

INVESTIGACION EN SISTEMAS DE CULTIVO

P. Hobbs

(Traducción: L. Harrington
y L. Ibáñez)

La intensificación de cultivos tiene como meta usar en forma más eficiente y completa los recursos del agricultor. Para lograr el éxito, tiene que producirse más productos agrícolas y también mejorar el bienestar del agricultor. Si suponemos que el agricultor puede aumentar la intensificación de sus cultivos, a la vez suponemos que él tiene recursos que no usa, o bien recursos que usa en forma ineficiente, en cuanto a recursos actuales y potenciales se refieren. Sin embargo, tenemos que considerar que al usar un recurso hasta el máximo, que sea mano de obra, tracción animal o mecánica, o agua, el sistema puede ser menos estable.

La producción anual total de una extensión de terreno se puede aumentar a través de: mejorar el rendimiento del cultivo actual; sembrar un cultivo "extra" durante el año; o sustituir un nuevo cultivo de alta productividad por algún cultivo existente. En Asia, muy frecuentemente, se encuentran sistemas complejos que abarcan varios cultivos. Así es difícil aumentar la producción sin una comprensión amplia del sistema actual de cultivos.

La investigación agrícola tradicional, está enfocada en un solo cultivo, con el fin de optimizar la producción de este cultivo. Mucho del manejo de cultivos individuales ("componentes de tecnología") se desarrolla en las estaciones experimentales, usando métodos de investigación que todos conocemos. El énfasis ha sido en el desarrollo de variedades rendidoras,

que ofrecen una respuesta alta a los varios insumos agrícolas. A pesar de que esta clase de investigación ha tenido cierto éxito, los resultados no han sido adoptados por los agricultores hasta el nivel que se esperaba. Un ejemplo surge de Bangladesh, donde, a pesar de que han pasado diez años desde la introducción de variedades de alto rendimiento de arroz, en solamente el 15% del hectareaaje de arroz se siembran estas variedades. El motivo principal por la falta de adopción de nuevas variedades por los agricultores consiste en que las variedades disponibles no caben dentro de todas las zonas agro-climáticas del país y por lo tanto, no rinden tanto como se espera bajo condiciones de manejo por los agricultores. En algunos casos, las variedades locales tienen mejor adaptación a la zona local y son más rentables en ese contexto.

Debido a lo arriba mencionado, IRRI y varios programas nacionales de investigación agrícola en Asia dispusieron adoptar un enfoque por sistemas de cultivo en lugar del enfoque tradicional por cultivo. En el enfoque por sistemas, consideraciones físicas, biológicas y socioeconómicas se incluyeron en la investigación y la agricultura se consideró como un patrón anual en lugar de un solo cultivo. El trabajo se llevó a cabo en campos de agricultores, lo cual permitió un análisis de las restricciones sociales, económicas y también ambientales que afectan a la producción. Así llegaron rápidamente a mejores recomendaciones para la producción de varios cultivos, que tomando en cuenta las importantes variaciones en las condiciones agrícolas.

La siguiente es una breve descripción de la estrategia de investigación en sistemas de cultivos. Antes de describir la estrategia, se explican algunos de los términos que se usan.

La mayor parte de las fincas, sobre todo las pequeñas en países en vía de desarrollo, combinan varias actividades de producción. La actividad de producir cultivos se puede llamar su "sistema de cultivos". Dicho sistema se compone de varios "patrones de cultivo" y cada patrón puede involucrar varios cultivos. El patrón de cultivos se refiere a todos los requerimientos para la producción de varios cultivos en una sola parcela en el transcurso de un año. El patrón de cultivos incluye ambos, la selección de cultivos y el manejo de cada uno. El sistema de cultivos abarca todos los componentes necesarios para la producción de un conjunto de cultivos en una finca, y las relaciones entre los cultivos y el ambiente exterior. Tales componentes incluyen factores como tecnología, mano de obra y capacidad de manejo.

El manejo de un cultivo abarca la ubicación de ese cultivo en el tiempo y en el espacio, y las prácticas culturales correspondientes. Las prácticas culturales se refieren a las prácticas tales como selección de variedad, forma y época de siembra, fertilización, manejo de agua, manejo de plagas y enfermedades, y forma de cosechar. En conjunto ese "manejo" se llama "tecnología de componentes".

