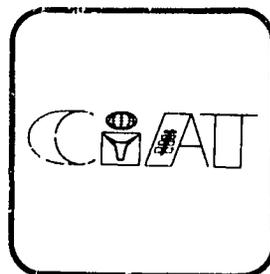


# La etapa de planificación de la investigación en campos de agricultores:

Identificación de factores  
para la experimentación



750 (2015)

# La etapa de planificación de la investigación en campos de agricultores:

Identificación de factores  
para la experimentación

*Robert Tripp y Jonathan Woolley*

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) son miembros de un grupo de 13 centros de investigación científica y capacitación, sin fines de lucro, patrocinado por el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR). El CGIAR, a su vez, es patrocinado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (Banco Mundial) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Entre los donadores que contribuyen al CGIAR figuran 40 países, así como organismos regionales e internacionales y fundaciones privadas.

El CIMMYT es una organización internacional sin fines de lucro que se dedica a la investigación científica y la capacitación. El CIMMYT, con sede en México, lleva a cabo programas de investigación a nivel mundial sobre el maíz, el trigo y el triticale, orientados hacia incrementar la productividad de los recursos agrícolas en los países en desarrollo. Su presupuesto básico está compuesto de fondos que provienen, por medio del CGIAR, de varias fuentes, entre ellas, 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 la Comisión Económica Europea, la Fundación Ford, el Banco Interamericano de Desarrollo, la Fundación OPEP para el Desarrollo Internacional, el PNUD y el Banco Mundial. Fuera del CGIAR, el CIMMYT recibe fondos para proyectos especiales de Bélgica, el Centro de Investigación para el Desarrollo Internacional, la Fundación Rockefeller y muchos de los donadores, ya mencionados, que contribuyen al presupuesto básico.

El CIAT es una institución de investigación y capacitación agrícolas, sin ánimo de lucro, dedicada a incrementar la producción de alimentos en las regiones tropicales en desarrollo. El presupuesto básico del CIAT es financiado por un grupo de donantes. En 1988, tales donantes son: Bélgica, Canadá, China, España, Estados Unidos de América, Francia, Holanda, Italia, Japón, México, Noruega, el Reino Unido, la República Federal de Alemania, Suecia y Suiza. Las siguientes organizaciones son también donantes del CIAT en 1988: el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), la Comunidad Económica Europea (CEE), la Fundación Ford, la Fundación Rockefeller y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

La información y las conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan, necesariamente, el punto de vista de las entidades mencionadas anteriormente.

El CIMMYT y el CIAT son los únicos responsables de esta publicación.

*Cita correcta:* R. Tripp y J. Woolley. 1989. *La etapa de planificación de la investigación en campos de agricultores: Identificación de factores para la experimentación*. México, D.F., y Cali, Colombia: CIMMYT y CIAT.

**ISBN 968-6127-32-1**

# Indice

v	<b>Prefacio</b>
vi	<b>Agradecimientos</b>
1	<b>Introducción</b>
3	<b>Primera parte: La planificación y la investigación en campos de agricultores</b>
3	Una revisión de la investigación en campos de agricultores
5	Aspectos relacionados con la etapa de planificación de la investigación en campos de agricultores
7	El uso de los datos del diagnóstico en la planificación
10	Los pasos del procedimiento de la planificación
12	Resumen
14	<b>Segunda parte: Los pasos de la planificación</b>
14	Paso 1: Identificación de problemas que limitan la productividad del sistema agrícola
26	Paso 2: Ordenamiento de los problemas
34	Paso 3: Identificación de las causas de los problemas
46	Paso 4: Análisis de las relaciones entre los problemas y las causas
52	Paso 5: Identificación de las posibles soluciones a los problemas
55	Paso 6: Evaluación de las posibles soluciones
75	Resumen de los seis pasos: Listas de conclusiones
83	<b>Comentario final sobre las prioridades</b>
84	<b>Bibliografía</b>

b-

# Prefacio

Esta publicación es un producto de la capacitación en investigación a nivel de finca realizada por el CIMMYT y el CIAT en los últimos años. A medida que han desarrollado y refinado los métodos para enseñar cómo planificar y fijar prioridades en la investigación en campos de agricultores, los miembros de nuestro personal científico se han centrado en convertir esa experiencia en material didáctico.

Nos complace el hecho de que esta publicación sea el fruto del esfuerzo conjunto de dos centros internacionales de investigación agrícola. El CIMMYT y el CIAT proporcionan cursos muy variados sobre la investigación en campos de agricultores y consideramos que vale la pena comparar notas, aprender uno de la experiencia del otro y, lo más importante, aprender de la experiencia de los investigadores y extensionistas de los programas nacionales. Una de las cosas que escuchamos persistentemente de nuestros colegas en los programas nacionales es la necesidad de coordinar sus esfuerzos con los nuestros, para enseñar los métodos de la investigación en campos de agricultores. Publicaciones como ésta proporcionan un foro para establecer dicha colaboración. El trabajo en distintos cultivos y en diferentes condiciones necesariamente conducirá a algunas variaciones en los procedimientos, pero hay mucho terreno común a partir del cual se pueden desarrollar métodos generales. Posteriormente, el personal de los programas nacionales puede ajustar los procedimientos a sus propias necesidades.

Consideramos que esta publicación será útil para los investigadores y extensionistas que participan en la planificación de programas experimentales en campos de agricultores. Por otra parte, ayudará a los programas nacionales a desarrollar sus propias actividades de capacitación. Esperamos que esta obra promueva una mayor colaboración entre los centros internacionales de investigación y los programas nacionales de investigación, para el desarrollo de métodos y materiales didácticos. Los autores agradecerán cualquier sugerencia que mejore esta publicación.

Donald L. Winkelmann  
Director General  
CIMMYT

John L. Nickel  
Director General  
CIAT

# Agradecimientos

Los métodos descritos en esta publicación son el producto de los esfuerzos de mucha gente. En primer lugar, estamos en deuda con los investigadores y extensionistas que han participado en nuestros cursos y que han estudiado, aplicado y mejorado los métodos que presentamos. Los métodos han sido probados en diferentes etapas de su evolución durante tres años con científicos de Angola, Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Etiopía, Guatemala, Haití, Honduras, Indonesia, Malawi, México, Mozambique, Nicaragua, Pakistán, Panamá, Paraguay, Perú y Ruanda.

Se han hecho numerosos borradores y ensayos de esta publicación. En cada etapa del proceso, colegas del CIMMYT, CIAT y otras instituciones tuvieron la gentileza de hacer sugerencias. Deseamos agradecer particularmente la colaboración de Jorge Alonso Beltrán, Derek Byerlee, Mike Collinson, Cynthia Connolly, Willi Graf, Larry Harrington, Alberic Hibon, Peter Hobbs, Roger Kirkby, Ron Knapp, Marceliano López Genes, Allan Low, H.J.W. Mutsaers, Ed Pulver, Michael Read, Gustavo Sain, Rigoberto Stewart, Armando Tasistro, Alejandro Violic, Joachim Voss, Stephen Waddington, Patrick Wall y Michael Yates.

Agradecemos además a Anita Albert y Kelly Cassaday el diseño y la redacción que han hecho más accesible un documento muy complejo. Se reconocen las habilidades de Alejandro Jiménez y Alma McNab, quienes tuvieron a su cargo la traducción y edición de la versión en castellano, y de María Luisa Rodríguez, Beatriz Rojón y María Fernanda Isaacs, quienes prepararon a máquina los numerosos borradores de esta obra.

# Introducción

La investigación en campos de agricultores es un procedimiento de investigación agrícola orientado hacia la solución de problemas, que comienza por el diagnóstico de las condiciones, las prácticas y los problemas de determinados grupos de agricultores. Una vez identificados los problemas, se diseña un programa de investigación para abordarlos. Una parte clave de un programa de esta naturaleza es realizar ensayos en campos de agricultores, en sus condiciones y bajo su manejo. Estos ensayos posteriormente se evalúan utilizando criterios fundamentales para los agricultores y los resultados se emplean para hacer recomendaciones.

El objeto de esta publicación es contribuir al desarrollo de métodos para la investigación en campos, mediante la descripción de un sistema que puede utilizarse para determinar los factores de mayor prioridad en los ensayos sembrados en campos de agricultores (no se contempla el diseño de los ensayos). También se explica cómo se utiliza la planificación de los ensayos en campos de agricultores para sugerir otras actividades en apoyo a la investigación en campos. Estos procedimientos han sido empleados en condiciones muy diversas, pero deben considerarse como pautas flexibles y no como normas rígidas.

Un programa de investigación en campos a menudo genera tanta información e ideas que resulta difícil determinar los factores que deben incluirse en los ensayos. En virtud de que estos programas cuentan por lo general con recursos limitados y de que los agricultores prefieren considerar recomendaciones sobre problemas relevantes, es necesario tomar algunas decisiones acerca de la fijación de prioridades para los ensayos. En esta publicación se presentan seis pasos para examinar la información disponible y decidir los factores que deberán incluirse en los ensayos.

Estos pasos son una forma de registrar y hacer explícita la razón fundamental de las decisiones que se toman al seleccionar los factores experimentales. Además, pueden servir como agenda para una reunión de planificación de ensayos en campos de agricultores. Participan en este tipo de reunión los investigadores y extensionistas que realizan actividades de diagnóstico y experimentación. También pueden participar otras personas, tales como especialistas en temas que son particularmente pertinentes al programa de investigación. La reunión debe celebrarse con suficiente tiempo antes de la siembra, de tal manera que los investigadores

puedan organizar los materiales y sitios de experimentación. La planificación puede tomar varios días e incluye la identificación de factores y el diseño experimental; puede realizarse en una oficina o sala de conferencias, pero las instalaciones deben ser adecuadas para examinar los datos, intercambiar ideas, debatir los temas y transigir para encontrar las soluciones, que son las actividades usuales de la planificación. Los pasos de la planificación pueden usarse antes de cada ciclo de experimentación; es más, pueden servir en cualquier momento para revisar los fundamentos de un programa experimental en campos de agricultores.

Los principales lectores de este documento serán los investigadores y extensionistas que efectúan este tipo de investigaciones. Para brindarles una guía al método de planificación, se describe en detalle cada paso, sus objetivos y actividades, y cómo se relaciona con los otros pasos. Para complementar las secciones descriptivas, se agrega un ejemplo muy completo, con datos de una zona de estudio hipotética, en el que se siguen todos los pasos (véase el recuadro en la p. 21). El ejemplo es complejo a propósito, para ilustrar distintos problemas que podrían surgir en el transcurso de la planificación.

Además de ser una ayuda para investigadores y extensionistas, la publicación también puede usarse en cursos de capacitación que examinen los métodos de planificación. En ese caso, es mejor que los participantes en los cursos tengan acceso a datos reales de un programa de investigación en campos, preferiblemente, datos que ellos mismos hayan desarrollado. Primero se presenta un paso en el que los participantes trabajen utilizando sus propios datos; después analizan sus conclusiones y continúan con el siguiente paso.

Este documento consta de dos partes. En la primera aparece una breve revisión de la investigación en campos y se examinan algunas características que son de particular interés para la planificación. En la segunda parte se presentan los seis pasos que conforman el método de planificación, así como las listas que se usan para resumir las conclusiones.

# **Primera parte: La planificación y la investigación en campos de agricultores**

## **Una revisión de la investigación en campos de agricultores**

La investigación en campos de agricultores es una serie de procedimientos para efectuar investigación adaptiva, cuyo propósito es formular recomendaciones para grupos representativos de agricultores. En este tipo de investigación, el agricultor participa en la identificación de prioridades, el manejo de los ensayos y la evaluación de resultados. Los procedimientos para la investigación en campos pueden dividirse en cinco etapas, entre las cuales hay un considerable traslapo y realimentación de información.

### **1) El diagnóstico**

La etapa del diagnóstico consiste en la recopilación y análisis de información, con el fin de diseñar ensayos en campos de agricultores. Las actividades de diagnóstico pueden incluir una revisión de datos secundarios, entrevistas con funcionarios locales, encuestas informales en campos (entrevistas con agricultores y observaciones de campo) y encuestas formales (con un cuestionario). El objeto de las actividades de diagnóstico iniciales es recopilar suficiente información para describir las características básicas de la zona de estudio, identificar los problemas que limitan la productividad y comenzar a considerar posibles mejoras en las prácticas de los agricultores. La información que arroja el diagnóstico puede utilizarse para diseñar el primer ciclo de ensayos en campos. Es claro que el diagnóstico no termina con la planificación de los primeros ensayos. Muchos de ellos son diseñados para utilizarse en el diagnóstico y, durante la etapa de experimentación, surge a menudo la necesidad de realizar actividades de diagnóstico adicionales, incluidas las observaciones informales y los estudios formales.

### **2) La planificación**

En este documento, que se centra en la etapa de planificación de la investigación en campos de agricultores, se describen seis pasos usados para identificar los factores experimentales que se incluirán en los ensayos en campos, y sugerir otras actividades de investigación. Durante el primer año de trabajo, la información generada durante la etapa de diagnóstico se utiliza para diseñar una serie de ensayos en campos de agricultores. En años posteriores, los datos de estos ensayos desempeñan una función cada vez más importante en la planificación. Los seis pasos planteados aquí son útiles tanto en el primer año, cuando quizá sólo se cuenta con datos provenientes de encuestas, como

en años subsecuentes, cuando se tienen los resultados de los ensayos en campos como base para planificar trabajos futuros. Sin embargo, aunque los seis pasos ayudan a identificar los factores de la experimentación, constituyen tan sólo una parte del procedimiento del diseño de ensayos. Los demás aspectos de ese procedimiento se exponen en detalle en otra publicación.<sup>1</sup>

### **3) La experimentación**

Los ensayos en campos se siembran en las parcelas de agricultores representativos donde se examina un número pequeño de variables experimentales. Dichos ensayos pueden ser descritos y clasificados de diversas maneras, pero sin importar la clasificación, la mayoría de ellos pasan de la exploración de problemas de producción a la prueba de posibles soluciones, y luego a la verificación de las recomendaciones y su demostración a los agricultores. En esta obra, algunos factores se denominarán "exploratorios", lo cual significa que su propósito es definir y caracterizar mejor un determinado problema de producción. Por consiguiente, cumplen una función de diagnóstico y sus resultados contribuyen a la planificación del siguiente ciclo de ensayos. Otros factores corresponderán a posibles soluciones de problemas de producción que ya han sido caracterizados. Las variables experimentales de un ensayo en campos pueden representar factores exploratorios, posibles soluciones o una combinación de los dos. Las variables no experimentales generalmente se fijan a un nivel de manejo representativo de los agricultores.<sup>2</sup>

### **4) La evaluación**

Los resultados de los ensayos en campos deben analizarse cuidadosamente. El análisis requiere una evaluación de las reacciones y opiniones de los agricultores, una interpretación agronómica completa y un análisis estadístico y económico minucioso. Los resultados de la evaluación se utilizan para diseñar ensayos futuros y formular recomendaciones para los agricultores.

### **5) Las recomendaciones y la difusión**

Cuando los investigadores crean que tienen suficiente información, pueden formular recomendaciones. En un sistema de investigación en

<sup>1</sup> La organización de los factores en los ensayos, tomando en cuenta los recursos existentes, se presenta en Woolley (1987).

<sup>2</sup> Las excepciones se examinan en Woolley (1987).

campos que opere adecuadamente, los extensionistas participan en todo el procedimiento y, por consiguiente, están capacitados para transferir recomendaciones a los agricultores, con habilidad y confianza. Cuando los agricultores toman parte activa en la investigación, participan de manera eficaz en la difusión de las nuevas tecnologías. Al evaluar la opinión que tienen los agricultores de las tecnologías y el uso que hacen de ellas, los investigadores pueden llegar a conocer mejor sus necesidades y preferencias.

### **Aspectos relacionados con la etapa de planificación de la investigación en campos de agricultores**

Existen procedimientos bien establecidos para la mayoría de las etapas de la investigación en campos. En varias publicaciones se describen las técnicas de encuesta y los métodos para los análisis estadístico y económico.<sup>3</sup> Sin embargo, cabe señalar que no es fácil encontrar material sobre la etapa de planificación, pese a que quizá sea la fase más crítica del procedimiento.<sup>4</sup> Durante dicha etapa, los investigadores se comprometen a llevar a cabo una serie de ensayos en campos y otras actividades que absorberán una parte importante del presupuesto de la investigación. Por tanto, es esencial que los fundamentos de estos ensayos estén bien concebidos y cuidadosamente documentados.

El método expuesto aquí es para diseñar ensayos en campos que resulten en tecnologías que mejoren, a corto plazo (de tres a cinco años), la productividad de los agricultores. Este tipo de investigación adaptiva depende mucho de tecnologías, como variedades nuevas o prácticas de manejo, creadas mediante la investigación aplicada, tanto en la estación experimental como fuera de ella. No obstante, la información generada por la investigación en campos de agricultores puede indicar prioridades a plazo más largo para la creación de tecnologías; los pasos que se describen en esta obra pueden utilizarse para proponer nuevos temas de investigación a la institución en cuestión.

3 Byerlee et al. (1980) describen las técnicas de encuesta utilizadas en la investigación en campos. El análisis estadístico aparece en numerosos libros, incluido el de Gómez y Gómez (1984). En CIMMYT (1988), se presenta el uso del análisis económico en la investigación en campos.

4 Hay algunas excepciones. Recomendaciones valiosas sobre la planificación en la investigación agrícola adaptiva aparecen en: Mutsaers (1985), Van Der Veer (1984), y Huxley y Wood (sin fecha).

Asimismo, la investigación en campos de agricultores depende de las políticas sobre el desarrollo agrícola que orientan la investigación hacia ciertas regiones, cultivos o tipos de agricultores. Sin embargo, también puede contribuir a la formulación de esas políticas, puesto que es posible utilizar este método de planificación para identificar los temas que se tratarán con los funcionarios responsables de las políticas y de las actividades de extensión.

Se supone que los pasos descritos en este documento se utilizarán para planear un programa de investigación en una zona específica de un país y que los límites de esa zona se definirán antes de comenzar la planificación. Además, se da por sentado que la investigación se centrará en uno o pocos cultivos, considerados individualmente o como parte de un sistema de cultivo.<sup>5</sup> Los cultivos que los investigadores estudiarán pueden ser establecidos con antelación por el programa de investigación o pueden ser identificados durante el diagnóstico y la planificación. En cualquier caso, los limitados recursos de la investigación obligan a concentrarse en unos pocos cultivos a la vez.

En la planificación de un programa experimental también es necesario entender cómo los agricultores adoptan las innovaciones. Aunque en ciertas situaciones los agricultores quizá tengan que hacer varios cambios simultáneos en sus prácticas, siempre es aconsejable ofrecerles la adopción paso a paso. La mayoría de los agricultores son muy cautelosos y tienden a adoptar los insumos o técnicas nuevas uno por uno, o unos pocos a la vez. Esta *adopción paso a paso* afecta la planificación de un programa experimental, ya que puede determinar el número de factores que se ensayan a la vez y el orden en que se ensayan.

5 Este documento sólo trata sobre la investigación de cultivos. Hay razón para creer que la mayoría de los principios descritos aquí también son aplicables a la investigación de la producción animal, pero no tenemos suficiente experiencia para hablar con autoridad sobre dicho tema.

## **El uso de los datos del diagnóstico en la planificación**

Que la planificación sea eficaz o no depende de la información recopilada durante las primeras actividades de diagnóstico, el diagnóstico posterior (encuestas suplementarias, observaciones, muestras de cultivos o suelos, etc.) y los resultados de los ensayos. El diagnóstico tiene cuatro objetivos:

- Describir las circunstancias y prácticas de los agricultores representativos;
- Identificar los problemas que limitan la productividad de los recursos que los agricultores pueden obtener;
- Entender las causas de dichos problemas, y
- Comenzar a considerar posibles soluciones.

Estos objetivos rara vez se pueden lograr totalmente durante el diagnóstico inicial. Incluso después de varios años de ensayos, persisten los interrogantes y surgen problemas nuevos. Los procedimientos para planificar la investigación en campos deben diseñarse de tal manera que permitan a los investigadores tomar en cuenta los imponderables y sugerir la manera más eficaz de resolverlos cuando surjan.

La descripción de las circunstancias de los agricultores debe incluir las circunstancias naturales, como los suelos y el clima, y las circunstancias socioeconómicas, como los recursos de los agricultores, las instituciones locales y los mercados. Esta descripción se logra mediante una revisión de los datos secundarios y diversos tipos de encuestas que proporcionan también una descripción de las prácticas de producción usadas en los cultivos principales. Una parte importante del diagnóstico es entender cómo las prácticas de los agricultores están condicionadas por sus circunstancias.

Además de ser descriptivo, el diagnóstico debe ser analítico. Tanto en la etapa de diagnóstico como en la planificación y experimentación, los investigadores deben pensar en términos de problemas, causas y soluciones. Estos tres términos son centrales a la planificación (como se presenta en esta obra) porque proporcionan una manera de ordenar el establecimiento de las prioridades de la investigación y corresponden a los interrogantes "¿Qué es lo que anda mal?", "¿Por qué?" y "¿Qué se puede hacer?"

