

# La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos

**C I M M Y T**

**PROGRAMA DE ECONOMIA**

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) es una organización internacional sin fines de lucro que se dedica a la investigación y la capacitación. El CIMMYT, cuya sede se encuentra en México, lleva a cabo un programa de investigaciones a nivel mundial sobre el maíz, el trigo y el triticale, con especial atención a la producción de alimentos en los países en desarrollo. El CIMMYT es uno de 13 centros internacionales, sin fines de lucro, dedicados a la investigación agrícola y la capacitación, que están financiados por el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR, Consultative Group on International Agricultural Research). El CGIAR a su vez goza del apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO), el Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo (Banco Mundial) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El CGIAR además cuenta con el patrocinio de aproximadamente 40 países donadores, organizaciones internacionales y regionales, y fundaciones privadas.

Como parte de su presupuesto básico, el CIMMYT recibe fondos de varias fuentes, incluidas las instituciones de ayuda internacional de Australia, Austria, Brasil, Canadá, China, Dinamarca, España, Estados Unidos, Filipinas, Finlandia, Francia, India, Irlanda, Italia, Japón, México, Noruega, los Países Bajos, Reino Unido, República Federal de Alemania y Suiza, así como del Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Mundial, la Comisión Económica Europea, la Fundación Ford, la Fundación OPEP para el Desarrollo Internacional y el PNUD. Asimismo, fuera del CGIAR el CIMMYT recibe apoyo económico para proyectos especiales de Bélgica, el Centro de Investigación para el Desarrollo Internacional, la Fundación Rockefeller y muchos de los donadores que contribuyen al presupuesto básico y que se mencionan arriba.

El CIMMYT es el único responsable de esta publicación.

*Cita correcta:* CIMMYT 1988. *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Libro de ejercicios.* Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT.

**ISBN 968-6127-04-6**

	<b>Página</b>
<b>Introducción</b>	1
<b>Ejercicio 1</b> La investigación en fincas	2
<b>Ejercicio 2</b> Los objetivos del agricultor	3
<b>Ejercicio 3</b> Los ensayos en fincas	4
<b>Ejercicio 4</b> Los sitios experimentales y los dominios de recomendación	5
<b>Ejercicio 5</b> El presupuesto parcial	6
<b>Ejercicio 6</b> El análisis marginal	7
<b>Ejercicio 7</b> La variabilidad	8
 <b>Primera parte. El presupuesto parcial</b>	
<b>Ejercicio 8</b> Identificación de los insumos variables	9
<b>Ejercicio 9</b> Precio y costo de campo de los insumos comprados	10
<b>Ejercicio 10</b> Precios de campo del fertilizante y de los nutrimentos	11
<b>Ejercicio 11</b> El equipo	12
<b>Ejercicio 12</b> La mano de obra	13
<b>Ejercicio 13</b> Total de costos que varían	14
<b>Ejercicio 14</b> Combinación de los resultados del mismo dominio de recomendación	17
<b>Ejercicio 15</b> Evaluación de los resultados experimentales antes del análisis económico	18
<b>Ejercicio 16</b> Rendimientos ajustados	19
<b>Ejercicio 17A</b> Precio de campo del producto	20
<b>Ejercicio 17B</b> Precio de campo del producto	21
<b>Ejercicio 18</b> Beneficio bruto de campo	23
<b>Ejercicio 19A</b> Presupuestos parciales	24
<b>Ejercicio 19B</b> Presupuestos parciales	26
<b>Ejercicio 20</b> Incluir todos los beneficios brutos en el presupuesto parcial	28
 <b>Segunda parte. El análisis marginal</b>	
<b>Ejercicio 21</b> El análisis de dominancia	31
<b>Ejercicio 22</b> Curvas de beneficios netos	32
<b>Ejercicio 23</b> Tasas de retorno marginales	35
<b>Ejercicio 24</b> Presupuestos parciales y tasas de retorno marginales	36
<b>Ejercicio 25</b> La tasa de retorno mínima aceptable	38
<b>Ejercicio 26A</b> Interpretación de las curvas de beneficios netos	39
<b>Ejercicio 26B</b> Interpretación de las curvas de beneficios netos	40
<b>Ejercicio 26C</b> Interpretación de las curvas de beneficios netos	41
<b>Ejercicio 26D</b> Interpretación de las curvas de beneficios netos	42
<b>Ejercicio 26E</b> Interpretación de las curvas de beneficios netos	43
<b>Ejercicio 27</b> Presupuestos parciales y totales	44
<b>Ejercicio 28</b> El análisis marginal en la planificación de ensayos	45
 <b>Tercera parte. La variabilidad</b>	
<b>Ejercicio 29</b> Revisión de los resultados experimentales	47
<b>Ejercicio 30</b> El análisis estadístico y el análisis económico	48
<b>Ejercicio 31</b> El análisis de los retornos mínimos	50
<b>Ejercicio 32A</b> El análisis de sensibilidad	52
<b>Ejercicio 32B</b> El análisis de sensibilidad	53
 <b>Repaso</b>	
<b>Ejercicio 33A</b> Ejercicios finales	54
<b>Ejercicio 33B</b> Ejercicios finales	57

Los ejercicios contenidos en este libro han sido desarrollados para usarse en los distintos cursos y talleres sobre el análisis económico, impartidos por el Programa de Economía del CIMMYT. Estos ejercicios se fundamentan en un conjunto creado por Larry Harrington, *Ejercicios en el análisis económico de datos agronómicos* (Documento de trabajo del Programa de Economía del CIMMYT, 1982). Hemos modificado algunos de los ejercicios y agregado muchos otros. Todos han sido probados extensamente y pensamos que constituyen una buena manera de aprender los procedimientos descritos en el manual, *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos*. Deseamos agradecer a nuestros colegas del Programa de Economía y a los participantes en nuestras actividades de capacitación todas sus aportaciones.

Asimismo, quisiéramos expresar nuestro agradecimiento a las muchas otras personas que ayudaron a elaborar este libro de trabajo. María Luisa Rodríguez y Beatriz Rojón mecanografiaron numerosos borradores con gran eficiencia. La edición en inglés realizada por Kelly Cassaday y el diseño creativo de Anita Albert mejoraron significativamente esta obra. La traducción y la edición en español quedaron bajo la responsabilidad de Alma McNab. La tipografía, formación y producción estuvieron a cargo de Silvia Bistrain R., Maricela A. de Ramos, Miguel Mellado E., Rafael de la Colina F., José Manuel Fouilloux B. y Bertha Regalado M.

Gustavo Sain  
Robert Tripp  
Programa de Economía  
CIMMYT

### **Cómo usar este libro de trabajo**

Este libro de trabajo acompaña el manual *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos*, versión totalmente revisada, del Programa de Economía del CIMMYT (1988), y puede utilizarse en el salón de clase o para estudiar en forma individual.

Los ejercicios siguen el mismo orden que los temas del manual y al pie de cada uno aparece la referencia al capítulo o sección y las páginas que corresponden en el manual.

También hemos elaborado un folleto con las respuestas a los ejercicios. Recomendamos completar un ejercicio antes de buscar las respuestas correspondientes en el folleto.

### **Abreviaturas que se utilizan en el libro de trabajo**

El signo de \$ no representa ninguna moneda en particular.

Entre las otras abreviaturas que se utilizan figuran ha (hectárea), kg (kilogramo) y l (litro).



## el agricultor

Determine cuáles objetivos o intereses del agricultor (presentados en la segunda columna) corresponden a las preguntas de la primera columna.

**Pregunta****Objetivo/Interés**

- |  |   |
|--|---|
| 1. Si cambio mis prácticas de deshierbe, ¿aumentará o disminuirá la probabilidad de fracasar en un año de poca lluvia? | A. Los agricultores manejan sistemas que incluyen varios cultivos y animales para poder satisfacer las necesidades de sus familias. |
| 2. Si cambio mis prácticas de deshierbe, ¿cuánto aumentará el rendimiento y cuánto dinero tendré que gastar?           | B. El agricultor se interesa en el retorno económico que rendirá una práctica nueva.  |
| 3. Si cambio mis prácticas de deshierbe, ¿será necesario hacer otros cambios también?                                  | C. Al agricultor le preocupan los riesgos.  |
| 4. Si cambio mis prácticas de deshierbar el maíz, ¿podré seguir sembrando frijol?                                      | D. El agricultor prefiere modificar sus practicas paso a paso.  |



**Los sitios experimentales y los dominios de recomendación**

Los agricultores de un dominio de recomendación tentativo siembran una rotación de maíz-maíz y preparan el suelo con tractores. Las plantas de maíz dan muestras de carecer de nitrógeno. ¿Cuál(es) de las parcelas enumeradas a continuación serían adecuadas para llevar a cabo un ensayo sobre la fertilización en el dominio?

Parcela	Cultivo anterior	Método de preparación	Tamaño de la parcela (ha)
A	Maíz	Arado con bueyes	3
B	Maíz	Tractor	2
C	Tabaco	Tractor	1
D	Maíz	Tractor	15

## El presupuesto parcial

En el presupuesto parcial que aparece enseguida, llene los espacios en blanco con los títulos correspondientes (a-c) o con los números correctos (d-f).

		Tratamiento		
		1 (Sin fertilizante)	2 (100 kg urea/ha)	3 (200 kg urea/ha)
	Rendimiento medio (kg/ha)	1,500	2,100	2,400
a.	(kg/ha)	1,200	1,680	1,920
	Beneficios brutos de campo (\$/ha)	600	840	960
	Costo del fertilizante (\$/ha)	0	80	160
	Costo de mano de obra para aplicarlo (\$/ha)	0	20	20
b.	(\$/ha)	0	100	e.
c.	(\$/ha)	600	d.	f.

## El análisis marginal

Calcule la tasa de retorno marginal entre el tratamiento 1 y el 2.

	Tratamiento	
	1	2
Total de costos que varían (\$/ha)	150	200
Beneficios netos (\$/ha)	430	470



**Identificación de los insumos variables**

Enumere todos los insumos variables que van con los diferentes tratamientos en cada uno de los siguientes ensayos.

**a. Ensayo sobre el control de insectos**

**Tratamiento 1:** Sin control de insectos (práctica del agricultor)

**Tratamiento 2:** Insecticida X (granulado) aplicado en el hoyo al sembrar

**Tratamiento 3:** Insecticida Y (granulado) aplicado a los 20 días

**b. Ensayo sobre la fertilización**

**Tratamiento 1:** 100 kg de urea al sembrar (práctica del agricultor)

**Tratamiento 2:** 100 kg de urea a los 30 días

**Tratamiento 3:** 50 kg de urea al sembrar; 50 kg de urea a los 30 días

**Tratamiento 4:** 75 kg de urea al sembrar; 75 kg de urea a los 30 días

**c. Ensayo sobre el control de malezas y el método de siembra (maíz)**

**Tratamiento 1:** 30,000 plantas/ha, sembradas en forma irregular, 4 semillas/golpe; un deshierbe manual (práctica del agricultor)

**Tratamiento 2:** 30,000 plantas/ha, sembradas en forma irregular, 4 semillas/golpe; una aplicación del herbicida A antes de la emergencia

**Tratamiento 3:** 50,000 plantas/ha, en hileras, 2 semillas/golpe; un deshierbe manual

**Tratamiento 4:** 50,000 plantas/ha, en hileras, 2 semillas/golpe; una aplicación del herbicida A antes de la emergencia



**Precios de campo del fertilizante y de los nutrientes**

**Los datos que aparecen a continuación provienen de una zona de investigación:**

Costo de 45 kg de sulfato de amonio en la tienda	\$740
Costo de 45 kg de superfosfato triple en la tienda	\$1,620
Costo de transportar una bolsa de 45 kg de la tienda a la finca (El sulfato de amonio contiene 21% de N; el superfosfato triple contiene 46% de $P_2O_5$ .)	\$95

**Calcule:**

a. El precio de campo del sulfato de amonio

b. El precio de campo del superfosfato triple

c. El precio de campo de N

d. El precio de campo de  $P_2O_5$

## El equipo

En un ensayo se examinaron dos métodos diferentes de preparar la tierra.

