

Libro de ejercicios

La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos

C I M M Y T

PROGRAMA DE ECONOMIA

La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos

C I M M Y T

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

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

La investigación en fincas

Para cada uno de los siguientes resultados derivados de la investigación en fincas, indique cuál sería el auditorio más adecuado: investigadores, agricultores o responsables de formular las políticas.

- a. La dosis óptima de fertilizante para el maíz en esta zona son dos bolsas de 18-46-0 y 1½ bolsas de urea por ha.
-

- b. El uso eficiente de fertilizante en ésta zona está restringido por los suelos ácidos.
-

- c. El fertilizante es más eficaz si se aplica dentro de las primeras tres semanas después de la siembra, pero a menudo no es posible obtenerlo en la tienda del gobierno hasta un mes después de la siembra.
-

Los objetivos del agricultor

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

Pregunta

Objetivo/Interés

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

Los ensayos en fincas

Decida si cada uno de los siguientes ensayos está planificado de manera que se pueda efectuar un análisis económico de los resultados. Si no lo estuviera, ¿cuáles serían los cambios que habría que hacerle al ensayo para efectuar el análisis?

- a. Un ensayo en el que se ponen a prueba cuatro niveles de nitrógeno, incluido el nivel que usan los agricultores. Las variables no experimentales (variedad, densidad de siembra, control de maleza, etc.) representan la práctica del agricultor.

- b. Un ensayo en el que se aplican al cultivo cinco niveles de nitrógeno y tres niveles de fósforo. Incluye un tratamiento que representa la práctica actual del agricultor respecto al fertilizante. Los investigadores preparan la parcela donde se sembrará el ensayo y utilizan una densidad de siembra, control de maleza y de insectos que son semejantes a los que se usan en la estación experimental.

- c. Un ensayo que prueba dos variedades *nuevas* y dos densidades de siembra *nuevas* (una más elevada y una más baja que la densidad que el agricultor suele usar). El agricultor prepara la parcela y combate a los insectos y malezas siguiendo las prácticas representativas.

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 |

La variabilidad

Cada una de las situaciones siguientes es un ejemplo de cómo la variabilidad afecta la interpretación de los resultados experimentales. Para cada situación indique si se trata de:

- 1) Variabilidad entre sitios (dominios de recomendación diferentes),
- 2) Variabilidad debida a factores ambientales, o
- 3) Variabilidad debida a factores económicos.

a. La respuesta al fertilizante fue mejor el año pasado, cuando hubo suficiente lluvia, que este año.

b. El uso de fertilizante el año pasado resultó económico porque su precio fue 30% más bajo que el de este año.

c. La respuesta al fertilizante en la parcela de un agricultor es distinta de la observada en una parcela colindante debido a las diferencias de la rotación.

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

Precio y costo de campo de los insumos comprados

La bolsa de 2.5 kg del insecticida A cuesta \$10. El tratamiento 1 de un ensayo requiere 5 kg/ha del insecticida A, mientras que el tratamiento 2 requiere 10 kg/ha.

a. ¿Cuál es el *precio de campo* del insecticida A?

b. ¿Cuál es el *costo de campo* del insecticida A en el tratamiento 1?

c. ¿Cuál es el *costo de campo* del insecticida A en el tratamiento 2?

Precios de campo del fertilizante y de los nutrimentos

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.

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 recomendación | 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)

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 \$0.80/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

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% |

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) | _____ | _____ | _____ | _____ |

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 ₂ O ₅ (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 |