¿Qué significa el término "problema"? El objetivo de la investigación en campos de agricultores es identificar casos de baja productividad y tratar de resolverlos. La baja productividad se revela en rendimientos e ingresos bajos o en costos de producción elevados. No obstante, no se puede orientar el programa de investigación con la sola identificación de un caso de bajos rendimientos o altos costos de producción. Los problemas deben describirse con más detalles.

En muchos casos, es posible describir los problemas como factores biológicos limitantes, por ejemplo, una carencia de nitrógeno o malezas que compiten con los cultivos. Otros problemas están relacionados con el uso de recursos. Es posible que los insumos no se utilicen en forma eficaz, que la tierra y la mano de obra se puedan emplear en forma más intensiva, que los costos de producción se puedan reducir o que un cultivo de mayor valor pueda sustituir al cultivo actual. En todos estos casos, el hecho de que la productividad se puede mejorar revela un problema que debe definirse, ya sea como factor biológico limitante o un uso ineficiente de los recursos.

**PROBLEMAS**  
¿Qué es lo que anda mal?

**CAUSAS**  
¿Por qué?

**SOLUCIONES**  
¿Qué se puede hacer?

La especificación cuidadosa del problema es esencial, pero con frecuencia no es suficiente para indicar el camino que hay tomar. También deben identificarse las causas del problema, puesto que el conocer las causas ayuda a determinar las posibles soluciones. Por ejemplo, supongamos que una enfermedad afecta al maíz que se siembra en fecha tardía. El maíz se siembra tarde porque los agricultores siembran sorgo primero. El *problema* es la enfermedad del maíz. Una de sus *causas* es la siembra tardía que, a su vez, es ocasionada por la necesidad de sembrar el sorgo a tiempo. En este caso, el proponer una fecha de siembra más temprana para el maíz no sería una solución, puesto que obstaculizaría el cultivo del sorgo. Entre las posibles soluciones que surgen al analizar las causas del problema figura no sólo una variedad de maíz resistente a la enfermedad, sino también una variedad de maíz de madurez temprana o un método más rápido de cultivar el sorgo.

Es importante mantener una clara distinción entre problemas, causas y soluciones, aunque no siempre sea fácil. Al especificar los problemas, los investigadores naturalmente pensarán en posibles soluciones. Por su propia experiencia y conocimiento de la literatura, estarán al tanto de las variedades, productos y técnicas de cultivo existentes e inevitablemente compararán las prácticas de los agricultores con las tecnologías disponibles. Pero en la planificación, el primer paso es una especificación cuidadosa de los problemas. A dicho paso sigue la identificación de las causas y sólo después se consideran las posibles soluciones.

Para que este método de planificación sea más eficaz, la encuesta y los otros estudios de diagnóstico que se efectúan antes de los primeros ensayos deben organizarse según los conceptos de problema, causa y solución. Las encuestas deben describir, en primer lugar, las condiciones y prácticas de los agricultores y luego pasar a una identificación inicial de los problemas. A medida que avance el trabajo de encuesta, los investigadores tratarán de identificar las causas de esos problemas y, cuando sea apropiado, explorar la viabilidad de las posibles soluciones. Estos últimos objetivos pueden alcanzarse realizando entrevistas informales y observaciones de campo más detalladas y/o diseñando un cuestionario. Por consiguiente, los investigadores deben conocer los pasos de la planificación antes de comenzar el trabajo de diagnóstico.

Este método supone que la investigación beneficiará a grupos bien definidos de agricultores.<sup>6</sup> Es esencial en la planificación una definición precisa de los tipos de agricultores que probablemente se beneficien de la investigación. Esa definición es básica, primero, porque indica claramente las características de los agricultores que comparten un problema particular y, segundo, porque identifica a los agricultores de ese grupo que pueden recibir una solución determinada.

### **Los pasos del procedimiento de la planificación**

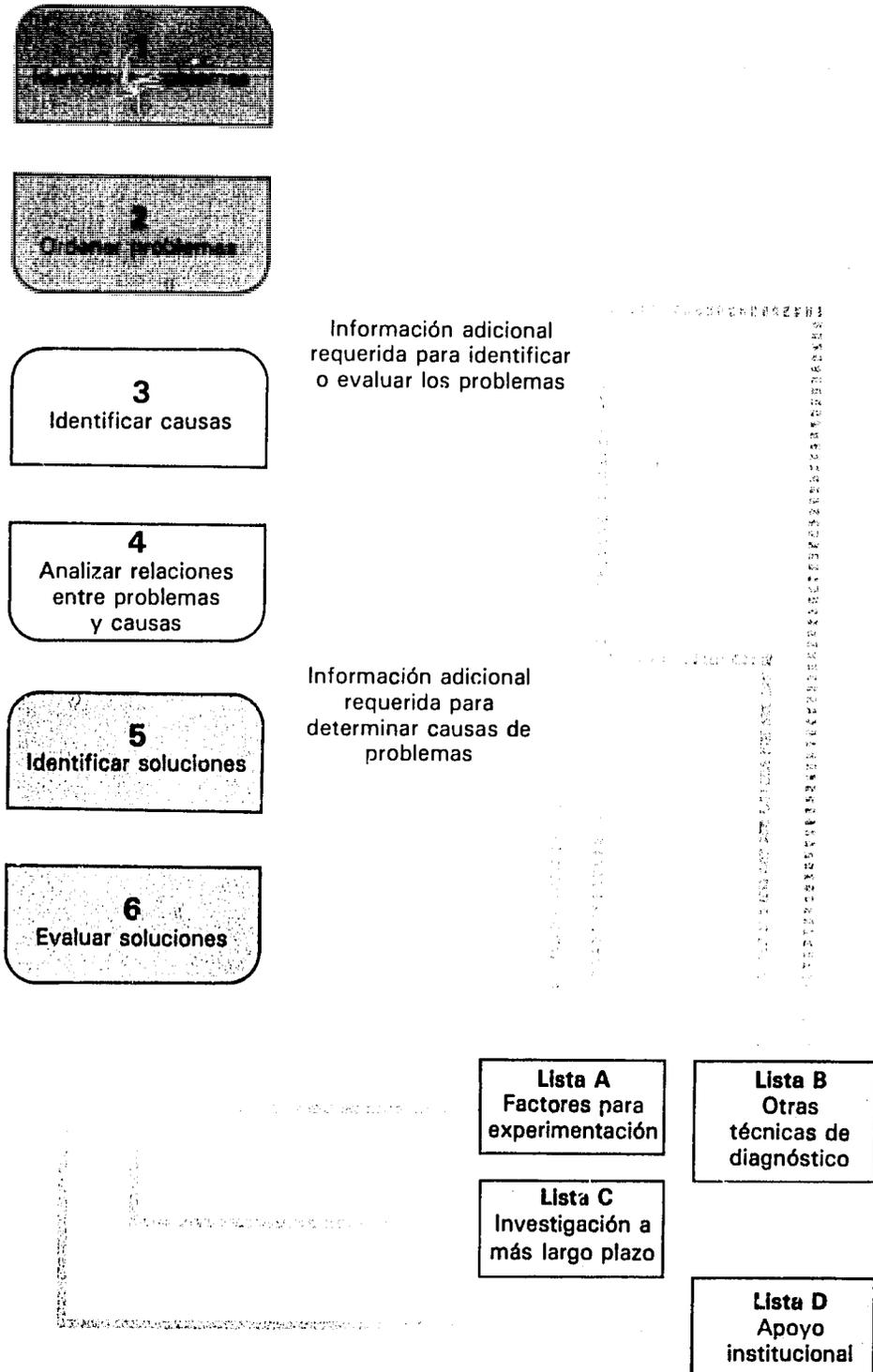
Ciertamente, hay más de un método correcto para efectuar la planificación. De hecho, muchos métodos de planificar han sido creados en los campos de la administración y los negocios, entre otros.<sup>7</sup> El presente método de seleccionar factores para los ensayos en campos de agricultores se deriva de una experiencia extensa, sobre todo en realizar cursos de capacitación práctica en diversas situaciones. No obstante, el método debe tomarse como una guía y no como un sistema de reglas rígidas, y los investigadores deben ajustarlo a sus necesidades particulares.

El método consta de una serie de pasos (figura 1) que corresponden a las distinciones entre problemas, causas y soluciones. El primer paso es la identificación de problemas y, cuando sea necesario, la especificación de los medios de reunir más información para definir un problema. Una vez enumerados los problemas, como segundo paso se les somete a revisión y se les asigna una prioridad tentativa que depende del número de agricultores afectados, la importancia del cultivo y la seriedad del problema.

<sup>6</sup> El término "dominio de recomendación" se usa para describir a un grupo de agricultores con circunstancias similares, y para el cual es apropiada la misma recomendación. Los dominios de recomendación se tratan con más detalle en Harrington y Tripp (1984). En la literatura se utilizan otros términos para describir a estos grupos de agricultores.

<sup>7</sup> Véase un resumen de algunos métodos de planificación en Delp et al. (1977).

**Figura 1.**  
**Los pasos del procedimiento de la planificación**



El tercer paso consiste en identificar las causas de cada problema o, si se desconocen las causas, se especifica lo que se requiere para su identificación. En el cuarto paso se resumen las interrelaciones de los problemas y sus causas.

En el quinto paso, los investigadores buscan posibles soluciones de cada problema para el que haya suficiente información. Las soluciones deben tener en cuenta lo que se sabe acerca de las causas de los problemas y deben incluir, cuando sea posible, varias alternativas. En el sexto paso, se reduce la lista de soluciones posibles de acuerdo con los beneficios potenciales, y la facilidad con la que las adoptarán los agricultores y se investigarán.

Los resultados de los seis pasos se resumen en cuatro listas (figura 1). En la primera se presentan factores para los ensayos en campos (ya sea factores exploratorios que ayudan a examinar un problema o sus causas, o factores que corresponden a posibles soluciones). La segunda lista contiene sugerencias para otras actividades de diagnóstico, con el fin de ayudar a entender determinados problemas o causas. En la tercera aparecen actividades sugeridas de investigación en campos de agricultores o a nivel de estación experimental, que responden a las necesidades de investigación a un plazo más largo. En la cuarta lista se enumeran las oportunidades de transmitir los datos de la investigación en campos a los funcionarios responsables de las políticas o de la extensión.

### **Resumen**

La investigación en campos de agricultores tiene cinco etapas: 1) el diagnóstico de las condiciones y problemas del agricultor; 2) el uso de dicha información para planificar un programa de ensayos; 3) la realización de un programa de ensayos en campos de agricultores; 4) el análisis de los resultados, y 5) la formulación de recomendaciones para los agricultores. Este documento se centra en la segunda etapa, la planificación.

Varias características de la investigación en campos tienen que ver con la etapa de planificación. En primer lugar, la investigación debe centrarse en un pequeño número de cultivos y sus interacciones con el resto del sistema agrícola; no es posible efectuar investigaciones sobre muchas actividades agrícolas a la vez. En segundo lugar, el programa de investigación debe tratar de hacer cambios

progresivos en las prácticas de los agricultores, comenzando con sus prácticas actuales, y planificar una estrategia que les permita mejorar gradualmente la productividad de sus recursos. En tercer lugar, la planificación debe basarse en un diagnóstico de la zona de estudio, que incluya la descripción de las condiciones y prácticas de los agricultores, la identificación de los problemas de producción y una explicación de sus causas.

El procedimiento de planificación descrito aquí se divide en seis pasos. En el primero se lleva a cabo la identificación de los problemas y se revisa la información que la sustenta. En el segundo se ordenan los problemas según su importancia. En el tercer paso se hace la identificación de las causas de los problemas y se examina la información que la sustenta. El cuarto paso consiste en considerar las interrelaciones de todos los problemas y causas que se han identificado. El quinto es una lista de posibles soluciones a los problemas. En el sexto paso se evalúan las soluciones sugeridas y se seleccionan las que parecen tener las mejores probabilidades de éxito.

Los resultados de estos seis pasos se resumen en cuatro listas:

- A) Factores para ensayos en campos (dichos factores abordan problemas y sugieren soluciones que los investigadores consideran que pueden influir en el sistema agrícola a corto plazo, es decir, dentro de cinco años);
- B) Otras actividades de diagnóstico (encuestas, observaciones, pruebas de laboratorio) para identificar los problemas o sus causas;
- C) Actividades de investigación a más largo plazo para idear soluciones (ya sea a nivel de estación o en campos) que requieren más tiempo, y
- D) Sugerencias para lograr el apoyo de instituciones responsables de la extensión, el crédito o las políticas de insumos, con el fin de asegurar que los resultados puedan ser utilizados por los agricultores.

# Segunda parte: Los pasos de la planificación

## **Paso 1: Identificación de problemas que limitan la productividad del sistema agrícola**

La investigación en campos de agricultores es un método de investigación adaptiva orientado hacia la solución de problemas, en el que las prioridades se fijan según la comprensión de los problemas de producción de determinados grupos de agricultores. Por consiguiente, es muy importante que, como primer paso en el proceso de planificación, se definan cuidadosamente los problemas.

Para los propósitos de esta obra, los "problemas" son factores biológicos limitantes o ineficiencia en el uso de recursos que restringe la productividad de un sistema agrícola. Los problemas deben describirse de manera tal que se ilustre claramente cómo se relacionan con los bajos rendimientos, los bajos ingresos o el uso ineficiente de recursos.

También debe señalarse el tipo de información que se utilizó para identificar un problema. ¿Se identificó el problema mediante ensayos, una encuesta, observaciones de campo, pruebas de laboratorio u otros métodos? En los casos donde aún no hay suficiente información para confirmar la existencia del problema, los investigadores deberán enumerar problemas tentativos y describir la información adicional que se requiere (proveniente de ensayos u otros métodos) para especificar aún más o confirmar el problema.

Los problemas siempre deben ser identificados conjuntamente por investigadores<sup>8</sup> y agricultores, y los investigadores deben tener en cuenta las percepciones y prioridades de los agricultores. Una de las metas principales de cualquier diagnóstico es entender lo que los agricultores consideran son sus problemas. Aunque no siempre se percaten de todos los problemas detectados por los investigadores, los agricultores con frecuencia señalan factores que los investigadores de otra manera no hubieran percibido.

Además, los problemas que los investigadores identifican deben ser vistos siempre dentro del contexto de la totalidad del sistema agrícola. Por ejemplo, puede parecer un problema la competencia entre plantas causada por una alta población de plantas en los campos de maíz. Sin embargo, es posible que los agricultores siembren el maíz de esta

<sup>8</sup> En esta publicación, los "investigadores" en campos de agricultores pueden ser investigadores, extensionistas o ambos trabajando en equipo.

manera con el fin de abastecerse tanto de grano como de forraje. Una vez que se entienda la importancia de los animales en el sistema agrícola, puede ser que las altas poblaciones de plantas dejen de considerarse un problema.

Los recursos que los agricultores pueden obtener son elementos importantes del sistema agrícola y ayudan a definir los problemas que éstos enfrentan. Dichos recursos deben tenerse en cuenta al considerar cómo mejorar la productividad de los sistemas agrícolas. Por ejemplo, a veces cuando la tierra es abundante y la mano de obra escasea, los agricultores consideran que la siembra de áreas relativamente grandes, un manejo menos intensivo y la obtención de menores rendimientos de los que de otra manera obtendrían de una parcela pequeña bien manejada constituyen un uso racional de sus recursos. Por consiguiente, la definición de problemas requiere conocer a fondo el sistema agrícola, estar al tanto de los recursos, percepciones y prioridades de los agricultores y que los agricultores e investigadores dialoguen continuamente.<sup>9</sup>

El tipo de investigación descrito en este documento se centra en uno o pocos cultivos, y es preciso subrayar la importancia de escoger esos cultivos en el contexto del sistema agrícola. Cuando la necesidad de alimentos de subsistencia es la prioridad, primero deben recibir atención los cultivos esenciales para la dieta local. En otros casos, el ingreso en efectivo es lo más importante y los cultivos comerciales deben recibir prioridad. También hay casos en que la producción animal o el mantener animales de tiro es indispensable para el sistema agrícola; entonces lo más importante son los cultivos forrajeros.

Debe tenerse sumo cuidado al definir los problemas, en virtud de que este paso determina la dirección de los pasos posteriores del proceso de planificación. Puede resultar útil dividir el análisis subsecuente en dos tipos generales de problemas: aquellos relacionados con los factores biológicos limitantes y los relacionados con el uso ineficiente de los recursos, teniendo presente que estas categorías se traslapan en alguna medida. Después de examinar los tipos de problemas, la atención se fija en la clase de información que se necesita para considerar un problema en los pasos subsiguientes de la planificación.

<sup>9</sup> Un ejemplo excelente de este tipo de diálogo se encuentra en Rhoades y Booth (1982).

### **Factores limitantes**

Lo que los agrónomos normalmente consideran factores limitantes, como carencias de nutrimentos, exceso o falta de agua, malezas o insectos y otras plagas (incluidas las plagas de almacén), quizá sean los ejemplos más comunes de problemas, según se define el término aquí. Los factores limitantes que varían de un año a otro, como la sequía o las heladas, son fuentes de riesgo para los agricultores y también deben tomarse en cuenta.

La descripción de los factores limitantes debe ser lo más precisa posible:

- Debe especificarse la carencia de nutrimentos: **El cultivo de frijol es afectado por una carencia de fósforo.**
- Debe identificarse el tipo de insecto que daña el cultivo: **El maíz es atacado por el barrenador del tallo uno de cada dos años, aproximadamente.**
- Debe establecerse el período del ciclo de cultivo en que es más factible que ocurra la sequía: **La sequía afecta con frecuencia el cultivo de trigo tarde en la temporada de crecimiento.**

**Distinguir entre problemas, causas y soluciones.** Al definir problemas que constituyen factores limitantes, es importante distinguirlos de las causas y las soluciones. Por ejemplo, si los agricultores pierden trigo debido a la sequía ocurrida ya avanzada la temporada cuando el cultivo se siembra tardíamente, el problema es "sequía en un período avanzado de la temporada" y no la siembra tardía, ya que ésta es una de las causas. De manera similar, un problema debe describirse como "ataque severo al maíz por el barrenador del tallo" y no "los agricultores no utilizan insecticidas", lo cual expresa una posible solución (véase también el recuadro en la p. 17).

**Síntomas y problemas.** Para identificar factores limitantes, los agrónomos se basan en una gran variedad de información, incluidos los síntomas de carencias de nutrimentos, enfermedades o plagas, características de crecimiento anormales o el análisis de los componentes del rendimiento. Lo importante aquí no son las habilidades requeridas para interpretar dicha información, sino más bien la necesidad de describir los problemas de la manera más precisa. Al reunir información sobre un problema, hay que distinguir entre los síntomas y el

## La variedad de cultivo como problema

La variedad de cultivo presenta un rasgo particularmente interesante a estos problemas. Se debe tener cuidado de no confundir la variedad que es una posibilidad con el problema en sí mismo. En el caso de cultivos de variedades o sectores por ejemplo, estas variedades pueden considerarse como problemas si durante una variedad resistente se una de las variedades posibles. De manera similar, condiciones ambientales adversas tales como plagas o enfermedades pueden llevar la atención sobre una variedad de la variedad de los agricultores. El cambio de variedad es una medida que puede ser solución. La variedad de los agricultores puede considerarse como un problema si se muestra alguna evidencia de que no sobreviven al problema del cultivo.

Decir que la variedad rara vez está considerada como un problema no significa que no existan con nuevas variedades algunas variedades. Por el contrario, los análisis de resistencia en cultivos de actividades más comunes de la agricultura en investigación en campos de experimentación. Lo que subraya aquí es la necesidad de considerar cuidadosamente la razón por la que se está en esta clase de experimentación.

### Ejemplos en los que la variedad es el problema

- Las variedades de trigo, cebada y maíz con capacidad de maduración.
- Los agricultores que usan variedades de maíz con estructura resultan en un mayor rendimiento. (La estructura de la planta es la que limita el rendimiento de la planta en sí mismo y no la estructura de la planta en una condición adversa.)

### Problemas en los que la variedad es la solución

- El cultivo de trigo en zonas de alta pluviosidad (Sectores de alta pluviosidad).
- El maíz de alta humedad en zonas de alta pluviosidad (Sectores de alta pluviosidad).

problema mismo. Si un síntoma proporciona pruebas claras de un problema, no hay dificultad. Por ejemplo, si hojas rayadas en plantas de maíz, en combinación con otra información (análisis de suelos o tejidos, o ensayos exploratorios) indican claramente una carencia de magnesio, entonces ésta debe considerarse el problema. Sin embargo, las hojas rayadas pueden ser síntoma de varias carencias minerales. Si sólo se sospecha que este síntoma es causado por una carencia de magnesio, entonces esa carencia debe considerarse un problema tentativo y habrá que buscar información adicional. Las hojas rayadas no deben registrarse como un problema.

De manera similar, características de crecimiento anormales, como entrenudos cortos del frijol o plantas de maíz improductivas, ciertamente indican problemas, pero no proporcionan suficiente información para que los investigadores piensen en soluciones. Debe obtenerse más información para poder definir el problema; por ejemplo, las plantas de maíz improductivas podrían deberse a una carencia de nutrimentos o a la competencia entre plantas. Deben considerarse como problemas tentativos uno o más de los factores que muy probablemente estén relacionados con la característica de crecimiento anormal, y hay que reunir más información antes de definir el problema. (En la p. 24 se describen formas para reunir información sobre problemas tentativos.)

