

# Conceptos metodológicos sobre investigación y desarrollo de tecnología para sistemas de producción de cultivos

Centro Interamericano de  
Documentación e Información  
Agrícola

15 DE ABRIL 1988

C. I. D. I. A.  
Turrialba, Costa Rica



## VOLUMEN I

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
I Conceptos sobre Metodología de Investigación y Desarrollo de Tecnología para Sistemas de Producción de Cultivos. <i>Carlos Burgos</i> . . . . .	1
II Caracterización Socioeconómica de áreas como parte de la Metodología de Investigación para el Desarrollo de Tecnología Agrícola. <i>Margarita Meseguer</i> . . . . .	9
III Diseño de Opciones Tecnológicas para mejorar Sistemas de Producción de Cultivos de Pequeños Agricultores. <i>Raúl Moreno</i> . . . . .	17
IV Etapa Experimental de la Investigación en Sistemas de Cultivo. <i>José Arze B.</i> . . . . .	34
V Validación/Transferencia de Opciones Tecnológicas mejoradas para Agricultores de un área definida. <i>Luis A. Navarro</i> . . . . .	60
VI El Papel y la Aplicabilidad del Análisis Económico en la Metodología de Investigación . . . . .	78
VII APENDICE . . . . .	128
Diseño de opciones tecnológicas. <i>Carlos F. Burgos</i> . . .	129
Registro de información de experimentos en sistemas de cultivo. <i>José Arze B.</i> . . . . .	144
Una región como un sistema . . . . .	182

## PRESENTACION

El presente documento, constituye uno de los tres volúmenes que fueron elaborados como material de apoyo educativo para el curso "Investigación y desarrollo de tecnología para sistemas de producción de cultivos". Su preparación se basa en las contribuciones técnicas realizadas por los especialistas del Departamento de Producción Vegetal del CATIE y profesores invitados.

El curso es realizado por el Departamento de Producción Vegetal, con base en la planificación y programación de los proyectos de "Capacitación Agropecuaria en el Istmo Centroamericano" y "Sistemas de Producción para fincas pequeñas", financiados por la Fundación W.K. Kellogg y el Fondo Internacional de Desarrollo Agropecuario (FIDA) respectivamente.

En este volumen se presenta el aporte técnico de cada conferencista sobre el componente del cual es especialista; de tal forma, que la totalidad de ellos explique el funcionamiento de un determinado sistema.

Las presentaciones de cada técnico han sido sometidos a una revisión editorial parcial, y durante el desarrollo del tercer curso (8 de Agosto al 30 de Octubre de 1985) se realizará las correcciones y ampliaciones del caso con la ayuda de los participantes. Posteriormente será editado para su publicación final, con el objeto de tener un material educativo para el estudio y desarrollo de la tecnología agrícola en el trópico.

Proyecto "Capacitación Agropecuaria"  
CATIE/W. K. KELLOGG.

## CONCEPTOS SOBRE METODOLOGIA DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

### DE TECNOLOGIA PARA SISTEMAS DE PRODUCCION DE CULTIVOS

Carlos Burgos\*

#### INTRODUCCION

El CATIE fue creado como un centro regional de apoyo al desarrollo agropecuario de Centro América y Las Antillas. Los medios que el CATIE utilizaría incluyen la realización, promoción y estímulo de la investigación y la enseñanza a varios niveles y en disciplinas selectas de las áreas: agrícola, forestal, pecuaria y afines.

El Centro actúa a través y en colaboración de las instituciones nacionales de investigación y extensión. La acción del CATIE fue definida después de consultar autoridades nacionales de investigación y desarrollo agrícola. El propósito general sería contribuir a mejorar el bienestar de los agricultores de pocos ingresos y el uso racional de los recursos.

Para acercarse a sus objetivos, CATIE ha dirigido su acción principal de investigación al estudio y desarrollo de tecnologías agrícolas, pecuarias y forestales o combinadas que sean: a) Mejores respecto a las utilizadas en áreas específicas de pequeños agricultores; b) Adecuadas a las condiciones ecológicas y socio-económicas donde serán utilizadas y c) Adoptables por usuarios potenciales, es decir, congruentes con recursos, propósitos y conocimientos presentes en el área.

La tecnología bajo investigación es observada y evaluada durante el proceso, desde su generación hasta su adopción. Es decir, que no se descuida el rol que la tecnología tiene desde la perspectiva de los pequeños agricultores. Este enfoque permite a las instituciones involucradas a visualizar mejor sus responsabilidades en el contexto del desarrollo agrícola y económico nacional. Las acciones de las instituciones serán más efectivas cuando son complementadas o complementan la acción de otras instituciones comprometidas en el desarrollo del área.

El CATIE ha desarrollado una estrategia definida de investigación orientada al desarrollo dentro del marco mencionado antes. En la estrategia se integra y racionalizan las experiencias adquiridas en otras partes del mundo y en los países de Centro América, principalmente.

Además de posibilitar el alcance de objetivos específicos, la estrategia trata de mostrar e incentivar la integración de acción interinstitucional. La estrategia en forma transitoria requiere que los investigadores realicen trabajos complementarios al de investigación propia. Trabajos tales como diagnósticos para identificar problemas y criterios de evaluación como también pruebas de adopción de tecnología, podrían efectuarse más eficazmente bajo el liderato de otras instituciones; los investigadores deberían participar en estos trabajos.

---

\*PhD. Jefe Departamento de Producción Vegetal, CATIE, 1984.

## OBJETIVOS

El propósito de estos conceptos es el de dar un marco de referencia dentro del cual un grupo interdisciplinario pueda orientar la investigación en sistemas de producción agrícola. Las fases son conceptualizadas con base en un enfoque de sistemas. Este busca el estudio, el entendimiento y la cuantificación de las relaciones entre componentes del sistema.