**Tratamiento 1:** Una pasada con el arado y dos con la rastra tirada por tractor

**Tratamiento 2:** Arado con caballo

### Datos

Arado con tractor      \$200/ha

Rastreo con tractor    \$100/ha

Arado con caballo      \$35/día (se puede arar  $\frac{1}{4}$  ha en 1 día)

Calcule los costos de preparar la tierra para cada tratamiento.

**La mano de obra**

Al analizar un ensayo sobre el control de malezas se encontró que se tomaba cinco días de 6 horas para deshierbar manualmente un acre (0.4 ha). El salario local era de \$35 por un día de 6 horas y se esperaba que el agricultor le diera una comida al día al obrero, con un costo de \$10. Calcule el costo de deshierbar una hectárea.



## Total de costos que varían

## b. Ensayo sobre la fertilización

Tratamiento	Kg N/ha en la siembra	Kg N/ha a los 30 días
1	40	0
2	0	40
3	20	20
4	30	30

**Datos**

Precio de mercado de la urea	\$21.50/kg
Costo de transportar la urea	\$1.50/kg
Porcentaje de N en la urea	46%
Mano de obra para aplicar el fertilizante al sembrar	0.5 día/ha
Mano de obra para aplicar el fertilizante a los 30 días	0.5 día/ha
Costo de la mano de obra	\$160/día

## Total de costos que varían

## C. Ensayo sobre el control de malezas y la densidad de siembra (maíz)

Tratamiento	Siembra	Deshierbe
1	30.000 plantas/ha (sembradas en forma irregular)	1 deshierbe manual
2	30.000 plantas/ha (sembradas en forma irregular)	2.5 kg/ha herbicida A
3	50.000 plantas/ha (sembradas en hileras)	1 deshierbe manual
4	50.000 plantas/ha (sembradas en hileras)	2.5 kg/ha herbicida A

**Datos**

Precio de la semilla (1 kg contiene 2.500 semillas)	\$40/kg
Mano de obra para sembrar en forma irregular 30.000 plantas/ha	2 días/ha
Mano de obra para sembrar en hileras 50.000 plantas/ha	3 días/ha
Mano de obra para deshierbe manual	12 días/ha
Precio del herbicida A	\$1.000/kg
Mano de obra para aplicarlo	2 días/ha
Mano de obra para acarrear agua para mezclar con el herbicida	1 día/ha
Alquiler de la bomba	\$600/ha
Costo de la mano de obra	\$500/día

### Combinación de los resultados del mismo dominio de recomendación

Un ensayo sobre variedades y la fertilización se sembró en una zona de investigación compuesta de dos dominios de recomendación. El dominio A se definió como los agricultores que cultivaban suelos muy arenosos, en tanto que el dominio B estaba compuesto de agricultores que trabajaban suelos limo-arenosos.

Los datos de los rendimientos de 9 sitios aparecen enseguida. Calcule los rendimientos medios obtenidos con cada tratamiento de cada dominio de recomendación.

Sitio	Dominio de reco- mendación	Rendimiento del tratamiento (kg/ha)			
		1 Variedad local sin fertil.	2 Variedad mejorada sin fertil.	3 Variedad local con fertil.	4 Variedad mejorada con fertil.
1	A	960	910	1,560	1,380
2	A	1,010	620	1,820	1,450
3	B	1,820	1,650	2,240	2,920
4	A	570	490	980	820
5	B	2,270	2,420	2,750	3,300
6	B	1,900	1,740	2,190	2,840
7a/	A	200	200	200	200
8	B	2,430	2,010	2,740	3,210
9	A	890	620	1,480	1,370

a/ El ensayo se malogró debido a la sequía. Se estimó que se obtuvo un rendimiento de 200 kg/ha con todos los tratamientos.

#### Dominio de recomendación A

	Tratamiento			
	1	2	3	4
Rendimiento medio (kg/ha)				

#### Dominio de recomendación B

	Tratamiento			
	1	2	3	4
Rendimiento medio (kg/ha)				

### Evaluación de los resultados experimentales antes del análisis económico

En una zona de investigación, los agricultores a menudo realizaban una siembra tardía debido a que tenían que esperar para alquilar un arado tirado por bueyes. Los investigadores decidieron probar la alternativa de la labranza parcial utilizando una rastra de dientes tirada por bueyes para abrir el surco de siembra. La rastra de dientes aceleró la labranza y la siembra, pero hubo que volver a deshierbar después de la labranza. Los ensayos en 8 sitios produjeron los siguientes rendimientos:

Método	Rendimiento medio (kg/ha)
Arado	3,258
Rastra	3,015

Después de examinar minuciosamente los datos y resultados del análisis estadístico y revisar las observaciones hechas en cada sitio, los investigadores llegaron a la conclusión de que no había diferencia entre los rendimientos obtenidos con los dos tratamientos.

Utilice la siguiente información para determinar cuál práctica deberá recomendarse a los agricultores.

	Método	
	Arado	Rastra
Tiempo para la labranza	2 días/ha	1 día/ha
Equipo y mano de obra para labranza	\$5.60/día	\$4.75/día
Tiempo para la siembra	5 días/ha	2 días/ha
Tiempo para el deshierbe	20 días/ha	35 días/ha
Salario para sembrar o deshierbar	\$1.20/día	\$1.20/día

**Rendimientos ajustados**

Debido a que aplicaron el fertilizante con mucho cuidado en un ensayo sobre la papa, los investigadores decidieron reducir los rendimientos un 5% para estimar los rendimientos que hubieran resultado si los agricultores se hubieran encargado de manejar el fertilizante. Asimismo, estimaron que el efecto del pequeño tamaño de la parcela hacía necesaria otra disminución del 5%. La fecha y el método de la cosecha fueron semejantes a los de los agricultores. Por lo tanto, los rendimientos experimentales fueron ajustados un 10%.

Utilice los datos que se presentan enseguida para calcular los rendimientos medios y los rendimientos ajustados para cada tratamiento.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)		
	A	B	C
Sitio 1	11,560	14,710	18,500
Sitio 2	12,340	16,230	18,450
Sitio 3	9,400	13,760	16,150
Rendimiento medio (kg/ha)			
Rendimiento ajustado (kg/ha)			

**Precio de campo del producto**

En una zona donde se cultiva el maíz, los agricultores reciben \$80 por una bolsa de 50 kg de grano en el mercado local. El costo medio de transportar una bolsa de 50 kg de grano al mercado es de \$5. La cosecha tarda cerca de 8 días por hectárea y el rendimiento medio en la zona es de 2,400 kg/ha. Un obrero puede desgranar aproximadamente 400 kg de maíz en un día y su salario es de \$40 diarios. ¿Cuál es el precio de campo del maíz?

**Precio de campo del producto**

Los productores de trigo alquilan los servicios de cosechadoras combinadas. Los operadores de las cosechadoras cobran \$550/ha, sin importar el rendimiento. Los agricultores venden su grano a un almacén del gobierno en el pueblo y pagan \$0.16/kg por transportarlo hasta ahí. El precio oficial de compra del trigo es de \$2.20/kg, pero debido a los descuentos por la calidad, los agricultores en general reciben 5% menos que el precio oficial. El rendimiento medio es de 2,000 kg/ha. ¿Cuál es el precio de campo del trigo?

## Beneficio bruto de campo

Los rendimientos medios obtenidos en un ensayo sobre el maíz se muestran a continuación.

	Tratamiento			
	1	2	3	4
Rendimiento medio (kg/ha)	1,740	2,430	1,420	2,790

Debido al tamaño de la parcela, las diferencias en el manejo y la época de la cosecha, los investigadores decidieron ajustar los rendimientos de todos los tratamientos un 20%. El precio del maíz en el pueblo era de \$12.00/kg. El costo de transportar el grano de la finca al pueblo era de \$0.60/kg y el costo de la cosecha y el desgrane, de \$0.30/kg.

Llene las tres primeras líneas del siguiente presupuesto parcial.

	Tratamiento			
	1	2	3	4
Rendimiento medio (kg/ha)				
Rendimiento ajustado (kg/ha)				
Beneficios brutos de campo (\$/ha)				

## Presupuestos parciales

Termine de elaborar el presupuesto parcial de un ensayo sobre el control de insectos, utilizando los datos que aparecen a continuación.

Tratamiento	Insecticida A (Una aplicación = 8 kg/ha como insecticida foliar)	Insecticida B (Una aplicación = 4 kg/ha en el hoyo al sembrar)
1	0	0
2	1 aplicación	0
3	2 aplicaciones	0
4	1 aplicación	1 aplicación

**Datos**

Precio de venta del maíz	\$0.32/kg	Precio insecticida B	\$4.50/kg
Costo de la cosecha	\$0.03/kg	Aplicación del insecticida	
Costo del desgrane	\$0.02/kg	Insecticida A	1 día/ha
Transporte de la finca al lugar de venta	\$0.04/kg	Insecticida B	0.5 día/ha
Costo de mano de obra	\$6.00/día	Ajuste al rendimiento	20%
Precio insecticida A	\$1.50/kg		

**Presupuesto parcial**

	Tratamiento			
	1	2	3	4
Rendimiento medio (kg/ha)	2,717	2,635	2,917	3,233
Rendimiento ajustado (kg/ha)				
Beneficios brutos de campo (\$/ha)				
Costo del insecticida (\$/ha)				
Costo de aplicarlo (\$/ha)				
Total costos que varían (\$/ha)				
Beneficios netos (\$/ha)				

**Presupuestos parciales**

## Presupuestos parciales

Elabore un presupuesto parcial con los siguientes datos.

Tratamiento	Deshierbe	Fertilizante	Rendimiento medio
1	1 deshierbe manual	0	2,000 kg/ha
2	1 deshierbe manual	50 kg N/ha	2,500 kg/ha
3	2 deshierbes manuales	50 kg N/ha	3,000 kg/ha

**Datos**

Precio de campo del maíz	\$15.00/kg
Precio de la urea (46% N) en el pueblo	\$17.00/kg
Costo de transportar el fertilizante	\$1.40/kg
Costo mano de obra	\$100.00/día
Mano de obra para un deshierbe manual	12 días/ha
Mano de obra para aplicar fertilizante	1 día/ha
Ajuste al rendimiento	10%

Presupuestos parciales

### Incluir todos los beneficios brutos en el presupuesto parcial

En un ensayo se examinó la respuesta del trigo a diferentes niveles de nitrógeno. Con la información que se presenta enseguida, calcule los beneficios brutos de campo de todos los tratamientos del ensayo y termine de efectuar el presupuesto parcial.

- Tanto el grano como la paja son productos importantes para el agricultor.
- El agricultor vende el trigo inmediatamente después de la cosecha a \$4.00/kg. Los costos de la cosecha y trilla suman \$0.30/kg y el transporte al lugar de venta cuesta \$0.20/kg.
- La paja de trigo se embala y se vende como alimento animal. El agricultor recibe \$5.10 por un fardo de 18 kg. La persona que compra la paja es la que paga los costos del transporte, no el agricultor, quien sí se hace cargo del costo de embalaje (\$0.60/fardo).
- Se calcula que los investigadores obtienen mayores rendimientos de trigo que los agricultores debido a que manejan el cultivo con mayor precisión y cosechan antes (un ajuste del 15%). Asimismo, se calcula que los investigadores obtienen mejores rendimientos de paja, también debido a su manejo preciso (un ajuste del 10%).
- El precio de campo del nitrógeno es de \$10/kg. Todo el fertilizante se aplica al sembrar a un costo de \$200/ha.

