien, hemos calculado beneficios netos como un porcentaje de los costos variables, y hemos comparado esta tasa con la tasa de retorno de oportunidad para determinar si es suficientemente grande para garantizar el riesgo involucrado en la empresa. Donde se dispone ampliamente de créditos para financiar la inversión, la tasa de retorno debe ser de alrededor de un 20 por ciento *por sobre la tasa efectiva* de interés por el préstamo para inversiones con riesgo promedio. Cuando los agricultores financian la inversión con su propio dinero, hemos sugerido un costo de oportunidad en el uso de capital de 40 por ciento por ciclo de cultivo para inversiones con riesgo promedio.

### Resumen

Hemos presentado muchos detalles que se deben considerar al estimar costos variables. Estos detalles pueden parecer tediosos, pero dejarán de parecerlo una vez que el agrónomo los incorpore en su manera de pensar sobre el valor que tiene su investigación para los agricultores. Los detalles son importantes. Si no se reconocen todos los costos importantes asociados con cada tratamiento, las recomendaciones no tendrán fundamento. Así, para ayudar al agrónomo a identificar estos costos importantes, ofrecemos la siguiente lista de verificación.

*Lista de verificación para estimar costos de campo**6/ Más sobre estimación de costos*

1. Identifíquense todas las operaciones que serán realizadas de manera diferente de tratamiento a tratamiento, entre las que figuran:
  - a) preparación de la tierra
  - b) siembra (densidad, técnica, semilla)
  - c) deshierbes/labranzas
  - d) deshije
  - e) aplicación de pesticidas y fertilizantes
  - f) otras
2. Para cada una de estas operaciones, anótese cuáles insumos son diferentes y estímlense las cantidades requeridas, incluyendo:
  - a) insumos químicos –(fertilizantes, insecticidas, herbicidas del tipo correcto).
  - b) semilla –(tipo y cantidad requeridos)
  - c) equipo –(tipo y cantidad requeridos)
  - d) mano de obra
  - e) otros
3. Determínese el precio de campo de cada uno de los insumos anotados arriba.
  - a) insumos comprados
    - 1) precio al menudeo (para el tamaño o cantidad apropiadas)
    - 2) costos de transporte
  - b) equipo
    - 1) precio al menudeo
    - 2) promedio de años de servicio
    - 3) hectareaje promedio para los agricultores del área
  - c) mano de obra
    - 1) salario agrícola prevaleciente durante el ciclo relevante
    - 2) período de empleo pleno o período de relativo desempleo
  - d) capital
    - 1) tasa efectiva de interés sobre el préstamo si generalmente se dispone de préstamos
    - 2) información sobre tasas de interés en préstamos privados.

# 7

## MÁS SOBRE ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS

El capítulo 2 presentó un panorama de cómo se pueden estimar los beneficios y costos de las recomendaciones alternativas. Esto se basa en un procedimiento conocido como presupuesto parcial. En el presente capítulo se desarrollarán más de cerca algunos de los problemas que pueden surgir al estimar beneficios, particularmente la identificación de fuentes de beneficios y la asignación de valores a los beneficios. Se incluye también una lista de verificación para quienes se enfrentan al problema de estimar beneficios.

### Identificación y estimación de beneficios

Al iniciar la discusión, hay que recordar lo que se señalaba al principio acerca de la necesidad de tomar todos los factores relevantes. Lo que ello significa para este capítulo es que el agrónomo debe identificar todos los factores que:

1. tengan un valor positivo para el agricultor
2. que cambian de un tratamiento a otro

Volvamos al ejemplo de producción de maíz presentado en el Capítulo 2. El maíz tiene valor para el agricultor y los datos presentados en el Cuadro 1 muestran que los rendimientos de maíz cambian a medida que cambia la aplicación de fertilizantes. Obviamente entonces, la producción de maíz se debe identificar como una de las fuentes de beneficios.

Se puede preguntar si debiéramos distinguir entre el maíz vendido y el maíz consumido en la finca. Podríamos considerar que las ventas suministran ingreso pero no el maíz consumido en la finca, de aquí que sólo el maíz vendido sea fuente de beneficios. Resulta claro que la anterior es una visión demasiado estrecha, puesto que el maíz empleado en la finca tiene valor para satisfacer necesidades nutricionales. Desde luego, también tiene valor potencial en el mercado: se le puede vender por dinero y éste se puede emplear para adquirir algunas otras cosas que satisfagan las necesidades de alimentos para la familia y de forraje para el ganado. Queremos entonces valorar la producción total de maíz, sea vendido o consumido en la finca. Debemos anotar aquí que el maíz se puede utilizar de tres maneras en la finca: como semilla como forraje para el ganado y como alimento humano.

Nos queda ahora el problema de valorar el maíz producido.

Una primera aproximación al valor, pudiera ser el precio en el mercado. Pero sabemos que el agricultor no puede quedarse con todo lo que recibe al poner su maíz en el mercado. Debe deducir ciertos costos asociados con el proceso que

transcurre desde la cosecha de su maíz en el campo—el punto físico el cual el agricultor toma decisiones agronómicas—a su puesta en el mercado.

¿Cuáles costos deben deducirse? Según se podrá suponer, hay varias maneras de tratar esto. *La regla que seguimos es la de deducir del precio del mercado todos aquellos costos que variarán directamente con la cantidad de maíz producida.* Para ver cuáles son estos costos, supóngase que el rendimiento fue de cero toneladas por hectárea. Luego, no hay costos de cosecha, ni de almacenaje, ni de encostado, ni de transporte del grano hacia el mercado. Alternativamente, para una cosecha de dos toneladas por ha., el costo de cosecha, desgrane, almacenaje, encostado y transporte de dos toneladas es casi exactamente el doble del costo para una cosecha de una tonelada. Estos costos—cosecha, desgrane, almacenaje, encostado y transporte—son entonces los costos que varían en forma proporcional con la producción y se pueden deducir convenientemente del precio del mercado. El valor remanente es el *precio de campo* del maíz. Antes de continuar, conviene señalar específicamente lo que queremos decir por precios del mercado. Estos *no son* los precios al menudeo en los centros urbanos, sino los precios que los agricultores *reciben* en los mercados en donde ellos hacen las ventas. Ahora, dado que estos precios varían en el curso del año, es una buena idea obtener un precio promedio. Alternativamente, si el agrónomo quiere ser conservador, él puede usar el precio poco después de la cosecha. De nuevo, el precio que habría de emplearse *no es necesariamente* el precio oficial. Todos conocemos casos en que los precios pagados a los agricultores han sido más altos o más bajos que los precios oficiales. Queremos conocer el precio que percibirá el agricultor que toma las decisiones, cualquiera que éste sea.