Las fases que se discuten a continuación permitirían a un equipo interdisciplinario recomendar cambios del sistema del agricultor y ofrecer alternativas en el menor tiempo posible. También permitiría identificar y medir relaciones entre las variables importantes de los sistemas que puedan ser útiles más tarde en el análisis detallado de los sistemas y diseño de sistemas mejorados.

Los pasos que se indicarán a continuación están ordenados en secuencia lógica y no cronológica. Tales pasos admiten variantes en cuanto a metodología de acuerdo a las modalidades, recursos y limitaciones presentes en el área de trabajo respectiva.

El equipo de investigación modificaría los pasos sugeridos según sea la información disponible sobre el área en estudio o a la prioridad que el grupo decida dar a los sistemas identificados. Los cambios incorporados deben documentarse para tomarlos en cuenta como parte de la estrategia del desarrollo de alternativas.

Algunas de las etapas permiten un amplio margen de elección, otras deberán cumplirse con más rigor.

## MARCO CONCEPTUAL

La estrategia que se expondrá se sugiere como una herramienta para encauzar la investigación aplicada para el desarrollo de tecnologías mejores, adaptables y adoptables por cierto tipo de agricultores de un área definida.

Esta estrategia para ser efectiva tomando en cuenta los aspectos del proceso que incluyen la producción de la alternativa, en evaluación, difusión y adopción por los agricultores.

La visión global por parte de los investigadores requiere conocer el agricultor, sus conocimientos, metas, objetivos, calidad y cantidad de recursos, así como el ambiente dentro del cual trabaja.

El equipo investigador debería examinar de manera completa la situación inicial. Esto se hará mejor si lo realiza interactuando con otras instituciones. Es decir, debería conocer: la situación del conocimiento agrícola (extensión agrícola, instituciones de capacitación); recursos disponibles (crédito agrícola, reforma agraria); incentivos directos a los agricultores (mercadeo agrícola, políticas de precios); y las cualidades del método de difusión presente.

La metodología que se presentará se propone como una herramienta mientras la comunicación y coordinación interinstitucional mejora. Mediante el uso de la metodología se busca incentivar el contacto e interacción entre las instituciones a cargo de influir sobre la agricultura. La metodología pone en manifiesto la posición y responsabilidad de cada una de las instituciones (especialmente las de investigación) durante el proceso de producción y adopción de tecnologías agrícolas mejoradas.

Para poder producir tecnologías mejores se requiere conocer las presentes y las condiciones bajo las cuales se guiará el trabajo. Tales condiciones son disponibilidad en calidad y cantidad de recursos para los agricultores, sus necesidades, metas y propósitos, conocimiento y capacidad de manejo. Esto es, qué hacen, cómo lo hacen y por qué los agricultores lo hacen de esa manera.

La información obtenida en la fase de diagnóstico permitiría sintetizar un modelo preliminar acerca del cual, podrían adelantarse posibles resultados si se hicieran cambios. También se obtendría información de las interrelaciones que existen en el modelo preliminar. La validez del modelo se prueba en el campo y de esa forma, se determinan los ajustes que deben incorporarse.

Los sistemas de cultivos se hacen funcionar de acuerdo a un plan de manejo. Este plan comprende decisiones sobre cuándo realizar las actividades y qué componentes utilizar. Este plan constituye lo que será la recomendación de manejo que se dará al agricultor. La alternativa de manejo debe validarse en número adecuado antes de recomendarse a los agricultores de la región.

La información producida por el uso de la metodología permitirá guiar el trabajo de diseño, evaluación y corrección de las alternativas lo que aumentará las posibilidades de adopción.

La experiencia de grupos de investigación ha llevado a definir fases básicas de metodología con metas similares a la que se presentará aquí:

1. Fase descriptiva: se estudia la finca en su situación actual con el propósito de identificar los sistemas de producción de interés, restricciones y problemas que enfrentan los agricultores. Esto permitiría determinar los cambios tecnológicos necesarios para eliminarlos.

2. Fase de diseño y prueba: se sintetizan alternativas y se evalúa en el campo cambios tecnológicos que se piensa solucionarán los problemas importantes identificados.

3. Fase de validación: las alternativas promisorias se comparan con la del agricultor bajo su manejo. Esto sirve para probar el desempeño de la alternativa dentro de la finca. Durante este proceso los técnicos podrán anticipar los requerimientos de apoyo institucional y posibilidades de adopción de la tecnología.

4. Fase de difusión; las alternativas validadas son extendidas a los agricultores.

En cada fase debería existir interacción interinstitucional.

La metodología se basa en el dinamismo de los sistemas y reconoce la necesidad de retroalimentación de los agricultores hacia los investigadores para detectar otras alternativas y validar el modelo. También es flexible y permite variantes que aseguran la obtención de información importante del sistema.

#### DIAGRAMA DE LA METODOLOGIA

La metodología por presentar busca dirigir la investigación para cumplir con los objetivos mencionados al inicio de la presentación del tópico sobre metodología.

La estructura de la metodología favorece el trabajo de un equipo interdisciplinario permitiendo flexibilidad para ajustarse a situaciones variables y restrictivas de personal y presupuesto en los países y a través del tiempo. Además, favorece la acción complementaria de investigación con otras instituciones.

La estructura operacional de la metodología se presenta en el diagrama.

En el gráfico se distinguen tres acciones principales:

- a) Selección del área y caracterización inicial;
- b) Revisión del estado de situación y planificación del trabajo anual;
- c) Trabajo de campo.