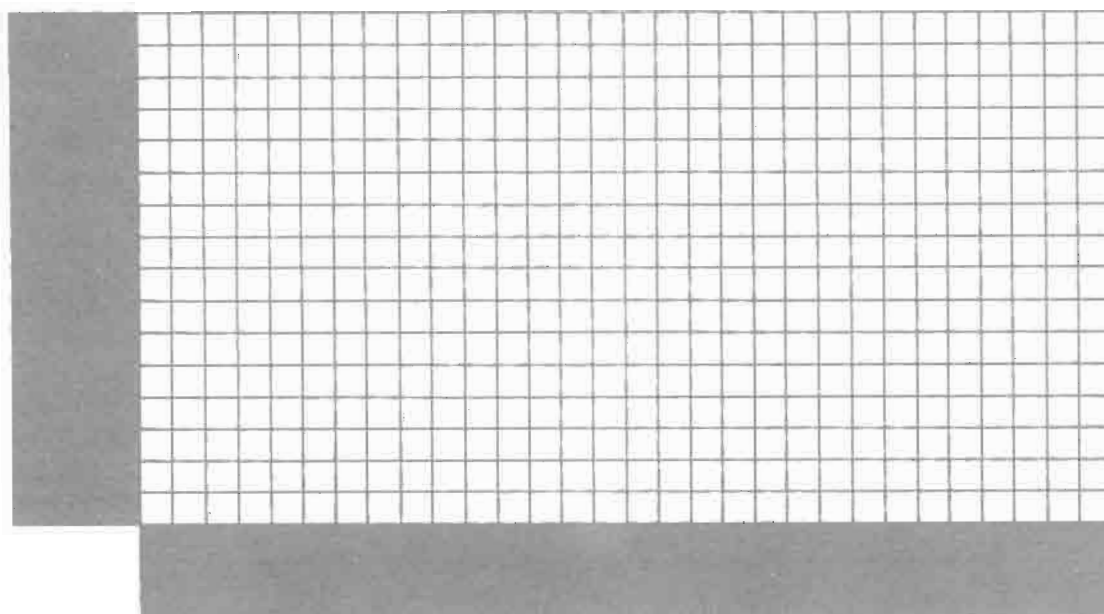
Curvas de beneficios netos

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 ₂ O ₅ (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 |

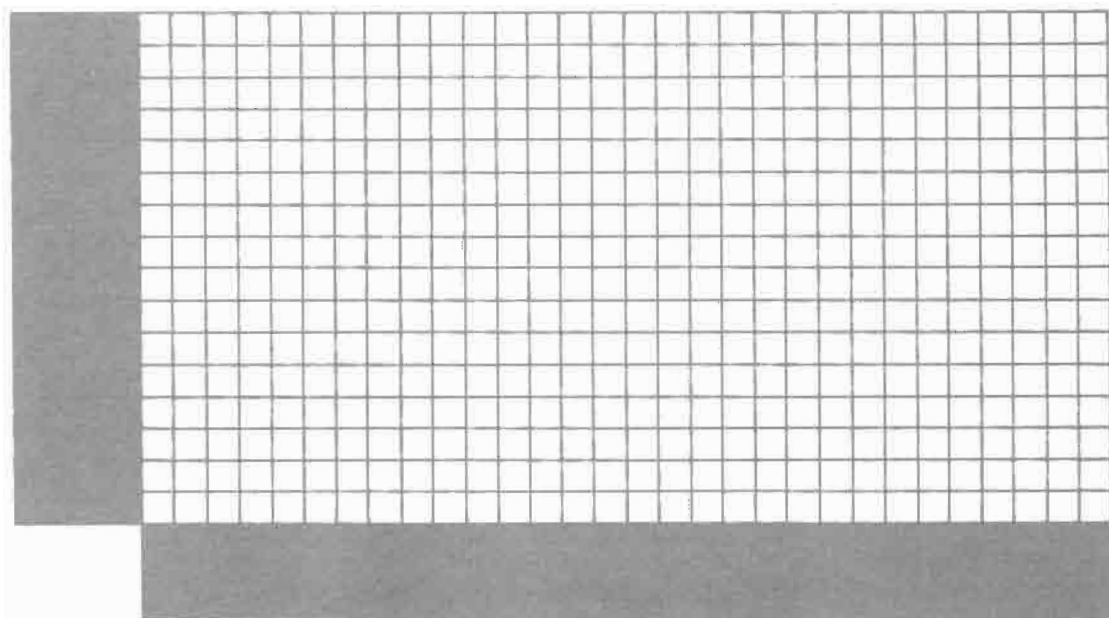
a/ Práctica del agricultor.