Se puede preguntar por qué el costo de deshierbe por ejemplo, no se deduce también del precio del mercado. Esto se debe a que el costo del deshierbe *no es* una proporción constante de los rendimientos como lo son los costos a que nos referimos antes. Es esta distinción la que hace diferir los conceptos que se pueden abstraer del precio del mercado de aquéllos que se pueden tratar mejor separadamente.

Antes de continuar con la estimación de estos costos, nótese que hemos actuado como si todo el maíz fuera transportado al mercado y vendido, aún cuando sabemos que a menudo una buena porción del maíz se consume en la finca; no obstante esto no producirá mayor diferencia en nuestro análisis en tanto estemos comparando una manera de producir maíz con otra (según se ilustra en el ejemplo). Si estuviéramos comparando una manera de producir maíz con una manera de producir, por ejemplo, algodón, y si algo de maíz fuera consumido en la finca—fuese allí producido o no—, quisiéramos entonces separar el maíz vendido del maíz usado en la finca y asignar diferentes valores a cada uno. Sin embargo, para los propósitos de este manual, no necesitamos introducir esa complicación. Podemos decir, de modo general, que el valor del producto consumido en el hogar es un tanto mayor que el precio del mercado.

Regresando a los costos, se recordará que el capítulo anterior trató acerca de los costos monetarios y de los costos de oportunidad. Necesitamos hacer lo mismo aquí. Considérese el siguiente Cuadro 9.

Si los pagos se hacen en efectivo—para comprar costalera, para rentar desgranadoras o trilladoras, para el transporte—entonces uno necesita solamente consignar el costo por tonelada para cada actividad. Si se contempla que una o varias actividades van a ser desempeñadas con mano de obra familiar, el concepto de costo de oportunidad debe utilizarse otra vez. En el ejemplo hemos supuesto que la familia del agricultor cosecha el maíz. De nuevo, todos estos

costos se deben consignar por tonelada. Si, por ejemplo, un día de trabajo se valora en \$25 y si un trabajador puede cosechar en un día 0.3 toneladas, el costo por tonelada será de  $\$25/0.3 = \$83.30$ .

El almacenaje requiere de una consideración especial. Los conceptos que figuran en los costos son fumigantes e insecticidas, junto con el costo de construcción del espacio que ocupa el grano. Es probable que el costo de almacenar el grano sea pequeño en términos por tonelada. Lo incluimos para tener completo el análisis y porque, si bien pequeño, es mayor que cero.

Las pérdidas de almacenamiento introducen una posible complicación en el cálculo de los costos proporcionales. Supongamos que el costo de cosechar y almacenar 1 tonelada de grano es de \$135 ( $= 83 + 17 + 35$ ) y que 20 por ciento del grano se pierde durante el almacenamiento. Luego, el costo por tonelada de grano que queda después del almacenamiento será  $\$135/0.8$  toneladas ó \$169/tonelada y no \$135/tonelada. Las pérdidas de almacenamiento del 20 por ciento han incrementado los costos proporcionales en un 25 por ciento. En aquellas situaciones en las que las pérdidas de almacenamiento puedan ser elevadas, una corrección debe ser hecha para ajustar los costos proporcionales tal como en el ejemplo.

La deducción de costos proporcionales del precio de mercado del maíz da el *precio de campo* del maíz,  $\$1,200 - 200 = 1,000$ . A groso modo, éste es el precio que el agricultor recibiría por una tonelada de maíz en el campo. Nótese cuán más bajo es que el precio del mercado. Este es casi siempre el caso y no puede soslayarse su importancia.

Es tiempo ahora de reconsiderar el problema de identificar fuentes de valor que variarán entre los tratamientos opcionales. El maíz para grano se ha discutido arriba. ¿Varía alguna otra cosa? Desde luego que sí: varía la producción de rastrojo. Si el rastrojo tiene un valor como acontece a menudo, entonces su beneficio bruto de campo debe también estimarse.

El procedimiento para estimar el beneficio bruto de campo para el rastrojo es exactamente igual que el que se sigue para estimar el valor del grano. Primero debe estimarse la producción y deducirse las pérdidas anticipadas para obtener la producción ajustada. Cada paso bosquejado arriba se sigue entonces para estimar los costos. Por supuesto, la "cosecha" se torna en "corte", el desgrane se torna en "empacado" y parece probable que los costos de almacenaje y encostalado son virtualmente nulos. La cosa importante que se debe recordar, sin embargo, es considerar cada actividad potencial—¿habrá que deducir el "picado?"— y luego seguir el procedimiento bosquejado para estimar los costos proporcionales por tonelada de procesamiento del rastrojo del campo al mercado.

Una vez que se estima el costo proporcional por tonelada, todo lo que queda por hacer es abstraer esa cifra del precio del mercado para obtener el *precio*

CUADRO 9.  
Asignación de costos (por tonelada) para actividades proporcionalmente relacionadas con cosecha y mercadeo.

	Monetarios	De Oportunidad	Totales
Cosecha	—	\$83	\$83
Desgrane/trilla	\$17	—	17
Almacenaje	35	—	35
Encostalado	25	—	25
Transporte	40	—	40
Costos proporcionales por tonelada	117	83	200

de campo y luego multiplicar el precio de campo por la producción ajustada. El resultado es el *beneficio bruto de campo* del rastrojo. Al sumar ambos beneficios —el del grano y el del rastrojo— se tiene el *beneficio bruto de campo* del tratamiento.

Ahora, es improbable que los cálculos para maíz o trigo muestren beneficios potenciales de más de dos fuentes, grano y rastrojo. Para otros cultivos o para cultivos asociados bien podrían surgir más de dos fuentes de beneficios. De nuevo, el procedimiento para tratar cada fuente potencial de beneficios es el mismo que el procedimiento descrito antes para el caso del maíz.