#### Presupuesto parcial

	Tratamiento			
	1 0 kg N/ha	2 50 kg N/ha	3 100 kg N/ha	4 150 kg N/ha
Rendimiento de grano (kg/ha)	1,500	2,100	2,400	2,500
Rendimiento de paja (kg/ha)	1,800	2,520	2,880	3,000
Rendimiento ajustado de grano (kg/ha)				
Rendimiento ajustado de paja (kg/ha)				
Beneficios brutos de campo, grano (\$/ha)				
Beneficios brutos de campo, paja (\$/ha)				
Beneficios brutos de campo totales (\$/ha)				
Costo del nitrógeno (\$/ha)				
Costo de aplicarlo (\$/ha)				
Total costos que varían (\$/ha)				
Beneficios netos (\$/ha)				

**Incluir todos los beneficios brutos en el presupuesto parcial**

## El análisis de dominancia

Las últimas dos líneas del presupuesto parcial de un ensayo sobre la fertilización se presentan a continuación. Efectúe un análisis de dominancia e indique cuáles son los tratamientos dominados.

	Tratamiento								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N (kg/ha)	0	50	100	0	50	100	0	50	100
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	0	0	0	25	25	25	50	50	50
Total costos que varían (\$/ha)	0	450	900	300	700	1,150	550	950	1,400
Beneficios netos (\$/ha)	1,990	2,380	2,620	1,900	2,790	2,810	1,570	2,690	2,870

### Curvas de beneficios netos

Efectúe un análisis de dominancia y trace la curva de los beneficios netos para cada uno de los siguientes ensayos.

#### a. Ensayo sobre el nitrógeno y el fósforo

	Tratamiento		Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)
	N (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)		
1a/	0	0	0	640
2	40	0	38	692
3	80	0	70	722
4	40	30	83	704
5	40	60	128	688
6	80	30	115	735
7	80	60	160	731

a/ Práctica del agricultor.

## Curvas de beneficios netos

## b. Ensayo sobre la labranza y el control de malezas

Tratamiento	Preparación	Control de malezas	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)
1	Arado	Herbicida	623	1,190
2	Herbicida pre-emergencia	Sin deshierbe	390	1,480
3	Herbicida pre-emergencia	Deshierbe manual	586	1,150
4	Arado	Sin deshierbe	124	1,210
5	Arado	Deshierbe manual	320	1,280

## Curvas de beneficios netos

## c. Ensayo sobre la densidad de siembra y fertilización

Tratamiento	Densidad de siembra	Fertilizante	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)
1	Experimental	Experimental	172	797
2	Experimental	Del agricultor	35	812
3	Del agricultor	Experimental	137	821
4	Del agricultor	Del agricultor	0	832

**Tasas de retorno marginales**

Con base en los datos del ejercicio 22, calcule para cada ensayo la tasa de retorno marginal entre los tratamientos no dominados.

**a. Ensayo sobre el nitrógeno y el fósforo**

**b. Ensayo sobre la labranza y el control de malezas**

**c. Ensayo sobre la densidad de siembra y fertilización**

### Presupuestos parciales y tasas de retorno marginales

Los resultados siguientes corresponden a un ensayo sobre la fertilización nitrogenada.

#### Para el dominio de recomendación A:

- Elabore un presupuesto parcial.
- Efectúe un análisis de dominancia.
- Trace una curva de beneficios netos.
- Calcule las tasas de retorno marginales.

Dominio de recomendación	Ensayo (no.)	Rendimiento de los tratamientos (kg/ha) <sup>a/</sup>			
		1	2	3	4
A	1	1,000	1,850	2,200	2,250
A	2	900	1,860	2,100	2,400
B	3	1,900	2,400	2,500	2,600
A	4	1,300	2,200	2,400	2,500
B	5	2,000	2,600	2,600	2,700
A	6	1,100	2,100	2,400	2,500
A	7	1,400	2,050	2,600	2,600
B	8	1,700	2,200	2,100	2,200
A	9b/	—	—	—	—

a/ Tratamiento	kg N/ha
1	0
2	50
3	100
4	150

b/ Se abandonó a causa de la sequía.

#### Datos

Ajuste al rendimiento	15%
Precio de venta del maíz	\$6.50/kg
Costo del desgrane	\$0.50/kg
Costo de la cosecha	\$0.75/kg
Costo de transportar maíz al mercado	\$1.00/kg
Salario	\$150/día
Urea (46% N)	\$4.00/kg
Transporte (urea)	\$0.30/kg
Aplicación del fertilizante	2 días/ha

(En todos los tratamientos se hace una sola aplicación de fertilizante.)

Presupuestos parciales y tasas de retorno marginales

**La tasa de retorno mínima aceptable**

- a. Si no se cuenta con información al estimar la tasa mínima aceptable para el agricultor, un rango del 50 al 100% debe considerarse adecuado.

Para cada una de las posibles recomendaciones listadas a continuación, indique si la tasa mínima adecuada estaría más cerca del límite superior (100%) o del inferior (50%) del intervalo considerado.

1. Aplicación de herbicidas. Los agricultores actualmente deshierban con azadón.
  2. Aplicación de un herbicida nuevo. Los agricultores ya usan herbicida.
  3. Cambiar la densidad de siembra (pero conservar el método de siembra).
  4. Usar una sembradora. Los agricultores actualmente siembran al voleo.
- b. En cierta zona de investigación es usual pedir préstamos para propósitos agrícolas a los dueños de las tiendas quienes cobran una tasa fija del 8% mensual. Si el ciclo de cultivo dura alrededor de 6 meses, ¿cuál sería un cálculo razonable de la tasa de retorno mínima aceptable?
- c. Los agricultores de cierta región tienen acceso al crédito otorgado por un banco del gobierno que está al servicio de agricultores pequeños y medianos. La tasa de interés que cobra el banco es del 24% anual. El banco también cobra una tasa fija del 15% del valor del préstamo por asegurar el cultivo y un cargo adicional por servicios del 10%. Si los agricultores pueden obtener préstamos para comprar fertilizante y el período entre la siembra y la venta de la cosecha es de cerca de 5 meses, ¿cuál sería un cálculo razonable de la tasa de retorno mínima?

### Interpretación de las curvas de beneficios netos

Los siguientes son los resultados de 40 ensayos sobre fertilización sembrados a lo largo de 3 años en un dominio de recomendación. Se observó una respuesta significativa tanto al nitrógeno como al fósforo. Efectúe un análisis de dominancia, trace la curva de los beneficios netos y use el análisis marginal para formular una recomendación a los agricultores. Verifique el análisis usando el método de los residuos. La tasa de retorno mínima es del 50%.

Tratamiento	N (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)
1 <sup>a/</sup>	40	0	99	500
2	40	40	190	480
3	80	0	198	610
4	80	40	277	520
5	120	0	285	675
6	120	40	364	580
7	80	80	372	420
8	120	80	451	350

<sup>a/</sup> Práctica del agricultor.

### Interpretación de las curvas de beneficios netos

Los siguientes son los resultados de 5 ensayos sobre la aplicación de nitrógeno y fósforo llevados a cabo en un año en un solo dominio de recomendación. El análisis estadístico demuestra que hubo una respuesta significativa tanto al nitrógeno como al fósforo. Efectúe un análisis de dominancia, trace la curva de los beneficios netos y utilice el análisis marginal para determinar los niveles de fertilizante que los investigadores deben ensayar el próximo año. Verifique el análisis usando el método de los residuos. La tasa de retorno mínima es del 100%.

#### Ensayo sobre la aplicación de nitrógeno y fósforo

Tratamiento	N (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)
1 <sup>a/</sup>	0	0	0	800
2	50	0	50	950
3	100	0	100	965
4	50	50	100	945
5	100	50	150	1,065
6	100	75	175	1,075
7	100	100	200	1,040

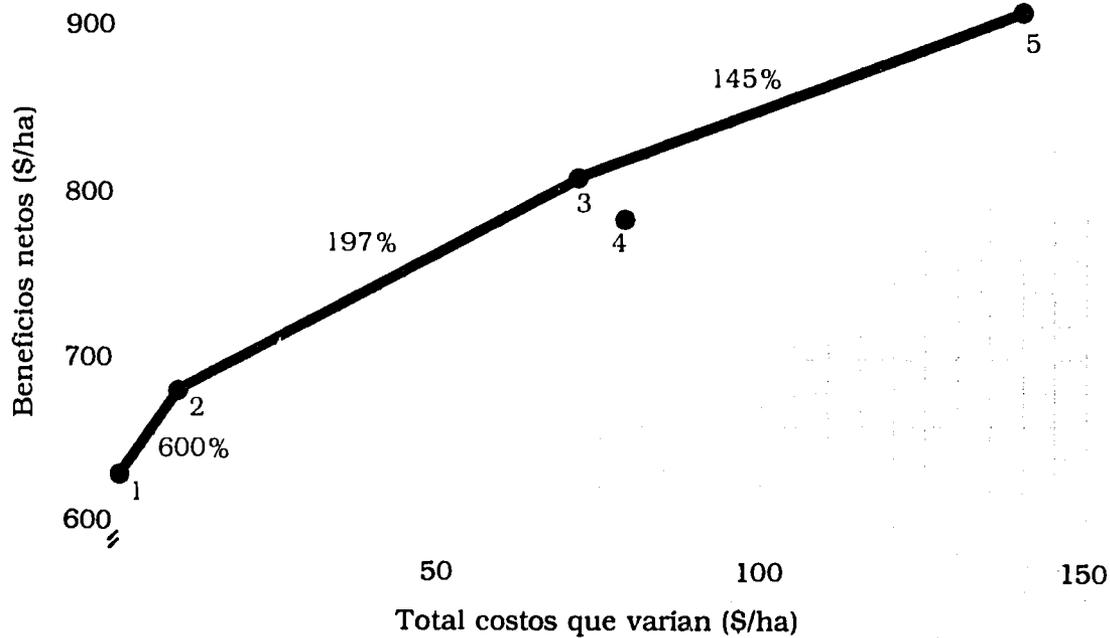
a/ Práctica del agricultor.

## Interpretación de las curvas de beneficios netos

Enseguida se presentan los resultados de 25 ensayos sembrados a lo largo de 2 años en un dominio de recomendación. En estos ensayos se examinaron los efectos de la variedad mejorada, el control de insectos y la fertilización. Si la tasa de retorno mínima es del 100%, ¿qué se deberá recomendar a los agricultores? Si los agricultores adoptan las recomendaciones paso a paso, ¿qué se les deberá recomendar?

Tratamiento	Variedad <sup>a/</sup>	Control de malezas <sup>a/</sup>	Fertilización <sup>a/</sup>	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	Tasa de retorno marginal
1	0	0	0	0	625	600%
2	1	0	0	10	685	197%
3	1	1	0	72	807	145%
4	1	0	1	79	782 D	145%
5	1	1	1	141	907	

a/ 0 = Práctica del agricultor; 1 = práctica mejorada.