#### Selección de área y caracterización inicial

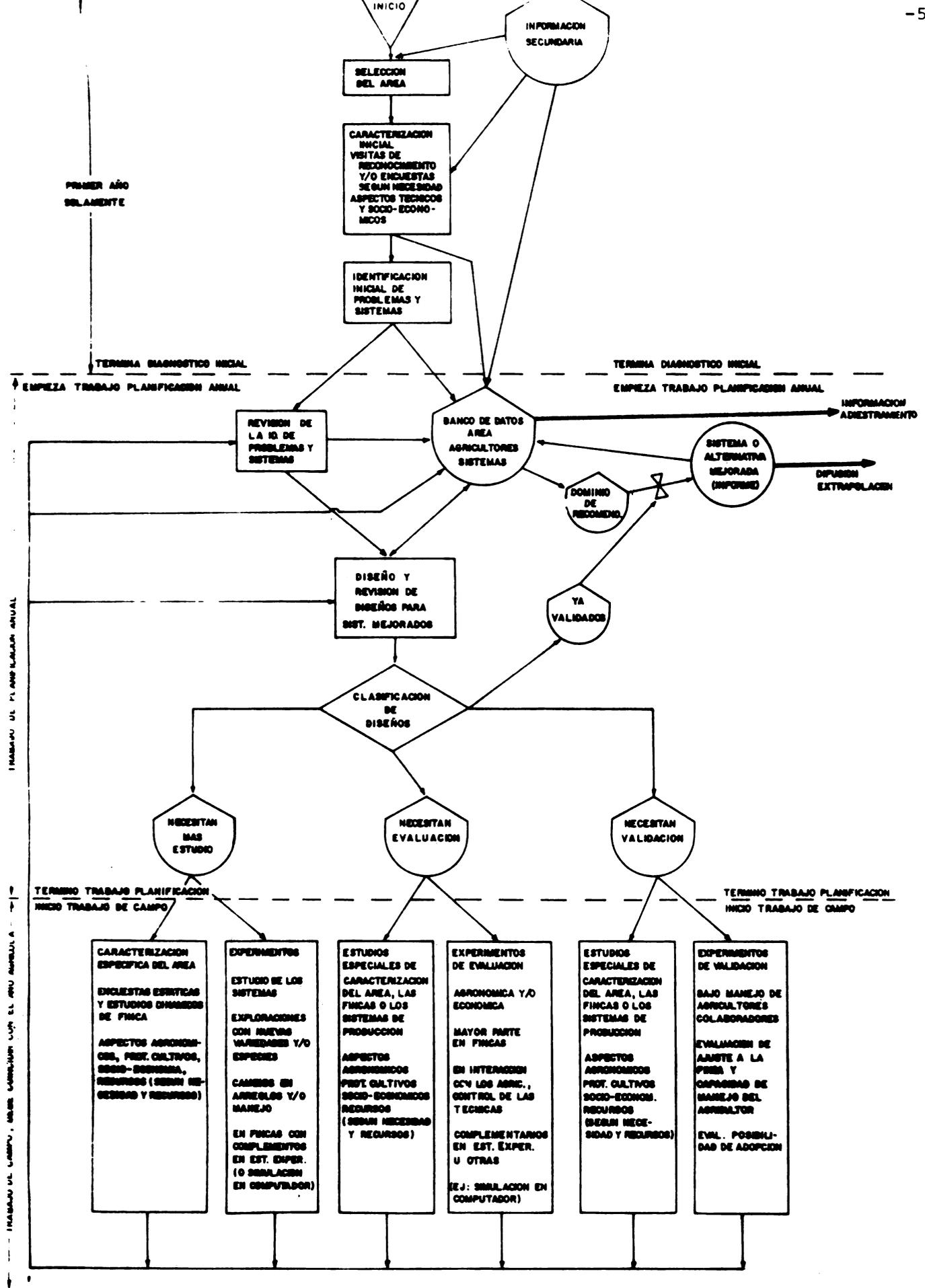
Se hace al entrar en el área de trabajo. El propósito de esta fase es orientar la planeación y ejecución del trabajo en el campo para el primer año. Debe hacerse en la fecha y período apropiados para permitir el inicio de la actividad de campo en sincronización con las actividades agrícolas en el área.

#### Revisión del estado de cosas y planificación del trabajo anual

Esta se repite cada año en una fecha adecuada para que el trabajo de campo se inicie junto con las actividades agrícolas. Durante el año inicial la información para esta fase se obtiene de aquella obtenida en la fase anterior.

#### Trabajo en el campo

Es una actividad anual que se realiza a medida que se investiga en el área. Está compuesta de experimentos y trabajos de apoyo que provienen



de observaciones y medidas directas en las fincas. Estas deberían permitir la acción rápida e integrada del equipo y la asignación de trabajos específicos a los especialistas.

El trabajo conjunto debe tratar de mantener un sentido de identidad de las disciplinas y facilitar la coordinación y liderazgo del trabajo.

Esta fase de la metodología debe permitir flexibilidad para adaptarse a las restricciones de recursos y para incorporar recursos de investigación no previstos.

Los recursos de esta fase deben enriquecer la información y permitir la revisión de los diseños existentes hasta ese instante. Esta facilitaría la planificación del trabajo para el año próximo. La información debe complementar la información básica obtenida al inicio y los resultados de evaluación y validación.

La ejecución de esta fase necesita equipos multidisciplinarios. Los integrantes interactúan en la planeación e implementación en fincas de los agricultores porque la acción implica un trabajo superior a la capacidad de un individuo o grupo de estos de una misma disciplina. Para lograr esto, se requiere una herramienta integradora tales como los principios del enfoque de sistemas que se bosqueja en otra sección del documento.

Los equipos investigadores variarían en su composición. Esto dependerá de las características propias de las áreas y de los recursos disponibles en las áreas donde se intenta implementar total o parcialmente la metodología que se presentará en el curso.

## LA EXPERIENCIA EN LOS PAISES

La metodología discutida ha sido utilizada por el Departamento de Producción Vegetal para dirigir su investigación hacia el mejoramiento de los sistemas de cultivo. Inicialmente la metodología para el trabajo en Turrialba, consistió de las etapas: Definición y diagnóstico del problema, ensayos en el campo, manejo de ensayos, transferencia de tecnología y seguimiento de los sistemas. Los ensayos fueron de tres tipos: Central, satélites y complementarios.

Para la expansión externa de la investigación de sistemas el departamento propuso la metodología que consiste de los pasos: a) Identificación de áreas de trabajo, b) experimentación, c) coordinación de la investigación y d) adiestramiento.