**Interacciones de problemas.** Es posible que haya interacciones de dos o más de los problemas identificados. Si tanto la carencia de nitrógeno como las malezas que compiten con el cultivo constituyen problemas, la carencia de nitrógeno quizá se deba en parte a la competencia de las malezas. Como la posibilidad de que se den estas interacciones se trata en el tercer paso, los dos problemas deben anotarse por separado en este primer paso.

#### **Uso ineficiente de los recursos**

Los problemas que limitan la productividad del sistema agrícola también pueden estar relacionados con el uso ineficiente de los recursos. Los investigadores reconocen a menudo dichos problemas porque están al tanto de prácticas alternativas más eficientes, pero los problemas deben definirse de tal manera que se puedan considerar varias soluciones.

En ocasiones puede haber evidencia del uso ineficiente de insumos. Los problemas de esta naturaleza incluyen, entre otros, el uso excesivo de pesticidas, de productos inapropiados (fertilizantes compuestos cuando es suficiente utilizar fertilizantes de un solo nutrimento) o el uso inadecuado del agua de riego. Los altos costos de algunas operaciones, como el deshierbe o la labranza, son problemas que también pueden surgir de la ineficiencia.

**Ejemplo:** Los agricultores aplican una fertilización basal de 10-30-10, pero no hay evidencia de respuestas al fósforo o al potasio.

En algunos casos, la tierra o la mano de obra quizá pudieran utilizarse en forma más eficaz. La tierra puede no estar en uso aunque haya mano de obra disponible; pueden existir oportunidades para cultivos de relevo o cultivos intercalados, o puede ser posible aprovechar un segundo ciclo de cultivo. Estos tipos de situaciones pueden revelarse mediante un análisis del uso de recursos o pueden ser sugeridos por escaseces estacionales de alimentos o forraje.

**Ejemplo:** Los agricultores no trabajan la mayor parte de su tierra durante la época lluviosa menor.

Los ingresos de los agricultores podrían mejorar si éstos cambiaran de cultivo o de variedad. Si un tipo de frijol recibe un mayor precio en el mercado, o si un cultivo nuevo ofrece posibilidades de aumentar los ingresos de los agricultores, entonces dichas opciones deben examinarse. Sin embargo, hay que tener cuidado al considerar variedades o cultivos alternativos si no es seguro que los mercados puedan acomodar el nuevo producto.

**Ejemplo:** Los agricultores reciben precios bajos por el maíz y en los pueblos cercanos hay una demanda creciente de hortalizas.

#### **Las instituciones y la infraestructura**

Los factores relacionados con las instituciones y la infraestructura a menudo se mencionan como problemas, pero realmente no lo son. Con frecuencia, el diagnóstico durante la investigación en campos revela deficiencias institucionales —mercados mal desarrollados, precios bajos de los cultivos, falta de extensión o crédito, carreteras intransitables, etc. Dichos factores son, sin duda alguna, elementos importantes del ámbito de los

agricultores y como tales deben incluirse en la descripción de la zona de estudio, pero no son en realidad problemas en el contexto de la planificación de un programa experimental en campos. No obstante, en muchos casos, pueden considerarse *causas* las instituciones inadecuadas o una infraestructura deficiente. Si un problema de fertilidad se debe en parte a la falta de crédito para comprar fertilizantes, o si no hay asesoría de extensión disponible para ayudar a los agricultores a combatir los insectos, entonces los datos de los ensayos y encuestas de la investigación en campos pueden presentarse a la consideración de quienes diseñan las políticas y están a cargo del crédito o la extensión. Este tipo de información se incluye en la lista D, de tal manera que los investigadores puedan revisarla y tomar decisiones acerca de la forma más eficaz de tratar estos asuntos con los responsables de las políticas.

#### **Presentación de los problemas que se abordarán en la planificación**

Es necesario elaborar una lista de todos los problemas identificados. En el cuadro 1 (p. 22) se muestra una forma de hacerlo, pues enumera todos los problemas identificados en la zona de estudio dada como ejemplo (véase el recuadro en la p. 21). El ejemplo se continuará en el resto del documento. En el cuadro 1 aparece también la información que confirma cada problema y se indican los casos que requieren información adicional.

**Información sobre los problemas.** Además de identificar problemas, los investigadores deben especificar el tipo de información de que disponen para confirmar o sustentar la existencia de cada problema. Gran parte de esa información puede provenir de los resultados de ensayos en campos de agricultores. Los ensayos exploratorios brindan pruebas de las respuestas a varios factores y las interacciones de éstos, como es el caso de las carencias de nitrógeno y fósforo en el maíz (cuadro 1, columna 2: 1, 2). Ensayos adicionales ayudan a los investigadores a refinar la definición de problemas e identificar nuevos, como cuando los ensayos con variedades de maíz de madurez más temprana permitieron identificar la sequía como un problema (3). Las observaciones de campo pueden proporcionar información en otros casos, como en la antracnosis del frijol (6) y las encuestas entre los agricultores pueden revelar información adicional, como el alto costo de deshierbar el maíz (4).

### La zona de estudio dada como ejemplo

Los problemas enumerados en el cuadro 1 se utilizarán en el resto del documento. Se supone que se encuentran en una zona de estudio donde el maíz y el frijol son los principales cultivos. Las fincas son en general pequeñas, con un promedio de 1 ha de maíz y 0.5 ha de frijol. Tanto el maíz como el frijol se siembran en un cultivo y se guardan para el consumo familiar o se venden. Como de sus casas, los agricultores producen un poco de tortilla para el autoconsumo; algunos agricultores con más tierra cultivan tabaco, aunque el mercado para el tabaco está declinando y actualmente hay pocas agricultores produciéndolo que en el pasado. La mayoría de los agricultores tienen unas pocas cabezas de ganado.

Hay una sola estación de crecimiento por año. La temporada lluviosa dura aproximadamente tres meses, aunque las lluvias tienden a comenzar primero en el norte del área, y la precipitación media es de aproximadamente 1000 mm. En la parte del área los suelos son arenosos o franco arenosos, en otra parte son franco arcillosos. La topografía es ligeramente ondulante. La economía se basa en la cría de ganado y la siembra de maíz. El maíz se realiza mensualmente, aunque los agricultores comienzan a sembrar el maíz en el mes de la mitad de la temporada lluviosa. Ciertas variedades de maíz de ciclo largo son las oportunidades de empleo en la zona. Los cultivos del área contribuyen a la economía local, pero la mano de obra es escasa. Los agricultores usan un fertilizante nitrogenado y fosforado, pero no usan fosforado al frijol.

Se supone que los investigadores planean el primer año de experimentación. Los resultados de los primeros dos años se diseñarán para mejorar la producción con nitrógeno y fosforo en el maíz y el frijol. El maíz alternativo, pero con el mismo nivel de nitrógeno y fosforo, se siembra en las parcelas. La investigación se realiza en una zona de estudio de experimentación. El maíz y el frijol se siembran en este cultivo. El maíz y el frijol se siembran en esta zona de estudio.

**Cuadro 1**  
**Enumeración de problemas (Paso 1)**

<b>Problema</b>	<b>Pruebas existentes</b>	<b>Pruebas adicionales requeridas</b>
<b>1</b> Carencia de nitrógeno en maíz	"Suelos pobres" mencionados por los agricultores; dos años de experimentos han demostrado respuesta al nitrógeno.	No se requieren más pruebas.
<b>2</b> Carencia de fósforo en maíz	"Suelos pobres" mencionados por los agricultores; dos años de experimentos han revelado una respuesta pequeña y no económica al fósforo. Muchos campos muestran signos usuales de carencia de fósforo.	No se requieren más pruebas.
<b>3</b> Sequía en maíz durante el llenado de grano	Observaciones de campo. Dos años de experimentos han revelado una ventaja significativa en rendimiento de la variedad de madurez más temprana.	Hay suficientes pruebas de que el problema es importante; examinar datos meteorológicos para determinar la frecuencia de la sequía y si los últimos dos años fueron representativos (Lista B).
<b>4</b> Alto costo de deshierbar el maíz	Los datos de encuesta revelan que el agricultor realiza dos y a veces tres deshierbes manuales. El costo de la mano de obra en la zona de estudio ha subido un 50% en los últimos tres años.	Hay suficientes pruebas de que el problema es importante; entrevistar agricultores que comienzan a utilizar herbicidas, sobre sus experiencias y opiniones (Lista B).
<b>5</b> Carencia de nitrógeno en frijol	"Suelos pobres" mencionados por los agricultores; las hojas amarillas sugieren carencia de nitrógeno.	No se requieren más pruebas.

<b>Problema</b>	<b>Pruebas existentes</b>	<b>Pruebas adicionales requeridas</b>
<p><b>6</b> Antracnosis en vainas de frijol (aprox. 1 de cada 3 años)</p>	<p>Observaciones de campo; conversaciones con extensionistas y entrevistas con agricultores.</p>	<p>No se requieren más pruebas.</p>
<p><b>7</b> Pudriciones de raíz en frijol durante establecimiento del cultivo (identificado tentativamente como problema)</p>	<p>Informes de unos pocos agricultores durante entrevistas (otros agricultores probablemente tienen el mismo problema pero pasa inadvertido).</p>	<p>Muestreo de campo para determinar gravedad y pruebas de laboratorio para confirmar especies causantes (Lista B).</p>
<p><b>8</b> Baja población de plantas de frijol</p>	<p>Observaciones de campo (no se sabe en qué medida se debe el problema a pudriciones de raíz, mala cama para la semilla, formación de costros de suelo o mala calidad de la semilla).</p>	<p>No se requiere más información sobre el problema, pero se necesitan más pruebas de sus causas— véase el Paso 3.</p>
<p><b>9</b> Competencia por malezas de hoja ancha en frijol (identificado tentativamente como problema)</p>	<p>Las observaciones de campo indican que puede haber pérdidas de rendimiento; los agricultores se quejan de malezas en el frijol.</p>	<p>Ensayos exploratorios necesarios para averiguar si hay respuesta al control de malezas de hoja ancha (Lista A).</p>
<p><b>10</b> Inundación de campos de frijol</p>	<p>Observaciones de campo.</p>	<p>No se requieren más pruebas.</p>
<p><b>11</b> Carencia de nitrógeno en el tabaco</p>	<p>Síntomas de carencia de nitrógeno.</p>	<p>No se requieren más pruebas.</p>

Cada año se debe hacer una revisión completa de los resultados experimentales anteriores y de los datos de otras actividades de investigación, y también un nuevo listado de problemas de acuerdo con la información disponible. En este procedimiento, pueden eliminarse algunos problemas de la lista original y pueden agregarse otros nuevos.

**Problemas tentativos y pruebas adicionales.** Con frecuencia, los investigadores registrarán problemas que requieren más pruebas. Cuando existe poca información sobre un problema, rara vez vale la pena considerar soluciones. En cambio, debe dedicarse más esfuerzo a confirmar la existencia o la naturalidad del problema. El grado de confianza que los investigadores tienen en la información sobre un problema específico determinará su manera de proceder. Hay varias posibilidades.

En algunos casos, los investigadores consideran que hay suficientes pruebas que justifican el examen de soluciones a un problema, pero de todas formas sugieren que se reúna información adicional. Para cuantificar mejor el problema de la sequía en el maíz (3), los investigadores proponen un examen de los datos meteorológicos. Para investigar más a fondo el alto costo de deshierbar el maíz (4), entrevistarán a los agricultores y reunirán información adicional sobre los costos de diferentes métodos de deshierbar.

En ocasiones, un problema solamente se identifica en forma tentativa, y se requiere más información para encontrar soluciones, como en el caso de la competencia de malezas de hoja ancha en frijol (9); aquí conviene hacer un ensayo exploratorio para juzgar su gravedad. Los factores experimentales se escogen de manera tal que se pueda responder "sí" o "no" a la siguiente pregunta: la competencia de las malezas de hoja ancha, ¿constituye un problema para la producción de frijol en la zona de estudio?

En casos como éste, los factores experimentales pueden ser posibles soluciones al problema (como un herbicida determinado). Sin embargo, debe tenerse presente que aquí las "soluciones" realmente cumplen una función de diagnóstico y que, una vez que se confirme el problema, se pueden considerar otras soluciones (como un deshierbe manual adicional). En otros casos, los factores experimentales que se utilizan para propósitos de diagnóstico quizá no sean soluciones factibles. Por ejemplo, el encalado del suelo puede servir para

determinar cuánto reduce los rendimientos la acidez del suelo, aunque la cal sea muy costosa para ser una solución para los agricultores. Ahora bien, si el problema resulta ser importante, los investigadores podrán buscar una variedad tolerante a la acidez.

Finalmente, hay casos en los que la información no experimental puede servir para identificar o caracterizar un problema. Si se trata de pudriciones de la raíz en el frijol (7), se sugiere efectuar muestreos de campo y pruebas de laboratorio para confirmar la existencia del problema.

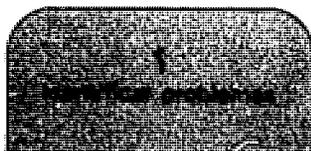
Si los investigadores consideran que no se necesita información adicional sobre un problema, pueden proceder a examinar las causas. Cuando hay tan poca información que no están seguros de que el problema realmente exista, deben enumerar el tipo de información requerida, ya sea en forma de un factor experimental exploratorio (para ser incluido en la Lista A) o algún otro tipo de información de diagnóstico (Lista B).

### Resumen

El primer paso en la planificación de ensayos en campos de agricultores es enumerar los problemas que limitan la productividad del sistema agrícola en estudio, describiéndolos, ya sea como factores biológicos limitantes o como ineficiencias en el uso de los recursos. Debe tenerse cuidado de describir los problemas de la manera más precisa posible.

Hay que presentar también la información que se tiene sobre cada problema. Esta puede derivarse de ensayos anteriores, encuestas u otras técnicas de diagnóstico. Los investigadores deben decidir si la información es suficientemente fiable como para identificar o confirmar el problema.

Después de enumerar los problemas y la información de sustentación correspondiente, se puede pasar al Paso 2, en el cual los problemas se dispondrán en un orden de importancia aproximado.



## **Paso 2: Ordenamiento de los problemas**

Aunque puede ser relativamente fácil describir numerosos problemas de una zona de estudio dada, por lo general resulta imposible investigar más que unos cuantos a la vez. Como los programas de investigación tienen presupuestos limitados, se deben fijar prioridades. Además, la idea de investigar unos pocos problemas prioritarios a la vez es congruente con la estrategia de la investigación en campos de agricultores, que es hacer cambios graduales en los sistemas agrícolas. Por consiguiente, es importante evaluar problemas que pueden convertirse en temas de investigación para decidir cuáles deben recibir prioridad.

El Paso 2 *constituye un ordenamiento inicial* de los problemas enumerados en el Paso 1. Si la lista de problemas es muy larga (más de 10, por ejemplo), quizá sea posible eliminar algunos. Pero aunque no fuera así, un ordenamiento inicial es útil para hacerse una idea de las prioridades. Si un problema tiene una prioridad muy baja, pero está muy relacionado con otros problemas (véase el Paso 4) o es fácilmente solucionable (véase el Paso 6), ciertamente debe incluirse en el programa experimental. Los problemas asignados una prioridad baja en esta revisión y que no tienen interacciones obvias con otros problemas o carecen de soluciones fáciles, pueden ser del todo eliminados.

Cabe recordar que algunos problemas considerados en el Paso 1 pueden no estar bien definidos; aún así, deben ser revisados. Un problema tentativo puede tener suficiente importancia para ser investigado, ya sea mediante la experimentación u otras técnicas de recolección de datos.

Los problemas deben ordenarse cada año. El ordenamiento anterior debe revisarse a la luz de datos nuevos obtenidos de ensayos y otras fuentes. Con el tiempo, la importancia de ciertos problemas puede disminuir, en tanto que otros pueden recibir mayor prioridad para trabajos futuros. Una consideración importante en el ordenamiento de los problemas es mantener coherencia en el programa experimental. Las *prioridades* pueden cambiar de un año a otro, dependiendo de los resultados del programa de investigación, pero el *contenido* de los ensayos en campos de agricultores debe manifestar una progresión lógica, en lugar de saltar de un tema a otro.

Hay numerosas maneras de asignar prioridad a los problemas de la investigación. El método sugerido aquí consta de tres criterios:

- La distribución del problema;
- La importancia del cultivo para el sistema agrícola, y
- La pérdida de rendimiento o ingresos provocada por el problema.

Se aplican estos criterios al ejemplo en el cuadro 2 (pp. 28 y 29).

#### **Distribución del problema**

Es necesario determinar cuáles agricultores son afectados por el problema. ¿Cuántos agricultores en la zona de estudio producen el cultivo (o cultivos) en cuestión? De estos agricultores, ¿cuántos se ven afectados por el problema? Para responder a estas preguntas quizá sólo sea necesario calcular la proporción de agricultores en el área que producen el cultivo. Todos los productores de tabaco parecen tener cultivos deficientes en nitrógeno (problema 11, cuadro 2), pero como son pocos los agricultores que producen este cultivo, al problema se le asigna una prioridad muy baja.<sup>10</sup>

Es necesario estimar a *grosso modo* el número de agricultores que producen el cultivo y que tienen el problema. Si al parecer sólo ciertos agricultores padecen el problema, debe hacerse una descripción de ese grupo. La mayoría de los productores de maíz tienen el problema de la carencia de nitrógeno y, por esa razón, recibe una alta prioridad. En contraste, la sequía es primordialmente un problema para los productores de maíz en el norte y, por consiguiente, es asignada una prioridad más baja. Como pocos agricultores tienen el problema de la inundación del frijol (10), éste recibe una prioridad baja. En vista de que el problema de las pudriciones de la raíz en el frijol (9) aún no está confirmado, se ha identificado sólo tentativamente como correspondiente a un determinado grupo de agricultores.

<sup>10</sup> La identificación de los agricultores afectados por un determinado problema también puede incluir la ponderación de la estimación en favor de ciertos tipos de agricultores. Por ejemplo, la política gubernamental puede otorgarle mayor prioridad a un problema que afecta a un cultivo producido por pequeños agricultores que a un problema encontrado en un cultivo producido por agricultores de mayor tamaño.

**Cuadro 2**  
**Ordenamiento de problemas (Paso 2)**  
 (XX = muy importante; X = algo importante; 0 = no importante)

Problema	Localización del problema	Importancia del cultivo	Intensidad del problema	Importancia más alta que el problema
<b>1</b> Carencia de nitrógeno en maíz	La mayoría de agricultores. XX	Maíz XX	XX	1
<b>2</b> Carencia de fósforo en maíz	La mayoría de agricultores. XX	Maíz XX	X	2
<b>3</b> Sequía en maíz durante el llenado de grano	Agricultores que viven en la parte norte del área de estudio que es más propensa a la sequía. X	Maíz XX	XX	2
<b>4</b> Alto costo de deshierbar el maíz	La mayoría de agricultores. XX	Maíz XX	X	2
<b>5</b> Carencia de nitrógeno en frijol	La mayoría de agricultores. XX	Frijol X	X	3
<b>6</b> Ataque de antracnosis en vainas de frijol (aprox. 1 de cada 3 años)	La mayoría de agricultores. XX	Frijol X	X	3

Problema	Distribución del problema	Importancia del cultivo	Intensidad del problema	Importancia relativa del problema
----------	---------------------------	-------------------------	-------------------------	-----------------------------------

<b>7*</b> Putrificaciones de raíz en frijol durante el establecimiento (?)	Aprox. la mitad de los agricultores (?). (Quizá los más afectados sean los que siembran frijol todos los años en el mismo campo). X	Frijol X	XX(?)	(3)*
<b>8</b> Baja población de plantas de frijol	La mayoría de agricultores. XX	Frijol X	XX	2
<b>9*</b> Competencia por malezas de hoja ancha en frijol (?)	La mayoría de agricultores (?). XX	Frijol X	X(?)	(3)*
<b>10</b> Inundación de frijol en campos bajos	Unos pocos agricultores que tienen campos bajos. 0	Frijol X	X	5
<b>11</b> Carencia de nitrógeno en tabaco	Agricultores que siembran tabaco (menos del 10% de todos los agricultores). 0	Tabaco X	XX	4

\* Problema tentativo: se requiere más información.

### **Importancia del cultivo**

En algunos casos, se ha seleccionado de antemano un cultivo o cultivos para la investigación en campos de agricultores, en virtud de que forman parte del mandato de la organización de investigación o están incluidos en la política de desarrollo agrícola nacional. Pero en otros casos, los investigadores deben seleccionar los temas de investigación entre los problemas que afectan a distintos cultivos. Para hacerlo, deben determinar si el cultivo es una fuente significativa de ingresos o constituye un cultivo de subsistencia *para los agricultores que lo producen* y/o si abarca una proporción significativa de su tierra, mano de obra o capital. En otras palabras, si hubiera cambios en la productividad de los recursos destinados al cultivo, ¿cuánto contribuirían a la productividad global del sistema? En ocasiones el problema afecta más de un cultivo (por ejemplo, un problema relacionado con la labranza) y merece una mayor prioridad que la que se le otorga a un problema que sólo afecta a un cultivo. En otras ocasiones, el problema está relacionado con un cultivo nuevo o recién introducido, y los investigadores desean estimar cuidadosamente su posible importancia.