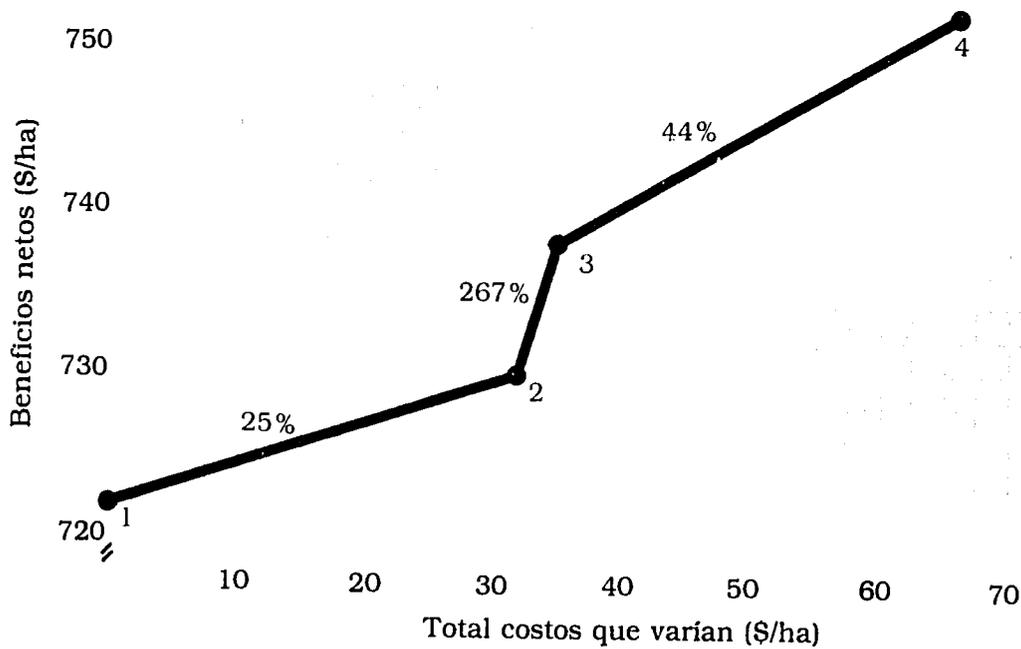


### Interpretación de las curvas de beneficios netos

En un dominio de recomendación los investigadores sembraron 6 ensayos sobre el control de insectos. La respuesta fue estadísticamente significativa. Los resultados del presupuesto parcial aparecen a continuación. Si la tasa de retorno mínima es del 100%. ¿qué deberán hacer los investigadores el siguiente año? Verifique la interpretación calculando los residuos.

Tratamiento	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	Tasa de retorno marginal
1. Sin control de insectos <sup>a/</sup>	0	722	
2. Insecticida A (al sembrar)	32	730	25%
3. Insecticida B (granulado)	35	738	267%
4. Insecticida A + Insecticida B	67	752	44%

<sup>a/</sup> Práctica del agricultor.

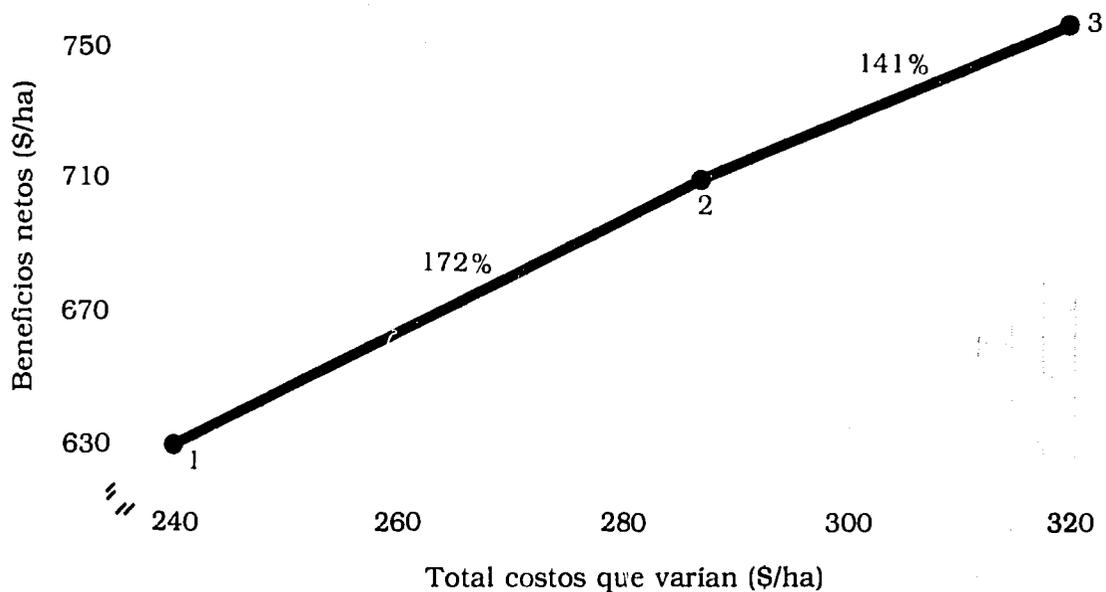


## Interpretación de las curvas de beneficios netos

Los investigadores sembraron 10 ensayos sobre los métodos de siembra y la fertilización en trigo en un dominio de recomendación donde los agricultores sembraban al voleo y aplicaban cerca de 40 kg N/ha. Los resultados del análisis marginal aparecen enseguida. La tasa de retorno mínima es del 100%. ¿Qué recomendación deberán hacer los investigadores?

Tratamiento	Método de siembra	Fertilización		Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	Tasa de retorno marginal
		kg N/ha	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha			
1	Al voleo	0	0	240	630	
2	Sembradora	60	0	287	711	172%
3	Sembradora	60	30	319	756	141%

(La práctica del agricultor = siembra al voleo y 40 kg N/ha.)



## Presupuestos parciales y totales

Para demostrar el valor de los presupuestos parciales, efectúe los análisis de dominancia y marginal con dos conjuntos de datos derivados de los mismos ensayos. Los rendimientos y los beneficios brutos son semejantes para ambos conjuntos de datos. La única diferencia es que el segundo conjunto también incluye los costos que no varían entre los tratamientos. La tasa de retorno mínima es del 100%.

## Conjunto de datos 1, ensayo sobre N y P

Variable	Tratamiento			
	1	2	3	4
Rendimiento (kg/ha)	2,000	2,100	2,500	2,600
Rendimiento ajustado (kg/ha)	1,600	1,680	2,000	2,080
Beneficios brutos de campo (\$/ha)	5,600	5,880	7,000	7,280
Costo de N (\$/ha)	0	0	350	350
Costo de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (\$/ha)	0	300	0	300
Costo de aplicarlos	0	150	150	150
Total costos que varían (\$/ha)				
Beneficios netos (\$/ha)				

## Conjunto de datos 2, ensayo sobre N y P

Variable	Tratamiento			
	1	2	3	4
Rendimiento (kg/ha)	2,000	2,100	2,500	2,600
Rendimiento ajustado (kg/ha)	1,600	1,680	2,000	2,080
Beneficios brutos de campo (\$/ha)	5,600	5,880	7,000	7,280
Costo de la labranza (\$/ha)	1,200	1,200	1,200	1,200
Costo de la siembra (\$/ha)	400	400	400	400
Costo de la semilla (\$/ha)	75	75	75	75
Costo del deshierbe (\$/ha)	1,600	1,600	1,600	1,600
Costo de N (\$/ha)	0	0	350	350
Costo de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (\$/ha)	0	300	0	300
Costo de aplicarlos (\$/ha)	0	150	150	150
Costos totales (\$/ha)				
Beneficios netos (\$/ha)				

### El análisis marginal en la planificación de ensayos

En una zona de investigación los productores de maíz practicaban el control de malezas manual. Los investigadores estaban considerando un ensayo sobre un herbicida, pues pensaban que éste sería más eficaz que el método manual. Calcule el aumento del rendimiento necesario para que el cambio al herbicida fuera aceptable al agricultor.

Precio de campo del maíz	\$30/kg
Tasa de retorno mínima	80%
Costo del deshierbe manual	\$1,930/ha
Costo del herbicida (incluido el costo de aplicarlo)	\$6,200/ha

## Revisión de los resultados experimentales

Diez ensayos en fincas sobre la fertilización en trigo examinaron la práctica del agricultor, que consiste en no fertilizar, y la alternativa de aplicar 80 kg/ha de N y 80 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Los agricultores efectúan la siembra de trigo en enero o febrero, en rotación después de maíz o cebada.

Examine los datos del libro de campo y decida cuáles sitios deberían excluirse del análisis, dando una explicación de cada caso.

Calcule los rendimientos medios para los dos tratamientos que aparecerán en el presupuesto parcial.

## Datos del libro de campo

Sitio	Rendimiento del tratamiento (kg/ha) <sup>a/</sup>		Cultivo anterior	Fecha de siembra	Notas
	1	2			
1	1.730	3.280	Maíz	2 de ene.	
2	2.250	3.440	Maíz	3 de feb.	
3	1.890	3.360	Maíz	20 de ene.	
4	3.140	3.530	Cebada	2 de feb.	El agricultor aplicó estiércol después de sembrar
5	1.440	3.120	Maíz	25 de ene.	
6	2.690	3.020	Maíz	8 de ene.	
7	3.430	3.790	Papa	10 de ene.	Cultivo anterior con alto nivel de fertilizante
8	750	970	Cebada	14 de feb.	Daños por granizo
9	1.440	1.590	Cebada	15 de mar.	
10	2.170	4.420	Maíz	22 de ene.	

<sup>a/</sup> Tratamiento	kg N/ha	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha
1	0	0
2	80	80

### El análisis estadístico y el análisis económico

En el cuadro 1 se muestran los resultados de 3 ensayos exploratorios sobre maíz con un arreglo factorial  $2^4$ . En dichos ensayos, los 4 factores fueron la labranza, la densidad de siembra, el nitrógeno y el fósforo. Se usaron dos niveles de cada uno de los 4 factores: la práctica del agricultor y una alternativa. El ensayo incluyó un total de 16 tratamientos.

#### Factores

T<sub>0</sub> = Labranza con tractor  
T<sub>1</sub> = Cero labranza

N<sub>0</sub> = 0 kg N/ha  
N<sub>1</sub> = 90 kg N/ha

D<sub>0</sub> = 40.000 plantas/ha  
D<sub>1</sub> = 50.000 plantas/ha

P<sub>0</sub> = 0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha  
P<sub>1</sub> = 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

En el cuadro 2 aparece el resultado del análisis estadístico del ensayo y en el cuadro 3 se presentan datos pertinentes al análisis económico.

Utilice la información del análisis estadístico en el cuadro 2 para determinar cómo analizar los datos. Los agricultores actualmente preparan el suelo con tractores, siembran 40.000 plantas/ha y no usan fertilizantes nitrogenados ni fósforo. Con base en el análisis económico de estos ensayos exploratorios, haga sugerencias respecto a la importancia de continuar ensayando cada uno de estos factores el año próximo.

**Cuadro 1** Resultados de los ensayos exploratorios      **Cuadro 2** Análisis estadístico de los ensayos exploratorios

Tratamiento T D N P	Rendimiento medios (kg/ha)	Fuente de variación	F
0 0 0 0	3,230	Sitio	0.47
1 0 0 0	3,970	Repetición	1.79
0 1 0 0	5,300	T	0.28
1 1 0 0	5,830	D	104.22**
0 0 1 0	4,100	N	0.01
1 0 1 0	3,600	P	4.92*
0 1 1 0	5,300	T x D	0.30
1 1 1 0	5,600	T x N	0.02
0 0 0 1	4,330	T x P	1.08
1 0 0 1	4,170	D x N	0.01
0 1 0 1	6,170	D x P	0.11
1 1 0 1	5,370	N x P	0.05
0 0 1 1	4,100		
1 0 1 1	4,030		
0 1 1 1	5,500		
1 1 1 1	6,200		
<b>Promedio</b>	<b>4,800</b>		

\* Significativo al nivel de .05.

\*\* Significativo al nivel de .01.