El ambiente incluye las variables relacionadas con la tierra y el clima, tales como precipitación, disponibilidad de riego, perfil del suelo en cuanto a textura y nivel del agua, fertilidad del suelo, ubicación topográfica del campo, duración del día, altura, radiación solar y temperatura; también incluye factores económicos tales como el costo y disponibilidad de insumos de fuerza, mano de obra, efectivo y mercados para el producto; y los factores

socioeconómicos como precios, costos, costos de mercadeo y costumbres relacionadas con las preferencias de algunas comidas o prácticas culturales.

Debido al hecho que siempre hay varios ambientes, dentro de los cuales se lleva a cabo la producción, la investigación en sistemas de cultivos formula recomendaciones técnicas para cada ambiente. La recomendación misma indica cuáles son las prácticas de manejo apropiadas para un dado ambiente. El patrón de cultivos recomendado se compara con el patrón de cultivos del agricultor, en el mismo ambiente donde él trabaja.

Para la investigación en sistemas de cultivos, hubo necesidad de desarrollar ambos, una estrategia general y un conjunto de métodos específicos sobre la investigación en campos de agricultores. La estrategia general tuvo que cumplir con los siguientes requisitos:

- 1) La clase de investigación tiene que relacionarse con un ambiente específico de producción. O sea, tiene que tomar en cuenta las limitaciones físicas y socioeconómicas en la sede de trabajo.

- 2) Los agricultores tienen que participar en el proceso de investigación. Así hay seguridad de una retro-alimentación rápida de ellos, sobre las restricciones a la adopción de tecnologías prometedoras, en cuanto a insumos, manejo, equipos o mercados. Queremos utilizar, lo más posible, la capacidad de los agricultores en el proceso de evaluar nueva tecnología. No tenemos el fin de demostrar hechos ya conocidos por el agricultor; tampoco como estu-

diantes ante el agricultor todo-conocedor. Somos científicos trabajando en un proceso de aprendizaje y evaluación, utilizando al máximo todos los recursos disponibles.

3) La investigación tiene que considerar varios cultivos y tener un carácter multi-disciplinario.

4) La investigación debe enfatizar la formulación de patrones de cultivos que puedan aumentar la intensidad de cultivar y que puedan ser usados por los agricultores.

La siguiente metodología de investigación puede llevarse a cabo por un pequeño equipo de científicos jóvenes, trabajando en un sitio escogido con el apoyo de algunos ayudantes de campo. Este equipo, que trabaja bajo la supervisión de científicos con más experiencia, lleva a cabo todas las fases de investigación en el sitio. Este equipo, junto con sus ayudantes de campo, efectivamente convierten el "sitio" en una mini-estación experimental, con los experimentos sembrados en campos de agricultores. Las ventajas incluyen una supervisión adecuada de encuestas y experimentos; la posibilidad de evaluar ambos, el patrón de cultivos del agricultor y los patrones recomendados con bastante precisión; y la posibilidad de lograr una confianza con los agricultores locales. El problema mayor con este arreglo consiste en proveer apoyo logístico a los investigadores jóvenes mientras estén en el campo.

La estrategia de investigación en sistemas de cultivos aparece en el Cuadro No. 1.

SELECCION DEL SITIO

El sitio se define como un área dentro de la cual un equipo de investigación diseña y prueba nuevos sistemas de cultivos. El sitio muchas veces se escoge para representar clases de tierra o ambientes de producción que se encuentran sobre grandes áreas, y que representan lugares con potencial de incrementar la producción. Un sitio puede ser un área contigua, o bien, varias áreas escogidas. En cuanto a que el sitio represente otras áreas con un ambiente parecido, los resultados del experimento se pueden llevar a estas áreas.

Otros criterios para seleccionar un sitio incluyen las prioridades de desarrollo nacional, accesibilidad del sitio y la capacidad de integrar un equipo de investigación para esta área. Un aspecto práctico de la selección del sitio es que, primero se escoge el sitio en base a los criterios mencionados, y después los agricultores que son del sitio se usan como colaboradores en la investigación. Así hay una colaboración con agricultores de toda clase económica y por lo tanto, se evita el problema de escoger solamente grandes agricultores o gente activa en la política.

Si el equipo de investigación vive en el mismo sitio, es necesario buscar alojamiento adecuado. El equipo de todos modos debe vivir lo más cerca posible al sitio, para mantener la supervisión diaria que el trabajo requiere.