En la zona de estudio, el maíz ocupa una mayor extensión que el frijol y es el alimento principal de la dieta; por consiguiente, tiene la más alta prioridad. El frijol, que es importante en la dieta y cada vez más importante como fuente de ingresos en efectivo, recibe una prioridad intermedia. Al tabaco también se le asigna una prioridad intermedia puesto que, aunque pocos agricultores lo producen, contribuye bastante a los ingresos de aquéllos que lo producen. (Cabe recordar que el número de agricultores que producen cada cultivo se tuvo en cuenta cuando se determinó la distribución del problema.) La mayoría de los agricultores cultivan un poco de tomate en sus huertos, pero como este cultivo no es importante en los ingresos o en la dieta local, no se consideraron los problemas de su producción.

### **Intensidad del problema**

Los investigadores deben juzgar si el problema causa una pérdida significativa de rendimiento o una ineficiencia seria en el uso de recursos. Dicho juicio

puede ser difícil, especialmente si el problema no está bien definido, pero es necesario para estimar su posible importancia. Al hacer este juicio, se deben considerar dos elementos del problema:

- **La gravedad de las pérdidas.** ¿Cuánta producción por hectárea pierden los agricultores cuyos cultivos son afectados por el problema? o, ¿cuánto ingreso por hectárea pierden debido al uso ineficiente de recursos?
- **La frecuencia del problema.** El problema, ¿ocurre todos los años o solamente en un cierto porcentaje de años?

El producto de estos dos elementos (gravedad x frecuencia) proporciona una estimación de la intensidad del problema.

En el ejemplo, la carencia de nitrógeno (1) provoca pérdidas de rendimiento más graves que la carencia de fósforo (2). La competencia que presentan al frijol las malezas de hoja ancha (9) puede ser moderadamente importante, pero los investigadores no están seguros de dicha conclusión (de ahí el “?”). La sequía (3) ocasiona pérdidas considerables de rendimiento en el maíz (nuevamente, cabe señalar que el número de agricultores que presentan el problema se determinó junto con su distribución). Se requiere más información sobre la frecuencia de la sequía: si no ocurre todos los años, su prioridad asignada puede disminuir, como sucede con la antracnosis del frijol (6), que si bien causa graves pérdidas de rendimiento, sólo se presenta una vez cada tres años. Así pues, con base en su gravedad y frecuencia, se estima que el problema de la antracnosis es de intensidad intermedia.

#### **Importancia relativa de los problemas**

Al evaluar la importancia relativa de los problemas, los investigadores deben tener en cuenta los tres criterios (distribución, importancia e intensidad). Se le debe asignar una ponderación a cada criterio. En ciertos casos, algunos criterios pueden recibir un peso adicional. Aunque este procedimiento obviamente permite sólo un ordenamiento aproximado, constituye un comienzo importante para la fijación de prioridades para el programa experimental en campos de agricultores. En el ejemplo del cuadro 2, se dan ordenamientos

utilizando un sistema simple de X y O, en el cual la prioridad más alta se le asigna a problemas con el mayor número de X; sin embargo, también es posible utilizar otros métodos de ordenamiento.

En el ejemplo, los problemas de la carencia de nitrógeno en tabaco (11) y el aniego en el frijol (10) fueron excluidos de la consideración. No obstante, debe tenerse en cuenta que una decisión de posponer o abandonar la investigación de un problema dado no depende exclusivamente de su calificación. También es necesario preguntarse:

- ¿Cómo se relaciona el problema con otros problemas? (Véase el Paso 4.)
- ¿Existe una solución rápida? (Véase el Paso 6.)
- ¿Qué recursos hay para los ensayos en campos de agricultores?

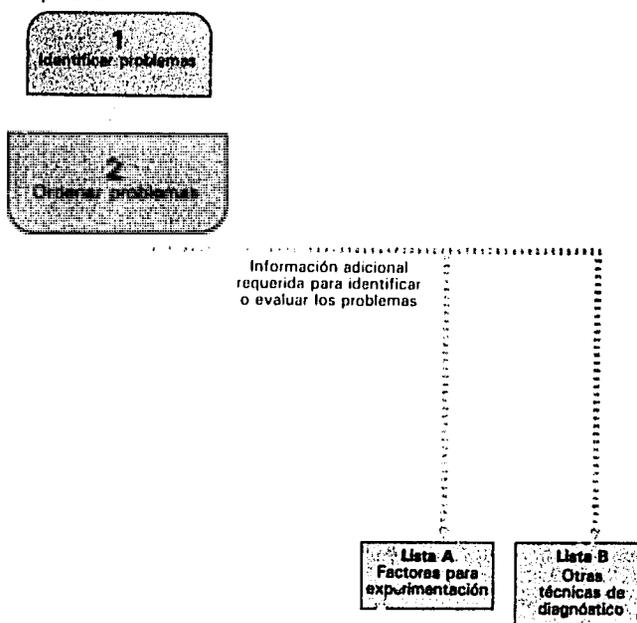
Al tomar en cuenta estos factores, pueden cotejarse con la prioridad asignada a cada problema, para decidir la composición final del programa experimental.

### Resumen

En el Paso 2 se ordenan, en forma aproximada y según su importancia, los problemas identificados. Aquí deben considerarse incluso aquellos problemas que se han identificado sólo en forma tentativa. Si los investigadores han identificado un gran número de problemas, en algún momento tendrán que eliminar algunos de la consideración inmediata. El ordenamiento inicial realizado en este paso no es preciso, pero le ayudará a los investigadores a decidir qué problemas tienen mayor prioridad en el programa de investigación.

Los problemas deben ordenarse utilizando criterios bien definidos, como los sugeridos aquí: 1) la distribución del problema, incluida la definición de los agricultores que son afectados en la zona de estudio; 2) la importancia del cultivo en el sistema agrícola, y 3) las pérdidas de rendimiento o ingresos provocadas por el problema.

Después del ordenamiento en el Paso 2, si los investigadores consideran que un problema tiene importancia y hay suficiente información sobre él, éste pasa al Paso 3, donde se analizan sus causas. Los problemas que posiblemente sean importantes, pero sobre los que se necesitan más pruebas, por lo general no reciben atención en el Paso 3, sino que los investigadores registran el tipo de información experimental (en la Lista A) o información arrojada por otras técnicas de diagnóstico (Lista B) que se requiere.



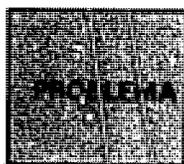
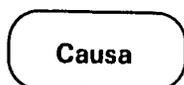
### **Paso 3: Identificación de las causas de los problemas**

Todos los problemas identificados en el Paso 1 que están sustentados con suficientes pruebas pueden tratarse en el Paso 3. Incluso aquellos problemas que solamente se han identificado en forma tentativa pueden ser analizados en el Paso 3, si los investigadores consideran que es útil. Si algunos de estos problemas recibieron una prioridad muy baja en el Paso 2, no es necesario considerarlos en el Paso 3.

El propósito del Paso 3 es desarrollar suficiente información sobre un problema particular para identificar soluciones apropiadas. Las causas de un problema pueden ser las prácticas de manejo (o su omisión; véase el recuadro en la p. 43), las condiciones naturales o socioeconómicas u otros problemas. A veces quizá sea posible identificar soluciones sin saber gran cosa sobre las causas de un problema, pero en muchos casos, la falta de cuidado al definir las causas limita las oportunidades de identificar soluciones factibles. El prestarle atención a las causas de un problema fomenta la identificación de soluciones imaginativas. Si las causas no se entienden bien, quizá sea necesario realizar ensayos u otras investigaciones para esclarecerlas. Las causas de los problemas examinados en el programa de investigación en campos deben revisarse cada año y definirse en forma más precisa a medida que haya más información (véase el recuadro en la p. 41).

#### **Diagramación de causas y problemas**

Las causas de los problemas pueden ser relativamente complejas y, con frecuencia, es útil diagramar las relaciones entre causas y problemas.



En la figura 2 (pp. 37-39) se presentan diagramas de todo el ejemplo, que se examinan en el recuadro de las páginas 35 y 36. Cuando hay varias causas de un problema, los diagramas pueden extenderse bastante. Aparecen en la página 40 tres ejemplos breves de estos diagramas.

### **Análisis de las causas en el ejemplo**

En la figura 2 se ilustra el análisis de las causas de los problemas identificados en el Paso 1.

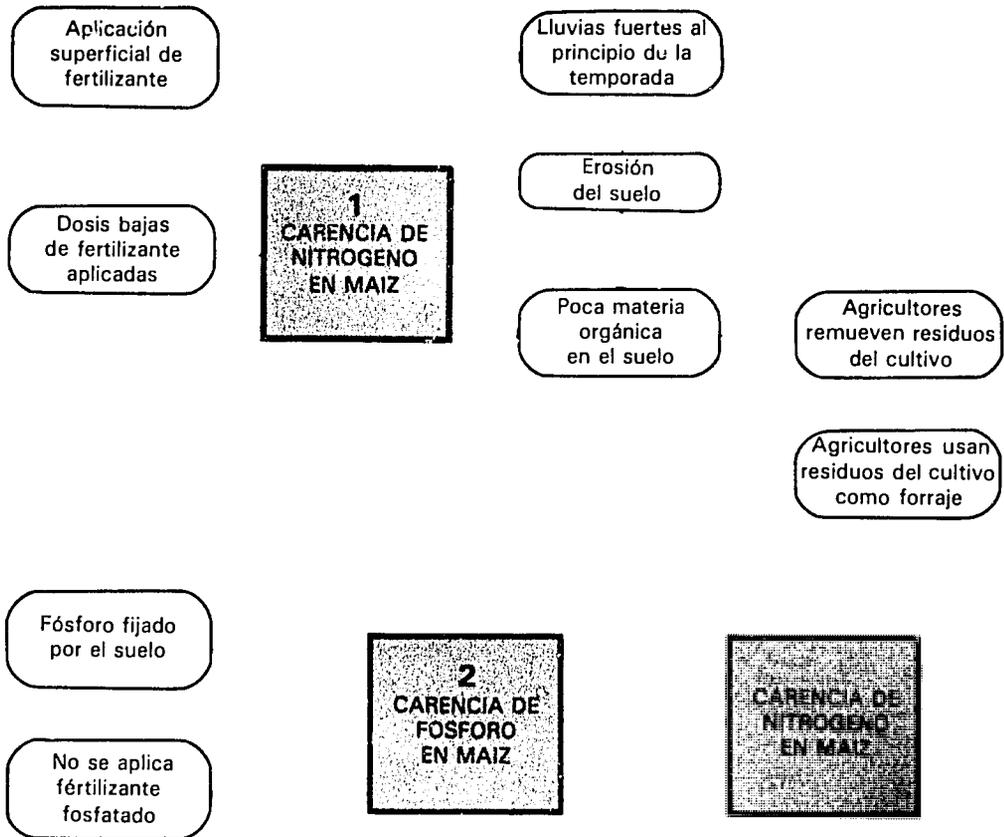
1. La carencia de nitrógeno en maíz se atribuye a varios factores, incluidos los bajos niveles de aplicación de fertilizantes, una aplicación superficial del fertilizante, que tiende a ser lavado por lluvias fuertes, la erosión del suelo y bajos niveles de materia orgánica en el suelo, debidos, en parte, a que los agricultores utilizan los residuos de la cosecha como forraje.
2. Se considera que la carencia de fósforo en el maíz se debe a que los agricultores no aplican fertilizantes fosfatados. Los investigadores también planean probar la hipótesis de que el fósforo se fija en estos suelos al aplicarlo. La carencia de nitrógeno también contribuye al problema.
3. La sequía que afecta al maíz en la época del llenado del grano ocurre cuando las lluvias terminan antes de tiempo, en especial en la parte norte de la zona de estudio. Además, la variedad local, que los agricultores trajeron de una región con una precipitación mayor, madura bastante tarde. También se considera que la falta de materia orgánica que limita la retención de humedad contribuye a la sequía, junto con la erosión del suelo.
4. El alto costo de deshierbar el maíz se debe al número de deshierbes (dos o tres) que los agricultores realizan y al rápido incremento del costo de la mano de obra en la zona.
5. La carencia de nitrógeno en el frijol se debe a que los agricultores no le aplican fertilizantes nitrogenados (aunque sí aplican fertilizante fosfatado), y también al bajo nivel de materia orgánica en el suelo y la erosión.
6. La causa de la antracnosis en vainas de frijol es que las variedades locales son sumamente susceptibles a la enfermedad, y los agricultores no practican métodos de control.

7.\* El problema de las pudriciones de la raíz en el frijol aún no está bien establecido. Los investigadores especulan que si el problema se confirma, se encontrará fundamentalmente en campos que se siembran con frijol todos los años. Dichos campos tienen suelos arenosos o pedregosos que los agricultores consideran inapropiados para otros cultivos y la falta de rotación hace que la población de patógenos crezca.

8. Se ha confirmado que la baja población de plantas de frijol es un problema, pero los investigadores no están seguros de su(s) causa(s). El problema puede deberse a las pudriciones de la raíz, si resulta que éstas existen. Otra posibilidad es que la única operación de labranza que realizan los agricultores proporciona una cama inadecuada para la semilla, lo cual conduce a un mal establecimiento del cultivo. Una hipótesis relacionada es que la formación de costras en el suelo interfiere con el establecimiento del cultivo. Finalmente, la falta de métodos adecuados para almacenar la semilla puede conducir a una mala calidad y germinación de la misma.

9.\* Aún no se ha confirmado que la competencia por malezas de hoja ancha sea un problema, pero los investigadores tienen varias ideas respecto a sus posibles causas: 1) las bajas poblaciones de plantas de frijol en la mayoría de las parcelas estimulan la competencia por malezas; 2) las prácticas de labranza deficientes tienen el mismo efecto, y 3) la mayor parte de la mano de obra se dedica al deshierbe del maíz.

Figura 2.  
Análisis de las causas



Se necesitan experimentos exploratorios sobre la colocación del fósforo porque no se observó respuesta económica a la fertilización al voleo (Lista A).

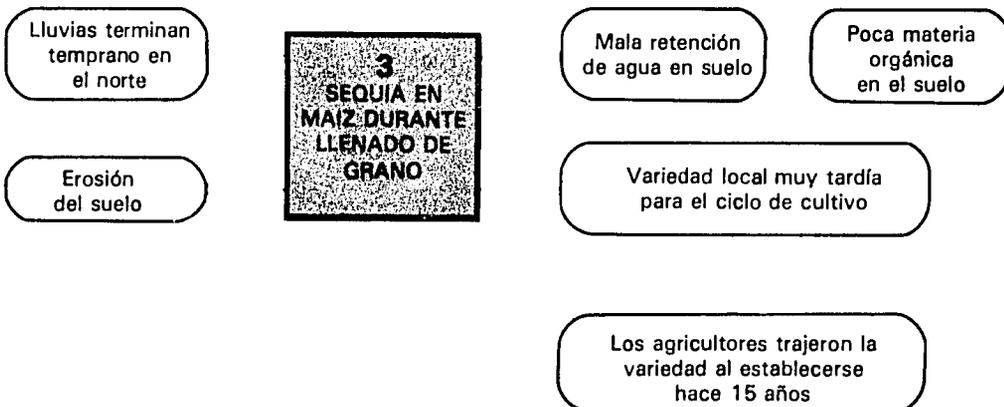
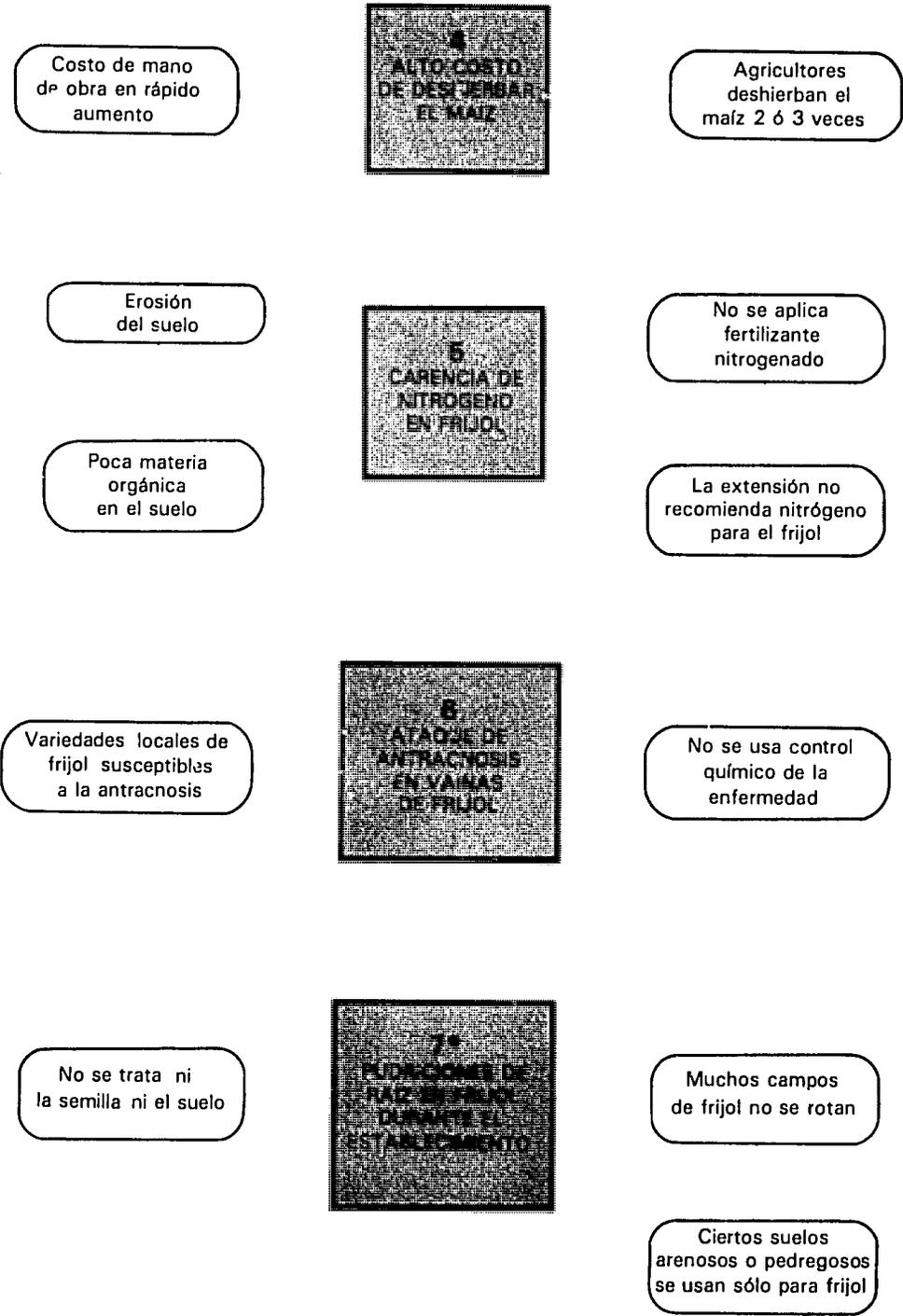
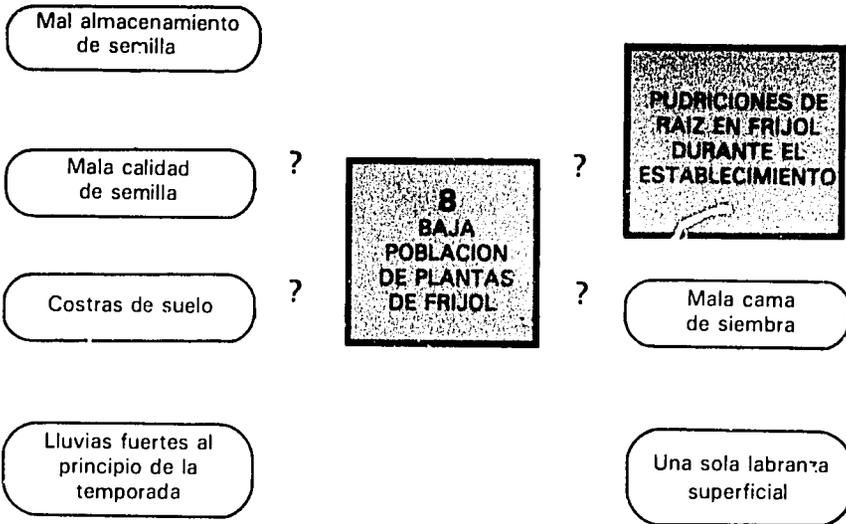


Figura 2.  
(continúa)



\* Problema tentativo.