Curvas de beneficios netos

b. Ensayo sobre la labranza y el control de malezas

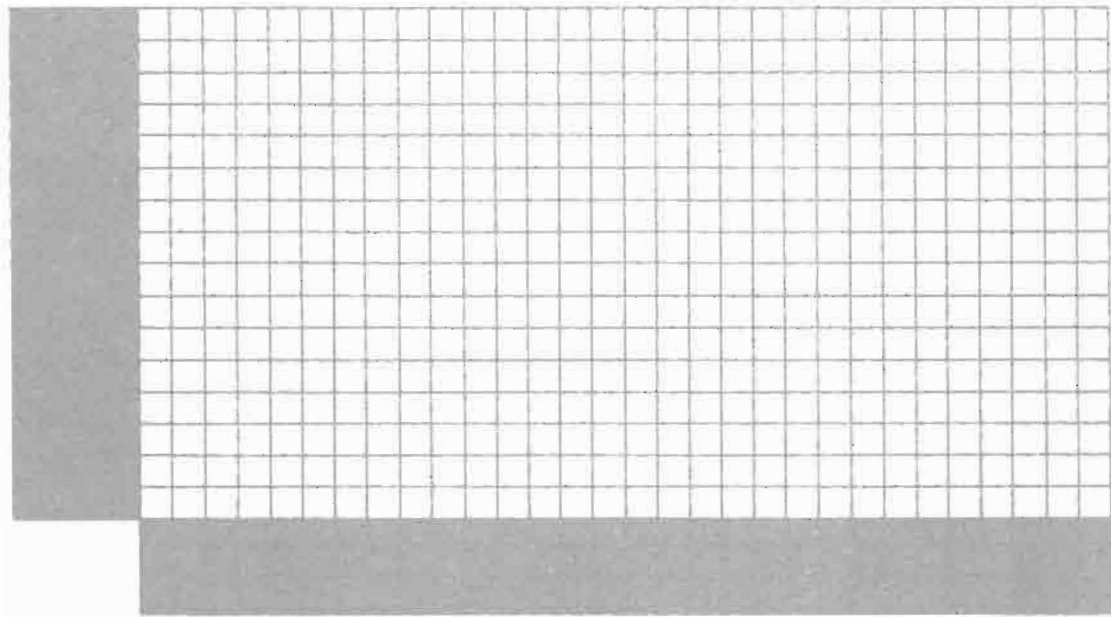
| Tratamiento | Preparación | Control de malezas | Total costos que varían (\$/ha) | Beneficios netos (\$/ha) |
|-------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------|
| 1 | Arado | Herbicida | 623 | 1,190 |
| 2 | Herbicida pre-emergencia | 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) ^{a/} | | | |
|--------------------------|--------------|---|-------|-------|-------|
| | | 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.) | |

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?

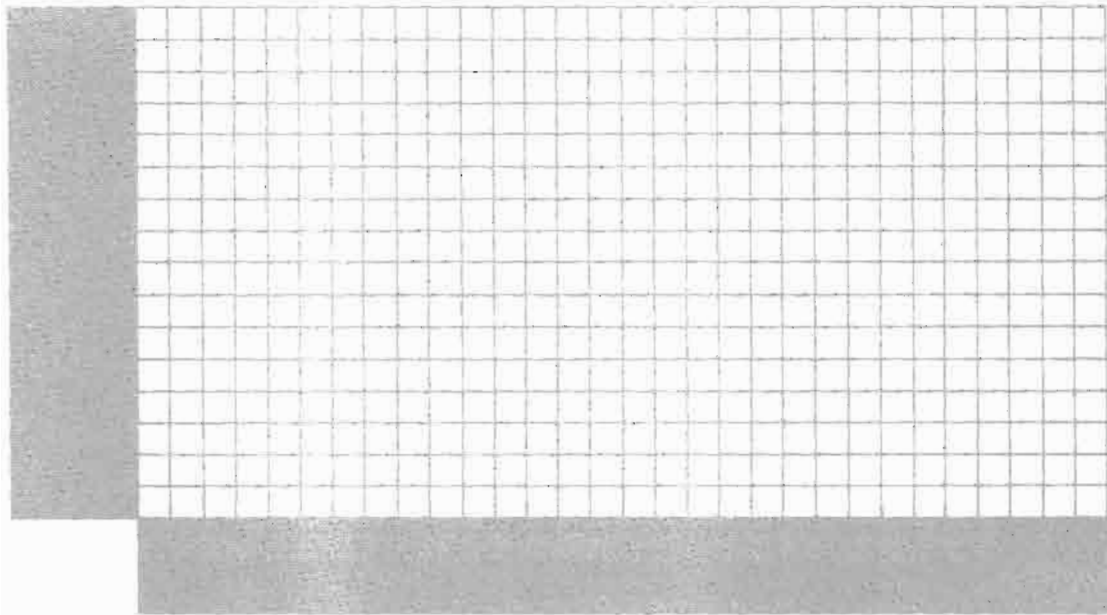
- c. Los agricultores de cierta región tienen acceso al crédito otorgado por un banco del gobierno que está al servicio de agricultores pequeños y medianos. La tasa de interés que cobra el banco es del 24% anual. El banco también cobra una tasa fija del 15% del valor del préstamo por asegurar el cultivo 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 ₂ O ₅ (kg/ha) | Total costos que varían (\$/ha) | Beneficios netos (\$/ha) |
|-----------------|--------------|--|------------------------------------|-----------------------------|
| 1 ^{a/} | 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 |