DESCRIPCION DEL SITIO

Esta es la primera actividad del equipo de investigación en el sitio. El equipo observa los patrones de cultivos actuales, mientras establece una confianza con los agricultores del sitio. Una descripción del sitio identifica los distintos complejos de producción en la región y los explica en términos de cambios ambientales. La descripción incluye factores físicos, biológicos, económicos y socioeconómicos.

La observación cuidadosa de los sistemas existentes en el área pueden indicar cuáles son los factores más importantes en determinar el "comportamiento" del patrón de cultivos. Esta clase de investigación tradicionalmente se hace por el economista. Muchas veces, grandes encuestas de "base" se llevan a cabo para recolectar estos datos, pero por lo general el análisis de los datos es muy prolongado y por lo tanto de poco provecho. En la investigación de sistemas de cultivos bajo consideración, el equipo entero (que incluye un economista) va a gastar tres años o más estudiando el sitio. Durante esta temporada, muchos datos útiles se pueden agregar a la descripción del sitio. Debido al hecho de que el estudio preliminar tiene que ser rápido y corto, ese estudio no debe incluir aquellas variables que pueden dejarse para después (por ejemplo, dosis de fertilización en campos específicos, valor del jornal, etc.). Además algunos datos pueden recogerse de fuentes secundarias, tales como datos de suelos del clima y de los resultados de investigación previa sobre tecnología de componentes. El agrónomo y el economista deben trabajar en conjunto con el fin de decidir cuáles son los datos de más importancia para usarse en las etapas posteriores de diseño de patrones de cultivos.

La descripción del sitio puede incluir un análisis de la disponibilidad de agua, la distribución de precipitación, la época y probabilidad del principio de la estación de lluvias, etc. Si el riego es disponible, el equipo debe conocer el horario de regar, la fuente de agua y la confiabilidad de esa fuente.

Las condiciones socioeconómicas del sitio son importantes. La disponibilidad y el uso actual de tales recursos como tierra, mano de obra, crédito, y fuerza, y el apoyo infraestructural (crédito, insumos, mercados) son factores importantes.

Para evaluar el impacto futuro de la investigación en un sitio, una descripción de los niveles actuales de bienestar, distribución del ingreso y nutrición pueden ser de importancia.

La descripción del sitio deja al equipo una idea de los niveles de insumos utilizados por los agricultores, y el nivel de rendimiento que él obtiene de los insumos que aplica. Esto facilita, en el momento de diseñar nuevos patrones de cultivo, estimados adecuados de retornos a insumos comprados que se necesitan en el sitio. También ayuda a escoger los niveles de tratamientos en experimentos de fertilización, control de insectos y control de malezas.

El esfuerzo que se hace en elaborar la descripción del sitio depende de lo siguiente:

1) La disponibilidad de gente capacitada para recoger, analizar e interpretar los datos. Hay que recordar que lleva más tiempo analizar que recoger datos.

2) La disponibilidad de recursos para analizar los datos rápidamente. Por lo general, si el análisis no se puede hacer con una calculadora de mano por el mismo economista, será menos útil.

3) La clase de restricción en el área. Si la disponibilidad del agua es la restricción más importante, este factor merece una explicación más amplia.

La fase de descripción es una forma de recoger datos útiles mientras se establece la confianza con los agricultores del sitio. Todas las fuentes de información deben ser usadas, incluyendo el conocimiento actual del agricultor. La descripción puede ir completándose durante la estancia del equipo de investigación en el sitio.

DISEÑO

La fase del diseño del proceso de investigación se compone de dos actividades: el diseño de patrones mejorados de cultivos y el diseño del programa general de investigación para llevarse a cabo en el sitio en un año dado. El diseño se hace a través de una reunión entre los integrantes del equipo local y algunos visitantes que representan varias disciplinas

Entre todos, diseñan nuevos patrones de cultivos a probarse, que reflejan las prioridades para la investigación en el sitio que ellos mismos establecen. Durante esta reunión generalmente, es posible, identificar cuáles son los datos adicionales necesarios para mejorar el diseño.