### Tenencia

Hasta ahora, nuestra discusión simplificada ha supuesto que el agricultor que toma las decisiones, a quien se dirigen nuestro presupuesto y recomendaciones, es el dueño—operador de su finca. Sin embargo, en muchas comunidades rurales, especialmente en los países en desarrollo, un número considerable de agricultores son medieros. La forma de tenencia varía mucho de un país a otro y de una región a otra. Una situación no poco común consiste en un terrateniente y un mediero que comparten la cosecha de acuerdo con alguna fórmula, y el mediero suministra todos los insumos que se compran tales como fertilizantes, semillas, etc. Si suponemos (como se ha hecho comúnmente) que el agricultor mediero desea obtener tanta ganancia como pueda, entonces los arreglos de reparto de cosecha pueden ejercer una influencia muy importante en la elección de prácticas.

Para demostrar la importancia de este punto, supondremos que la recomendación de fertilizante para el maíz, discutida previamente, será puesta en práctica para agricultores medieros quienes pagan todos los costos de los insumos, pero reciben solamente la mitad de la producción. Debemos pues, calcular los beneficios netos para estas condiciones. Para el tratamiento 0-0 por ejemplo, los beneficios netos serían  $0.995 \text{ ton} \times \$1,000 = \$995$  exactamente la mitad de lo calculado previamente. Para el tratamiento 50-25 el beneficio neto sería:

1.745	tons
X \$ 1,000	precio de campo por ton
\$ 1,745	beneficio bruto de campo
– 700	total de costos variables
\$ 1,045	beneficio neto

En lugar de \$2,790 calculados para un agricultor que trabaja su propia tierra. Si el técnico agrónomo continuara con los cálculos para todos los tratamientos, encontraría que ninguno de ellos dará un beneficio más alto que \$995 del tratamiento testigo. Los tratamientos 0-0 y 50-25 son las únicas alternativas no dominadas para el agricultor mediero. La tasa marginal de retorno de la inversión de \$700 para el tratamiento 50-25 será:

$$\begin{aligned} \$1,095 - \$995 &= \$100 \text{ beneficio marginal neto} \\ \$100/\$700 &= 0.14 = 14\% \text{ tasa marginal de retorno} \end{aligned}$$

Esta tasa de retorno no es suficiente como para recomendar el tratamiento de fertilizante, ya que los agricultores medieros deben pagar todos los costos del fertilizante y reciben sólo la mitad de la cosecha.

Este es un cambio drástico a nuestras conclusiones previas, lo que demuestra que el agrónomo no puede dejar de tomar en cuenta los efectos de la tenencia de la tierra cuando se calculan los beneficios netos.

¿Y qué se puede decir acerca de los agricultores que rentan tierra y pagan una renta fija por su terreno? Al reflexionar un poco acerca de nuestra discusión anterior—donde dijimos que las cosas que no cambian con tratamientos pueden ser eliminadas—nos damos cuenta que no necesitamos preocuparnos por este tipo de tenencia.

### Resumen

Se podría considerar que la discusión sobre costos y beneficios, pone demasiado énfasis en aspectos detallados de contabilidad que tal vez sean triviales. Si bien pudiera haber una pizca de verdad en tal consideración, señalamos con firmeza que el soslayar algunos de esos “pequeños detalles” ha constituido un factor importante para explicar la no adopción de tecnología publicitada como “rentable”. Las personas encargadas de formular recomendaciones que no desean sorprenderse de las bajas tasas de adopción deben reconocer estos pequeños pero importantes detalles. También deben tener en mente la probabilidad y el impacto de altos costos de oportunidad de mano de obra y de escasez de recursos financieros.

### *Lista de verificación para los beneficios*

1. Identifíquense todas las fuentes de beneficios potenciales que se espera varíen de un tratamiento a otro—para los cereales es probable que éstas sean únicamente grano y rastrojo o paja.
2. Para cada fuente potencial de beneficios, estímlense las pérdidas de cosecha y almacenamiento y calcúlense el rendimiento ajustado.
3. Para cada fuente potencial de beneficios, estímlense un precio de mercado con atención apropiada a los descuentos por concepto de calidad.
4. Identifíquense todas las actividades cuyos costos varíen proporcionalmente con la producción por hectárea. Estas son de ordinario las actividades de procesamiento de la cosecha al mercado, incluyendo cosecha, desgrane/trilla, encostado, almacenamiento, transporte.
5. Estímlense el costo unitario, por ejemplo por tonelada, de cada una de las actividades identificadas en el punto anterior (4). Ajustar las pérdidas de almacenamiento cuando sea necesario.
6. Súmlense los costos ajustados por unidad de las actividades identificadas para cada fuente potencial de beneficios (por ejemplo, para grano y rastrojo) y réstese cada total del precio de mercado relevante. Los valores resultantes constituyen los *precios de campo* del grano, del rastrojo, etc.
7. Para cada fuente potencial de beneficios, multiplíquese el *precio de campo* por el rendimiento ajustado y súmlense todas las fuentes potenciales de beneficios. Este es el *beneficio bruto de campo* del tratamiento.



## RESUMEN DE PROCEDIMIENTOS PARA DERIVAR RECOMENDACIONES A PARTIR DE DATOS EXPERIMENTALES

- I. Calcular los beneficios netos promedios para cada tratamiento.
  - A. Estimar los beneficios para cada tratamiento (véase la lista de verificación, Capítulo 7).
    1. Calcular los *rendimientos promedios* para cada tratamiento, incluyendo grano y rastrojo si éste es apropiado. Ajustar los rendimientos, primero por diferencias entre manejo experimental y manejo del agricultor (0-50 por ciento) y segundo por cosecha normal y pérdidas de almacenamiento (no menos de 10 por ciento).
    2. Estimar el *precio de campo* del grano y del rastrojo. De ordinario, esto será el precio que el agricultor reciba en el mercado local menos los costos de cosecha, desgrane/trilla, almacenamiento, transporte y mercadeo. Estos costos generalmente totalizarán *por lo menos* 10 por ciento del precio del mercado, y algunas veces mucho más.
    3. Multiplicar el precio de campo por el rendimiento promedio ajustado para cada producto y sumar para obtener el *beneficio bruto de campo* para cada tratamiento.
  - B. Estimar los costos variables para cada tratamiento (véase la lista de verificación, Capítulo 6).
    1. Identificar los *insumos variables*, o sea aquellos factores que son afectados por la elección del tratamiento. Inclúyanse allí agroquímicos, semillas, mano de obra y equipo. Estimar la cantidad de cada uno de estos insumos usada para cada tratamiento. Para estimar la cantidad de mano de obra y equipo requeridos bajo las condiciones del agricultor, se necesita estar familiarizado con las prácticas de los agricultores.
    2. Estimar el *precio de campo* de cada insumo. Normalmente éste será el precio al menudeo más los costos de transporte de los insumos comprados. El precio de campo de la mano de obra será normalmente un *costo de oportunidad* —alrededor del 50-75 por ciento del salario agrícola prevalente, excepto durante períodos de alto empleo en que el porcentaje será mayor.
    3. Multiplicar el precio de campo de cada insumo por la cantidad, y súmense los insumos para obtener el *costo variable* de cada tratamiento. Esto incluirá un componente de costo monetario y un componente de costo de oportunidad.
  - C. Restar los costos variables del beneficio bruto de campo promedio para obtener el *beneficio neto* para cada tratamiento.