**Cuadro 3**  
**Datos económicos**

Ajuste al rendimiento	10%	<b>Total de costos que varían de los tratamientos</b>	
Precio de campo de maíz	\$0.14/kg	<b>Tratamiento</b>	<b>Total costos que varían (\$/ha)</b>
Tasa de retorno mínima	100%	T0	45
		T1	26
		D0	17
		D1	26
		N0	0
		N1	95
		P0	0
		P1	35

## El análisis de los retornos mínimos

Los resultados de un ensayo sembrado en 24 sitios a lo largo de 2 años se presentan en el cuadro 1. El objeto del ensayo fue verificar las ventajas que tienen las prácticas mejoradas en el control de malezas, la densidad de plantas y mayores niveles de fertilización, en comparación con las prácticas actuales de los agricultores.

**Cuadro 1**  
**Datos de 36 ensayos de verificación**

	A Práctica del agricultor	B Control de malezas y densidad	C Control de maleza, densidad y fertilización
Rendimiento medio (kg/ha)	1.825	2.617	3.098
Beneficios netos medios (\$/ha)	2.278	3.119	3.486
Total costos que varían (\$/ha)	350	650	975

Tasa de retorno marginal A → B = 280%  
B → C = 113%

Tasa de retorno mínima = 100%

Antes de formular una recomendación, los investigadores han decidido que harán un análisis de retornos mínimos de los datos. El primer paso es convertir los datos del rendimiento de cada sitio en beneficios netos. Los datos del rendimiento de los sitios 1 y 2 se presentan en el cuadro 2 como ejemplos. Convierta esos rendimientos en beneficios netos utilizando los datos del total de costos que varían que aparecen en el cuadro 1. El precio de campo del maíz es de \$1.60/kg y el ajuste al rendimiento en los ensayos es del 10%.

**Cuadro 2**  
**Rendimientos (kg/ha) por sitio**

Sitio	Tratamiento		
	A	B	C
1	2.706	3.677	4.319
2	3.542	4.188	4.139
3			
4			
24	1.118	1.792	3.302
Promedio	1.825	2.617	3.098

**Beneficios netos (\$/ha) por sitio**

Sitio	A	B	C
1			
2			

## El análisis de los retornos mínimos

El resto de los cálculos aparecen en el cuadro 3. Use estos datos para efectuar un análisis de retornos mínimos y decida cuál tratamiento sería más adecuado para recomendárselo a los agricultores.

**Cuadro 3**  
**Los beneficios netos (\$/hr.)**

Sitio	A	B	C
1	3,547	4,645	5,244
2	4,750	5,381	4,985
3	2,434	4,037	6,888
4	2,925	3,959	3,621
5	1,307	3,023	4,749
6	1,574	3,489	5,740
7	1,521	2,587	361
8	1,670	2,486	436
9	1,872	3,023	3,923
10	1,705	2,087	2,936
11	2,925	4,271	5,656
12	3,838	5,236	7,652
13	2,223	3,335	5,855
14	1,124	1,697	39
15	1,219	1,775	276
16	1,370	2,999	3,383
17	1,921	1,307	293
18	2,803	1,619	1,396
19	3,627	4,271	5,170
20	1,242	2,431	707
21	2,321	3,023	4,200
22	2,527	2,399	1,699
23	2,960	3,839	4,663
24	1,260	1,931	3,781

## El análisis de sensibilidad

1. Se muestran a continuación los rendimientos de 10 ensayos sobre la fertilización de trigo. Si el precio de campo del trigo es de \$5.50/kg, calcule los beneficios brutos y netos, y efectúe un análisis marginal de los datos. Si la tasa de retorno mínima es del 100%, ¿cuál será la recomendación? (Los agricultores actualmente no utilizan fertilizantes.)

Tratamiento	kg N/ha	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	Rendimiento ajustado (kg/ha)	Beneficios brut. de campo (\$/ha)	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	Tasa de retorno marginal (%)
1	0	0	1,784		0		
2	150	0	2,564		2,803		
3	75	80	2,763		3,253		
4	75	160	3,340		5,105		

2. El gobierno está considerando un aumento en el precio del trigo. Si lo llegara a imponer, el precio de campo del trigo sería de \$7.40/kg. Utilice el nuevo precio de campo para volver a calcular los beneficios brutos y los netos. Formule una recomendación adecuada con este nuevo análisis.

Tratamiento	kg N/ha	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	Rendimiento ajustado (kg/ha)	Beneficios brut. de campo (\$/ha)	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	Tasa de retorno marginal (%)
1	0	0	1,784		0		
2	150	0	2,564		2,803		
3	75	80	2,763		3,253		
4	75	160	3,340		5,105		

**El análisis de sensibilidad**

En una zona donde los agricultores por lo general deshierban su cultivo de maíz una sola vez, se demostró que con un segundo deshierbe se producirían mayores rendimientos. Los investigadores estiman que el costo de oportunidad de la mano de obra es de \$20/día. Utilice los datos que se presentan enseguida para decidir si vale la pena recomendar que se haga un segundo deshierbe. Si el costo de oportunidad de la mano de obra fuera en realidad \$40/día, ¿cuál debería ser la recomendación?

Rendimiento medio (un deshierbe)	2.450 kg/ha
Rendimiento medio (dos deshierbes)	2.778 kg/ha
Ajuste al rendimiento	10%
Un deshierbe	14 días/ha
Dos deshierbes	24 días/ha
Precio de campo del maíz	\$1.50/kg
Tasa de retorno mínima	50%

## Ejercicios finales

Después de varios años de llevar a cabo ensayos con el fin de explorar diferentes temas de investigación, los investigadores de cierta zona diseñaron un ensayo para verificar y demostrar a los agricultores las ventajas que tienen una densidad de siembra mejorada, la fertilización y el control de insectos. Dicho ensayo consistió en 3 tratamientos, todos bajo el manejo del agricultor, y se sembró una sola repetición por sitio. El tamaño de las parcelas fue de 200 m<sup>2</sup> cada una. Los tratamientos y rendimientos aparecen a continuación.

Tratamiento	Método y densidad de siembra	Fertilización	Control de insectos	Rendimiento medio (kg/ha) de 18 sitios
1 (Práctica del agricultor)	4 plantas/golpe, 1 m entre golpes y entre hileras (densidad: 40,000 plts/ha, 16 kg de semilla)	2 bolsas de 10-30-10 y 1 bolsa sulfato de amonio, aplicados al sembrar	Ninguno	2,425
2	3 plts/golpe, 0.6 m entre golpes, 1 m entre hileras (densidad: 50,000 plts/ha, 20 kg semilla)	2 bolsas de 10-30-10 y 1 bolsa sulfato de amonio aplicados al sembrar; 2 bolsas sulfato de amonio aplicado a los 30 días	Ninguno	3,116
3	Igual al tratamiento 2	Igual al tratamiento 2	1 aplicación del insecticida granulado A, 10 kg/ha	3,405

## Ejercicios finales

Utilice los datos que se presentan enseguida para elaborar un presupuesto parcial, trace una curva de beneficios netos, efectúe el análisis marginal y formule una recomendación para los agricultores.

**Mano de obra**

Siembra, método del agricultor	2 días/ha
Siembra, método mejorado	3.5 días/ha
Aplicación del fertilizante al sembrar	1 día/ha
Aplicación del fertilizante a los 30 días	1 día/ha
Aplicación del herbicida	1.5 días/ha
Cosecha de una parcela que rinde 2,400 kg/ha	4 días/ha
Desgrane de 500 kg/maíz	1 día

**Insumos**

Semilla	\$40/kg
Fertilizante 10-30-10	\$450/bolsa
Sulfato de amonio	\$380/bolsa
Insecticida A	\$120/kg
Transporte del maíz al mercado	\$1/kg
Transporte del fertilizante	\$30/bolsa
Costo de la mano de obra	\$300/día
Precio de venta del maíz en el mercado	\$15/kg
Ajuste al rendimiento	5% (los ensayos se cosecharon antes de lo normal)
Tasa de retorno mínima	60%

Ejercicios finales

## Ejercicios finales

En el primer año de experimentación en una zona donde se cultiva el trigo, los investigadores decidieron que valía la pena observar las interacciones entre la densidad de siembra y el nitrógeno. Los agricultores aplicaban bajos niveles de nitrógeno (30 kg N/ha) y sembraban 120 kg de semilla por hectárea. Los ensayos se sembraron en las parcelas de los agricultores; éstos prepararon el suelo como siempre lo hacen y los investigadores sembraron los ensayos y aplicaron el fertilizante. Los agricultores utilizaron sus métodos normales de control de malezas. Se usaron 3 densidades de siembra y 4 niveles de nitrógeno. El ensayo se sembró en 5 sitios y se realizaron 3 repeticiones en cada sitio.

Densidades de siembra: 120, 140 y 160 kg de semilla/ha.

Nitrógeno: 30, 60, 90 y 120 kg N/ha. (Los tratamientos de 30 y 60 kg N/ha se efectúan en una sola aplicación al sembrar, pero se hacen dos aplicaciones de los tratamientos de 90 y 120 kg N/ha, al sembrar y a los 30 días.)

Densidad de siembra (kg/ha)	Rendimiento medio de tratamiento (kg/ha)				Promedio
	1 30 kg N/ha	2 60 kg N/ha	3 90 kg N/ha	4 120 kg N/ha	
120	2,258	2,704	3,117	3,262	2,835
140	2,380	2,587	2,995	3,398	2,840
160	2,241	2,865	3,110	3,019	2,809
Promedio	2,293	2,719	3,074	3,226	2,828

Los análisis estadístico y agronómico demostraron que el efecto del nitrógeno fue muy significativo, mientras que el efecto de la densidad de siembra no fue significativa. Tampoco se encontró interacción entre el nitrógeno y la densidad de siembra.

## Ejercicios finales

Utilice los datos económicos que siguen para efectuar un análisis del ensayo que ayudará a los investigadores a decidir cuáles ensayos deberán realizarse el próximo año.

Aplicación del fertilizante al sembrar	0.5 día/ha
Aplicación del fertilizante a los 30 días	0.5 día/ha
Cosecha mecanizada	\$85/ha
Mano de obra	\$10/día
Urea (46% N)	\$39/50 kg
Transporte del fertilizante	\$3/50 kg
Semilla	\$1/kg
Precio de venta del trigo (comprado por los cosechadores)	\$0.35/kg
Ajuste al rendimiento (densidad de siembra y fertilizante a cargo de los investigadores; cosecha manual)	15%
Tasa de retorno mínima	80%



15/03/2019

La formulación de  
recomendaciones a partir de  
datos agronómicos

**C I M M Y T**

**PROGRAMA DE ECONOMIA**

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) es una organización internacional sin fines de lucro que se dedica a la investigación y la capacitación. El CIMMYT, cuya sede se encuentra en México, lleva a cabo un programa de investigaciones a nivel mundial sobre el maíz, el trigo y el triticale, con especial atención a la producción de alimentos en los países en desarrollo. El CIMMYT es uno de 13 centros internacionales, sin fines de lucro, dedicados a la investigación agrícola y la capacitación, que están financiados por el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR, Consultative Group on International Agricultural Research). El CGIAR a su vez goza del apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO), el Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo (Banco Mundial) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El CGIAR además cuenta con el patrocinio de aproximadamente 40 países donadores, organizaciones internacionales y regionales, y fundaciones privadas.

Como parte de su presupuesto básico, el CIMMYT recibe fondos de varias fuentes, incluidas las instituciones de ayuda internacional de Australia, Austria, Brasil, Canadá, China, Dinamarca, España, Estados Unidos, Filipinas, Finlandia, Francia, India, Irlanda, Italia, Japón, México, Noruega, los Países Bajos, Reino Unido, República Federal de Alemania y Suiza, así como del Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Mundial, la Comisión Económica Europea, la Fundación Ford, la Fundación OPEP para el Desarrollo Internacional y el PNUD. Asimismo, fuera del CGIAR el CIMMYT recibe apoyo económico para proyectos especiales de Bélgica, el Centro de Investigación para el Desarrollo Internacional, la Fundación Rockefeller y muchos de los donadores que contribuyen al presupuesto básico y que se mencionan arriba.