a/ Práctica del agricultor.



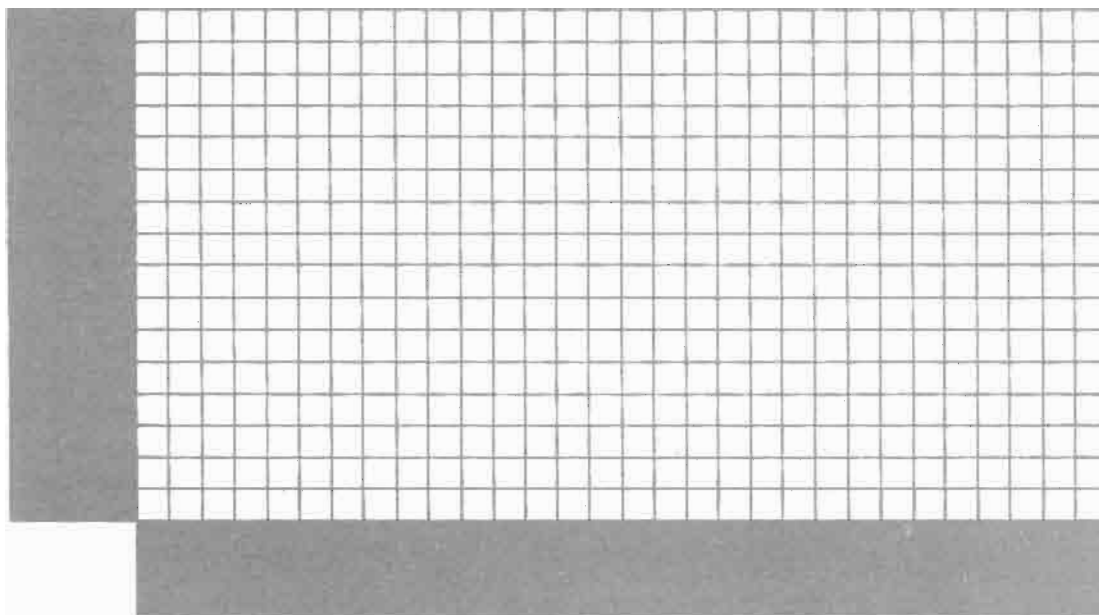
Interpretación de las curvas de beneficios netos

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 ₂ O ₅ (kg/ha) | Total costos que varían (\$/ha) | Beneficios netos (\$/ha) |
|-----------------|--------------|--|---------------------------------------|--------------------------------|
| 1 ^{a/} | 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.