- II. Escoger el tratamiento a recomendar usando análisis marginal.
  - A. Organizar los tratamientos de retribuciones netas altas a bajas, y calcular la *tasa de retorno* a cada incremento en capital. Graficar la curva de retribuciones netas si están involucrados varios tratamientos.
  - B. Seleccionar como recomendación el tratamiento que ofrezca el mayor beneficio neto y una tasa marginal de retorno de por lo menos 40 por ciento en el último incremento de capital.
- III. Verificar lo adecuado de la recomendación desde el punto de vista de variabilidad de rendimiento y precio.
  - A. Usar el *análisis de retorno mínimo* para comparar las retribuciones mínimas del tratamiento seleccionado con las de todos los otros tratamientos. Si se compara desfavorablemente, una recomendación diferente pudiese ser más consistente con las circunstancias de los agricultores.
  - B. Usar el *análisis de sensibilidad* para determinar si la elección de recomendación es sensible a los precios del producto o de los insumos, que están particularmente sujetos a errores de estimación. Si la recomendación es sensible a estos cambios, considerar otra recomendación u obtener más información acerca de los precios.

# 9

## DOS EJEMPLOS

Nuestro propósito en este capítulo es presentar 2 ejemplos más en los cuales usamos los procedimientos de este manual para derivar recomendaciones a partir de datos agrónomicos. Estos dos ejemplos son diferentes al ejemplo de fertilizante, en el sentido de que éstos implicarán decisiones más del tipo de “sí o no” que del tipo “qué cantidad”.

El primero implica escoger entre dos tratamientos y el segundo entre seis. Como hemos mencionado, los procedimientos de este manual son útiles para ambos tipos de decisiones.

En el primer ejemplo examinamos una serie de experimentos de maíz con dos tratamientos que son más bien paquetes de tecnología, el de tecnología “actual” y un paquete de tecnología “intensiva”. El problema es sí o no recomendar el paquete intensivo. En el segundo ejemplo se examinan una serie de experimentos de trigo que tuvieron 6 tratamientos, 3 variedades, cada tratamiento con y sin fertilizante. La cuestión en este caso, es cuál de los tratamientos será recomendado a los agricultores.

### **Ensayo con paquetes de tecnología para maíz**

Una serie de parcelas de demostración e investigación fueron llevadas a cabo en tres valles tropicales altos. Las parcelas fueron establecidas en campos de los agricultores y se probaron dos tipos de tecnología para producir maíz: un paquete tecnológico con uso intensivo de insumos modernos y un paquete tecnológico que reflejaba aproximadamente la tecnología actual usada por los agricultores de la zona. El paquete de tecnología intensiva incluyó los siguientes insumos: fertilizante en dosis de 100 kg/ha de nitrógeno y 40 kg/ha de  $P_2O_5$ , una aplicación de insecticida al suelo, dos aplicaciones de insecticida foliar y una aplicación de herbicida. El paquete diseñado para representar la tecnología del agricultor fue diferente al incluir sólo la mitad del fertilizante usado en el paquete intensivo, ninguna aplicación de insecticida al suelo y control de malezas a mano. En todo otro sentido los paquetes fueron iguales.

El propósito de las parcelas fue demostrar a los agricultores los resultados factibles de ser obtenidos con las dos tecnologías y evaluar comparativamente la bondad del paquete intensivo con miras a su recomendación. Los ensayos se hicieron en 26 sitios distribuidos para representar las condiciones del dominio de recomendación: valle tropical alto en este caso. Otros ensayos fueron conducidos simultáneamente para examinar los componentes de los paquetes: respuesta a fertilizante e insecticida, comparación de variedades, etc.

CUADRO 10.  
Cálculo de costos variables para los paquetes de tecnología actual e intensiva (por hectárea).

Operación	Insumo	Cantidad	Costo de campo (\$/ha)				Total
			Monetario		Oportunidad		
			Precio	Costo	Precio	Costo	
<i>Paquete tecnología actual</i>							
Fertilización	46-0-0	65 kg	0.54	35.10	—	—	35.10
	20-0-0	100 kg	0.54	54.00	—	—	54.00
	mano de obra	6 días	—	—	3.00	18.00	18.00
				89.10		18.00	107.10
Control de malezas	mano de obra	10 días	—	—	3.00	30.00	30.00
Control insectos (2 aplicaciones)	insecticida	24 kg	1.60	38.00	—	—	38.00
	aspersora	2 días	4.00	8.00	—	—	8.00
	mano de obra	2 días	—	—	3.00	6.00	6.00
				46.00		6.00	52.00
<i>Paquete tecnología intensiva</i>							
Fertilización	46-0-0	130 kg	0.54	70.20	—	—	70.20
	20-20-0	100 kg	0.54	108.00	—	—	108.00
	mano de obra	9 días	—	—	3.00	27.00	27.00
				178.20		27.00	205.20
Control de malezas	herbicida	2 kg	17.00	34.00	—	—	34.00
	aspersora	3 días	4.00	12.00	—	—	12.00
	mano de obra	3 días	—	—	3.00	9.00	9.00
				46.00		9.00	55.00
Control de malezas (3 aplicaciones)	insecticida	36 kg	1.60	58.00	—	—	58.00
	aspersora	3 días	4.00	12.00	—	—	12.00
	mano de obra	3 días	—	—	3.00	9.00	9.00
				70.00		9.00	79.00

CUADRO 11  
Presupuesto parcial para los ensayos con paquetes de tecnología para maíz.