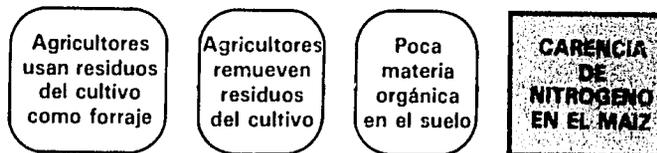
Se requiere investigación adicional de posibles causas de la baja población de plantas en frijol (Lista B). **Calidad de semilla:** Pruebas de germinación en semilla de agricultores. **Costras de suelo y cama de siembra:** Observar tasas de emergencia en los suelos de los agricultores y con sus prácticas de preparación. **Pudriciones de raíz:** Observaciones y pruebas de laboratorio.



Los problemas 10 y 11 fueron eliminados en el Paso 2 debido a su baja prioridad.

\* Problema tentativo.

- **Causas de causas.** Con frecuencia es necesario presentar más información sobre una causa particular y, al hacerlo, a veces se crean cadenas de causas. Una de las causas de la carencia de nitrógeno en el maíz es el bajo nivel de materia orgánica, lo cual, a su vez, se debe en parte a la práctica de los agricultores de remover los residuos del cultivo y utilizarlos como forraje. El diagrama de la cadena causal sería como sigue:



- **Causas múltiples.** Para un problema particular se puede identificar más de una causa. Si varios factores contribuyen a un problema, todos deben ser presentados. El diagrama puede ser relativamente complicado, como es el caso de la carencia de nitrógeno en maíz (figura 2).

Si dos causas actúan juntas, las flechas pueden unirse, como se muestra en el diagrama donde la aplicación superficial de fertilizantes es particularmente inadecuada debido a que las lluvias fuertes lavan el fertilizante. Cuando la causa es incierta, la relación puede marcarse con un signo de interrogación (?). Si posteriormente se demuestra que la causa no es importante, debe eliminarse del diagrama.

- **Los problemas como causas.** En ocasiones, dos problemas están relacionados entre sí, en cuyo caso es importante especificar cómo uno contribuye al otro. La carencia de nitrógeno se considera como una causa que contribuye a la carencia de fósforo en maíz (2) (figura 2).

## Definición de problemas y causas

A veces no es clara la diferencia entre problemas y causas. En el ejemplo, la erosión se presenta como una *causa* de la carencia de nitrógeno y de la sequía. Sin embargo, podría decirse que la erosión en sí es un *problema*, y representa una seria ineficiencia en el uso de recursos. No habría ninguna dificultad en tratar la erosión como un problema distinto que, a su vez, causa otros problemas.

La definición de problemas y causas en ocasiones cambia a medida que avanza la investigación en campos. Para el problema de la baja población de plantas de frijol (8) se proponen varias causas, entre ellas, mala preparación de la cama de siembra, mala calidad de la semilla, la formación de costras en el suelo y las pudriciones de la raíz (que es, en sí, un problema). Si se determina que una mala cama de siembra es la causa principal, el análisis se simplifica:



Si se encuentra que las pudriciones de raíz son la causa principal de la baja población de plantas, la descripción del problema cambiará. La baja población de plantas se puede considerar simplemente como un *síntoma* del problema de las pudriciones de raíz y no habrá un diagrama separado para la baja población de plantas.



Este tipo de ajuste es normal al definirse mejor los problemas y las causas en el curso de la investigación.

### **Limitaciones en la identificación de causas**

**El número de causas.** Debe limitarse el número de causas o posibles causas enumeradas para un problema. No se deben incluir especulaciones, y la cadena causal no debe ampliarse en exceso. Si hay evidencia de que un insecto está dañando las hojas de un cultivo, quizá no valga la pena relacionar la fisiología del insecto con el daño que hace. No obstante, los investigadores deben averiguar si la presencia del insecto está relacionada con cierta rotación, la época de siembra u otra posible causa que les ayude a considerar soluciones alternativas del problema. Condiciones naturales, como el viento o la lluvia, pueden contarse como causas si ayudan a considerar posibles soluciones. *Una regla útil es que no debe reunirse más información sobre la causalidad que la que permite a los investigadores pensar en soluciones prácticas para el problema.*

Cuando los investigadores consideran el tipo de trabajo de diagnóstico que se requiere para identificar causas, pueden encontrar muy útil enumerar todas las causas posibles y luego eliminar las menos plausibles. Los diagramas con muchas causas hipotéticas no son muy útiles porque el exceso de detalles y las causas ajenas pueden llevar a análisis mal enfocados. Por otra parte, si se incluye muy poca información se limita la posibilidad de encontrar soluciones ingeniosas.

**Problemas que no requieren listas de causas.** En ocasiones no es necesario proporcionar las causas de un problema dado, como en el ejemplo del insecto foliar. Si el clima y otras condiciones favorecen al insecto y no se identifican factores de manejo u otras circunstancias que pudieran agravar el ataque (y llevar a los investigadores a pensar en posibles soluciones), no es necesario diagramar causa alguna para el problema:

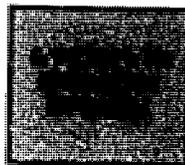


### La omisión de una práctica como causa

Las prácticas de los agricultores comúnmente se identifican como causas de problemas; por ejemplo, la aplicación tardía de fertilizantes puede ser una causa de la carencia de un nutrimento. Pero, ¿qué pasa si los agricultores no aplican fertilizante alguno, como en el caso de la carencia de nitrógeno en el frijol (5)? Esta omisión, ¿puede considerarse una causa? A veces resulta útil atribuir un problema dado al hecho que los agricultores omiten ciertas cosas (por ejemplo, utilizar fertilizante) y, cuando sea posible, explicar por qué:

La extensión no recomienda nitrógeno para el frijol

No se aplica fertilizante nitrogenado



Sin embargo, es importante percatarse de que el fertilizante no es el único medio de superar la carencia del nutrimento. El peligro de incluir la omisión de una práctica como causa es que se tiende a limitar la búsqueda de soluciones. El hecho de que los agricultores no utilicen fertilizantes ayuda a explicar la presencia del problema, pero los investigadores deben indagar si hay otras causas que sugieren soluciones alternativas.

Al considerar los investigadores por qué el agricultor no realiza cierta práctica, deben tener cuidado cuando enumeran las causas posibles. Por ejemplo, si un cultivo se puede sembrar en una época determinada del año, pero los agricultores dejan la tierra en desuso, las posibles causas deben incluir solamente aquellas expresadas por los agricultores (por ejemplo, falta de mano de obra) o las que son evidentes para los investigadores (por ejemplo, condiciones climáticas adversas). Se debe especular sobre lo que pasaría si se sembrara un cultivo (por ejemplo, pueden surgir carencias de nutrimentos), al evaluar las posibles soluciones (Paso 6, criterio 1) y no al analizar las causas.

**Se requieren más pruebas.** Si un problema no se considera lo suficientemente importante, no debe analizarse en el Paso 3 (por tanto, los problemas 10 y 11 no aparecen en la figura 2). De igual manera, si un problema no se definió bien en el Paso 1, no debe incluirse en el Paso 3. Aunque los problemas 7 y 9 no han sido confirmados, aparecen en la figura 2 porque los investigadores desean considerar sus posibles causas. Pero si un problema no está bien definido, mientras no se confirme rara vez vale la pena proponer investigación para explorar sus posibles causas.

Algunas veces los investigadores deciden que necesitan más información sobre las causas de un problema para considerar las posibles soluciones. En la figura 2 se ilustran dos de dichos casos. Se requiere mayor información sobre la fijación de fósforo en el problema 2 (carencia de fósforo en el maíz) y se propone un ensayo exploratorio sobre colocación del fertilizante. El factor experimental debe incluirse en la Lista A. El problema 8 (baja población de plantas) puede deberse a una o más causas. La investigación propuesta incluye pruebas de germinación de la semilla que utilizan los agricultores y observaciones sobre las tasas de emergencia en campos de agricultores. Estas técnicas de diagnóstico deben registrarse en la Lista B.

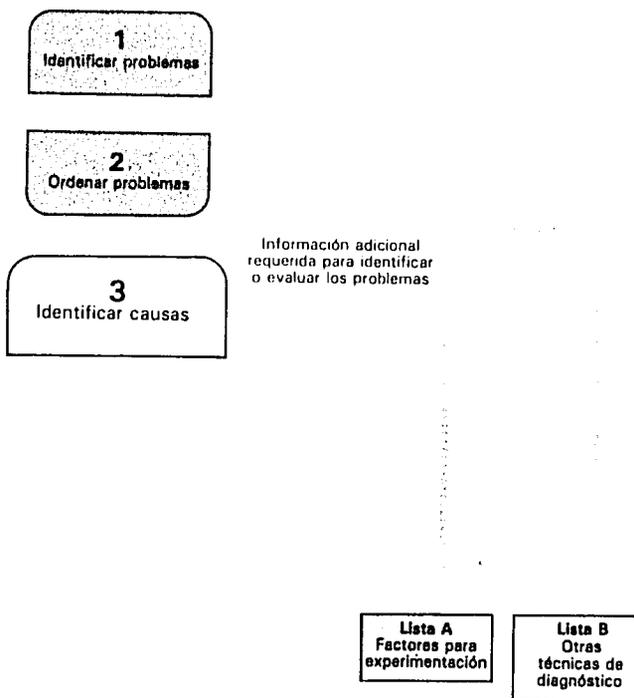
### **Resumen**

El tercer paso de la planificación es identificar las causas de aquellos problemas sobre los que existen suficientes pruebas (del Paso 1) o para los cuales sería útil analizar las causas. Esas causas pueden ser las circunstancias naturales o socioeconómicas de los agricultores o sus prácticas de cultivo. Este paso sólo debe efectuarse con los problemas que los investigadores consideren importantes (del Paso 2).

En virtud de que la causalidad de los problemas es a veces compleja, es útil diagramar las causas y problemas usando una flecha que vaya de las causas a los problemas. En algunos casos, una cadena de causas lleva a un determinado problema y, en otros, varias causas pueden contribuir al mismo problema.

La información sobre las causas de cada problema puede provenir de ensayos anteriores, encuestas u otras técnicas de diagnóstico. Los investigadores deben decidir si saben lo suficiente acerca de las causas del problema para considerar sus posibles soluciones o si necesitan más información para identificar o confirmar las causas.

Cuando las causas hayan sido enumeradas, pasan al Paso 4, en el que se consideran las interrelaciones de los problemas y las causas.



**Paso 4:**  
**Análisis de las relaciones**  
**entre los problemas y las causas**

Para ayudar a seleccionar los problemas prioritarios y considerar los factores que podrían ser examinados en el mismo ensayo, es útil examinar las relaciones entre los problemas y las causas identificadas en los pasos anteriores. En este examen deben incluirse todos los problemas que hayan sido bien definidos en el Paso 1 (junto con sus causas, conocidas y posibles) y que tengan una prioridad lo suficientemente alta.

Una manera de hacer evidente las relaciones entre problemas y causas es combinar los diagramas individuales de problemas y causas del Paso 3 en un solo diagrama de resumen, donde cada problema y causa aparece una sola vez. Si hay un gran número de problemas y causas, puede ser necesario hacer varios borradores al organizar el diagrama de resumen. No se puede decir que un solo diagrama sea el correcto: es simplemente una ayuda para visualizar las interrelaciones. El ejemplo se presenta en la figura 3 (pp. 48 y 49).

Cuando hay muchos problemas y causas relacionadas, un diagrama de resumen podría resultar demasiado grande y complicado para ser útil. En este caso se debe considerar la elaboración de resúmenes parciales más pequeños que examinen problemas que exhiban interrelaciones fuertes. Si hay problemas diferentes relacionados con grupos distintos de agricultores, se pueden requerir resúmenes separados. Si el programa de investigación estudia más de un cultivo y no hay interacciones entre ellos, se pueden hacer resúmenes separados. En la figura 3, los resúmenes para los dos cultivos se presentan juntos debido a que hay dos interacciones. La mano de obra para el deshierbe del maíz afecta el deshierbe del frijol y los dos cultivos comparten el problema de la carencia de nitrógeno. A medida que avance la investigación, podrían descubrirse otras interacciones en las prácticas de manejo empleadas por los agricultores para producir los dos cultivos, especialmente cuando se siembran en rotación.

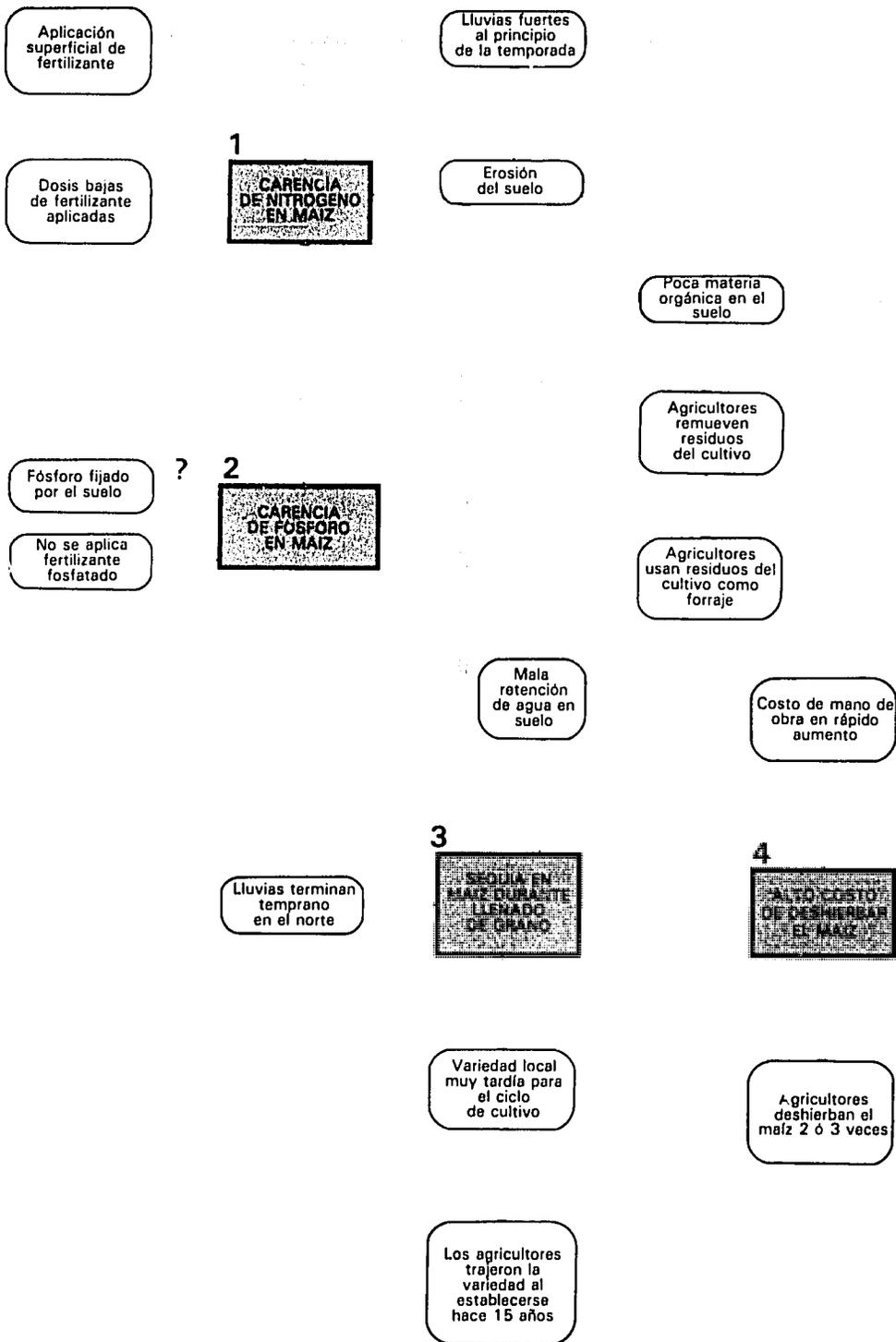
Un análisis de esta naturaleza es útil no sólo para ayudar a decidir qué problemas y causas deben recibir más atención, sino también como referencia más adelante en el proceso de planificación, cuando los investigadores consideren el diseño de los ensayos. Cabe recordar que los problemas que no hayan sido bien definidos no aparecen en este

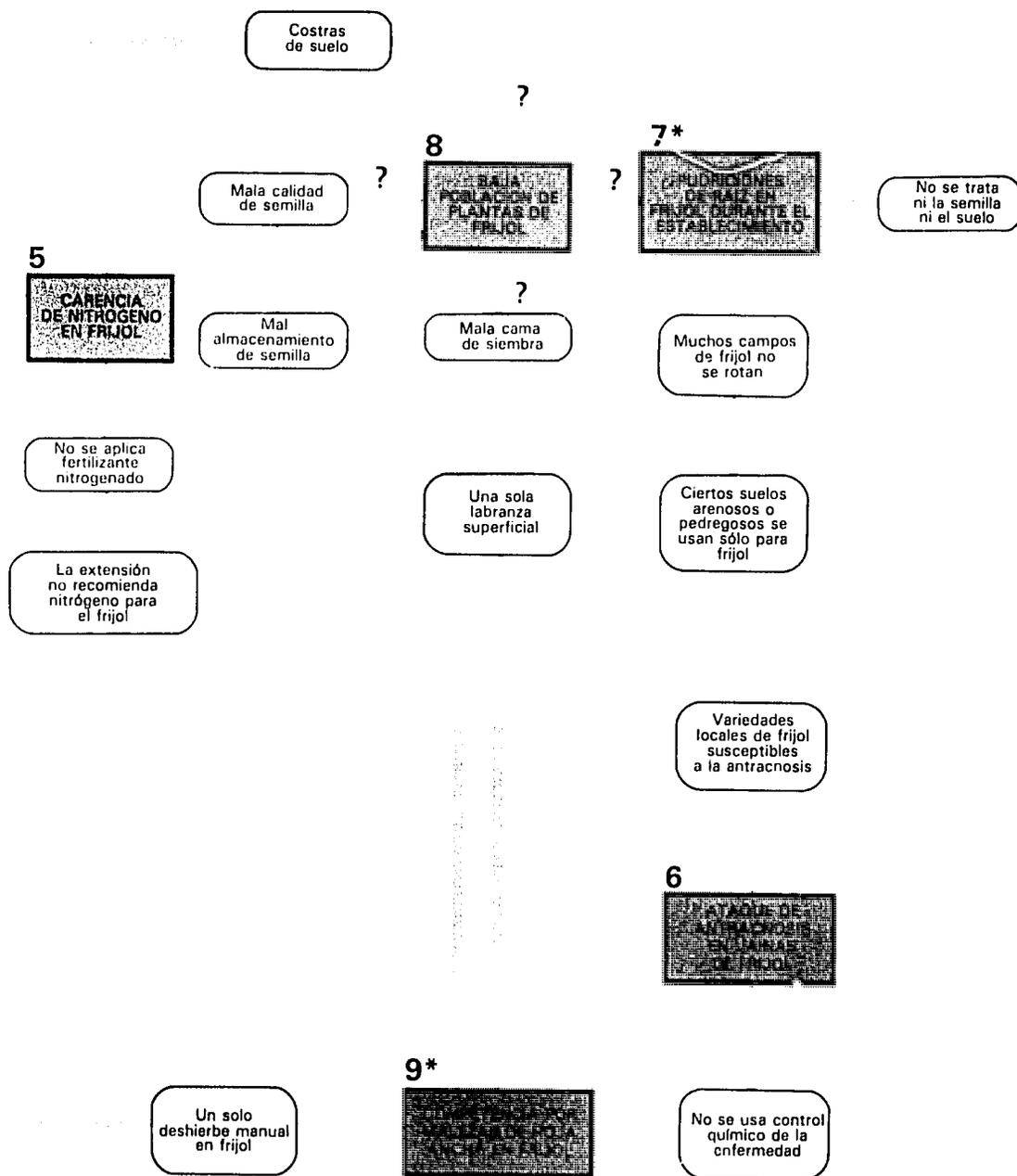
análisis. Pese a que no se ha confirmado que la competencia por malezas de hoja ancha en el frijol y las pudriciones de raíz sean problemas, aparecen debido a sus posibles interacciones con otros problemas.

Al realizar el análisis, es útil prestarle atención a cuatro tipos de relaciones entre problemas y causas.

- **Cierta causa se relaciona con más de un problema.** Al considerar las posibles soluciones, dichas causas pueden merecer más atención si ofrecen la posibilidad de resolver varios problemas a la vez. Un ejemplo es el del bajo nivel de materia orgánica en el suelo como causa de tres problemas: carencia de nitrógeno en maíz y frijol y sequía en maíz. El aumentar el nivel de materia orgánica en el suelo puede solucionar todos estos problemas. Otro ejemplo es que el disminuir la cantidad de mano de obra para deshierbar el maíz podría reducir el costo del deshierbe y también hacer que haya más mano de obra disponible para mejorar el control de malezas de hoja ancha en frijol.
- **Dos problemas están relacionados.** En este caso es necesario preguntarse si debe resolverse un problema antes de comenzar a trabajar en otro. Es probable que los agricultores cambien sus prácticas paso a paso, y la secuencia de esos pasos debe considerarse al decidir qué problemas y causas recibirán atención primero. Es necesario solucionar el problema de la carencia de nitrógeno antes, o al mismo tiempo, que la carencia de fósforo en maíz. Aunque todavía no se hayan establecido algunas relaciones, la figura 3 proporciona material para una mayor especulación. Por ejemplo, si se confirma que la competencia por malezas de hoja ancha constituye un problema en el frijol y que una de sus causas principales es la baja población de plantas, existe la posibilidad de reducir la competencia por malezas al menos parcialmente mediante algo que aparentemente no está conectado, como las mejoras en el almacenamiento de la semilla.
- **Un problema tiene varias causas.** En esos casos, las causas se pueden examinar mejor en el mismo ensayo. En la figura 3, hay dos causas que contribuyen al problema de la pudrición de la raíz: la falta de rotación de cultivos y la falta de tratamientos para la semilla o el suelo. Si ambas causas sugieren posibles soluciones al problema de la pudrición de la raíz, dichas soluciones deben ensayarse en el mismo ensayo.