El CIMMYT es el único responsable de esta publicación.

*Cita correcta:* CIMMYT 1988. *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Libro de respuestas.* México, D.F.: CIMMYT.

### Ejercicio 1

- a. Los agricultores
- b. Los investigadores
- c. Los responsables de las políticas

### Ejercicio 2

- 1. C
- 2. B
- 3. D
- 4. A

### Ejercicio 3

- a. Este ensayo ha sido planificado adecuadamente para el análisis económico.
- b. La planeación del ensayo es inadecuada. Las variables no experimentales deben representar la práctica del agricultor.
- c. La planeación del ensayo es inadecuada. La práctica del agricultor (variedad, densidad de siembra) debe incluirse entre los tratamientos.

## Ejercicio 4

Serían adecuadas las parcelas B y D, a menos que haya datos que indiquen que el tamaño de la parcela afecta la recomendación sobre el fertilizante. Nótese que no se da ninguna información acerca del tamaño medio de las parcelas en la zona de experimentación.

El método de preparación de la parcela A fue distinto del usado en la mayoría de las parcelas y los investigadores deberán tomar muy en cuenta este factor antes de sembrar un ensayo ahí. En la parcela C se hace una rotación diferente que obviamente la hace inadecuada para un ensayo sobre la fertilización.

## Ejercicio 5

- Rendimiento ajustado
- Total de costos que varían
- Beneficios netos
- 740
- 180
- 780

## Ejercicio 6

La tasa de retorno marginal es del 80%.

$$\frac{470 - 430}{200 - 150} = \frac{40}{50} = 0.8 = 80\%$$

## Ejercicio 7

- a. 2 (Variabilidad debida a factores ambientales.)
- b. 3 (Variabilidad debida a factores económicos.)
- c. 1 (Variabilidad entre sitios.)

## Ejercicio 8

- a. Insecticida X  
Insecticida Y  
Mano de obra para aplicar el Insecticida X  
Mano de obra para aplicar el Insecticida Y
- b. Urea (más transporte)  
Mano de obra para aplicar el fertilizante al sembrar  
Mano de obra para aplicar el fertilizante a los 30 días
- c. Semilla  
Herbicida A  
Mano de obra para sembrar 30,000 plantas/ha en forma irregular  
Mano de obra para sembrar 50,000 plantas/ha en hileras  
Mano de obra para el deshierbe manual  
Mano de obra para aplicar el herbicida  
Mano de obra para acarrear agua para mezclar con el herbicida  
Alquiler de la bomba

## Ejercicio 9

- a. Precio de campo del insecticida A: \$4/kg
- b. Costo de campo, insecticida A, tratamiento 1: \$20/ha
- c. Costo de campo, insecticida A, tratamiento 2: \$40/ha

## Ejercicio 10

- a. Costo de 45 kg de sulfato de amonio \$740  
Transporte de 45 kg \$ 95  
Precio de campo de 45 kg sulfato de amonio \$835
- Precio de campo de sulfato de amonio:  $\frac{\$835}{45} = \$18.6/\text{kg}$
- b. Costo de 45 kg superfosfato triple \$1,620  
Transporte de 45 kg \$ 95  
Precio de campo de 45 kg superfosfato triple \$1,715
- Precio de campo de superfosfato triple:  $\frac{\$1,715}{45} = \$38.1/\text{kg}$
- c.  $\frac{\$18.6}{.21} = \$88.60/\text{kg}$  precio de campo de N
- d.  $\frac{\$38.1}{.46} = \$82.80/\text{kg}$  precio de campo de  $\text{P}_2\text{O}_5$

## Ejercicio 11

### Tratamiento 1

1 pasada de arado	\$200/ha
2 rastreos	<u>\$200/ha</u>
Costo de preparar con tractor	\$400/ha

### Tratamiento 2

$$\frac{\$35/\text{día}}{1/4 \text{ ha/día}} = \$140/\text{ha}, \text{ costo de arar con caballo}$$

## Ejercicio 12

$$\frac{5 \text{ días/acre}}{0.4 \text{ ha/acre}} = 12.5 \text{ días/ha}$$

Salario	\$35/día
Comidas	\$10/día
Total	\$45/día

$$\begin{array}{r} \$45/\text{día} \\ \times 12.5 \text{ días} \\ \hline \$562.5, \text{ costo de deshierbar una hectárea} \end{array}$$

## Ejercicio 13

a.	Tratamiento		
	1	2	3
Insecticida X (\$/ha)	0	30.0	0.0
Insecticida Y (\$/ha)	0	0.0	9.6
Mano de obra (\$/ha)	0	7.5	5.0
Total costos que varían (\$/ha)	0	37.5	14.6

b.	Tratamiento			
	1	2	3	4
Nitrógeno (\$/ha) <sup>a/</sup>	2,000	2,000	2,000	3,000
Mano de obra (\$/ha)	80	80	160	160
Total costos que varían (\$/ha)	2,080	2,080	2,160	3,160

a/	
Costo de la urea	\$21.50/kg
Transporte	\$ 1.50/kg
Precio campo de urea	\$23.00/kg

$$\text{Precio campo de N: } \frac{\$23.00}{0.46} = \$50/\text{kg}$$

## Ejercicio 13

c.	Tratamiento			
	1	2	3	4
Semilla (\$/ha)	480	480	800	800
Herbicida A (\$/ha)	0	2,500	0	2,500
Mano de obra siembra (\$/ha)	1,000	1,000	1,500	1,500
Mano de obra deshierbe manual (\$/ha)	6,000	0	6,000	0
Mano de obra herbicida (\$/ha)	0	1,000	0	1,000
Mano de obra acarreo agua (\$/ha)	0	500	0	500
Alquiler bomba (\$/ha)	0	600	0	600
Total costos que varían (\$/ha)	<u>7,480</u>	<u>6,080</u>	<u>8,300</u>	<u>6,900</u>

## Ejercicio 14

### Dominio de recomendación A

	Tratamiento			
	1	2	3	4
Rendimiento medio (kg/ha)	726	568	1,208	1,044

### Dominio de recomendación B

	Tratamiento			
	1	2	3	4
Rendimiento medio (kg/ha)	2,105	1,955	2,480	3,068

## Ejercicio 15

	Arado	Rastra
Costos de labranza (\$/ha)	11.20	4.75
Mano de obra siembra (\$/ha)	6.00	2.40
Mano de obra deshierbe (\$/ha)	<u>24.00</u>	<u>42.00</u>
Total de costos que varían (\$/ha)	41.20	49.15

Dado que no hay diferencia en los rendimientos obtenidos con los dos métodos y que la labranza con arado tiene un total de costos que varían menor que la rastra, lo mejor es recomendar el método del arado.

## Ejercicio 16

	Tratamiento		
	A	B	C
Rendimiento medio (kg/ha)	11,100	14,900	17,700
Rendimiento ajustado (kg/ha)	9,990	13,410	15,930

## Ejercicio 17A

Los agricultores reciben \$1.60/kg.

Transporte	\$0.10/kg
Cosecha (\$40/300 kg)	0.13/kg
Desgrane (\$40/400 kg)	0.10/kg
Costos proporcionales al rendimiento	<u>\$0.33/kg</u>

Precio de campo:  $\$1.60 - \$0.33 = \$1.27/\text{kg}$

## Ejercicio 17B

Precio de venta	\$2.20/kg
Descuento	\$0.11/kg
Transporte	\$0.16/kg
Costos proporcionales al rendimiento	<u>\$0.27/kg</u>

Precio de campo del trigo:  $\$2.20 - \$0.27 = \$1.93/\text{kg}$

Nótese que los costos de la cosecha no son proporcionales al rendimiento (los servicios de las cosechadoras se cobran por hectárea), así que no se toman en cuenta al calcular el precio de campo.

## Ejercicio 18

	Tratamiento			
	1	2	3	4
Rendimiento medio (kg/ha)	1,740	2,430	1,420	2,790
Rendimiento ajustado (kg/ha)	1,392	1,944	1,136	2,232
Beneficios brutos de campo (kg/ha)	14,755	20,606	12,042	23,659

Precio de campo del maíz:  $\$12.00 - (\$0.60 + \$0.80) = \$10.60$

## Ejercicio 19A

	Tratamiento			
	1	2	3	4
Rendimiento medio (kg/ha)	2,717	2,635	2,917	3,233
Rendimiento ajustado (kg/ha)	2,174	2,108	2,334	2,586
Beneficios brutos de campo (\$/ha) <sup>a/</sup>	500	485	537	595
Costo insecticida (\$/ha)	0	12	24	30
Costo aplicación (\$/ha)	0	6	12	9
Total costos que varían (\$/ha)	0	18	36	39
Beneficios netos (\$/ha)	500	467	501	556

<sup>a/</sup> Precio de campo del maíz: \$0.23/kg.

## Ejercicio 19B

	Tratamiento		
	1	2	3
Rendimiento medio (kg/ha)	2,000	2,500	3,000
Rendimiento ajustado (kg/ha)	1,800	2,250	2,700
Beneficios brutos de campo (\$/ha)	27,000	33,750	40,500
Costo deshierbe (\$/ha)	1,200	1,200	2,400
Costo nitrógeno (\$/ha) <sup>a/</sup>	0	2,000	2,000
Costo aplicación (\$/ha)	0	100	100
Total costos que varían (\$/ha)	1,200	3,300	4,500
Beneficios netos (\$/ha)	25,800	30,450	36,000

<sup>a/</sup> Precio de campo de N:  $\frac{\$18.40}{0.46} = \$40/\text{kg}$ .

## Ejercicio 20

Precio de campo de trigo:  $\$4.00 - (\$0.30 + \$0.20) = \$3.50/\text{kg}$

Precio de campo de paja:  $\frac{\$5.10 - \$0.60}{18 \text{ kg}} = \$0.25/\text{kg}$

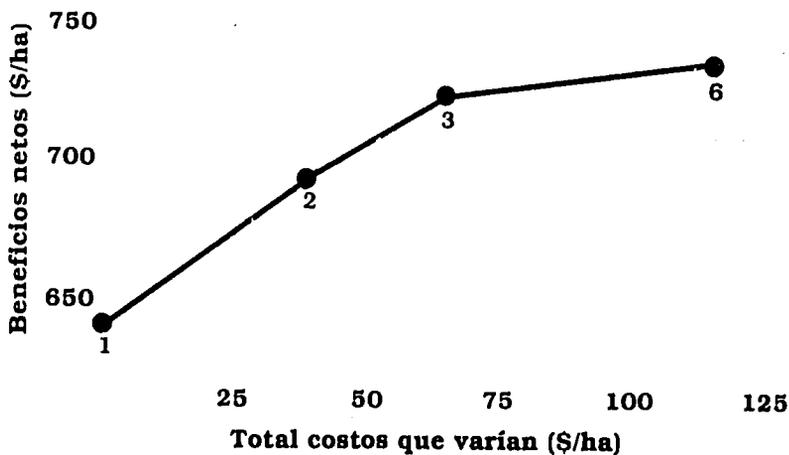
	Tratamiento			
	1	2	3	4
Rendimiento grano (kg/ha)	1,500	2,100	2,400	2,500
Rendimiento paja (kg/ha)	1,800	2,520	2,880	3,000
Rendimiento grano ajustado (kg/ha)	1,275	1,785	2,040	2,125
Rendimiento paja ajustado (kg/ha)	1,620	2,268	2,592	2,700
Beneficios brutos de campo, grano (\$/ha)	4,463	6,248	7,140	7,438
Beneficios brutos de campo, paja (\$/ha)	405	567	648	675
Total beneficios brutos de campo (\$/ha)	4,868	6,815	7,788	8,113
Costos de N (\$/ha)	0	500	1,000	1,500
Costos aplicados (\$/ha)	0	200	200	200
Total costos que varían (\$/ha)	0	700	1,200	1,700
Beneficios netos (\$/ha)	4,868	6,115	6,588	6,413