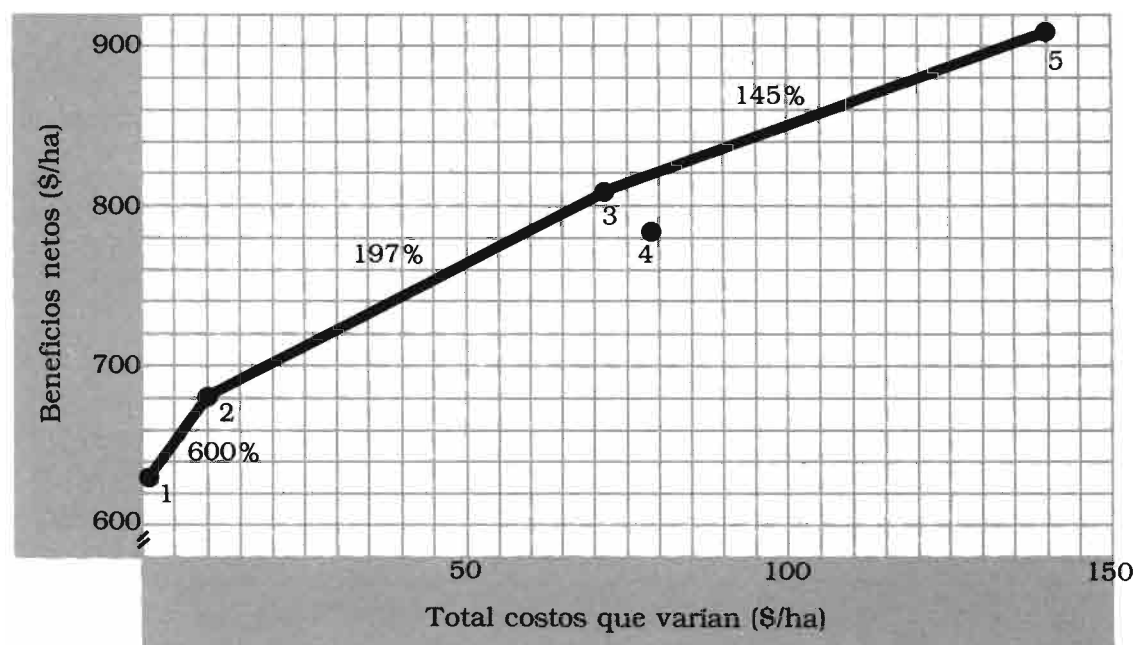


Interpretación de las curvas de beneficios netos

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 ^{a/} | Control de malezas ^{a/} | Fertilización ^{a/} | 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.