El grado de aplicación de la metodología ha variado de acuerdo con las condiciones de cada institución cooperadora.

En un país donde existía un departamento de socio-economía se aprovechó la información que existía para cumplir con la fase descriptiva. Con el conocimiento del ambiente y los cultivos del área se procedió al

diseño de alternativas de cultivo. Las alternativas fueron probadas en las fincas de agricultores bajo el manejo del equipo de investigación. Las alternativas promisorias fueron probadas en las fincas de agricultores. La supervisión dada por el equipo de investigación fue mínima.

La estrategia fue reforzada por la detección de factores determinantes del desempeño del sistema. Este conocimiento permitió diseñar alternativas para usar mejor ese factor.

Cuando existía una caracterización adecuada de un sistema se procedió a la elaboración de una primera versión de la alternativa. Esta alternativa fue mejorada subsecuentemente mediante la inclusión de componentes que mejoraron el desempeño del sistema. Una de las variables determinantes fue el agua durante ciertos períodos. Esta observación permitió lograr la clasificación de los tipos de ambiente existentes y medir el desempeño de los sistemas en estas situaciones.

Esta clasificación ha resultado como una herramienta eficaz para la generalización de los resultados hacia áreas en donde la alternativa no ha sido estudiada en el campo.

En otra situación la metodología permitió detectar que la calidad y cantidad de un recurso debería mantenerse para que el sistema pudiera continuar. La alternativa propuesta ha sido adoptada con algunas variantes por agricultores de zonas similares lo que en sí, prueba la utilidad de la estrategia.

En las zonas más lluviosas y en regiones de ciertas características geomorfológicas la metodología ha podido ser aplicada en condiciones donde hay cambio gradual de alguna variable del sistema importante.

En zonas donde el agricultor hace uso de insumos en cantidades relativamente mayores que agricultores pequeños del resto de la región la estrategia ha resultado eficaz ya que ha permitido producir alternativas provechosas.

En todos los casos la estrategia puede utilizarse para orientar la investigación hacia otros problemas de la agricultura.

#### **USO DE LA METODOLOGIA PARA OTROS SISTEMAS**

La metodología desarrollada con sistemas de cultivo anuales ha sido empleada con plantas perennes y se ha iniciado el trabajo con sistemas que involucran sistemas de cultivos y animales. En estos casos es necesario incluir variantes sobre todo en las fases de diseño, evaluación y validación.

Las variantes que podrían ser necesarias para los sistemas mixtos incluyen la conveniencia de considerar la finca completa como la unidad experimental y el uso de técnicas de optimización antes de validar las alternativas con la ayuda de agricultores.

El número de fincas en áreas específicas a las cuales debe dirigirse la investigación de mixtos debe seleccionarse adecuadamente. El equipo de investigación debe tener acceso seguro a variedades mejoradas, insumos químicos y técnicas de manejo nuevas.

La investigación con plantas perennes se ha iniciado en la estación experimental con propósitos de estudiar recirculamiento de nutrimentos.

Al igual que con los cultivos anuales los principios del enfoque de sistemas son aplicables en estos agroecosistemas.

CARACTERIZACION SOCIOECONOMICA DE AREAS COMO PARTE DE LA METODOLOGIA  
DE INVESTIGACION PARA EL DESARROLLO DE TECNOLOGIA AGRICOLA.

M. Mesequer\*

Aparte de selección y delimitación de áreas dentro de la metodología, también se incluyen aspectos de caracterización de áreas. Ustedes han visto la parte física y aspectos biológicos de una caracterización, y me corresponde a mí hoy enfocar la parte socioeconómica.

La caracterización la dividimos en partes, para efectos didácticos. Dentro de caracterización, veremos qué es lo que implica la caracterización socioeconómica, por qué hay que hacerla y cuáles son los requisitos. Se mencionan algunos métodos de caracterización socioeconómica.

Entramos a analizar este aspecto general de caracterización que talvés ustedes lo vieron en una charla anterior; podemos decir principalmente que tal y como se encuentra en el diccionario, caracterizar es "determinar un sujeto, persona o cosa, por sus cualidades peculiares".

Dentro de la metodología, la caracterización de un área, que es lo que en estos momentos estamos interesados, el sujeto de que hablábamos en la anterior definición es el área de trabajo de un equipo de investigación determinado.

Esto es, en qué va a trabajar el equipo, con qué propósitos, cómo, dónde y cuándo se va a realizar el trabajo de investigación? Esto implica también definir el problema con que el equipo va a trabajar. Además, la caracterización debe dar bases para evaluar cuáles son los resultados y el posible impacto que puede darse sobre la producción, ingreso, empleo, dependiendo de los objetivos de la investigación que se está llevando a cabo. Esto también nos va a servir como una especie de control de la situación presente.

Además, la caracterización va a servir para anticipar bases para obtener difusión de resultados, cuál va a ser la adopción de los agricultores del área, y cuál va a ser el apoyo institucional necesario. Evaluar cuál es la acción institucional presente, cuál es la infraestructura física con que vamos a contar.

---

\* MSc, Economista Agrícola. Departamento de Producción Vegetal.

Entonces, la información necesaria para una caracterización y la forma de analizarla tendrán que estar de acuerdo con los objetivos planteados al inicio del proyecto. Estamos hablando de proyectos relacionados con desarrollo de tecnología, entonces, esos objetivos planteados tienen que estar asociados con desarrollo tecnológico de un área específica.

La caracterización debe tener tres características básicas y necesarias dentro de cualquiera de nuestros países en que se trabaja con recursos escasos:

- a) Debe ser de utilidad clara para los equipos de investigación. Estos equipos muchas veces tienden a acumular información, a copiar la mayor parte de la información que encuentran y a producir documentos que al final no van a ser de mucha utilidad para las etapas posteriores de la metodología que están desarrollando.
- b) Debe estar lista en un mínimo de tiempo, y
- c) Realizarse al menor costo posible, relacionada con los recursos escasos con que cualquier equipo nacional trabaja.