## Ejercicio 21

Tratamiento	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)
1	0	1,990
4	300	1,900 D
2	450	2,380
7	550	1,570 D
5	700	2,790
3	900	2,620 D
8	950	2,690 D
6	1,150	2,810
9	1,400	2,870

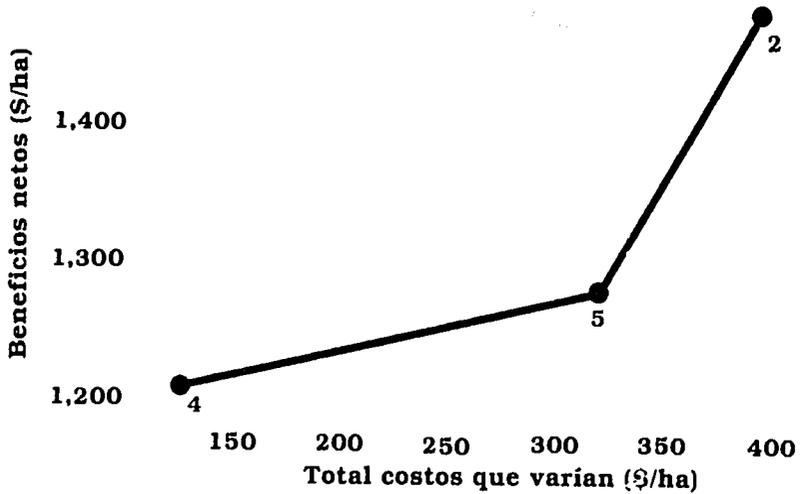
## Ejercicio 22

a. Tratamiento	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)
1	0	640
2	38	692
3	70	722
4	83	704 D
5	115	735
6	128	688 D
7	160	731 D



## Ejercicio 22

b. Tratamiento	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)
4	124	1,210
5	320	1,280
2	390	1,480
3	586	1,150 D
1	623	1,190 D



c.

Los tratamientos 1, 2 y 3 son dominados. El único tratamiento que no es dominado es el 4, por lo que no es posible trazar una curva de beneficios netos.

## Ejercicio 23

a. Tratamiento	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	Tasa de retorno marginal
1	0	640	
2	38	692	137%
3	70	722	94%
6	115	735	29%

b. Tratamiento	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	Tasa de retorno marginal
4	124	1,210	
5	320	1,280	36%
2	390	1,480	286%

c.

No es posible realizar un análisis marginal.

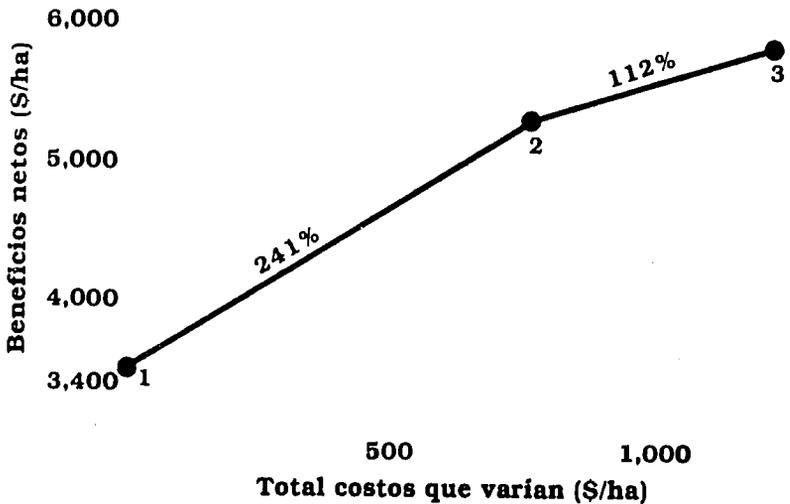
## Ejercicio 24

Para el dominio de recomendación A:

	Tratamiento			
	1	2	3	4
Rendimiento medio (kg/ha)	950	1,677	1,950	2,042
Rendimiento ajustado (kg/ha)	808	1,425	1,658	1,736
Beneficios brutos (\$/ha)	3,434	6,056	7,047	7,378
Costos de N (\$/ha)	0	468	935	1,403
Costos aplicación (\$/ha)	0	300	300	300
Total costos que varían (\$/ha)	0	768	1,235	1,703
Beneficios netos (\$/ha)	3,434	5,288	5,812	5,675

Precio de campo del maíz: \$4.25/kg

Precio de campo de N:  $\frac{4.30}{0.46} = \$9.35/\text{kg}$



## Ejercicio 24

Tratamiento	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	Tasa de retorno marginal
1	0	3,434	
2	768	5,288	241%
3	1,235	5,812	112%
4	1,703	5,675 D	

## Ejercicio 25

- a. 1) 100%  
 2) 50%  
 3) 50%  
 4) 100%
- b. 6 meses x 8% al mes = 48% de interés por 6 meses  
 2 x 48% = 96%, estimación de la tasa de retorno mínima
- c. 10% de interés por 5 meses (5/12 x 24%)  
 15% póliza de seguro del cultivo  
 10% cargo por servicios  


---

 35% total
- 2 x 35% = 70%, estimación de la tasa de retorno mínima

## Ejercicio 26A

Los tratamientos 2, 4, 6, 7 y 8 son dominados.

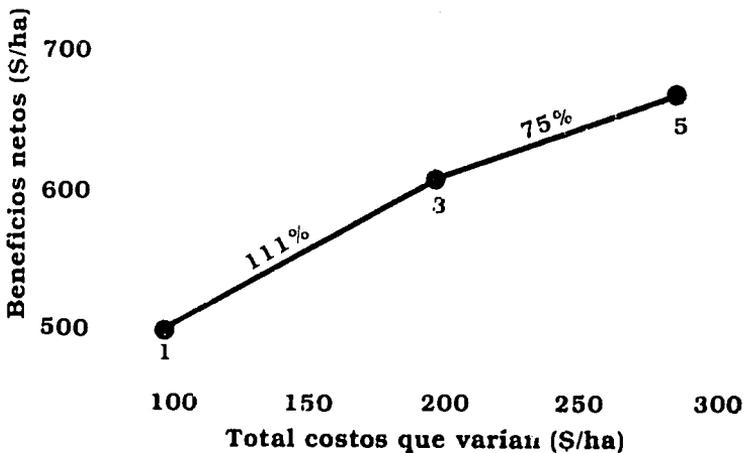
Tratamiento	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	Tasa de retorno marginal
1	99	500	
3	198	610	111%
5	285	675	75%

Se recomienda el tratamiento 5.

Verificar usando residuos:

Tratamiento	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	Costos de inversión (\$/ha)	Residuo
1	99	500	50	450
3	198	610	99	511
5	285	675	143	532*

\* Máximo residuo.



## Ejercicio 26B

Los tratamientos 4 y 7 son dominados.

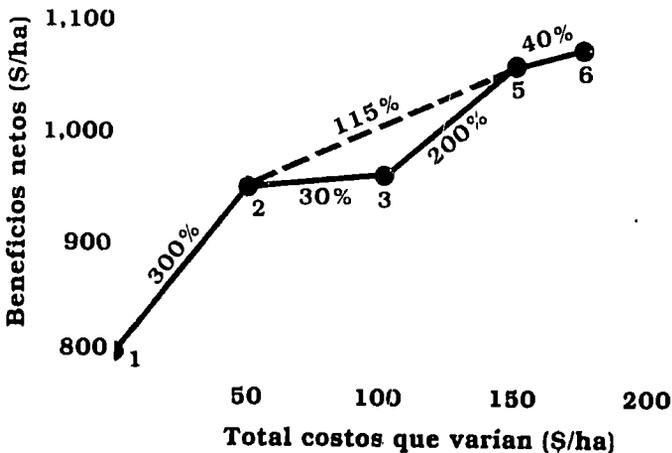
### Ensayo sobre el nitrógeno y el fósforo

Tratamiento	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	Tasa de retorno marginal
1 <sup>a/</sup>	0	800	
2	50	950	300%
3	100	965	30%
5	150	1,065	200%
6	175	1,075	40%

115%

a/ Práctica del agricultor.

Se debe calcular la tasa de retorno marginal entre (2) y (5), la cual resulta ser 115%, que es adecuada, pero cerca del 100%. Los investigadores quizá deseen experimentar con niveles de N entre 50 y 100 kg/ha y examinar con mayor detenimiento las interacciones con P<sub>205</sub> a esos niveles.



## Ejercicio 26B

Verificar usando residuos:

Tratamiento	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	Costos de inversión (\$/ha)	Residuo
1 <sup>a/</sup>	0	800	0	800
2	50	950	50	900
3	100	965	100	865
5	150	1.065	150	915*
6	175	1.075	175	900

a/ Práctica del agricultor.

\* Máximo residuo.

## Ejercicio 26C

Dadas las tasas de retorno, se puede recomendar el tratamiento 5: variedad mejorada, control de malezas y fertilización. Sin embargo, es probable que el agricultor desee ensayar los elementos del paquete uno por uno. Los resultados indican que el agricultor puede adoptar sólo la variedad y obtener ganancias. Una vez adoptada la variedad, el siguiente paso es un mejor control de malezas (no la fertilización). Como tercer paso, el agricultor puede agregar la fertilización.

## Ejercicio 26D

La tasa de retorno marginal entre (1) y (2) es más baja que la mínima y, por tanto, (2) no es aceptable. Es necesario calcular la tasa de retorno marginal entre (1) y (3), que resulta ser sólo 46% y, por tanto, no aceptable; por consiguiente, ninguna de las tres alternativas a la práctica del agricultor es recomendable. Los investigadores quizá deseen buscar métodos de control de insectos menos costosos.

Verificar usando residuos:

Tratamiento	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	Costos de inversión (\$/ha)	Residuo
1	0	722	0	722*
2	32	730	32	698
3	35	738	35	703
4	67	752	67	685

\* Máximo residuo.

## Ejercicio 26E

*No es posible hacer una recomendación con base en este ensayo. No se incluyeron en el ensayo las prácticas del agricultor de sembrar al voleo y aplicar 40 kg N/ha, así que no es posible constatar si los tratamientos ensayados son en realidad superiores a éstas.*

## Ejercicio 27

	Tratamiento			
	1	2	3	4
<b>Conjunto de datos 1</b>				
Rendimiento (kg/ha)	2,000	2,100	2,500	2,600
Beneficios brutos de campo (\$/ha)	5,600	5,880	7,000	7,280
Total costos que varían (\$/ha)	0	450	500	800
Beneficios netos (\$/ha)	5,600	5,430	6,500	6,480
<b>Conjunto de datos 2</b>				
Rendimiento (kg/ha)	2,000	2,100	2,500	2,600
Beneficios brutos de campo (\$/ha)	5,600	5,880	7,000	7,280
Total costos que varían (\$/ha)	3,275	3,725	3,775	4,075
Beneficios netos (\$/ha)	2,325	2,155	3,225	3,205

### Para ambos conjuntos de datos:

Los tratamientos 2 y 4 son dominados.

Las diferencias en los beneficios netos y costos que varían entre el tratamiento 1 y el 3 son semejantes para ambos conjuntos de datos. Por tanto, la tasa de retorno marginal es la misma para ambos conjuntos y la recomendación será también la misma (tratamiento 3), ya sea que se incluyan los costos fijos o no.