El diseño de un patrón de cultivos identifica la secuencia de cultivos y también el manejo de cada cultivo. El nivel de manejo tiene que reflejar los recursos disponibles al agricultor. El diseño considera tres criterios:

1) Factibilidad biológica: ¿Cabe el patrón dentro de la situación física y climatológica del sitio? Un patrón factible en cuanto a la biología cabe dentro de estas condiciones de tal manera que se puede lograr rendimientos aceptables, sin producir problemas serios de inestabilidad.

2) Factibilidad económica: La factibilidad económica se determina a través de la capacidad del agricultor de llevarlo a cabo con los recursos que él tiene a su disponibilidad. Se mide a través de la disponibilidad de tales recursos como mano de obra, insumos químicos, tracción animal y tracción mecánica, crédito y mercados para los productos. Esta estructura de disponibilidad determina el nivel de manejo y los niveles de insumos que se pueden usar.

3) Viabilidad económica: La viabilidad se determina por los costos de los insumos y la comercialización de los productos.

Una vez que se ha escogido el patrón de cultivos y el nivel de manejo de cada cultivo incluido en ese patrón, es aconsejable, antes de la siembra,

pedir que algunos agricultores locales revisen los nuevos diseños, sobre todo los agricultores que van a sembrar los patrones nuevos. Así se puede obtener muy buenos consejos de los agricultores antes de la siembra -y ellos se sienten más parte del equipo. Los agricultores escogidos manejarán los nuevos patrones de cultivos para que se les pueda evaluar bajo el manejo del agricultor.

Durante el primer año, la tecnología de componentes (o sea, el nivel de manejo) se basa en la información de la descripción del sitio, las recomendaciones técnicas vigentes y la investigación previa en el sitio o en lugares semejantes. Mientras pase el tiempo, el equipo aprende más en el mismo sitio sobre el manejo de los varios cultivos; esta experiencia sirve como base para escoger niveles de manejo (tecnología de componentes) después del primer año.

Para que sea factible un patrón de cultivos, no debe aumentar el uso de un insumo durante épocas de escasez de dicho insumo. La viabilidad económica se puede estimar a través de presupuestos elaborados en el momento de diseñar los nuevos patrones. Al principio, los costos se estiman en base a datos que surgen de la descripción del sitio. Después dichos costos se pueden ajustar de acuerdo a los datos obtenidos de un programa de registros de finca.

Los programas de investigación en el sitio son los siguientes:

- 1) La prueba de patrones de cultivos.
- 2) La evaluación de los patrones de cultivo de los agricultores.

- 3) La investigación sobre tecnología de componentes.
- 4) Las encuestas dirigidas a problemas especiales.

El programa de investigación está diseñado en base a la investigación previa que haya sobre el sitio, y el tamaño del equipo. Mucha de la investigación para llevarse a cabo se basa en experiencia previa y las opiniones de los agricultores sobre las alternativas que se les presentan.

El diseño y prueba de los nuevos patrones de cultivo se hace en comparación con los patrones actuales. Los patrones de los agricultores se evalúan usando datos detallados sobre un pequeño número de fincas que representan el rango de insumos que se utilizan en el sitio.

La investigación sobre tecnología de componentes es diseñada de acuerdo a los niveles de manejo de los cultivos que abarca el patrón, dado los recursos disponibles localmente. Mientras el equipo haga el diseño de nuevos patrones, van a encontrar áreas en donde la información necesaria hace falta.

Durante el primer año, es generalmente útil recoger información sobre la disponibilidad de humedad, los efectos de fechas de siembra, las plagas y enfermedades más comunes, las malezas de mayor importancia y la respuesta de los cultivos a los macro-nutrientes. Tiene como fin identificar los factores que tienen un impacto notable en la rentabilidad del cultivo (sin tratar de explicar los mecanismos biológicos de lo observado). Dichos estudios iniciales son útiles para identificar problemas y dar una retro-alimentación hacia la estación experimental, para que los científicos que allí trabajan puedan dar un mejor

enfoque a su propio trabajo.

La prueba de la nueva tecnología de componentes se puede llevar a cabo en campos de agricultores, usando diseños sencillos de tratamientos super-impuestos. En estos "experimentos super-impuestos" uno o dos factores varían, lo demás del manejo del cultivo queda como lo hizo el agricultor. No hay ninguna descripción de las actividades normales del agricultor sobre el manejo de su cultivo. La revisión continua de las parcelas experimentales indica al equipo de investigadores cual fue el nivel de manejo que hizo el agricultor, y cuales fueron las respuestas a los tratamientos super-impuestos. Dichas respuestas se pueden analizar fácilmente utilizando presupuestos parciales. Muchas veces al agricultor se le da algunos insumos como incentivo por su participación.