Dentro de una caracterización de este tipo, tenemos en mente los sistemas de producción, el agricultor y el ambiente que los rodea. Los aspectos a tomar en cuenta dentro de una caracterización son: cómo es el sistema, cómo se opera, cuál es el estado actual del sistema productivo, cuál es la reacción a cambios ambientales y qué problemas e factores limitantes tiene el sistema? Esto incluye aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos. También el equipo a veces se pregunta hasta dónde debe llegar en la búsqueda de la información, es decir, qué nivel de conocimientos se debe de tener a la hora de iniciar un trabajo de este tipo; lo importante es que el equipo logre un conocimiento del trabajo de tal forma que le permita planificar la investigación e ir avanzando en sus objetivos finales en forma segura y efectiva.

Hablábamos anteriormente, de que el área era nuestro sujeto, y hablábamos que dentro de la caracterización, había que considerar las cualidades peculiares de este sujeto, en nuestro caso: el área. Esas cualidades peculiares del área, son principalmente las determinantes tecnológicas de los sistemas de cultivo en un grupo de agricultores bien definido en un área específica de trabajo. Los determinantes tecnológicos podemos clasificarlos en físico-biológicos y socio-económicos.

En la charla de hoy, estamos interesados en conocer los aspectos socioeconómicos, aunque sabemos que la caracterización es más amplia. Qué entendemos por tecnología de producción agrícola? Por definición, es la forma de combinar cierta cantidad y calidad de recursos en un período de tiempo (puede ser un año, puede ser un ciclo de cultivo) y en un espacio dado (puede ser una finca, una parcela), de lo cual va a resultar cierta cantidad y calidad de producto.

La tecnología agrícola es básicamente de naturaleza físico-biológica; sin embargo, su utilización y función están determinados por factores socioeconómicos. Estos factores son los conocimientos de los agricultores (lo que saben hacer), los recursos (lo que pueden hacer) y sus objetivos y metas (lo que quieren hacer en su finca o parcela).

Veremos seguidamente, dentro de la caracterización de los factores socioeconómicos, cuáles son y qué aspectos deberían incluir estos factores de manera que puedan orientar y evaluar el esfuerzo de desarrollo técnico.

Se debería llegar a identificar cuáles son los factores determinantes; hablábamos de factores, de recursos, o sea, todo lo que el agricultor quiere hacer.

En esta parte podemos considerar el hecho de lo que pasa en muchos de nuestros países, por ejemplo, en cuánto a objetivos de los productores. Generalmente los programas de investigación que se llevan a cabo, no los toman en cuenta.

En el caso de recursos, puede existir una mayor influencia, por ejemplo, programas de crédito, programas de distribución de insumos y también el gobierno puede influir sobre los aspectos de conocimientos a través de capacitación y asistencia técnica, lo importante aquí es que se tomen en cuenta los objetivos de los agricultores lo que generalmente no se hace.

Dentro de los factores que vimos anteriormente, los aspectos que interesan son la cantidad de esos factores, la calidad, y también una dimensión de tiempo, que estaría relacionada con cuál es la situación presente de esos factores.

Analizaremos uno a uno esos factores con sus dimensiones. El factor recurso va a tener los componentes tierra, mano de obra, capital, estos son básicamente de carácter físico-biológico, pero tienen también una dimensión socioeconómica.

En el factor recursos, podemos mirar un poco hacia su calidad, y aspectos que se deben incluir dentro de la caracterización; en cuanto al componente tierra podemos mirar su estado presente; por ejemplo, dentro de suelo, si hay toxicidad, cómo está la fertilidad, la topografía, el drenaje; dentro del clima, podemos mirar la disponibilidad de agua, elementos bióticos, malezas en el área, cercanía a mercados, disponibilidad de caminos, tenencia de la tierra, esos aspectos estarían relacionados con calidad de la tierra. Podemos hablar también de cantidad en su estado presente, que podría ser la escala de producción, cuál es el tamaño de la finca, o de las parcelas que maneja el agricultor. También podríamos darle otra dimensión de tiempo, que sería la proyección futura o la perspectiva de cambio, considerando en cuanto a calidad, qué planes se tiene en cuanto a obras de riego, de drenaje; en contaminación; también tenemos el aspecto de cantidad, existen planes de reforma agraria?, de parcelamiento?, de organizaciones campesinas?.

En cuanto a mano de obra, hablando del estado presente, podemos buscar o identificar, cuál es la edad del grupo de agricultores con que vamos a trabajar en el campo, el sexo, la educación. En cuanto a cantidad, cuál es la disponibilidad de mano de obra en jornales, puede ser, a través del tiempo, o sea el perfil de mano de obra; si existen actividades competitivas a las agrícolas en el área. El año escolar, cuánto tiempo hay disponibilidad de niños que están en vacaciones y pueden aportar mano de obra a la finca; el tamaño familiar; cuál es la composición familiar del área, etc.

También en cuanto a mano de obra, podemos ver la proyección futura. En cuanto a calidad, podemos buscar cuál es la educación familiar en el área, si hay planes de localización de las familias; en cuanto a cantidad, podemos ver si hay planes en cuanto a niños y términos de actividades competitivas. Planes en cuanto a migración, a planificación familiar.

El componente capital dentro de una caracterización considerado en su estado presente en cuanto a calidad, se deberían buscar cuáles son los tipos de maquinaria que se utilizan en el área, los costos y disponibilidad de esa maquinaria, crédito o dinero disponible; en cuanto a cantidad, cantidad de maquinaria que se encuentra en el área, herramientas, infraestructura del área, volumen de crédito que se moviliza dentro del área. La proyección futura con respecto a capital, incluye si hay planes en el cambio de distribución de capital, cambios políticos que también van a afectar créditos, cultivos, entradas de capital al área; en cuanto a cantidad, hay planes de inversión y desarrollo, planes para cambiar componentes en el área, también debe incluirse dentro de la caracterización. Hasta el momento se han cubierto los componentes tierra, mano de obra, capital del factor recursos y cuál es la información necesaria que puede ser mucho más, dentro de esos tres componentes, para incluir dentro de una caracterización.