Cambio de tratamiento	Cambio en beneficios netos	Cambio en total costos que varían	Tasa de retorno marginal
1 → 3	900	500	180%

## Ejercicio 28

Precio de campo del maíz (P): \$30/kg

Tasa de retorno mínima (M): 0.8

Cambio en costos que varían ( $\Delta$ TCV):  
\$6.200 - \$1.930 = \$4.270

El cambio en rendimiento ( $\Delta$ Y) se calcula:

$$\Delta Y = \frac{TCV(1 + M)}{P}$$

$$\Delta Y = \frac{4270 \times 1.8}{30}$$

$\Delta Y = 256$  kg/ha de maíz; éste es el rendimiento mínimo adicional que se requiere para que al agricultor le resulte aceptable el cambio en el control de malezas.

## Ejercicio 29

Los siguientes sitios deben excluirse del análisis:

- 4 - El agricultor aplicó estiércol.
- 7 - Rotación con papa y una fuerte dosis de fertilizante.
- 9 - Siembra tardía.

Deberán calcularse los rendimientos medios considerando los sitios 1, 2, 3, 5, 6, 8 y 10, con el fin de representar el dominio de recomendación de los agricultores que no aplican fertilizante, siembran el trigo en rotación con maíz o cebada y siembran en enero o febrero.

	Tratamiento	
	1	2
Rendimiento medio (kg/ha)	1,846	3,087

## Ejercicio 30

### Labranza (T)

Ninguna diferencia en rendimientos. Escoger el tratamiento de menor costo ( $T_1 =$  cero labranza) para seguir ensayándolo.

### Densidad (D)

	<b>D<sub>0</sub></b>	<b>D<sub>1</sub></b>
Rendimiento medio (kg/ha)	3.940	5.660
Rendimiento ajustado (kg/ha)	3.546	5.094
Beneficios brutos de campo (\$/ha)	496	713
Total costos que varían (\$/ha)	17	26
Beneficios netos (\$/ha)	479	687

$$\text{Tasa de retorno marginal: } \frac{687 - 479}{26 - 17} = 2,311\%$$

Elegir  $D_1$  (= 50.000 plantas/ha).

### Nitrógeno (N)

Ninguna diferencia en rendimientos. Escoger el tratamiento de menor costo ( $N_0 = 0$  nitrógeno).

### Fósforo (P)

	<b>P<sub>0</sub></b>	<b>P<sub>1</sub></b>
Rendimiento medio (kg/ha)	4,620	4,980
Rendimiento ajustado (kg/ha)	4,158	4,482
Beneficios brutos de campo (\$/ha)	582	627
Total costos que varían (\$/ha)	0	35
Beneficios netos (\$/ha)	582	592

$$\text{Tasa de retorno marginal: } \frac{592 - 582}{35 - 0} = 29\%$$

Escoger  $P_0$  (0 fósforo).

## Ejercicio 31

### Beneficios netos para el sitio 1

A	$(2706 \times .9 \times 1.60) - \$350 =$	\$3,547
B	$(3677 \times .9 \times 1.60) - \$650 =$	\$4,645
C	$(4319 \times .9 \times 1.60) - \$975 =$	\$5,244

### Los seis beneficios netos más bajos para cada tratamiento:

- A. Sitios 5, 14, 15, 16, 20, 24  
Promedio: \$1,254
  
- B. Sitios 10, 14, 15, 17, 18, 24  
Promedio: \$1,736
  
- C. Sitios 7, 8, 14, 15, 17, 20  
Promedio: \$352

Debido a que los retornos mínimos de "C" son mucho menores que los de "A" o "B", quizá sería mejor descartar "C" por ser demasiado riesgoso. Los retornos mínimos de "B" son muy superiores a los de "A", así que "B" sería una buena recomendación.

## Ejercicio 32A

1. Tratamiento	Rend. ajust. (kg/ha)	Beneficios brutos de campo (\$/ha)	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	Tasa de retorno marginal
1	1,784	9,812	0	9,812	53%
2	2,564	14,102	2,803	11,299	143%
3	2,763	15,197	3,253	11,944	71%
4	3,340	18,370	5,105	13,265	

} 66%

Si el precio de campo del trigo es \$5.50/kg, la recomendación será 0 kg N/ha, 0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha (tratamiento 1).

2. Tratamiento	Rend. ajust. (kg/ha)	Beneficios brutos de campo (\$/ha)	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	Tasa de retorno marginal
1	1,784	13,202	0	13,202	
2	2,564	18,974	2,803	16,171	106%
3	2,763	20,446	3,253	17,193	227%
4	3,340	24,716	5,105	19,611	131%

Si el precio de campo del trigo es \$7.40/kg, la recomendación será 75 kg N/ha, 160 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha (tratamiento 4).

## Ejercicio 32B

Si el costo de oportunidad de la mano de obra es \$20/día:

	Un deshierbe	Dos deshierbes
Rendimiento medio (kg/ha)	2,450	2,778
Rendimiento ajustado (kg/ha)	2,205	2,500
Beneficios brutos de campo (\$/ha)	3,308	3,750
Mano de obra deshierbe (\$/ha)	280	480
Total costos que varían (\$/ha)	280	480
Beneficios netos (\$/ha)	3,028	3,270

$$\text{Tasa de retorno marginal: } \frac{3,270 - 3,028}{480 - 280} = 121\%$$

Se recomiendan dos deshierbes.

Si el costo de oportunidad de la mano de obra es \$40/día:

	Un deshierbe	Dos deshierbes
Rendimiento medio (kg/ha)	2,450	2,778
Beneficios netos (\$/ha)	2,205	2,500
Rendimiento ajustado (kg/ha)	3,308	3,750
Beneficios brutos de campo (\$/ha)	560	960
Mano de obra deshierbe (\$/ha)	560	960
Total costos que varían (\$/ha)	2,748	2,790

$$\text{Tasa de retorno marginal: } \frac{2,790 - 2,748}{960 - 560} = 11\%$$

Se recomienda un deshierbe manual.

## Ejercicio 33A

**Precio de campo del maíz:**

$$\text{Costo de la cosecha: } \frac{2,400 \text{ kg}}{4 \text{ días}} = 600 \text{ kg/día}$$

$$\frac{\$300/\text{día}}{600 \text{ kg/día}} = \$0.50/\text{kg}$$

$$\text{Costo del desgrane: } \frac{\$300/\text{día}}{500 \text{ kg}} = \$0.60/\text{kg}$$

Costo del transporte: \$1.00/kg

Precio de venta en mercado	\$15.00/kg
Costo de la cosecha	0.50/kg
Costo del desgrane	0.60/kg
Costo del transporte	1.00/kg
Precio de campo del maíz	\$12.90/kg

**Precio de campo de los fertilizantes:**

(Nótese que debido a que en el ensayo se utiliza como unidad la bolsa de fertilizante, no hay necesidad de calcular el precio de campo de los nutrimentos.)

Precio de campo del fertilizante 10-30-10:

Precio de venta	\$450/bolsa 50 kg
Transporte	\$ 30/bolsa 50 kg
Precio de campo	<u>\$480/bolsa 50 kg</u>

Precio de campo del sulfato de amonio:

Precio de venta	\$380/bolsa 50 kg
Transporte	\$ 30/bolsa 50 kg
Precio de campo	<u>\$410/bolsa 50 kg</u>

## Ejercicio 33A

### Presupuesto parcial:

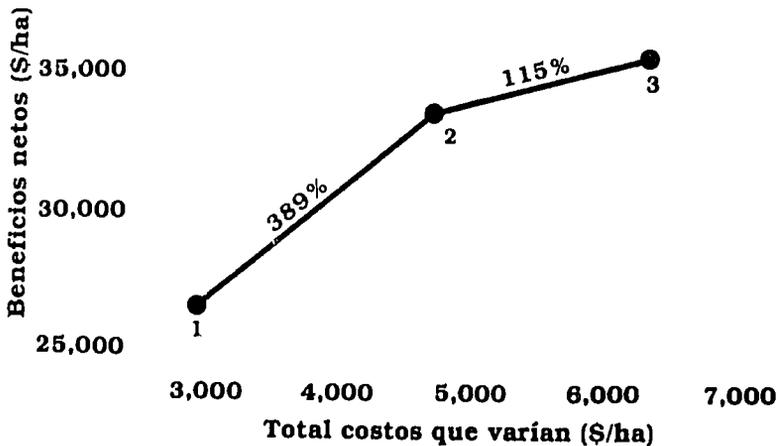
	Tratamiento		
	1	2	3
Rendimiento medio (kg/ha)	2,425	3,116	3,405
Rendimiento ajustado (kg/ha)	2,304	2,960	3,235
Beneficios brutos de campo (\$/ha)	29,722	38,184	41,732
Costo de la semilla (\$/ha)	640	800	800
Costo de la siembra (\$/ha)	600	1,050	1,050
Costo del fertilizante (\$/ha)	1,370	2,190	2,190
Costo de aplicarlo (\$/ha)	300	600	600
Costo del insecticida (\$/ha)	0	0	1,200
Costo de aplicarlo (\$/ha)	0	0	450
Total costos que varían (\$/ha)	2,910	4,640	6,290
Beneficios netos (\$/ha)	26,812	33,544	35,442

## Ejercicio 33A

Análisis marginal:

Tratamiento	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	Tasa de retorno marginal
1	2,910	26,812	
2	4,640	33,544	389%
3	6,290	35,442	115%

Se puede recomendar una densidad de siembra, fertilización y control de insectos mejorados. Al hacer las recomendaciones, sería bueno que los agentes de extensión hicieran hincapié en que el agricultor puede adoptarlas paso a paso, primero la densidad y la fertilización, y luego el insecticida.



## Ejercicio 33B

### Precio de campo de N:

Urea	\$39.50/kg
Transporte	<u>3.50/kg</u>
	\$42.50/kg

Precio de campo de urea: \$0.84/kg

Precio de campo de N:  $\frac{\$0.84}{0.46} = \$1.83/\text{kg}$

### Precio de campo del trigo:

Debido a que la cosecha se cobra por hectárea, sus costos son fijos y no se incluyen en el precio de campo del trigo. El trigo se compra en la parcela, así que \$0.35/kg puede tomarse como el precio de campo del grano.

Como el análisis estadístico no muestra respuesta a la densidad de siembra, ni interacción entre el nitrógeno y la densidad de siembra, ésta última no se incluye en el presupuesto parcial.

Hubo una respuesta considerable a la aplicación de nitrógeno, así que este factor debe incluirse en el análisis económico. La mejor estimación de la respuesta al nitrógeno serán los rendimientos medios obtenidos con todas las densidades de siembra.

	Tratamiento			
	1	2	3	4
Rendimiento medio (kg/ha)	2,293	2,719	3,074	3,226
Rendimiento ajustado (kg/ha)	1,949	2,311	2,613	2,742
Beneficios brutos de campo (\$/ha)	682	809	915	960
Costo de N (\$/ha)	55	110	165	220
Costo de aplicarlo (\$/ha)	5	5	10	10
Total costos que varían (\$/ha)	60	115	175	230
Beneficios netos (\$/ha)	622	694	740	730

## Ejercicio 33B

Tratamiento	Total costos que varían (\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	Tasa de retorno marginal
1	60	622	131%
2	115	694	77%
3	175	740	
4	230	730 D	

Si la tasa de retorno mínima es del 80%, 60 kg N/ha (tratamiento 2) es una posible recomendación y podría ensayarse más a fondo. Los ensayos sobre el nitrógeno pueden incluir niveles más altos de N, pero la evidencia preliminar indica que es posible que 90 kg N/ha (tratamiento 3) no sea económico.