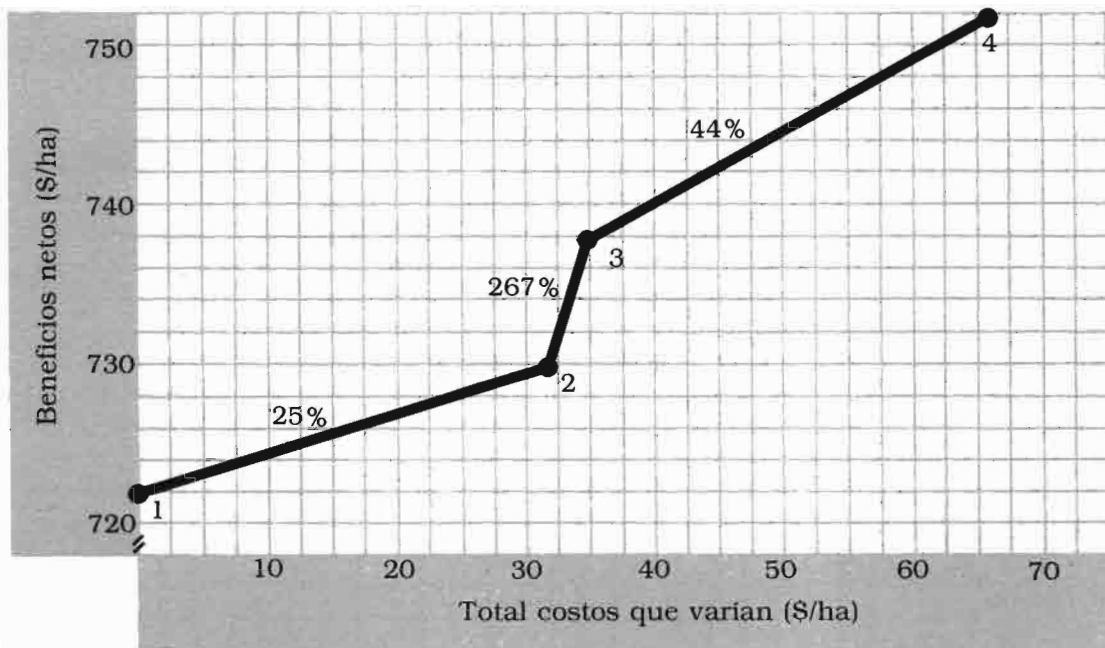


Interpretación de las curvas de beneficios netos

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 ^{a/} | 0 | 722 | 25% |
| 2. Insecticida A (al sembrar) | 32 | 730 | 267% |
| 3. Insecticida B (granulado) | 35 | 738 | 44% |
| 4. Insecticida A + Insecticida B | 67 | 752 | |

a/ Práctica del agricultor.

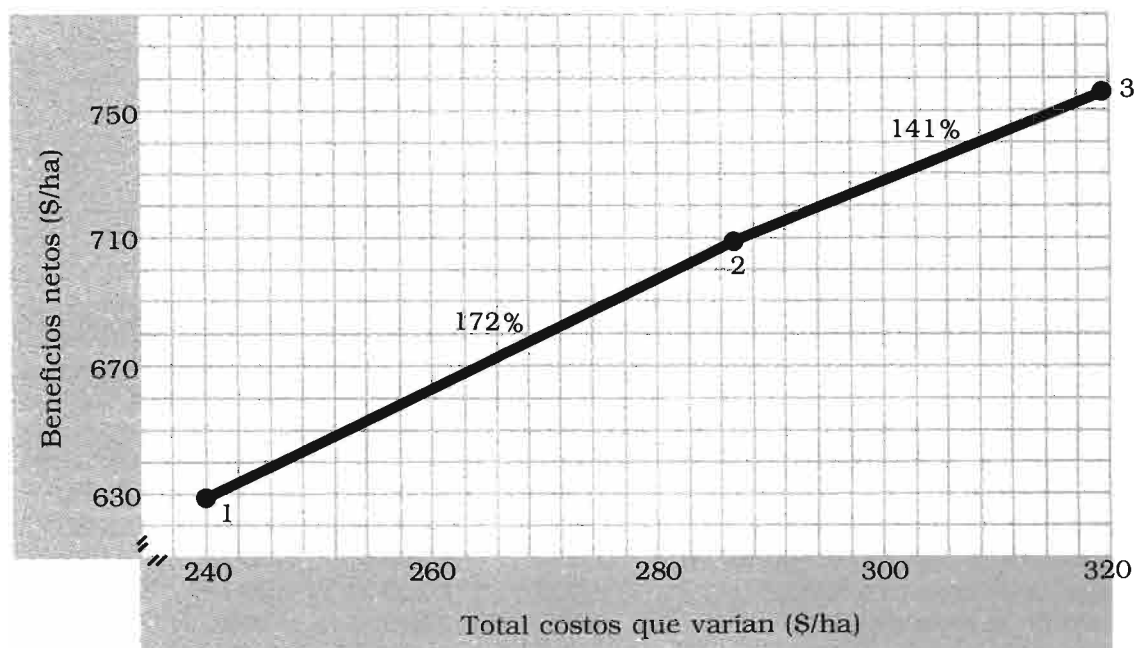


Interpretación de las curvas de beneficios netos

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 ₂ O ₅ /ha | | | |
| 1 | Al voleo | 0 | 0 | 240 | 630 | 172% |
| 2 | Sembradora | 60 | 0 | 287 | 711 | 141% |
| 3 | Sembradora | 60 | 30 | 319 | 756 | |

(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 ₂ O ₅ (\$/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 ₂ O ₅ (\$/ha) | 0 | 300 | 0 | 300 |
| Costo de aplicarlos (\$/ha) | 0 | 150 | 150 | 150 |
| Costos totales (\$/ha) | | | | |
| Beneficios netos (\$/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 P₂O₅. 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) ^{a/} | | 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. | |

a/ Tratamiento kg N/ha kg P₂O₅/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_0 = Labranza con tractor

T_1 = Cero labranza

N_0 = 0 kg N/ha

N_1 = 90 kg N/ha

D_0 = 40,000 plantas/ha

D_1 = 50,000 plantas/ha

P_0 = 0 kg P_2O_5 /ha

P_1 = 50 kg P_2O_5 /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 | Rendimientos 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 | | |
| Promedio | 4,800 | | |

* Significativo al nivel de .05.