**Figura 3.**  
**Problemas y causas en maíz y frijol**





\* Problema tentativo.

- **Un problema no tiene causas en común con otros problemas.** La investigación de un problema de esta naturaleza puede efectuarse en forma independiente. La antracnosis parece ser uno de estos casos, así que los ensayos para examinarla no tienen que incluir otros factores experimentales.<sup>11</sup>

### Resumen

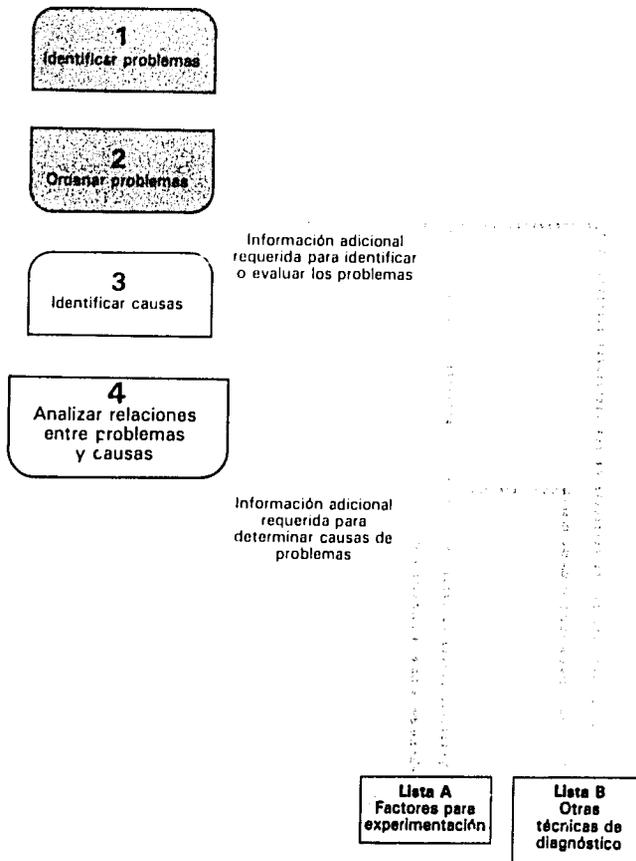
En el cuarto paso se trata de examinar las relaciones entre los problemas y las causas que se han identificado. Con mucha frecuencia, los problemas están relacionados entre sí, ya sea directamente o porque comparten causas. Este paso permite a los investigadores visualizar esas relaciones y pensar en lo que implican.

La mejor manera de examinar esas relaciones es tratar de combinar los diagramas causales de cada problema en un solo diagrama. Si la investigación incluye diferentes cultivos o grupos de agricultores que no tienen nada en común, se dibujan diagramas separados para cada cultivo o grupo de agricultores.

Un examen de la relación global es útil al establecer las prioridades de investigación. Una causa que está relacionada con más de un problema puede merecer mayor atención en la proposición de soluciones. Si un problema contribuye a otro, quizá el primero deba ser tratado antes o al mismo tiempo que el segundo. Si un problema tiene varias causas, éstas deben incluirse en el mismo ensayo. Finalmente, si un problema no tiene causas en común con otros problemas, puede tratarse por separado en el programa experimental.

<sup>11</sup> Desafortunadamente, en este caso hay interacción. Es probable que al aumentar la población de plantas incrementa el problema de la antracnosis, puesto que los efectos de la misma tienden a ser más graves con una población más densa. Por consiguiente, la experimentación con estos dos problemas debe considerarse en forma conjunta. Véase la n. 57

Después de examinar las interrelaciones, los problemas y causas que, según los investigadores, tienen suficiente importancia pasan al Paso 5, en el cual se proponen soluciones. Por lo general, no se consideran en el Paso 5 los problemas cuyas causas no están bien definidas, sino que los investigadores registran el tipo de información experimental (en la Lista A) o información de otras técnicas de diagnóstico (en la Lista B) que se requiere.



### **Paso 5: Identificación de las posibles soluciones a los problemas**

En el Paso 5 se identifican posibles soluciones a los problemas. Este paso sólo puede darse cuando los investigadores confían en la información que hay sobre un problema y su(s) causa(s). Por consiguiente, en el cuadro 3 sólo se presentan unos pocos problemas: carencia de nitrógeno en el maíz (1), sequía en el maíz (3), el alto costo de deshierbar el maíz (4), la carencia de nitrógeno en el frijol (5) y la antracnosis en el frijol (6). Hay suficiente información sobre las causas de todos estos problemas. Cabe recordar que los otros problemas no han sido abandonados, sino que se incluyen en la Lista A para ser sometidos a experimentación exploratoria o en la Lista B para un diagnóstico adicional.

En este paso, los investigadores deben considerar la mayor diversidad de soluciones posible (en el Paso 6 la lista de soluciones se acortará), entre las que pueden incluirse los insumos, las variedades y los patrones o prácticas de cultivo. Deben especificarse tan claramente como sea posible (por ejemplo, tipo de herbicida), pero la dosis o los niveles exactos se determinarán como parte del diseño experimental.

Cuando buscan posibles soluciones, los investigadores deben dedicar un tiempo considerable a reunirse en grupos para intercambiar ideas libremente. Con frecuencia resulta útil enumerar las tecnologías que ya existen para el área. Los participantes en la sesión de planificación deben revisar el trabajo local de investigación fitotécnica y de manejo de cultivos, y considerar otras innovaciones registradas en la literatura. En el cuadro 3, las soluciones 6a (nuevas variedades de frijol) y 6d (líneas con mayor aceptación en el mercado) fueron sugeridas por los mejoradores de frijol de la localidad, con base en los avances de su programa de generación de variedades. La solución 6b (productos para combatir las enfermedades foliares) provino de algunos trabajos que los patólogos habían realizado en la estación experimental.

Al considerar las posibles soluciones de los problemas, el punto de partida son sus causas, pues sugieren maneras de abordar los problemas. En el caso de la sequía en el maíz (3), una variedad de madurez más temprana no se considera la única solución posible, ya que el análisis de las causas indica también el cultivo intercalado para combatir la erosión. El examen de las causas de un problema

**Cuadro 3**  
**Posibles soluciones a los problemas (Paso 5)**

Problema	Posible solución
<p><b>1</b> Carencia de nitrógeno en maíz</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Aplicar 80 kg N/ha, la mitad al sembrar y la mitad a los 30 días en agujero junto al maíz (esta solución se probó con éxito en experimentos anteriores).</li> <li>b) Incorporar residuos de maíz para aumentar el nivel de materia orgánica en el suelo.</li> <li>c) Comprar gallinaza y aplicarla en los campos.</li> <li>d) Sembrar franjas de leucaena para combatir la erosión y suministrar nitrógeno con las hojas y la poda periódica para proporcionar cobertura.</li> </ul>
<p><b>3</b> Sequía en maíz durante el llenado de grano</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Sembrar variedad de maíz A de madurez temprana, que fue probada durante dos años y está lista para ser recomendada.</li> <li>b) Sembrar franjas de leucaena para combatir la erosión.</li> </ul>
<p><b>4</b> Alto costo de deshierbar el maíz</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Aplicar herbicida C antes de la emergencia y posponer el primer deshierbe hasta los 40 días.</li> <li>b) Aplicar herbicida D antes de la emergencia y posponer el primer deshierbe hasta los 40 días.</li> <li>c) Aplicar herbicida E antes de la emergencia y posponer el primer deshierbe hasta los 40 días.</li> </ul>
<p><b>5</b> Carencia de nitrógeno en frijol</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Aplicar fertilizante nitrogenado.</li> <li>b) Comprar gallinaza y aplicarla en los campos.</li> <li>c) Inocular la semilla con <i>Rhizobium</i>.</li> <li>d) Sembrar franjas de leucaena para combatir la erosión y suministrar nitrógeno con las hojas y la poda periódica para proporcionar cobertura.</li> <li>e) Incorporar residuos de maíz para elevar el nivel de materia orgánica en el suelo.</li> </ul>
<p><b>6</b> Ataque de antracnosis en vainas de frijol</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Sembrar variedades de frijol tolerantes J, K y L.</li> <li>b) Usar una mezcla de los fungicidas M y N.</li> <li>c) Usar una mezcla de los fungicidas P y Q.</li> <li>d) Sembrar 10 líneas de frijol resistentes a la antracnosis (tipo de semilla más comercial).</li> </ul>

No se consideraron posibles soluciones para los siguientes problemas:

**Carencia de fósforo en maíz (2).** La causa de la carencia no está clara. La experimentación exploratoria determinará si hay fijación de fósforo en el suelo. (Véase la Lista A).

**Pudriciones de raíz en el frijol durante el establecimiento del cultivo (7).** Aún no se sabe la importancia del problema. Se realizarán observaciones de campo y pruebas de laboratorio. (Véase la Lista B).

**Baja población de plantas de frijol (8).** La causa del problema no está clara. Se realizarán observaciones de campo y pruebas de germinación. (Véase la Lista B).

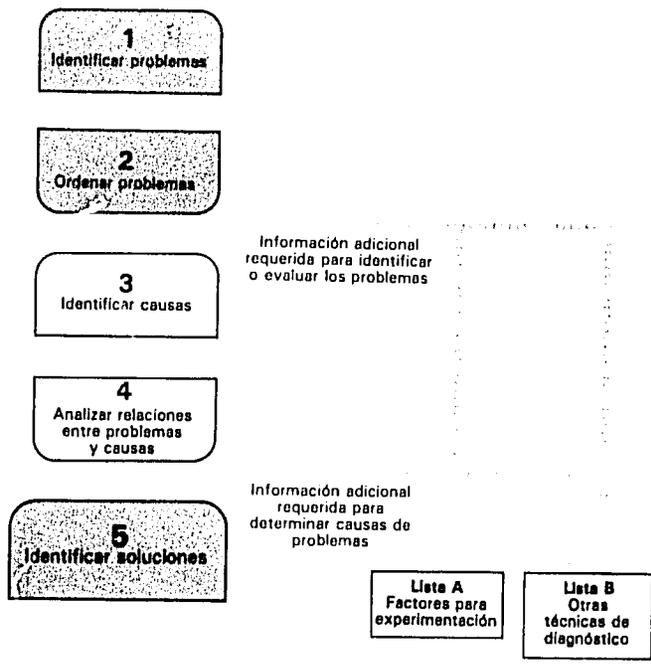
**Competencia por malezas de hoja ancha en frijol (9).** Aún no se conoce la importancia del problema. La experimentación exploratoria cuantificará la pérdida de rendimiento debida a la competencia por malezas. (Véase la Lista A).

puede ayudar a descartar algunas soluciones. Cuando se considera que una de las causas de la carencia de nitrógeno en el maíz (1) es el *método* de aplicar el fertilizante, resulta obvio que aumentar la dosis no es una posible solución.

En algunos casos, la solución a un problema ha sido ensayada en ciclos anteriores del programa experimental, y el que haya suficientes pruebas de su éxito puede significar que está lista para ser demostrada a los agricultores. Este es el caso de la solución 3a, una nueva variedad de maíz que ha mostrado un excelente comportamiento en los ensayos de los dos años pasados. La solución 1a (aplicación de fertilizantes) también ha sido evaluada durante dos años y está lista para su verificación final.

### Resumen

El quinto paso en la planificación de ensayos en campos de agricultores es enumerar soluciones para aquellos problemas sobre los cuales los investigadores tienen suficiente información y cuyas causas se comprenden lo suficiente como para sugerir posibles soluciones. Por consiguiente, las posibles soluciones para cada problema deben tener en cuenta lo que los investigadores saben acerca de las causas. Los investigadores deben anotar cualquier solución que les parezca factible, con base en su experiencia o en la investigación realizada por sus instituciones o registrada en la literatura. Todas las soluciones propuestas se evaluarán en el Paso 6.



### **Paso 6: Evaluación de las posibles soluciones**

Como la experimentación es la fase más costosa de la investigación en campos de agricultores, los investigadores deben asegurarse que las posibles soluciones incluidas en el programa experimental tengan una alta probabilidad de éxito. En el Paso 5, se consideraron muchas soluciones posibles de un problema dado. En el Paso 6, la lista de soluciones se acortará mediante la evaluación de cada solución según siete criterios:

- 1. Probabilidad de que la tecnología funcione.** Los investigadores deben considerar si la tecnología funcionará en las condiciones agroecológicas y prácticas de manejo de los agricultores en cuestión.
- 2. Rentabilidad.** Al agricultor no le interesa una nueva tecnología a menos que sea rentable.
- 3. Compatibilidad con el sistema agrícola.** Las soluciones a los problemas de los agricultores deben ser compatibles con los otros elementos del sistema agrícola, es decir, los otros cultivos y animales que maneja el agricultor, así como sus circunstancias socioeconómicas y naturales, prácticas de manejo y empleo fuera de la finca.
- 4. Contribución a la reducción de riesgos.** Al agricultor le interesan mucho las soluciones que disminuyen el riesgo de sus operaciones agrícolas.
- 5. Necesidad de apoyo institucional.** Los investigadores deben evaluar si la solución propuesta requerirá apoyo especial de los servicios de extensión, la provisión de nuevos insumos o un cambio en los programas de crédito.
- 6. Facilidad con que los agricultores pueden ensayar una solución.** Hay una mayor probabilidad de que el agricultor utilice una tecnología si la puede ensayar por sí mismo, sin una gran inversión inicial de efectivo o mano de obra.
- 7. Facilidad con que se realiza el programa experimental.** Si no existen factores que dicten lo contrario, las soluciones que se pueden ensayar a un menor costo deben preferirse a aquéllas que requieren experimentación muy costosa.

Estos criterios se presentan en un orden de importancia aproximado. Los criterios 1 y 2 son los más cruciales. Si los investigadores tienen pruebas de que la solución propuesta no funcionará o no será rentable, ésta debe descartarse. Los criterios 3, 4 y 5 también son relativamente importantes. Si las soluciones son incompatibles con el sistema agrícola, aumentan los riesgos del agricultor o requieren un gran apoyo institucional, los investigadores deben considerar la probabilidad de que la solución sea adoptada, pues a menos que ofrezca grandes ventajas, será mejor buscar otras alternativas. Los criterios 6 y 7 rara vez son suficientes, por sí solos, para eliminar una solución propuesta, pero en combinación con otros criterios, pueden sugerir que otra solución al mismo problema merece mayor prioridad.

Estos siete criterios se presentan a modo de sugerencias, y los investigadores pueden preferir otros. Sin embargo, tres temas importantes deben tratarse al establecer los criterios para evaluar las posibles soluciones:

- Los posibles beneficios de la solución para el agricultor (un punto tratado aquí en los criterios 2 y 4);
- La facilidad con la que los agricultores pueden adoptar la solución (criterios 3, 5 y 6), y
- La facilidad de investigarla (criterios 1 y 7).

Los investigadores deben ordenar las posibles soluciones según los criterios que hayan desarrollado. A continuación, deben revisar el ordenamiento y juzgar si vale la pena investigar la solución en cuestión. Las posibles soluciones deben revisarse cada ciclo. Los resultados experimentales de ciclos anteriores indicarán si ciertas soluciones deben ser promovidas, retenidas para experimentación adicional o descartadas.

En el cuadro 4 se presenta un ejemplo de cómo se evalúan las posibles soluciones.

#### **1) Probabilidad de que la tecnología funcione**

Si la solución propuesta ha sido incluida en ensayos a nivel de finca en años anteriores, los investigadores pueden juzgar su eficacia, pero si la solución no ha sido probada antes, los investigadores deben preguntarse cuán seguros están de que

funcionará en las circunstancias y con las prácticas del agricultor. Las tecnologías que son adecuadas en otras áreas o en la estación experimental no necesariamente están bien adaptadas a la situación local.

A veces una tecnología puede tener consecuencias no premeditadas, como cuando un nuevo método para combatir las malezas aumenta la erosión en terrenos de ladera. Los investigadores deben tener esos factores en cuenta. En otros casos, pueden concluir que una solución propuesta sólo tendrá éxito si se hacen cambios adicionales (por ejemplo, para usar un herbicida quizá haya que cambiar la época de aplicación o las prácticas de cultivo). En esos casos, los factores adicionales deben considerarse parte de la solución propuesta e incluirse en el resto de la evaluación.

En ocasiones la resolución de un problema puede agravar otro, como en el caso de la población de plantas y la antracnosis en el frijol: si se aumenta la población de plantas, la intensidad de la antracnosis será mayor. El problema de la baja población de plantas no ha pasado al Paso 5 porque sus causas aún se están investigando. Sin embargo, los investigadores deben asegurarse de tener alguna manera de tratar el problema de la antracnosis antes de resolver el problema de la baja población de plantas.

Cada solución posible debe evaluarse con base en la probabilidad de que funcione en la situación local. Varias soluciones posibles en el cuadro 4 reciben una alta calificación, ya sea debido a los resultados de ensayos anteriores en campos de agricultores o porque los investigadores saben cómo funcionan en situaciones similares. La falta de experiencia con las soluciones 1b, 1c, 1d, 5c<sup>12</sup> y 6d es la razón de sus calificaciones intermedias. Se ha encontrado que el fungicida Q (6c) es tóxico para el frijol si la dosis se excede. En este caso, una baja calificación es suficiente para eliminar el fungicida Q del programa experimental.

12 Existe cierto temor de que la solución 5c, *Rhizobium*, sólo funcione si se agrega potasio; por tanto, recibe una calificación intermedia y los investigadores sugieren que el potasio se incluya en la Lista A.

**Cuadro 4**  
Evaluación de posibles soluciones (Paso 6)

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Posible solución</b>	<b>Probabilidad de que la tecnología funcione</b>	<b>Rentabilidad</b>	<b>Compatibilidad con el sistema</b>	<b>Contribución a reducir riesgos</b>
<b>1a</b> 80 kg N/ha aplicados al maíz, mitad a la siembra y mitad a los 30 días, en el agujero	Alta (ya probada)	Alta	Alta	Baja
<b>1b</b> Residuos de maíz	Intermedia	(?)	Baja (agricultores usan residuos como forraje)	Alta
<b>1c</b> Gallinaza	Intermedia	Baja	Intermedia	Alta
<b>1d</b> Leucaena	Intermedia	(?)	Intermedia	Alta
<b>3a</b> Variedad de maíz A	Alta (ya probada)	Alta	Alta	Alta
<b>3b</b> Leucaena (ver 1d)				
<b>4a</b> Herbicida C antes de la emergencia	Alta (pero requiere posponer el deshierbe manual)	Intermedia	Alta	Intermedia
<b>4b</b> Herbicida D antes de la emergencia	Alta (pero requiere posponer el deshierbe manual)	Intermedia	Baja (muy tóxica para el hombre)	Intermedia
<b>4c</b> Herbicida E antes de la emergencia	Alta (pero requiere posponer el deshierbe manual)	Intermedia	Alta	Intermedia

5			6	7	Decisión final	Lista		
Apoyo Institucional (a lista D)			Facilidad de prueba por agri- cultores	Facilidad de realizar experi- mentos		A	C	D
Exten- sión	Insumos	Crédito						
x		x	Intermedia	Alta	Verificar en parcelas grandes con manejo de agricultores	✓		✓
x			Intermedia	Baja	Posponer hasta que se desarrollen otras fuentes de forraje		✓	
			Intermedia	Inter- media	Eliminar —no rentable			
x	x		Baja	Baja	Comenzar investigación para desarrollar tecnología		✓	
	x		Alta	Alta	Demostraciones	✓		✓
x			Intermedia (requiere posponer deshierbe manual)	Alta	Experimentos posible solución	✓		✓
x			Intermedia (requiere posponer deshierbe manual)	Alta	Eliminar			
x	x		Intermedia (requiere posponer deshierbe manual)	Alta	Experimentos posible solución	✓		✓

**Cuadro 4**  
(continúa)

Posible solución	1 Proba- bilidad de que la tecnología funcione	2 Rentabilidad	3 Compatibili- dad con el sistema	4 Contribución a reducir riesgos
5a Fertilización con N en frijol	Alta	Intermedia	Alta	Baja
5b Gallinaza (ver 1c)				
5c Inoculación con <i>Rhizobium</i>	Intermedia (puede requerir K)	(?)	Alta	Intermedia
5d Leucaena (ver 1d)				
5e Residuos de maíz (ver 1b)				
6a † Variedades de frijol J, K y L	Alta	Intermedia	Intermedia (sólo agricultores que no venden frijol)	Alta
6b † Fungicidas M, N	Alta	Intermedia	Alta	Alta
6c † Fungicidas P, Q	Baja (Q muy tóxico al frijol si se excede la dosis recomendada)	Intermedia	Alta	Alta
6d † 10 líneas nuevas de frijol	Intermedia	Alta	Alta	Alta

† La antracnosis tiende a ser más grave con una alta población de plantas (véase la p. 76).