Concepto	Tratamiento	
	Tecnología actual	Tecnología intensiva
Rendimiento promedio (ton/ha)	2.78	4.04
Ajuste por pérdidas de cosecha (10%)	x 0.9	x 0.9
Rendimiento neto (ton/ha)	2.50	3.64
Beneficio bruto de campo (\$/ha a \$232.50/ton)	581	846
<i>Costos variables (de cuadro 10)</i>		
fertilización (\$/ha)	107	205
control malezas (\$/ha)	30	55
control insectos (\$/ha)	52	79
Total costos variables (\$/ha)	189	339
Beneficio neto (\$/ha)	392	507
Tasa de retorno = $(507 - 392) / (339 - 189) = 115 / 150 = 0.77 = 77\%$		

En el Cuadro 10 se muestran los cálculos de costos variables para los dos paquetes (o tratamientos) siguiendo el formato del Cuadro 8. Mano de obra agrícola se puede contratar en el área a un salario de \$3 por día (jornada de 8 horas de trabajo), las aspersoras de mano, pueden alquilarse a un precio de \$4 por día. La estimación del costo de mano de obra para aplicación de agroquímicos y para control de malezas a mano se realizó después de discusiones con los agricultores. Los agroquímicos se pueden comprar en tiendas privadas o agencias del Gobierno a los precios indicados (incluyendo un cargo por entrega del fertilizante).

La mayoría de los agricultores del área comercializan el maíz vendiéndolo a camioneros que pasan por los poblados comprando el grano. Usualmente el maíz no se almacena antes de venderlo. El precio del maíz en los dos últimos ciclos ha sido de \$250/tonelada. El precio oficial de garantía es mayor, pero dado que el gobierno compra sólo cantidades limitadas y los agricultores deben afrontar descuentos por calidad y pagar costos de transporte, el precio pagado por los camioneros se toma como relevante. El precio de campo por tonelada se calculó de la siguiente manera:

<i>Precio pagado por camioneros</i>	\$250.00
<i>Menos:</i>	
cosecha	— 5.25
deshoje	— 3.50
desgrane	— <u>8.75</u>
precio de campo	\$232.50

El costo de cosecha se determinó dividiendo el número de jornales necesarios por hectárea entre el rendimiento promedio en el área y multiplicando luego por el salario. El costo de deshoje y desgrane se estimó a partir de información proporcionada por los agricultores.

El presupuesto parcial para los ensayos puede ahora ser completado como se muestra en el Cuadro 11 que sigue el formato de el Cuadro 3. Los rendimientos promedios han sido reducidos en un 10 por ciento para tomar en cuenta pérdidas de cosecha y otros factores no reflejados en los procedimientos de cosecha y medida experimentales. El costo marginal del paquete intensivo de tecnología es de \$150 por hectárea y la tasa de retorno para la inversión es del 77 por ciento (última línea del Cuadro 11). Una tasa de retorno de 77 por ciento será suficiente para garantizar la recomendación del paquete a menos que los riesgos asociados sean muy altos. El procedimiento para analizar riesgo sugerido en el Capítulo 5 consiste en un listado de los beneficios netos para cada tratamiento y sitio. En este caso sugerimos una modificación al procedimiento que puede ser útil cuando el análisis de presupuesto parcial incluye sólo dos tratamientos (o paquetes en el presente ejemplo).

En el Cuadro 12 se presentan los rendimientos para cada tratamiento en cada uno de los 26 sitios, así como también la ganancia en rendimiento que ofrece la tecnología intensiva en comparación con la tecnología actual. Se puede observar que cuatro de los 26 sitios se perdieron por sequía; dado que la sequía es un accidente climático que está dentro de las circunstancias del agricultor, los resultados de esos ensayos se incluyen en el análisis.

¿Qué tan grande debe ser la ganancia en rendimiento requerida para compensar por el costo adicional de insumos del paquete intensivo?

Esto se determina como sigue:

Formulación de  
recomendaciones a partir  
de datos agronómicos

Costo marginal en dinero	\$150
Costo marginal en grano (\$150/\$230.50)	0.65 ton
Rendimiento marginal requerido para obtener una tasa de retorno del 40% (0.65x1.40)	0.90 ton

Esto significa que si el agricultor debe recibir una tasa de retorno del 40 por ciento por su inversión, *el paquete intensivo de tecnología debe rendir 0.9 toneladas/hectárea más que el paquete actual de tecnología.*

Podemos ver en el Cuadro 12 que esto ocurre en catorce de los 26 sitios. Además hay otros tres sitios en los cuales el agricultor obtendría un retorno por su inversión pero con una tasa menor que 40 por ciento. Esto haría que quedaran nueve sitios de los 26 totales, en los cuales la ganancia en rendimiento no fue suficiente para cubrir el costo de los insumos adicionales.

Este enfoque para analizar el riesgo es muy conveniente cuando se tienen dos tratamientos, pero sin embargo, no nos dá directamente una evaluación del riesgo de obtener bajos retornos para una y otra tecnología. Esta evaluación la hacemos utilizando el análisis de retornos mínimos descritos en el Capítulo 5.

Primero miramos la columna de rendimientos para la tecnología actual y encontramos que los peores ocho rendimientos (25 por ciento de los peores, incluyendo los cuatro sitios que se perdieron por sequía más los cuatro sitios en *italica*) dieron un promedio de 0.36 toneladas/hectárea. Para obtener los beneficios netos, expresados como grano, podemos deducir de estos peores ocho rendimientos la cantidad 0.81 toneladas (costos variables de \$189 entre \$232.50 precio de campo por tonelada de grano) para la tecnología actual y 1.46 toneladas (costos variables de \$339 entre \$232.50 precio de campo por tonelada de grano) para la tecnología intensiva. Los resultados se muestran en el Cuadro 13.

Es claro a partir de este Cuadro que el paquete intensivo de tecnología tiene un riesgo relativo mayor sólo en el caso de pérdida completa de la cosecha. En estos casos (15 por ciento de los sitios de ensayo) el agricultor perdería 0.65 toneladas más de grano en el caso de usar la tecnología intensiva. Evidentemente este es un riesgo bastante serio que desanimaría a muchos agricultores para usar los insumos adicionales del paquete intensivo, aún cuando su tasa de retorno es del 77 por ciento. Probablemente no sería aconsejable recomendar esta inversión a aquellos agricultores demasiado pobres para los cuales una pérdida de cosecha podría ponerlos en una muy mala situación. Sin embargo, en el dominio de recomendación del presente ejemplo prácticamente no había agricultores en semejantes condiciones, razón por la cual el paquete intensivo de tecnología sería apropiado a pesar de los riesgos asociados.