En cuanto a objetivos de los agricultores, podemos evaluar cuáles son las motivaciones de los agricultores, y a través de estas motivaciones, cuáles son las necesidades, las aspiraciones, las influencias que los agricultores tienen. Aquí es difícil separar calidad y cantidad; lo que sí podemos hacer es ver su estado presente, y la proyección futura. Aspectos a considerar aquí serían: autoconsumo, autoconsumo y mantenimiento, autoconsumo y mejoramiento; características de los sistemas productivos, mercadeo del área, etc. La perspectiva de cambio de los objetivos de los productores: hay planes para cambiar aspectos de mercadeo, cultivos, hay planes para incentivar asociaciones, leyes, seguros agrícolas, de fomento.

En cuanto a conocimiento, también es difícil separar lo que es cantidad y lo que es calidad, pero podemos investigar y ver en su estado presente cuál es el uso de maquinarias que los agricultores hacen, es racional? de acuerdo a nuestro criterio técnico; están abusando del uso de insumos?, qué aprovechamiento hacen de la disponibilidad de agua; aspectos de mano de obra, de dinero, oportunidades de mercado, cuál es el apoyo agrícola que los agricultores tienen a través de investigación, de extensión, de enseñanza técnica o si del todo no tienen. La proyección

futura o la perspectiva de cambio, sería considerar si hay planes de fortalecimiento, tanto en aspectos de investigación, extensión y enseñanza técnica y ver si al inicio de actividades van a existir distribuidores de insumos, compradores agrícolas, asistencia técnica.

La experiencia del DPV indica que los métodos de recolección de información son muy variados. Algunas instituciones de nuestros países, prefieren métodos más estructurados, métodos más formales; pero en general, estos métodos se basan en información documental, información escrita existente; también algunas veces hemos hecho informes con base en información del personal clave del área: el cura, el doctor, dependiendo de los objetivos de la investigación; también visitas de reconocimiento del área; conversaciones con los agricultores, etc.

Dentro de la caracterización socioeconómica, existen cuatro pasos fundamentales. Primero, entre los integrantes del equipo, se debería conversar y decidir cuál es la información necesaria, cuál es la información que se debe recolectar. Esto principalmente para evitar que se recopile tanta información que después no se sabe que hacer con ella ni cómo organizarla. Entonces desde un principio es necesario tener listado de información, qué es lo que vamos a buscar preferentemente. Además, se debe definir cuál es la estrategia de recolección de información. Es decir, cómo se va a hacer esa recolección de información. Se debe tener ya pensado, cuáles análisis se van a hacer de esa información y cómo van a estar estructurados los informes.

Aquí, quiero insistir sobre el informe, principalmente para que no cometamos errores que han cometido muchos, de que se desecha información no necesaria, se deberían sintetizar estos informes. Estos informes son importantes también ya que muchas veces por cambios políticos, hay cambios de personal y entonces no queda nada escrito del avance del proyecto.

Podemos decir sin entrar en profundidades, que métodos de recolección de información, que van a servir de base para hacer la caracterización de un área, pueden ser de tipo secundario que generalmente la podemos encontrar en documentos y en conversaciones con personal clave del área, y de tipo primario que puede ser informal, no estructurado y recolectados directamente de la fuente.

Las fuentes formales estructuradas pueden ser encuestas, registros; pueden realizarse en un momento dado (estática), por medio de una visita, una entrevista y de seguimiento (dinámica) a través del tiempo.

Un equipo trabajando en nuestros países, va a preguntarse: cuál método utilizar para realizar una caracterización? Primero dependerá de la cantidad y tipo de información necesaria. También depende de la cantidad y fuente donde está la información. Muchas veces la información está muy dispersa y se gastarán más recursos en obtenerla.

Una vez concluida la revisión de información secundaria, el proceso lógico sería identificar cuál es la información necesaria. Cuando el equipo llega a identificar cuál es la información necesaria, generalmente

llega a determinar que es necesario ir al campo a recoger información. El hecho de ir a preguntarle al agricultor directamente, es un tipo de información primaria. Se utiliza principalmente cuando el equipo cree que la revisión de literatura que realizó está incompleta para los objetivos que se habían planteado o que la información está obsoleta o desactualizada. Para esto el equipo puede hacer por ejemplo, una encuesta pero no necesariamente tiene que ser estructurada, ésta dependerá del tipo de información que se necesite.

Finalmente, y esto se lo voy a ilustrar un poquito porque ustedes van a tener que realizar esta práctica, los siguientes son los pasos a seguir en una encuesta. O sea, cuando se determina que la información secundaria es incompleta o está obsoleta:

### 1. Planificación de la encuesta

Aquí el equipo debe establecer bien claras, las metas de la encuesta, qué pretenden con hacer la encuesta, qué información quieren obtener a través de ello. Además cuál va a ser la estrategia general en la obtención y análisis de la información.

El equipo debe tener claro también, algunos conceptos e hipótesis de la información que se va a recolectar. Debe tener lista la literatura, el listado de la información que se va a recoger en el campo, y además considerar aquellos elementos que podrían producir sesgo.

### 2. Diseño del Estudio

El equipo elabora un programa para recolectar y analizar la información necesaria, de manera que satisfaga los objetivos del estudio al mínimo costo posible.

### 3. Muestreo

Es el proceso de seleccionar ciertos elementos en la población que queremos conocer y que a la vez, representan un total. Existen diferentes tipos de muestreo: probabilísticos, no probabilísticos; también dentro de aquellas muestras probabilísticas, podemos tener muestras simples al azar y variaciones de ese muestreo simple al azar, muestreos, estratificados, muestreos de selección de grupos, etc.