** Significativo al nivel de .01.

Cuadro 3
Datos económicos

Ajuste al rendimiento 10%
 Precio de campo de maíz \$0.14/kg
 Tasa de retorno mínima 100%

Total de costos que varían de los tratamientos

Tratamiento

**Total costos que
varían (\$/ha)**

| | |
|----------------|----|
| T ₀ | 45 |
| T ₁ | 26 |
| D ₀ | 17 |
| D ₁ | 26 |
| N ₀ | 0 |
| N ₁ | 95 |
| P ₀ | 0 |
| P ₁ | 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 (\$/ha)

| 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 ₂ O ₅ /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 ₂ O ₅ /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 | | |

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 m² 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

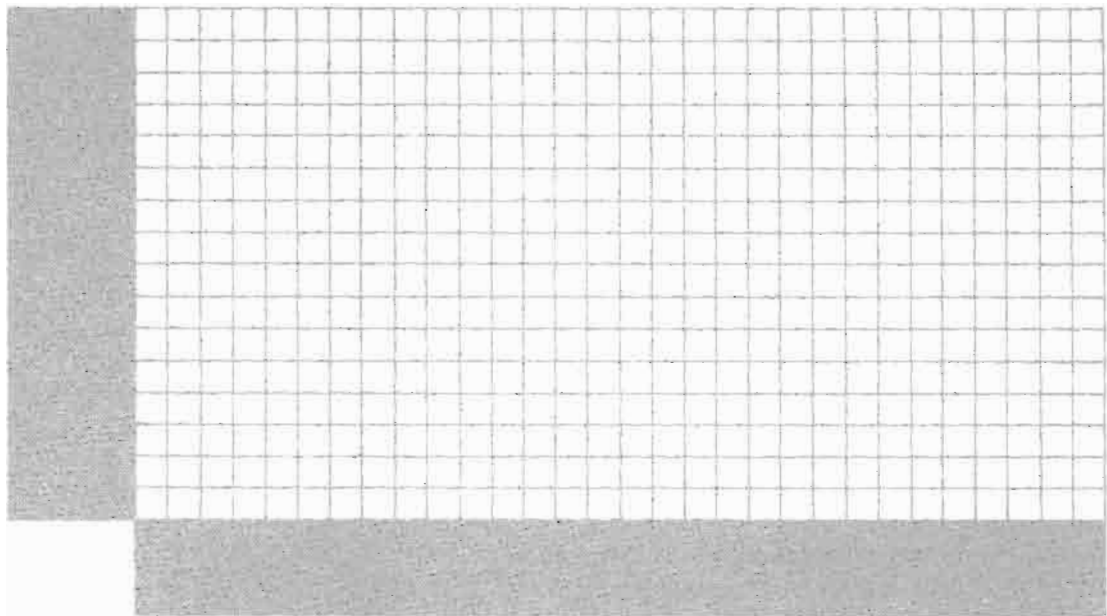
En el primer año de experimentación en una zona donde se cultiva el trigo, los investigadores decidieron que valía la pena observar las interacciones entre la densidad de siembra y el nitrógeno. Los agricultores aplicaban bajos niveles de nitrógeno (30 kg N/ha) y sembraban 120 kg de semilla por hectárea. 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.



A series of horizontal lines for writing, consisting of a solid top line, a dashed middle line, and a solid bottom line. There are 10 such sets of lines arranged vertically down the page.



ISBN 968-6127-04-6



CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO
INTERNATIONAL MAIZE AND WHEAT IMPROVEMENT CENTER
Lisboa 27, Apdo. Postal 6-641, 06600, Mexico, D.F., Mexico