### Ensayo con variedades de trigo

La serie de ensayos de variedades que se analizarán, se llevó a cabo en seis sitios diferentes de una zona de temporal. Las variedades se probaron bajo dos tratamientos de fertilizante: el nivel cero y 60 kg. de N más de 20 kg. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectárea. Los resultados (promedios de repeticiones) se presentan en el Cuadro 14. En la Figura 3 también presentamos un diagrama que ayudará a visualizar la relación entre tratamientos varietales y niveles de fertilización. Para cada nivel de fertilizante hemos graficado el rendimiento promedio de cada variedad contra el rendimiento promedio de todas las variedades.

Es evidente que V2 es la variedad con mayor respuesta al fertilizante, V1 le sigue en promedio y la variedad local es la de menor respuesta.

Solamente un análisis económico como el que se presenta a continuación

puede indicar las implicaciones de estos datos al formular recomendaciones para los agricultores.

El primer paso es ajustar los rendimientos promedios por pérdidas de cosecha y almacenamiento, que nosotros estimamos en un 20 por ciento. Después de averiguaciones apropiadas entre agricultores y comerciantes de la región, determinamos que el *precio de campo* de la variedad local es de \$1,000 por tonelada. La variedad V1 es una nueva variedad que había sido introducida tiempo atrás, pero los comerciantes declararon que los habitantes del área no la comprarían debido al color de su grano, aunque se le podría sacar de la región y venderla fuera. Debido a esta circunstancia, el precio de V1 ha sido entre 8 y 10 por ciento menor que el de la variedad local, lo cual significa que su precio de campo es de \$900 por tonelada. La otra nueva variedad, V2, no se había distribuido aún, pero su grano prácticamente no se distingue del de la variedad local, así que suponemos que el precio de campo sea igual al de la variedad local. Los valores brutos de campo, basados en los *rendimientos promedios* de cada variedad, se muestran en la línea 4 del Cuadro 15.

La mayoría de los agricultores tendría que comprar semilla de las dos nuevas variedades, a un precio de campo de \$2 por kilo, de modo que a una densidad de siembra de 75 kg. por hectárea, las nuevas variedades requirieron un gasto en efectivo de \$150. La semilla de la variedad local cuesta solamente \$1.00,

CUADRO 12  
Rendimientos (ton/ha) de 26 sitios para los dos niveles de tecnología.

Sitio	Tecnología		Incremento en rendimiento
	Intensiva	Actual	
1	6.98	5.17	1.91**
2	6.24	6.34	-0.10
3	5.49	3.25	2.24**
4	5.84	4.97	0.87*
5	5.26	4.04	1.22**
6	3.00	3.01	-0.10
7	6.07	2.51	3.56**
8	7.81	7.11	0.70*
9	5.25	3.14	2.11**
10	6.10	1.15	-0.05
11	3.04	0.21	2.83**
12	4.86	1.36	3.50**
13	3.33	0.39	2.94**
14	2.06	1.01	1.05**
15	4.63	1.47	3.16**
16	3.43	3.81	-0.38
17	3.71	2.99	0.72*
18	3.41	1.24	2.17**
19	5.43	3.76	1.67**
20	3.67	2.64	1.03**
21	5.19	3.84	1.35**
22	4.26	4.05	0.21
23 (sequía)	0	0	0
24 (sequía)	0	0	0
25 (sequía)	0	0	0
26 (sequía)	0	0	0
Promedio	4.04	2.78	1.26**

\*\*Incremento en rendimiento suficiente para obtener una tasa de retorno de 40% ó más. \*Incremento en rendimiento suficiente para obtener una tasa de retorno entre 0 y 40%.

CUADRO 13  
Beneficios netos mínimos (ton/ha) para los 26 sitios.

Beneficio neto	Tecnología	
	actual	intensiva
Primero mas bajo	-0.81	-1.46
Segundo mas bajo	-0.81	-1.46
Tercero mas bajo	-0.81	-1.46
Cuarto mas bajo	-0.81	-1.46
Quinto mas bajo	-0.60	0.60
Sexto mas bajo	-0.42	1.54
Septimo mas bajo	0.20	1.58
Octavo mas bajo	0.43	1.87
Promedio de los ocho mas bajos	-0.45	-0.03

CUADRO 14  
Datos de una serie de ensayos varietales de trigo (ton/ha).

Sitio	Variedad local		Variedad V1		Variedad V2	
	0-0	60-20	0-0	60-20	0-0	60-20
1	0.84	1.67	1.08	2.25	1.46	2.58
2	0.72	1.50	0.98	2.00	0.76	1.94
3	1.23	1.38	1.68	2.33	0.95	2.27
4	1.22	1.51	1.34	2.31	1.67	2.58
5	1.36	1.30	1.10	2.24	1.40	2.68
6	1.58	1.99	1.53	2.01	1.74	2.97
Promedio	1.16	1.56	1.28	2.19	1.33	2.50