### 4. Diseño del cuestionario

Diseño del formulario que se va a utilizar en el campo, básicamente es traducir los objetivos del estudio a preguntas; aquí el equipo debe considerar principalmente el número y tipo de preguntas que va a hacer. No es conveniente hacer un cuestionario largo; si es una cantidad muy grande de información que queremos recolectar, podrían hacerse dos visitas al agricultor. También se debe considerar la secuencia que van a tener esas preguntas y la estrategia, o sea, cómo vamos a recolectar esa información.

Hay diferentes tipos de cuestionario, unos en los cuales hay cuadros que contienen datos objetivos como nombre, edad y lugar de nacimiento, que el agricultor los contesta rápidamente. También existen cuestionarios para determinar y medir actitudes, cuestionarios para enfrentar la situación exclusivamente de funcionamiento de organizaciones e instituciones, y tenemos por ese lado, diferentes tipos de preguntas:

- a) Preguntas sobre datos objetivos.
- b) Preguntas cerradas (el agricultor contesta con un sí o con un no).
- c) Preguntas abiertas (generalmente hay que tratar de poner todo lo que contesta el agricultor objetivamente).
- d) Preguntas en abanico (se dan una serie de respuestas para elegir).

## 5. Trabajo de campo

Esta etapa incluye principalmente el entrenamiento y la entrevista en sí (cómo se va a hacer?). Incluye también la supervisión de la entrevista; se debe definir quién va a tener a cargo la supervisión de la entrevista. Hay que tratar al máximo, día con día, de recoger las encuestas y revisarlas. También se deben localizar los elementos de la muestra, los agricultores que salieron dentro de la muestra, buscarlos y hacerle la entrevista.

Durante el entrenamiento a los encuestadores, se debe poner atención a los objetivos de cada una de las preguntas. Si es posible, se debe elaborar un manual mostrando los objetivos de cada una de las preguntas.

## 6. Edición y codificación

La codificación es aquel procedimiento para convertir las respuestas logradas en el cuestionario en categorías, generalmente expresadas en números, las cuales pueden ser contadas o tabuladas.

## 7. Preparación para análisis

Se debe considerar que hay que realizar perforación de tarjetas y grabaciones. En el CATIE, generalmente trabajamos con grabaciones, se debe tener especial cuidado en revisar los datos grabados.

## 8. Análisis y reporte

Va a depender de los objetivos del estudio. Esto puede ser presentado o interpretado por distribuciones de frecuencias y otras relaciones entre variables.

Como conclusión, con la caracterización, el equipo debería ser capaz de definir cuáles son los sistemas que deben mejorar y por qué esos sistemas. Una justificación corta de que por qué va a mejorar ese sistema. Además especificar qué se busca con el mejoramiento que se va a hacer de

ese sistema, en qué aspectos se puede mejorar para lograr lo que se quiere, específicamente también, en qué condiciones de estímulos y decisiones regionales, o sea, cuál es el ambiente que rodea al agricultor, si es posible o no realizar esas mejoras en el sistema más importante y en qué condiciones de recursos.

Entonces, la caracterización socioeconómica y la físico-biológica en conjunto, deberían dar las bases para seleccionar del conocimiento técnico, ideas técnicas apropiadas para mejorar el sistema seleccionado. También servir de base para evaluar a priori la bondad y congruencia de esas ideas, también ayuda en la fase donde se diseñan los experimentos y también da las bases para anticipar aspectos de transferencia. Se conoce al agricultor, se conoce el área, se pueden anticipar aspectos de transferencia de la tecnología que el equipo va a generar.

Como conclusión, podemos decir que la caracterización es un proceso continuo, que no sucede al principio del trabajo de un equipo en el área.

Un punto al que se le debería dar importancia es a los aspectos de documentación de la caracterización y otro, es que el equipo realizará una caracterización inicial, pero no va a terminar, no va a quedarse con esa caracterización inicial, sino que después va a tener que hacer estudios a través del tiempo de los sistemas más importantes en el área, como complemento a la caracterización inicial.

DISEÑO DE OPCIONES TECNOLÓGICAS PARA MEJORAR SISTEMAS DE  
PRODUCCIÓN DE CULTIVOS DE PEQUEÑOS AGRICULTORES

Raúl Moreno\*

En diversos lugares del mundo, varios equipos técnicos están tratando de desarrollar tecnología adecuada para las condiciones en que trabajan los pequeños agricultores. Estos equipos ejecutan una parte considerable de su actividad en las mismas fincas, contando con la participación de los agricultores en todo, o en parte del proceso de desarrollo tecnológico.

Debido a la necesidad de ordenar racionalmente su accionar, estos equipos han elaborado con el tiempo una metodología de investigación en fincas que se ha publicado en diversas fuentes y que a lo menos comprende las siguientes fases:

- Caracterización de los sistemas de producción de cultivos más importantes y del ambiente en que operan.
- Diseño de mejores opciones tecnológicas de producción.
- Prueba de campo y evaluación de las opciones diseñadas.
- Pruebas extensivas de pre-producción de las mejores opciones y disseminación de la información.

En este documento se incluyen algunos comentarios que pueden ser útiles para aquellas personas interesadas en la fase de Diseño de la metodología de investigación en fincas.

Antes de intentar un análisis específico del procedimiento mismo de Diseño, es conveniente puntualizar que la metodología para investigar en fincas es un todo estrechamente conectado en sus partes y no un conjunto de segmentos que puedan ejecutarse en cualquier orden. Por ello, el éxito de cada paso metodológico, depende en gran parte de la ejecución correcta del paso anterior.

La investigación en las fincas, dada su naturaleza compleja, se realiza generalmente con equipos técnicos interdisciplinarios en los que se deben encontrar integrantes con especializaciones relevantes al tipo de problema que se desea resolver. Este equipo, debe participar en todas

---

\* PhD. Fitopatólogo CATIE, 1984

las fases metodológicas, aunque no necesariamente todos sus integrantes con igual intensidad en cada una de ellas. Sin embargo, las relaciones de trabajo entre los integrantes deben reflejar las interacciones más frecuentes que se presentan dentro del tipo de finca o de unidad de producción para las que se desea desarrollar tecnología.