5			6	7	
Apoyo Institucional (a lista D)			Facilidad de prueba por agri- cultores	Facilidad de realizar experi- mentos	Decisión final
Exten- sión	Insumos	Crédito			

Lista  
A C D

		x	Intermedia	Alta	Experimentos posible solución	✓		✓
x	x		Intermedia	Alta	Experimentos (incluir K)	✓		✓
	x		Alta	Alta	Experimentos posible solución	✓		✓
			Intermedia	Inter- media	Experimentos posible solución	✓		
			Intermedia	Inter- media	Eliminar			
	x		Alta	Alta	Experimentos posible solución	✓		

## **2) Rentabilidad**

Debe proporcionarse una estimación de la rentabilidad de cada solución propuesta. Si una solución ha sido probada en experimentos de un ciclo anterior, el análisis económico de los resultados debe dar una buena idea de su viabilidad económica. Si la solución propuesta nunca ha sido probada en campos de agricultores, de todas maneras debe intentarse una estimación de su rentabilidad. Esto implica evaluar todos los cambios en los costos para el agricultor al utilizar la nueva tecnología, y comparar dichos costos con una estimación de la diferencia en rendimiento que los agricultores pueden esperar al utilizar la tecnología en sus condiciones. Las soluciones que los investigadores consideren que tienen poca probabilidad de ser rentables actualmente o en el futuro no deben ser evaluadas en los campos de los agricultores.

La rentabilidad de cada solución posible se evalúa en el cuadro 4. Las soluciones 1a y 3a se incluyeron en experimentos en campos de agricultores en ciclos anteriores, y un análisis económico de los resultados proporcionó una estimación adecuada de la rentabilidad. Para las soluciones que no han sido ensayadas, los investigadores estimaron su rentabilidad comparando una estimación de los probables aumentos del rendimiento con el incremento de los costos que representa la nueva tecnología (véase el recuadro en las pp. 66 y 67). El análisis de rentabilidad para las nuevas variedades de frijol (6a) incluyó el hecho de que, aunque las nuevas variedades rinden más, su valor en el mercado no es tan alto como el de las variedades tradicionales. En el caso de los herbicidas para maíz (4a, b y c), no se esperan cambios en rendimiento, pero se prevén menores costos de producción. El análisis económico de la aplicación de gallinaza (1c) reveló que su rentabilidad sería bastante baja y se eliminó de la consideración. Finalmente, tres posibles soluciones (1b, 1d y 5c) presentaron tantas incertidumbres técnicas que no fue posible estimar su rentabilidad.

En ocasiones, el estimar la rentabilidad puede resultar bastante complicado y, por tanto, se requiere la asistencia especial de los economistas. Esto es cierto sobre todo con tecnologías que ofrecen beneficios a largo plazo, tales como las tecnologías para mejorar la fertilidad o estructura del suelo, o métodos para contrarrestar la erosión. Los investigadores deben considerar los beneficios y desventajas de escoger experimentación que brindará soluciones cuyos beneficios se manifestarán sólo después de varios años, en lugar de optar por la

exploración de soluciones que proporcionen resultados más inmediatos. En muchos casos, tendrán prioridad las oportunidades a corto plazo, pero, en otros, consideraciones trascendentales a largo plazo, tales como el mantenimiento de sistemas agroecológicos y/o la falta de tecnologías, dictarán una dirección diferente para el programa de investigación.

La propuesta de ensayar la siembra de franjas de leucaena es un buen ejemplo. Aunque los efectos de dicha solución probablemente no se verán hasta dentro de varios años, puede aportar mucho a mejorar la fertilidad y la retención de humedad en el suelo. Los investigadores consideran que los posibles efectos de la solución son lo suficientemente grandes como para justificar el inicio de cierto nivel de experimentación con leucaena.

### **3) Compatibilidad con el sistema agrícola**

En un diagnóstico, a los investigadores les interesa comprender las razones de las prácticas de los agricultores para definir mejor la posibilidad de proponer nuevas tecnologías. A medida que los investigadores se forman algunas ideas sobre las posibles soluciones, la compatibilidad con el sistema agrícola de cada una debe analizarse (véase el recuadro en la p. 69). Por ejemplo, en una encuesta se pregunta a los agricultores lo que piensan acerca de una determinada tecnología, por qué no la utilizan o lo que piensan que ocurriría si la usaran.

Así pues, un aspecto importante de la planificación es comparar las soluciones propuestas y lo que se sabe acerca de las circunstancias de los agricultores. Por ejemplo, se propone una nueva variedad para agricultores de autoconsumo. ¿Resulta aceptable para preparar el alimento de la familia? Se propone un cambio en los métodos de siembra que requiere más mano de obra. ¿Se dispone de mano de obra adicional en esa época del año? Se propone un nuevo herbicida. ¿Puede éste utilizarse en el patrón de rotación actual? Para decidir si una solución propuesta es compatible, los investigadores deben examinar lo que saben acerca de los requerimientos de manejo de otros cultivos y animales del sistema agrícola, los recursos de tierra y mano de obra de la familia, así como sus metas y preferencias.

En el cuadro 4 hay dos ejemplos de soluciones que son incompatibles con las circunstancias de los agricultores. La primera —la incorporación del rastrojo de maíz para aumentar el nivel de materia orgánica en el suelo (1b)— impediría su utilización

como forraje. No vale la pena insistir en esta solución, a menos que los investigadores puedan proponer una fuente alternativa de forraje, o consideren que el rendimiento adicional de los campos con más materia orgánica compense el valor económico del forraje que se pierde.

La segunda solución que es incompatible con las circunstancias de los agricultores es el uso del herbicida D (4b). Los investigadores saben que es muy tóxico, y como los agricultores de la zona de estudio no tienen mucha experiencia en el manejo de sustancias químicas, es mejor no considerar este producto.

Una solución propuesta puede ser compatible con las circunstancias de algunos agricultores y no de otros, situación que debe ser registrada. En esos casos, se debe describir el grupo particular de agricultores para quienes se pretende la solución. Por ejemplo, las variedades de frijol J, K y L (solución 6a) son aceptables para el consumo en el hogar, pero se hace un elevado descuento en su precio en el mercado. Por consiguiente, sólo son apropiadas para agricultores en pequeña escala que no venden el frijol.

Una baja calificación de su compatibilidad con el sistema agrícola no necesariamente elimina una posible solución de la consideración. Después de todo, la convicción de que los sistemas agrícolas pueden ser mejorados constituye el fundamento de la investigación en campos de agricultores. En lugar de considerar que un sistema es absolutamente inalterable, los investigadores deben basarse en lo que saben de sus características para preguntarse si comprenden los beneficios y desventajas de escoger una solución dada. En el ejemplo de la incorporación del rastrojo de maíz para aumentar la materia orgánica del suelo (1b), se sopesa la razón fundamental de la práctica actual (alimento animal, facilidad de preparar el suelo) contra las posibles ventajas de la práctica alternativa (mejor fertilidad y estructura del suelo, mayores rendimientos). En este caso, el juicio es que las ventajas del cambio no compensarán las pérdidas provocadas en el sistema actual, pero si los investigadores encuentran una fuente alternativa de forraje, esa decisión puede cambiar.

Las nuevas variedades de frijol (6a) sólo son una solución para los agricultores que no venden frijol, y la investigación de las nuevas variedades dependerá del número de esos agricultores. Si éste es muy pequeño, la solución debe abandonarse.

Sin embargo, los investigadores ya saben de líneas de frijol resistentes a la antracnosis que son aceptables en los mercados locales. Saben poco acerca de su adaptación a las condiciones de las fincas y, por consiguiente, deciden probar 10 líneas para aumentar las probabilidades de éxito (solución 6d).

#### **4) Contribución a la reducción de riesgos**

El riesgo es un factor importante que determina las prácticas de los agricultores quienes pueden escalonar las fechas de siembra para limitar las pérdidas debidas a la sequía, o sembrar distintas variedades para reducir las pérdidas por enfermedades. Dichas prácticas pueden indicar problemas fundamentales que merecen la atención de los investigadores. Por otra parte, los agricultores toman en cuenta el riesgo al considerar la adopción de nuevas prácticas.

Los investigadores deben plantearse la probabilidad de que los agricultores se enfrenten a posibles pérdidas en algunos años si adoptan una solución propuesta y la probabilidad de que esa solución aumente la estabilidad de sus ingresos. Si hay información experimental de ciclos anteriores, la variabilidad de los resultados ayudará a obtener un indicio del riesgo implícito en una solución propuesta.

En el cuadro 4, las posibles soluciones que contribuyen a disminuir los riesgos causados por la sequía o las enfermedades (3a, 6a, b, c, d) reciben calificaciones altas. Un mejoramiento del nivel de materia orgánica del suelo (1b, c, d) sin duda contribuiría a la estabilidad. Los herbicidas aplicados antes de la emergencia (4a, b, c) presentan cierto riesgo puesto que exigen que los agricultores hagan la mayor parte de su inversión en el control de malezas al comienzo de la temporada; actualmente, los agricultores ajustan su inversión en el deshierbe manual según las lluvias y el crecimiento del cultivo. Por último, el análisis de los ensayos anteriores con fertilizantes (1a, 5a) y un conocimiento del riesgo por sequía en la zona de estudio inducen a los investigadores a tener precaución con esta solución, especialmente si se utiliza en la parte norte del área.

Las bajas calificaciones a la contribución para disminuir riesgos requieren una consideración cuidadosa. Los investigadores tendrán que sopesar las ventajas de una nueva tecnología y los riesgos que ésta presenta, y preguntarse si los agricultores pueden asumir esos riesgos. En el caso de la fertilización nitrogenada (1a), se debe comparar su

## Rentabilidad

Si una solución propuesta a un problema requiere costos mayores que la práctica actual de los agricultores, se debe hacer una evaluación de los beneficios producidos por esos costos adicionales. Esta evaluación es una parte importante del análisis de los ensayos en campos de agricultores. Una forma de llevarla a cabo es elaborar un presupuesto parcial y luego realizar un análisis marginal para los costos que varían y los beneficios netos de cada tratamiento.<sup>13</sup> El presupuesto parcial incluye:

- Los beneficios brutos de cada tratamiento (el rendimiento multiplicado por el precio de campo del producto);
- El total de costos que varían para cada tratamiento, y
- Los beneficios netos (los beneficios brutos menos el total de costos que varían).

El análisis marginal examina los cambios en los costos que varían y beneficios netos entre tratamientos. En el caso sencillo de un ensayo con dos tratamientos (la práctica de los agricultores y una alternativa), el cambio en los beneficios netos se divide por el cambio en los costos que varían para obtener una tasa marginal de retorno. La tasa de retorno debe estar por encima de la tasa de retorno mínima aceptable para los agricultores (típicamente entre 50 y 100%) antes de que la alternativa pueda ser recomendada.

Estos mismos conceptos pueden utilizarse para evaluar las soluciones propuestas antes de incluirlas en los ensayos. Los costos adicionales debidos a la solución propuesta y el precio de campo del producto pueden utilizarse para calcular el aumento *mínimo* del rendimiento que sería aceptable para los agricultores. Así los investigadores juzgarán si la solución puede producir ese aumento en el rendimiento.

A continuación se presenta un ejemplo de los cálculos, aplicados a la solución propuesta 1c, gallinaza. El primer paso es calcular todos los costos adicionales. En este caso, los investigadores proponen que los agricultores apliquen gallinaza

<sup>13</sup> Se expone un método de efectuar el análisis económico en la investigación en campos en CIMMYT (1988).

además de los fertilizantes que ahora utilizan. Por tanto, los costos adicionales son todos los costos (expresados en \$/ha) relacionados con la gallinaza:

Costo de 8 t de gallinaza	\$ 96
Costo de transportar la gallinaza a la finca	12
Costo de aplicar e incorporar la gallinaza	<u>20</u>
Aumento total en costos de la solución propuesta	\$128

Segundo, cabe recordar que los agricultores no sólo desean recuperar los costos adicionales en los que han incurrido sino que también esperan que su inversión produzca un beneficio. Si la tasa de retorno mínima es del 50% (es decir, por cada \$1 invertido, los agricultores desean recuperar el \$1 y \$0.50 adicionales), entonces la tasa mínima que los agricultores esperan es de  $1.5 \times \$128$  ó \$192.

En tercer lugar, es necesario estimar el precio de campo del maíz, es decir, lo que un kilogramo adicional de maíz vale para el agricultor. El precio de campo es el precio que el agricultor puede recibir al vender el maíz, menos todos los costos proporcionales al rendimiento relacionados con la cosecha y la venta del grano. En este caso, el precio de campo del maíz se calculó en \$0.12/kg.

Finalmente, el retorno mínimo se divide por el precio de campo para determinar el aumento mínimo en rendimiento que el agricultor espera:

$$\frac{\$ 192}{\$0.12/\text{kg}} = 1600 \text{ kg}$$

En este caso, los investigadores juzgaron que es muy poco probable que la aplicación de esta cantidad de gallinaza produzca un aumento en el rendimiento de 1600 kg de maíz/ha y, por tanto, decidieron no considerar esta solución.

Aunque estos cálculos no siempre dan respuestas claras acerca de la factibilidad de las soluciones propuestas, es muy importante que los investigadores tengan una buena idea de los cambios en los costos que implica cada una de las soluciones que proponen, antes de incluirlas en los ensayos en campos de agricultores.

baja calificación contra la alta rentabilidad (media) que produjo en los experimentos. Los investigadores tendrán que analizar cuidadosamente los riesgos financieros para los agricultores antes de recomendar la fertilización nitrogenada. Parte del riesgo de la tecnología está relacionada con la sequía, y como los investigadores creen que han identificado algunas soluciones para ese problema, existe la esperanza de que la fertilización nitrogenada no implicará riesgos muy altos para los agricultores.

##### **5) Necesidad de apoyo institucional**

Los servicios de extensión deben formar parte de las actividades de investigación en campos, donde pueden utilizar ciertos ensayos para demostrar nuevas tecnologías a los agricultores. Algunas de las soluciones propuestas serán adoptadas sin necesidad de un apoyo institucional especial, en tanto que otras requerirán que los servicios de extensión capaciten a los agricultores. En el ejemplo se incluyen: hacer dos aplicaciones de nitrógeno en maíz (1a); incorporar los residuos del maíz (1b); sembrar franjas de leucaena (1d); aplicar herbicidas antes de la emergencia para controlar las malezas en maíz (4a, b, c), e inocular el frijol con *Rhizobium* (5c).

Algunas soluciones propuestas pueden requerir insumos que actualmente no se consiguen en el área. Los investigadores deben decidir si existen otras opciones, o si vale la pena comunicarse con quienes tienen a su cargo el suministro de insumos para asegurar que los agricultores podrán obtener un insumo dado, pues es inútil recomendar un insumo que no pueden obtener. Por ejemplo, el herbicida E actualmente no se consigue en el área. Si los ensayos iniciales indican que es promisorio, los investigadores tendrán que averiguar si es posible ponerlo a disposición de los agricultores. Si la nueva variedad de maíz (3a) va a utilizarse debido a los buenos resultados obtenidos en los ensayos, los investigadores deben asegurarse que se está considerando la producción y distribución de esa semilla. Si las variedades (6a) o líneas (6d) de frijol son un éxito, también será importante el suministro de semillas. Asimismo, los investigadores deben considerar la disponibilidad de material de siembra de leucaena (1d) y de inóculo de *Rhizobium* (5c).

## Compatibilidad con el sistema agrícola

El concepto de los sistemas agrícolas ha recibido una atención cada vez mayor en los últimos años. La base de este concepto es que muchos agricultores manejan un conjunto muy complejo de cultivos, animales y empresas fuera de la finca, y que sus opciones respecto a qué cultivar y cómo hacerlo están condicionadas por circunstancias, tanto naturales como socioeconómicas, y por las limitaciones impuestas por otros elementos del sistema. Aunque los investigadores dirijan su atención hacia uno o unos pocos cultivos del sistema, es necesario que se percaten de que las prácticas aplicadas a dichos cultivos dependen de las circunstancias de los agricultores y los requerimientos de manejo de otros elementos del sistema. Al evaluar las posibles soluciones, se debe tomar en cuenta su compatibilidad con el resto del sistema agrícola. A continuación se presentan dos ejemplos.

En una zona de estudio, la competencia por malezas en el frijol se consideraba un problema grave. Se propuso como solución que los agricultores realizaran un deshierbe manual adicional, pero el análisis del sistema agrícola mostró que la mano de obra es muy escasa durante la época en la que debería realizarse el deshierbe adicional. En esa época, la mayoría de las familias cosechan café en las plantaciones vecinas. El café constituye una fuente muy importante de ingresos para los agricultores, y es poco probable que los beneficios de un deshierbe manual adicional del frijol puedan competir con ellos. Por tanto, fue necesario considerar soluciones alternativas al problema de las malezas.

En otra zona de estudio, un problema relacionado con la falta de humedad durante la temporada de crecimiento del trigo llevó a los investigadores a proponer una labranza muy temprana para conservar la humedad. Sin embargo, los agricultores apacientan a los animales, que forman parte importante del sistema agrícola, en los campos justo hasta la siembra. Por consiguiente, la solución de la labranza temprana no es muy compatible con el sistema agrícola, y la ventaja que aporta tendría que sopesarse contra las limitaciones impuestas por el manejo que los agricultores dan a sus animales.

En ocasiones, una solución propuesta requiere que los agricultores tengan acceso al crédito, y los investigadores deben determinar si la solución es factible y si vale la pena hablar con funcionarios a cargo de la política de crédito. En la zona de estudio, los agricultores pueden obtener algún crédito para comprar fertilizante para el maíz y el frijol. Si se ha de recomendar más fertilizante, sería conveniente que hubiera más crédito disponible.

Cuando una solución requiere apoyo institucional, debe investigarse su factibilidad antes de que la experimentación avance demasiado. Si un insumo determinado no puede obtenerse, debe descartarse como posible solución. Ninguna de las soluciones propuestas en el ejemplo fue descartada debido a dicho factor, pero varias exigen que los investigadores indaguen sobre la disponibilidad de insumos, créditos o programas de extensión.

#### **6) Facilidad con que los agricultores pueden ensayar una solución**

Es más probable que los agricultores se interesen en soluciones que pueden ensayar poco a poco, especialmente si han hecho una inversión considerable. Por ejemplo, les interesará menos una solución que requiera la adquisición de un nuevo implemento que probar un insumo que puedan comprar en pequeñas cantidades. Sin embargo, esta consideración no debe utilizarse para descartar posibles soluciones que requieren una gran inversión. En lo que respecta a la maquinaria, por ejemplo, unas pocas personas podrían invertir en un nuevo implemento y luego desarrollar un mercado de alquiler.

En el cuadro 4 aparecen varias soluciones que los agricultores pueden probar fácilmente poco a poco, incluidas las nuevas variedades (3a y 6a, d). Otras soluciones posibles son un poco más difíciles de ensayar en forma gradual. La siembra de franjas de leucaena requiere que los agricultores hagan una inversión considerable al principio y recibe una calificación baja. Esto no es suficiente para eliminarla de la consideración, pero los investigadores deben percatarse de que será menos fácil que los agricultores adopten esta solución que otras alternativas.

Asimismo, los agricultores prefieren cambiar sus prácticas paso a paso. Cuando sea posible, las tecnologías deben probarse de tal manera que se les pueda ofrecer una serie de cambios en lugar de un

paquete del tipo "todo o nada". No obstante, a veces la única alternativa es proponer una combinación de cambios, como cuando un nuevo método de labranza exige cambios en las prácticas del deshierbe, o una nueva variedad requiere una densidad de siembra diferente. Pero cuanto más compleja sea la recomendación, más difícil será que los agricultores la adopten rápidamente. Tres de las soluciones propuestas en el cuadro 4 presentan cierto grado de complejidad. El cambio en las prácticas de fertilización (1a) incluye un cambio tanto en la dosis como en el método de aplicación. El uso de herbicidas antes de la emergencia (4a, b, c) hace necesario que los agricultores pospongan el deshierbe tradicional a los 30 días hasta los 40 días, para no destruir la capa de herbicida. Ninguna de las dos soluciones es tan compleja como para ser inaceptable, pero constituyen un ejemplo de los factores que deben tenerse en cuenta al juzgar si una innovación será aceptable para los agricultores. Respecto a la inoculación con *Rhizobium* (5c), los investigadores temen que sólo funcione en combinación con la aplicación de potasio. Si éste fuera el caso, quizá tenga que eliminarse.

#### **7) Facilidad con que se realiza el programa experimental**

Resulta más costoso investigar determinadas soluciones y, por tanto, pueden recibir menor prioridad en el programa experimental. Los ensayos a largo plazo con rotaciones, o experimentos que requieren observaciones y mediciones frecuentes, son ejemplos de investigaciones que pueden ser muy costosas. No obstante, si ofrecen la mejor posibilidad de resolver un problema de producción dado, obviamente deben considerarse. Pero si hay alternativas que no son tan costosas, probablemente recibirán mayor prioridad. Sobre todo en los primeros años de la investigación en campos en una área, si los experimentos son muy complejos, pueden impedir a los investigadores establecer antecedentes de colaboración sólida con agricultores y extensionistas. Al ir adquiriendo más experiencia en el área y en las dificultades de manejar los ensayos en campos, los investigadores podrán realizar experimentos más complejos.