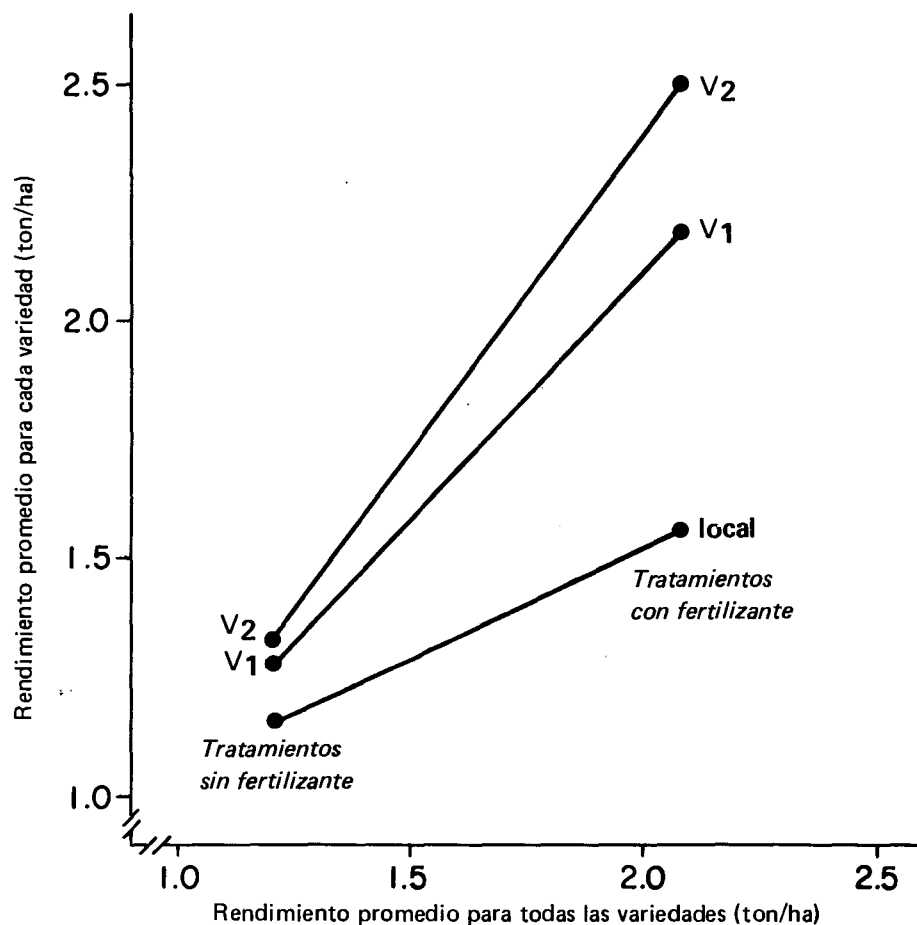


FIGURA 3. Rendimientos y niveles de fertilización para el ensayo de variedades de trigo.

así que el incremento en el costo por semilla sobre la variedad local es de \$100/kg. El precio de campo del N y del  $P_2O_5$  resultó ser de \$5 por día hombre. Las estimaciones resultantes de los costos variables totales por tratamiento se muestran en las líneas 7 y 10 del Cuadro 15.

Finalmente, en la línea 11 del Cuadro 15 presentamos los beneficios netos resultantes de cada una de las alternativas. La variedad V2, cuando se le fertiliza ofrece el beneficio neto promedio más alto, pero de nuevo debido a consideraciones de escasez de capital y riesgos asociados, necesitaremos examinar estos resultados usando los procedimientos descritos anteriormente para estar seguros de cuáles alternativas se habrán de recomendar.

La primera tarea es un análisis marginal de los resultados de presupuesto parcial. Con este fin, ordenamos las alternativas por beneficio neto, según se muestra en el Cuadro 16, y omitimos aquellos tratamientos que dieron beneficios netos más bajos que el de la parcela testigo (la variedad local sin fertilizante).

El tratamiento V1 con fertilizante es dominado por V2 también fertilizado, puesto que ambos tienen el mismo costo variable y el último ofrece un mayor beneficio neto. Únicamente V2 sin fertilizante y V2 con fertilizante quedan como alternativas razonables según este criterio. La alternativa de inversión más pequeña disponible para el agricultor es la de gastar \$75 para adquirir semilla de esta variedad. A cambio de ello, él puede esperar recibir un

CUADRO 15  
Presupuesto parcial de ensayos varietales de trigo (por hectárea).

Concepto	N,	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :	Variedad local		Variedad V1		Variedad V2	
			0-0	60-20	0-0	60-20	0-0	60-20
(1) Rendimiento promedio (ton/ha)			1.16	1.56	1.28	2.19	1.33	2.50
(2) Rendimiento ajustado (ton/ha)			1.02	1.37	1.13	1.92	1.17	2.20
(3) Precio de campo (\$/ton)			1000	1000	900	900	1000	1000
(4) Valor bruto de campo (\$/ha)			1020	1370	1017	1728	1170	2200
<i>Costos monetarios variables</i>								
(5) Semilla (75 kg a \$1/kg)			—	—	75	75	75	75
(6) Fertilizante (a \$5/unidad)			—	400	—	400	—	400
(7) Costos monetarios variables (\$/ha)			0	400	75	475	75	475
<i>Costos de oportunidad variables</i>								
(8) Mano de obra por aplicación (días)			—	2	—	2	—	2
(9) Costo de aplicación (a \$50/día)			0	100	—	100	—	100
(10) Costos variables totales (\$/ha)			0	500	75	575	75	575
(11) Beneficio neto (\$/ha)			1020	870	942	1153	1095	1625

retorno neto de \$75 (el primer año), para una tasa de retorno del 100 por ciento en comparación con el tratamiento testigo. Esta es una tasa adecuada para garantizar la inversión del agricultor, y más aún, el agricultor puede esperar recibir beneficios adicionales en el futuro sin necesidad de invertir de nuevo en la semilla. Luego, la tasa de retorno real ha sido subestimada por esta cifra. Sin embargo, la cantidad absoluta de incremento en beneficios netos (\$75) es un tanto pequeña, y es sólo alrededor de 7 por ciento mayor que los retornos netos que pueden obtenerse con la variedad local. Así, los agricultores pudieran no entusiasmarse mucho en hacer este cambio tan pequeño, aún cuando la tasa de retorno por la inversión en semilla es bastante alta.

¿Qué se puede decir acerca de la alternativa de invertir \$500 adicionales por hectárea para aplicar fertilizante a la variedad V2? El incremento esperado en beneficios netos es de \$575 por hectárea para una tasa de retorno de 106 por ciento en comparación con el tratamiento V2 sin fertilizante. Esta tasa es aceptable (si los riesgos no son extraordinariamente grandes), y la magnitud del incremento en retorno neto es bastante significativo: alrededor del 50 por ciento más que los beneficios netos que se obtienen con la variedad local sin fertilizante. Así podemos suponer que la recomendación de la variedad V2 con fertilizante será consistente con las circunstancias de los agricultores.

CUADRO 16  
Análisis marginal de los datos de trigo (por hectárea)

Beneficio neto	Tratamiento		Costo variable	Cambio a partir del inmediato superior		
	variedad	N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		incremento en costo variable	incremento en beneficio neto	tasa de retorno
\$1625	V2	60 kg 20 kg	\$575	\$500	\$530	106 %
1153	V1	60 kg 20 kg	575	—	—	—
1095	V2	0 0	75	75	75	100 %
1020	Local	0 0	—			

Para verificar el riesgo de esta alternativa comparada con las otras, necesitamos examinar el retorno en el peor de los seis resultados y en los peores dos de los seis. Estos se presentan en Cuadro 17 (junto con el promedio de los seis como referencia). Aquí encontramos, como ocurrió en el caso de los ensayos de fertilización, que el tratamiento elegido por el análisis marginal es a la vez el tratamiento con los retornos mínimos más altos. Por lo tanto el análisis de retorno mínimo apoya de nuevo la recomendación de la variedad V2 con fertilizante.