Si los experimentos super-impuestos se complican, estos pueden molestar al agricultor y por lo tanto el perdería interés en manejar la parcela. Esto puede traer como consecuencia un experimento mal-entendido, ya que el investigador no siempre puede contar con suficiente tiempo para manejar el cultivo en forma adecuada. Sin embargo, si no hay ninguna estación experimental que represente el ambiente del sitio, experimentos complicados (como aquellos sembrados en estaciones experimentales) pueden ser diseñados y sembrados en campos de agricultores. Por lo general, en esta situación, el investigador maneja el cultivo y alquila la tierra del agricultor, para que al agricultor no pierda.

En los experimentos manejados por los investigadores, se puede analizar un rango de factores mucho mayor de los que se puede analizar con experimentos super-impuestos. Estos experimentos tienen como fin entender en forma más pre-

cisa la respuesta a los insumos, y evaluar algunos tratamientos que son muy riesgosos como para incluirse desde el principio en las pruebas de patrones de cultivo, conducidos por los agricultores. Para que estos experimentos produzcan resultados útiles, es necesario contar con personal que se quede en el sitio.

EXPERIMENTACION

La fase de experimentación abarca la evaluación de ambos, el patrón del agricultor y los patrones experimentales, ambos, cultivado y manejado por agricultores locales. La prueba y la evaluación se basa en un proceso de comunicación logrado a través de reuniones frecuentes con los agricultores durante el año agrícola.

Los patrones de cultivos y su manejo se prueban en campos de agricultores con el fin de verificar las siguientes suposiciones:

- 1) El sistema propuesto cabe bien dentro del ambiente físico del sitio. Los rendimientos tienen que alcanzar un nivel aceptable, y tienen que ser estables.
- 2) Se cumplen con los requerimientos del sistema de recursos económicos.
- 3) El manejo del patrón es óptimo.
- 4) El sistema (o sea, el patrón de cultivos) satisface los criterios económicos establecidos.

Un esqueleto de los trabajos involucrados en la prueba de patrones de cultivos, los requerimientos de datos, etc., se ve en el Cuadro No. 3.

El primer paso es establecer los criterios de evaluación. Debe haber un énfasis en la productividad de los recursos que se consideran como críticos en la región, por ejemplo retornos a mano de obra, crédito, tierra, etc. El patrón potencial se compara con el patrón actual.

Los patrones son diseñados por los investigadores, discutidos con los agricultores y manejados por ellos. Este proceso facilita la identificación de varios problemas de manejo que no se notan en pequeñas parcelas, debido a que en pequeñas parcelas el investigador tiene un control total sobre los trabajos y muchas veces ellos hacen ligeros cambios en el manejo con el fin de evitar problemas. En los experimentos manejados por los investigadores, es difícil de medir los conflictos en el uso de recursos entre el patrón actual y el patrón propuesto, ya que es el investigador el que proporciona todos los recursos.

Las modificaciones en un patrón de cultivos o su manejo que introduce el agricultor es un índice de conflictos en el uso de recursos. Las observaciones de los agricultores (a pesar de que pueden ser difíciles para interpretar) ayudan a entender la potencialidad y las limitaciones de una patrón dado, bajo las condiciones de ellos.