En el cuadro 4, varias soluciones plantean interrogantes en cuanto a la facilidad con que se pueden ensayar. Los experimentos con fungicidas (6b, c) son de dificultad intermedia porque requieren parcelas grandes. La incorporación de los residuos del maíz (1b) y la siembra de leucaena (1d) reciben

bajas calificaciones porque requieren varios años de experimentación. En el caso de leucaena, los investigadores consideran que vale la pena seguir adelante con la investigación, a pesar de que requiere un programa experimental bastante complicado. La incorporación de los residuos del maíz ya ha sido eliminada debido a su incompatibilidad con el sistema agrícola.

#### **Evaluación final de las posibles soluciones**

En la última columna del cuadro 4 se presentan decisiones tentativas sobre el futuro de cada una de las posibles soluciones. Son tentativas porque hay que considerar otros factores (como la importancia de cada problema) y también las decisiones que se tomarán más adelante respecto al número y tipo de experimentos. No obstante, es importante resumir el análisis que se ha hecho en el Paso 6.

La evaluación global se puede hacer de varias maneras, por ejemplo, asignarle puntajes a cada calificación en las diversas categorías y luego sumarlos. Si se está considerando un gran número de soluciones posibles, el asignarles puntajes constituye una buena manera de comenzar. Como en el cuadro 4 solamente se considera un número pequeño de soluciones posibles, la evaluación se hizo en forma cualitativa.

Dos soluciones incluidas en experimentos anteriores han funcionado de tal manera que el trabajo con ellas continuará: antes de recomendarla, la fertilización nitrogenada (1a) en el maíz se verificará en parcelas grandes bajo el manejo del agricultor y la nueva variedad de maíz (3a) formará parte de las demostraciones realizadas por los servicios de extensión. La baja calificación a la estabilidad de la fertilización nitrogenada significa que los investigadores tendrán que poner atención especial en analizar el riesgo antes de hacer la recomendación final. La calificación de otras soluciones (4a, c; 5a, c; 6a, b y d) es lo suficientemente alta como para considerarlas en el programa experimental. Todas se incluyen en la Lista A. Se considera que vale la pena ensayar la siembra de leucaena (1d) como parte de investigaciones a plazo más largo, y se incluye en la Lista C. Se abandona la idea de incorporar los residuos del maíz hasta que se desarrollen otras fuentes de forraje y, por tanto, se incluye en la Lista C. Debido a serias dudas acerca de las soluciones 1c, 4b y 6c, éstas se han dejado a un lado. En la Lista D, se registran las soluciones que se incluirán en los experimentos y que requieren apoyo institucional.

## Resumen

El sexto y último paso en la identificación de los factores que se ensayarán es evaluar las soluciones propuestas en el Paso 5, que deben considerarse a la luz de sus características técnicas, la capacidad de los agricultores de adoptarlas y lo que costará investigarlas. Los investigadores deben establecer criterios claros para evaluar cada solución; aquí se presentan siete.

El primer criterio para evaluar las soluciones propuestas es la probabilidad de que la tecnología funcione en las condiciones agroecológicas y con las prácticas de manejo del agricultor. El segundo criterio es la rentabilidad estimada de la solución. Si la solución no satisface cualquiera de estos dos criterios, es casi seguro que se le eliminará.

El tercer criterio es si la solución propuesta es o no compatible con el sistema agrícola, es decir, con las circunstancias naturales y socioeconómicas en las cuales operan los agricultores. El cuarto criterio es el grado al cual la solución ayuda a disminuir los riesgos de los agricultores. El quinto criterio es hasta qué punto se necesita el apoyo de los servicios de extensión, el crédito o los proveedores de insumos, para asegurar que la solución sea adoptada. Si hay dudas acerca de cualquiera de estos criterios, la solución propuesta debe examinarse muy cuidadosamente antes de continuar el trabajo.

El sexto criterio es la facilidad con que los agricultores pueden ensayar la solución propuesta. El séptimo es la facilidad de realizar el programa experimental para probar la solución propuesta, incluidos el tiempo y el gasto que se requieren. Ninguno de estos dos criterios es suficiente, por sí solo, para eliminar una solución de la consideración, pero son importantes para decidir entre soluciones que de otra manera son similares.

Una vez que los investigadores hayan calificado cada solución propuesta con base en estos criterios, deben tomar una decisión en cuanto a su futuro. Si se piensa que una solución propuesta es aceptable para la investigación en campos, se incluyen en la lista de factores experimentales (Lista A). Si una solución propuesta tiene posibilidades, pero requiere más investigación antes de ser probada en las condiciones de los agricultores, se incluye en la lista de temas para investigación a plazo más largo (Lista C). Si la solución propuesta requiere la consideración especial de los servicios de extensión y los

proveedores de crédito o insumos (el quinto criterio), se anotan en la lista D interacciones sugeridas con las instituciones correspondientes.

**1**  
Identificar problemas

**2**  
Ordenar problemas

**3**  
Identificar causas

**4**  
Analizar relaciones entre problemas y causas

**5**  
Identificar soluciones

**6**  
Evaluar soluciones

Información adicional requerida para identificar o evaluar los problemas

Información adicional requerida para determinar causas de problemas

**Lista A**  
Factores para experimentación

**Lista B**  
Otras técnicas de diagnóstico

**Lista C**  
Investigación a más largo plazo

**Lista D**  
Apoyo institucional

## **Resumen de los seis pasos: Listas de conclusiones**

El trabajo descrito en los seis pasos de la planificación por lo general requiere de varios días de discusión y se basa en muchos meses o años de investigación. Por consiguiente, es importante resumir las conclusiones de esas discusiones y registrarlas de modo que los investigadores puedan utilizarlas. Una manera de resumir las conclusiones es mediante una serie de listas. Aquí se sugieren cuatro listas. La Lista A contiene todos los factores experimentales planteados en los seis pasos. En particular, enumera los factores exploratorios que han sido sugeridos para examinar problemas (Paso 1) y causas (Paso 3), y las posibles soluciones a problemas bien definidos que recibieron una evaluación favorable en el Paso 6. En la Lista B se sugieren otras actividades de diagnóstico, útiles para obtener más información sobre los problemas o sus causas. La Lista C resume las sugerencias para investigaciones a plazo más largo, derivadas de la evaluación realizada en el Paso 6. La Lista D resume las conclusiones de la evaluación (también realizada en el Paso 6) del apoyo institucional necesario para promover las soluciones propuestas.

### **Lista A: Factores experimentales**

La meta principal de la planificación es elaborar una lista de factores experimentales para experimentos en campos de agricultores (en el cuadro 5 se presenta un ejemplo). Dichos factores experimentales provendrán de tres fuentes.

- 1) **Factores exploratorios.** Algunos problemas (Paso 1) o causas (Paso 3) requieren información experimental adicional. Los factores experimentales ayudarán a los investigadores a explorar la importancia o la causa de un problema.

El control de malezas de hoja ancha en el frijol con el herbicida Z es un factor exploratorio que ayuda a comprender un posible *problema*. El lugar dónde se aplica el fósforo en la planta de maíz es un factor exploratorio para examinar la *causa* de la carencia de fósforo en maíz. Los factores exploratorios no necesariamente representan soluciones posibles: se puede examinar una dosis de fósforo mayor que la económica simplemente para ver si hay respuesta. Sin embargo, hasta donde sea

posible, las decisiones acerca de cuáles factores exploratorios son apropiados deben basarse en los criterios para evaluar soluciones que aparecen en el cuadro 4.

- 2) **Posibles soluciones.** Si el problema y su(s) causa(s) son claros, los factores experimentales son los insumos, las variedades o las técnicas especificadas como posibles soluciones en el Paso 6, y quizá hayan sido probados en experimentos anteriores.

La aplicación de fertilizantes nitrogenados en el maíz se encuentra en las etapas finales de ensayo y la variedad de maíz A de madurez temprana está lista para ser recomendada (cuadro 5). Otras posibles soluciones (por ejemplo, los herbicidas C y E o las variedades de frijol J, K, L) serán probadas por primera vez para ver si dan resultados aceptables. Para cada solución posible se debe identificar el grupo de agricultores para quienes la solución es apropiada. Los agricultores pequeños que no venden la mayor parte de su frijol serán un grupo objetivo para probar las variedades de frijol J, K y L, que a otros agricultores no interesarán en virtud de su bajo precio en el mercado. Sin embargo, a todos los agricultores les interesarán los productos M y N para combatir la antracnosis. La variedad de maíz A de madurez temprana se pretende principalmente para los agricultores en el norte de la zona de estudio.

- 3) **Otros factores.** Hay factores que quizá no provengan directamente de la identificación de problemas, causas o soluciones, pero que de todas maneras deben considerarse para el programa experimental. Dichos factores se derivan del conocimiento de los investigadores de sus posibles interacciones agronómicas con los factores que se están ensayando. Un ejemplo es que los investigadores consideran que la inoculación con *Rhizobium* debe ensayarse en presencia de potasio. Otro es que en los ensayos para controlar la antracnosis hay que tomar en cuenta la densidad de plantas del frijol.

Cabe subrayar que no todos los factores que aparecen en el cuadro 5 formarán parte del programa experimental. Su inclusión dependerá de los recursos existentes y del número y tipo de experimentos que el equipo de investigación pueda manejar.

**Cuadro 5**  
**Lista A: Resumen de factores para la experimentación**

<b>1 Factores exploratorios</b>	<b>Fuentes</b>
Herbicida Z para frijol	Para explorar si las malezas de hoja ancha son un problema. Paso 1, No. 9
Colocación del fósforo en maíz	Para explorar la falta de respuesta económica al fósforo. Paso 3, No. 2
<b>2 Posibles soluciones</b>	
1a 80 kg N/ha en dos aplicaciones	
3a Variedad de maíz A (particularmente para el norte de la zona de estudio)	
4a Herbicida C	
4c Herbicida E	
5a Fertilizante N para frijol	
5c Inoculación con <i>Rhizobium</i>	Paso 6 (Resumen del cuadro 4)
6a Variedades de frijol J, K y L (para agricultores que no venden frijol)	
6b Mezcla de fungicidas M, N	
6d 10 líneas nuevas de frijol	
<b>3 Otros factores</b>	
Potasio	Paso 6, No. 5c (Nota en columna 1, cuadro 4) Posible interacción con <i>Rhizobium</i>
Densidad de plantas en frijol	Paso 6, No. 6 a, b, c, d (Nota de llamada a pie, cuadro 4) Posible interacción con antracnosis

### **Lista B: Datos para un diagnóstico continuo**

Si bien ciertas actividades de diagnóstico se efectúan antes de comenzar los experimentos, el diagnóstico debe proseguir durante la experimentación. Al juzgar la importancia de los problemas (Paso 1) y buscar sus causas (Paso 3), los investigadores pueden encontrar que ciertas herramientas de diagnóstico son útiles y deben registrarse. La Lista B (cuadro 6) proporciona ejemplos que resumen las necesidades de datos no experimentales sugeridas en los Pasos 1 y 3. Las herramientas de diagnóstico pueden incluir técnicas para reunir datos, como las revisiones de datos secundarios, entrevistas con los agricultores, observaciones de campo y pruebas de laboratorio. Estas técnicas exigen tiempo adicional de los investigadores y su utilización debe planearse e integrarse tanto como sea posible con el programa experimental.

**Cuadro 6. Lista B: Datos necesarios para el diagnóstico continuo de problemas y causas**

<b>Datos requeridos</b>	<b>Fuente</b>
Examinar datos meteorológicos para determinar la frecuencia de la sequía.	Paso 1, No. 3. Se necesita para un análisis del problema del estrés por sequía en maíz.
Entrevistar agricultores que comienzan a utilizar herbicidas en maíz.	Paso 1, No. 4. Una encuesta informal con usuarios de herbicidas para comprender mejor el problema del alto costo del deshierbe.
Muestreo de campo y pruebas de laboratorio para confirmar los patógenos que causan pudriciones de raíz.	Paso 1, No. 7. Para una descripción adicional del problema de las pudriciones de raíz.
Pruebas de germinación para la semilla de frijol de los agricultores.	Paso 3, No. 8. Ver si la calidad de semilla causa baja población de plantas.
Observación de la emergencia del frijol en las condiciones edáficas y prácticas de preparación del agricultor.	Paso 3, No. 8. Para ver si las condiciones edáficas y de labranza son causas de las bajas poblaciones de plantas.

**Lista C: Sugerencias para investigaciones a más largo plazo**

El análisis efectuado durante la planificación es útil no sólo para identificar metas a corto plazo para la experimentación en campos de agricultores, sino también para ayudar a orientar investigaciones a más largo plazo. Al considerar las posibles soluciones a los problemas en el Paso 6, los investigadores con frecuencia encontrarán aspectos que requieren atención en la estación experimental o en otros tipos de investigación. Dichos aspectos deben ser registrados y discutidos con los investigadores apropiados. En el cuadro 7 se presentan ejemplos.

**Cuadro 7. Lista C: Sugerencias para investigaciones a más largo plazo**

<b>Investigación</b>	<b>Fuente</b>
Fuentes alternativas de forraje	Paso 6, No. 1b, 5e. Los agricultores no incorporan residuos de maíz porque los utilizan como forraje; deben investigarse otras fuentes de forraje apropiadas para la región.
Leucaena	Paso 6, No. 1d, 3b, 5d. Se propone la siembra de franjas de leucaena como posible solución de problemas relacionados con la fertilidad del suelo y retención de humedad; se debe hacer investigación inicial para identificar variedades de leucaena apropiadas, investigar cómo podrían sembrarse y analizar su viabilidad económica.

**Lista D: Sugerencias para mejorar el apoyo institucional**

La evaluación de posibles soluciones en el Paso 6 puede producir sugerencias para mejorar el apoyo institucional. Una revisión de la columna 5 en el cuadro 4 ayudará a resumir los aspectos que deben tratarse con los extensionistas o los encargados de las políticas (cuadro 8).

Los extensionistas deben participar en todas las etapas de la investigación en campos de agricultores y asumir la mayor parte de la responsabilidad de verificar y demostrar las nuevas tecnologías. Además, deben participar sobre todo en experimentos con posibles soluciones que requerirán programas especiales de extensión y que deben anotarse en la Lista D.

No se puede subestimar la disponibilidad de insumos. Si se recomiendan nuevas variedades, los investigadores deben asegurarse que exista un sistema de suministro de semilla. Los investigadores tienen la responsabilidad de plantear a proveedores de insumos, tanto públicos como privados, lo que implican los resultados de la investigación respecto a la disponibilidad y calidad de los insumos. Cabe señalar que las propuestas para cambiar el suministro de insumos pueden necesitar una preparación considerable, y también un estudio de la razón fundamental de la política actual. No se debe suponer que el solo hecho de comunicar a los encargados de las políticas las ventajas de los nuevos insumos será suficiente para generar el cambio.

Los datos de los experimentos en campos de agricultores también pueden utilizarse para sugerir cambios en la composición o requerimientos de un programa de crédito, como en el ejemplo de los fertilizantes.

**Cuadro 8.**  
**Lista D: Mejoramiento del apoyo institucional**

**Extensión**

Los extensionistas deben participar en verificar la aplicación de nitrógeno en maíz (1a), la aplicación de herbicidas antes de la emergencia (4a, c) y la inoculación con *Rhizobium* (5c), para que puedan comenzar a considerar posibles estrategias de extensión para esas tecnologías.

**Insumos**

Los investigadores deben asegurar que haya un sistema de producción de semilla para la variedad de maíz A, que está siendo demostrada a los agricultores (3a), y también deben investigar la posibilidad de producir semilla de las variedades de frijol J, K y L (6a). Los investigadores deben hablar con los distribuidores de insumos para determinar si el suministro del herbicida E (4c) puede asegurarse.

**Crédito**

A los funcionarios del crédito se les debe poner al tanto de los experimentos con fertilizantes en maíz (1a) y frijol (5a). Si dichas soluciones resultan aceptables, sería útil que hubiera más crédito disponible.

## Resumen

Las conclusiones de los pasos de la planificación se resumen en cuatro listas. La primera contiene todos los factores que se deben considerar para los experimentos en campos, incluidos los factores exploratorios que ayudan a reunir información sobre los problemas y sus causas, y las posibles soluciones a problemas bien definidos. La segunda lista sugiere actividades de diagnóstico adicionales sobre los problemas o sus causas. La tercera lista resume las propuestas de investigaciones a plazo más largo relacionadas con las posibles soluciones, y la cuarta contiene sugerencias que aseguran que habrá apoyo institucional para las soluciones en cuestión.

**1**  
Identificar problemas

**2**  
Ordenar problemas

**3**  
Identificar causas

**4**  
Analizar relaciones  
entre problemas  
y causas

**5**  
Identificar soluciones

**6**  
Evaluar soluciones

Información adicional  
requerida para identificar  
o evaluar los problemas

Información adicional  
requerida para  
determinar causas de  
problemas

**Lista A**  
Factores para  
experimentación

**Lista B**  
Otras  
técnicas de  
diagnóstico

**Lista C**  
Investigación a  
más largo plazo

**Lista D**  
Apoyo  
institucional

# Comentario final sobre las prioridades

Los pasos presentados en este documento constituyen una guía para fijar las prioridades de la experimentación en campos de agricultores. Los resultados de dicho análisis se resumen en cuatro listas y los puntos enumerados pueden someterse a un escrutinio posterior. Incluso después de mucho debate y de la eliminación de muchos temas de investigación sugeridos durante la sesión de planificación, las listas finales pueden contener más puntos que los que el programa de investigación puede manejar, por lo cual tendrán que tomarse decisiones adicionales. Si la planificación abarca más investigación que la que los recursos y el personal del programa permiten realizar, esto resulta en estudios a medias, ensayos que no se analizan e incluso no se cosechan y mucho esfuerzo inútil.

Los factores experimentales resumidos en la Lista A han sido sometidos a dos revisiones, en las que se tomaron decisiones acerca de la importancia de los problemas y sus interrelaciones. Los factores experimentales se someterán a análisis adicionales cuando se tomen decisiones sobre el diseño experimental: ¿cuántos tipos de experimentos pueden manejarse y cuántos factores deben tratarse en un experimento?<sup>14</sup> Los puntos en las Listas de resumen B, C y D también deben examinarse con cuidado. ¿Cuáles actividades de diagnóstico son las más importantes y pueden ser manejadas por el equipo de investigación? ¿Cuáles son las prioridades de la investigación a más largo plazo? ¿Cuáles aspectos merecen el análisis y la preparación especial necesarias para las discusiones con los encargados de las políticas?

Estas son decisiones difíciles. Los pasos presentados en este documento son sólo una guía para fijar prioridades. No son fórmulas para tomar decisiones, sino sugerencias para guiar el debate, y su verdadera utilidad depende mucho de la energía e imaginación de los investigadores que las utilicen.

<sup>14</sup> Exactamente cuáles factores se investigarán en un programa experimental depende de cuáles se pueden acomodar en ensayos bien diseñados, y también de los recursos disponibles para el programa. Véase Woolley (1987).

# Bibliografía

Byerlee, D., M. Collinson et al. 1980. *Planeación de tecnologías apropiadas para los agricultores: Conceptos y procedimientos*. México, D.F.: CIMMYT.

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

Delp, P., A. Thesen, J. Motiwalla y N. Seshadri. 1977. *Systems Tools for Project Planning*. Bloomington, Indiana: PASITAM.

Gómez, K.A. y A.A. Gómez. 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. Segunda edición. Nueva York: John Wiley.

Harrington, L. y R. Tripp. 1984. *Dominios de recomendación: Un marco de referencia para la investigación en fincas*. Documento de Trabajo 02/84 del Programa de Economía del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México, D.F.: CIMMYT.

Huxley, P.A. y P.J. Wood. (Sin fecha.) *Technology and Research Considerations in ICRAF's "Diagnosis and Design" Procedures*. International Council for Research in Agro-forestry. Documento de trabajo No. 26. Nairobi, Kenya: ICRAF.

Mutsaers, H.J.W. 1985. *An Approach to the Organization of On-Farm Research Training Workshops*. Instituto Internacional de Agricultura Tropical, Boletín de investigación en fincas No. 3. Ibadán, Nigeria: IITA.

Rhoades, R.E. y R.H. Booth. 1982. *Farmer-Back-To-Farmer: A Model for Generating Acceptable Agricultural Technology*. Centro Internacional de la Papa, Departamento de Ciencias Sociales. Documento de trabajo 1982-1. Lima, Perú: CIP.

Van Der Veen, M.G. 1984. *Setting research priorities: A review*. Módulo de capacitación del Instituto Internacional de Investigación sobre el Arroz D 06. Los Baños, Filipinas: IRRI.

Woolley, J. 1987. *El diseño de ensayos para la investigación en campos de agricultores*. Documento de trabajo en borrador. Cali, Colombia: CIAT.