Sin embargo, el análisis de retornos mínimos revela algo que no fue evidente en el análisis marginal de los datos de rendimiento promedio. Supóngase que hay algunos agricultores en el -area que no pueden o que no están dispuestos a invertir en fertilizante. El análisis marginal sugiere que para estos agricultores, V2 sería una buena recomendación, pero ellos podrían pensar en seguir usando su vieja variedad. Sin embargo, al observar el Cuadro 17 encontramos que estas dos alternativas tienen retornos mínimos mucho más bajos que la alternativa V1. Por ello, los agricultores con mayor aversión al riesgo podrían preferir la variedad V1, aún cuando en promedio fueran a recibir retornos más bajos que con alguna de las otras alternativas. La variedad V1 parece ser más estable para diferentes ambientes que las otras dos. Más aún, su rendimiento promedio supera a la variedad local bajo condiciones sin fertilización y rinde casi tanto como V2 sin fertilizante. La razón por la cual aparece como una alternativa poco atractiva en el análisis marginal, se debe al descuento en el precio. Por lo tanto sería conveniente realizar un análisis de sensibilidad para examinar las implicaciones de posibles cambios en el precio de esa variedad.

Es conveniente entonces planear el interrogante de a qué descuento de precio la variedad V1 sin fertilizante suministraría beneficios netos mayores que la variedad local también sin fertilizar. La respuesta es que con un descuento de alrededor del 3 por ciento (un precio de \$970/ton) los beneficios netos serían de \$1,020 por hectárea, los mismos que para la variedad local. Para obtener una tasa de retorno igual, en promedio, a la que se obtiene al invertir en semilla de V2, la variedad V1 tendría que tener un precio aún mayor que el de la variedad local.

¿Cuáles son entonces las conclusiones del análisis? En primer lugar, la recomendación de V2 con fertilizante es buena, según lo verifican el análisis marginal y el análisis de retornos mínimos. Para aquellos agricultores que no aplicarán fertilizante, independientemente de la recomendación, se podría recomendar la variedad V1 debido a sus retornos mínimos más elevados. Este juicio debe hacerse con base en la apreciación del agrónomo respecto a la cantidad

CUADRO 17  
Análisis de retornos mínimos de los datos de trigo (por hectárea).

Tratamiento Variedad	N		Beneficio neto mas bajo	Promedio de los dos beneficios netos mas bajos	Beneficio neto promedio para los seis sitios
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
Local	0	0	\$633	\$686	\$1020
Local	60	20	640	677	870
V1	0	0	701	740	942
V1	60	20	1008	1012	1153
V2	0	0	594	678	1095
V2	60	20	1131	1276	1625

de agricultores dentro de este grupo y la importancia que ellos dan a las diferencias entre los retornos mínimos de la variedad local y V1. Puesto que seis observaciones no son muchas, el agrónomo pudiera pensar en esperar al siguiente ciclo antes de hacer alguna recomendación con respecto a V1 versus la variedad local sin fertilización. Las observaciones adicionales pudieran mostrar que la diferencia en retornos mínimos no es tan grande como aquí se estima sobre la base de sólo seis resultados.

## GLOSARIO

- Análisis de sensibilidad**—El procedimiento por el cual se hacen variar los costos y precios involucrados dentro de un intervalo razonable para determinar si el ordenamiento original de las alternativas se ve afectado.
- Beneficio bruto de campo**—Rendimiento neto multiplicado por el precio de campo de todos los productos del cultivo.
- Beneficio marginal neto**—Es el aumento en el beneficio neto que podrá obtenerse cambiando una alternativa de producción por otra.
- Beneficios netos**—El valor de los beneficios menos el valor de las cosas entregadas para obtener los beneficios. Beneficio total bruto de campo menos el total de costos variables.
- Costo de campo (de un insumo)**—Es el precio de campo de un insumo multiplicado por la cantidad de ese insumo, la cual varía con la decisión.
- Costo de capital**—Puede ser un costo real o un costo de oportunidad. Cuando es un costo real, el costo del capital es la diferencia entre el monto de inversión solicitado en préstamo y el monto a pagar después de transcurrido el término del préstamo. Cuando es un costo de oportunidad, el costo del capital es lo que se deja de ganar al tener una inversión de capital en una empresa determinada y por un plazo de tiempo determinado.
- Costo de oportunidad**—Es el valor de cualquier recurso en su mejor uso alternativo.
- Costo marginal**—Es el aumento en los costos variables que ocurre cuando se cambia una alternativa de producción por otra.
- Costo proporcional**—Costos que varían directa y proporcionalmente al rendimiento.
- Costos variables totales de campo**—La suma de los costos de campo por todos los insumos que son afectados por la alternativa.
- Dominancia**—Se dice que una alternativa domina a otra cuando la primera tiene beneficios más altos, e iguales o más bajos costos variables que la segunda.
- Dominio de recomendación**—Un grupo de agricultores que perteneciendo a una zona agro-climática determinada tiene granjas y prácticas agrícolas parecidas de modo que una recomendación es aplicable a todo el grupo.
- Inversión de capital**—Es el valor de los insumos (propios o prestados) que son asignados a una actividad con la esperanza de recuperarlos más tarde.
- Precio de campo (de la producción)**—El valor, para el agricultor, de una unidad adicional de producción en el campo antes de la cosecha.
- Precio de oportunidad de campo (de la producción)**—Es el precio en dinero, que la familia del agricultor tendría que pagar para adquirir una unidad adicional de producto para su consumo.
- Precio de oportunidad de campo (de un insumo)**—Se refiere al valor del insumo en su mejor uso alternativo.
- Precio monetario de campo (de la producción)**—Es el precio de mercado de una unidad de producto menos los costos de cosecha, almacenaje, transporte, venta y los descuentos de calidad.
- Precio monetario de campo (de un insumo)**—Se refiere al precio de compra o de mercado menos otros gastos directos, tales como costos de transporte.
- Prima de riesgo**—Es el monto dado como un porcentaje, que el agricultor requerirá antes de adoptar una alternativa que posee un ingreso esperado variable.
- Rendimiento neto**—La medida de rendimiento por hectárea en el campo menos las pérdidas de cosecha y almacenamiento.
- Tasa marginal de retorno**—Es el beneficio marginal neto dividido entre el costo marginal (calculado solamente para alternativas no dominadas).

## NOTAS



CIMMYT