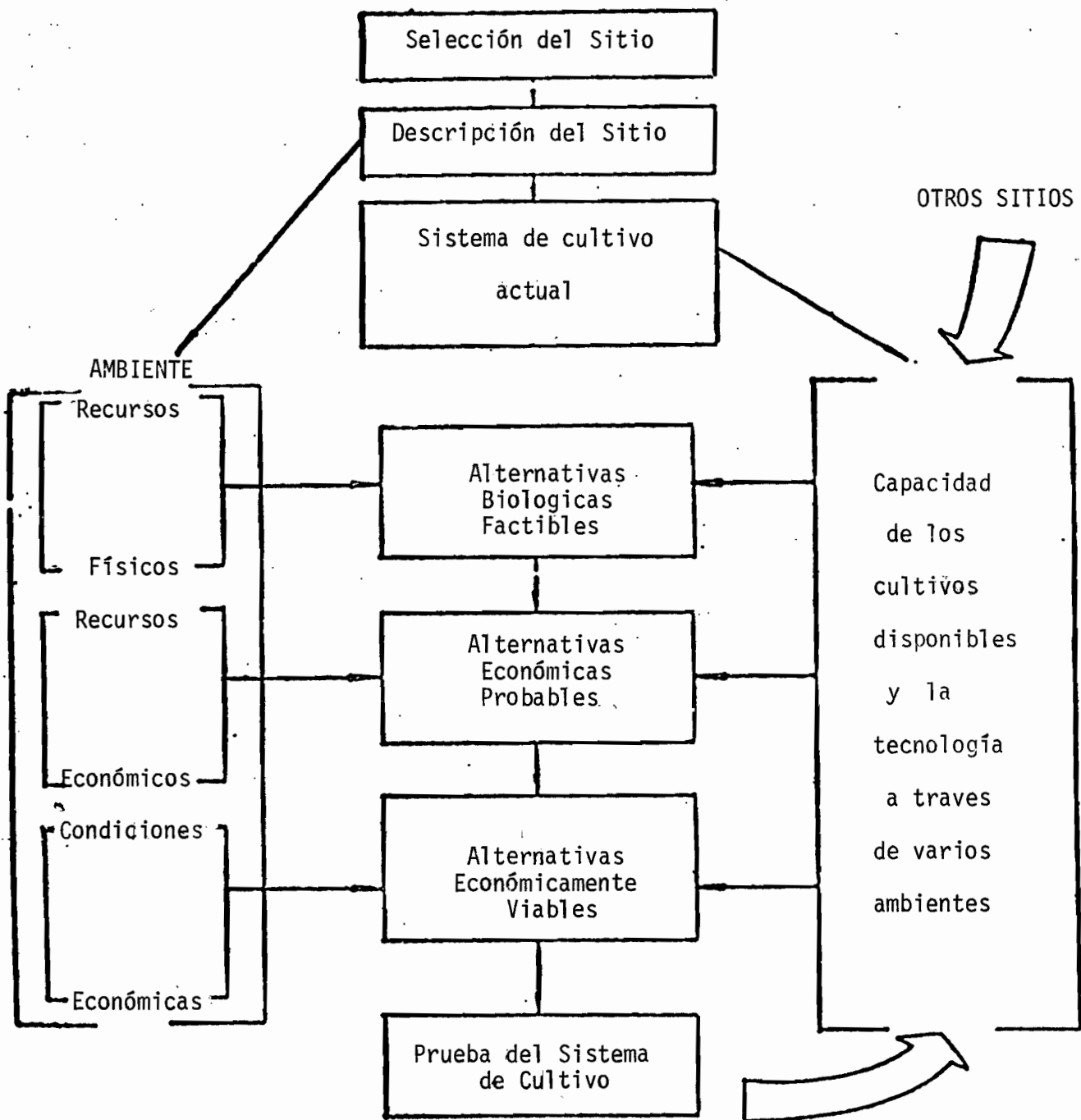
Los colaboradores en investigación se escogen entre los agricultores del sitio y ellos siembran y cuidan los nuevos patrones. Cuatro o cinco repeticiones por cada patrón se prueban con varios agricultores y en varios campos. Al mismo

tiempo, la investigación sobre la tecnología de componentes se lleva a cabo, son siembras repetidas en varios campos. De allí se toman los datos necesarios y se lleva a cabo un análisis económico en base a los criterios ya establecidos.

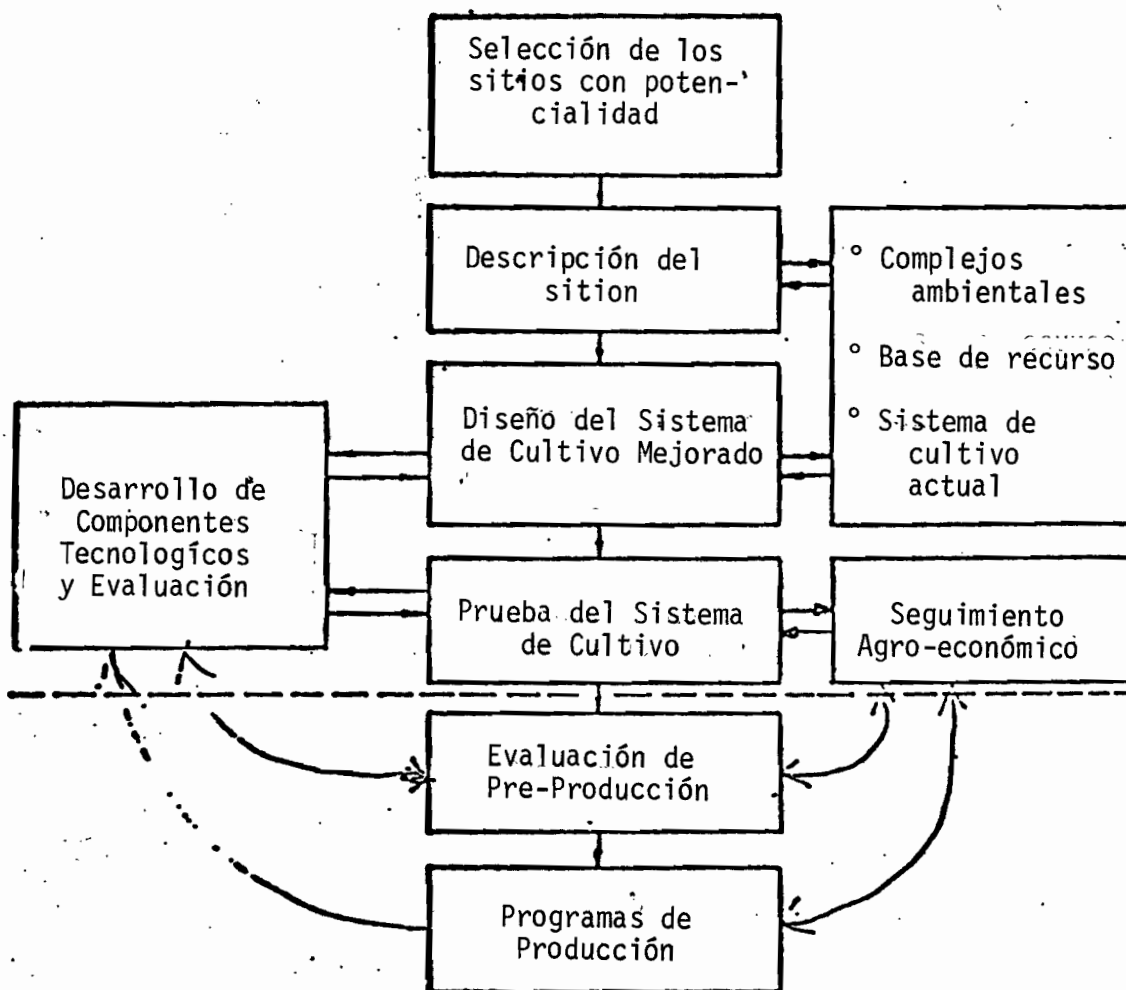
Como resultado hay dos posibilidades. Puede ser que se encuentre un patrón de cultivos muy atractivo, que el agricultor adopta, o puede ser que los patrones probados no funcionen en la forma esperada. En este caso, sin embargo existe una retro-alimentación de datos sobre por qué el patrón no fue aceptado y qué es lo que hay que hacer para mejorar el patrón.

Después de unos tres años, el equipo de investigación debe tener una base muy completa de datos sobre el sitio, más algunos patrones de cultivos que son atractivos localmente incluyendo las recomendaciones para el manejo de cada uno. De allí que el equipo pueda mudarse a otro sitio (aunque los economistas deban regresar después de algunos años para medir el impacto de la investigación en el sitio).

En este informe no se discute el próximo paso, de evaluación pre-comercial en la cual el patrón se evalúa en gran escala en localidades con ambientes parecidos a los del sitio de investigación. Esta etapa generalmente, se lleva cabo por gente de extensión agrícola con la ayuda del investigador, y sirve para identificar las limitaciones de tipo infraestructural que aparecen cuando el patrón se utiliza en gran escala.



Cuadro No. 2. Esquema del diseño de las alternativas de los sistemas de cultivo para un ambiente dado



Cuadro No. 1. Modelo de la metodología de investigación en sistemas de cultivo para un sitio seleccionado