Debido a la gran cantidad de interacciones que se presentan comúnmente en la dinámica de una finca pequeña; la comprensión cabal de su estructura y funcionamiento es difícil de lograr completamente por cada uno de los miembros del equipo considerados como individualidades. Sin embargo, lo que se espera en forma ideal de cada integrante del equipo, es un nivel alto de comprensión de aquellos problemas directamente relacionados con su área de especialización. Se espera un nivel menor de entendimiento acerca del resto de las actividades de la finca, pero aún suficientes como para visualizarla como un todo.

A medida que la metodología para desarrollar mejores opciones de producción en fincas de agricultores se perfecciona, es frecuente que dentro del equipo técnico se establezca un cierto grado de especialización por fases metodológicas para llevar a cabo el procedimiento completo. Así, aquellas personas con especialización en ciencias sociales, dedican frecuentemente más esfuerzos a la caracterización de una situación de producción y a la evaluación de tecnología después de realizadas las pruebas de campo, mientras que aquellos profesionales especializados en campos de la biología, tienden a concentrarse en el diseño y en las pruebas de campo posteriores. Esta tendencia a la especialización dentro de la metodología, hay que examinarla cuidadosamente a medida que se realizan más trabajos de desarrollo tecnológico en fincas, pues existe la posibilidad de volver a repetir el fenómeno de la especialización cerrada, ahora ya no entre disciplinas del conocimiento o entre cultivos, como ocurre con la investigación agronómica tradicional, sino entre fases diferentes de la metodología.

En este curso y en varios otros se han presentado por separado, trabajos acerca de Análisis, Diseño, Pruebas de Campo, Evaluación y Validación o Pre-Producción. Esta separación puede ser una demostración ya clara, de cierto grado de especialización dentro de la metodología. Queda aún por determinar si esta tendencia se va a acentuar en el futuro y cuáles serían sus ventajas y desventajas.

**La fase de Diseño en la metodología para desarrollar tecnología en fincas.**

A grandes rasgos, ya se mencionaron las etapas metodológicas para desarrollar mejor tecnología en fincas de agricultores.

La etapa de caracterización del sistema y su ambiente; las pruebas de campo y su posterior evaluación y particularmente las pruebas de pre-producción, poseen un fuerte componente de actividad física o análisis. Ellas ocupan gran parte de los recursos y de la capacidad de manejo del equipo técnico. Este conjunto de actividad física, constituye frecuentemente la sección más visible en el proceso de desarrollo de tecnología.

Entre la etapa de caracterización y la etapa de ensayos de campo, ocurre el proceso de Diseño que nos preocupa, que es más bien de naturaleza intelectual antes que física y en el que predominan fundamentalmente razonamientos de tipo más bien sintético.

Es en esta fase de Diseño en donde se establece la orientación general de la investigación de campo que se va a realizar con el propósito de disponer de mejores opciones tecnológicas para producir. Se especifican los caracteres del sistema mejorado de producción que se desea operar y por lo tanto se establece la naturaleza de los experimentos a realizar con el fin de obtener la información técnica necesaria que no está disponible. También en esta fase se establece en general el número de ensayos necesarios, su distribución espacial, su secuencia temporal y la responsabilidad de cada integrante del equipo frente a cada ensayo.

El producto primario de esta etapa de Diseño, es un sistema de producción teórico, que puede representarse por medio de un modelo, y que al operar en la realidad produciría mayor cantidad o mejor calidad de los productos deseados por el agricultor, pero que aún debe someterse a una etapa siguiente de comprobación en el campo, la cual indicará si verdaderamente se trata de algo mejor que lo existente.

Este sistema de producción teórico es el resultado de la capacidad de entendimiento que ha logrado el equipo técnico acerca de las circunstancias ambientales en las cuales se desarrolla la producción; de la capacidad de selección y análisis que tiene el equipo del conjunto de conocimientos tecnológicos existentes a nivel local y a nivel general; y por último de la apreciación que el equipo tiene acerca de la capacidad de manejo del agricultor.

Este modelo de un mejor sistema de producción, se refiere al conjunto de actividades que se realizan desde el comienzo de la estación de crecimiento de las plantas. Comprende entonces actividades tales como preparación del terreno, siembra, deshierbas, control de parásitos, labores culturales, etc., hasta cosecha del producto e incluso prácticas de post-cosecha. En cada una de estas etapas, el modelo especifica si se mantiene lo que ya realiza el agricultor o se incluyen innovaciones tecnológicas que supuestamente van a mejorar el sistema.

Aparte de la estructuración de este modelo de producción, se considera también como componentes dentro de la etapa de Diseño, al conjunto de decisiones que se toman con el propósito de establecer el número de experimentos, su distribución en el tiempo, dispersión en el espacio y responsabilidad de cada integrante del equipo con relación a cada uno de los experimentos. Este aspecto del Diseño, no es sino la coordinación general que debe existir entre la capacidad de ejecución del equipo de investigación y el número de actividades que se deben realizar en este período dado de tiempo. Este último grupo de componentes comprendidos en la actividad de Diseño, se denomina a veces Diseño de la investigación y es más bien una actividad de tipo estratégico, por medio de la cual se trata de conseguir el máximo de información a partir de los recursos disponibles.

Es decir entonces, que por una parte existe un proceso de ensamble en el que participan componentes tecnológicos ya existentes y otros nuevos para integrar un mejor sistema de producción de cultivos, lo que constituye el Diseño de Opciones Tecnológicas y por otra parte, existe un conjunto de decisiones tomadas con criterios estratégicos y que se denomina Diseño de la Investigación. Estas dos actividades constituyen la etapa llamada Diseño dentro de la metodología de Investigación en fincas.

#### **Elementos para el Diseño de mejores opciones tecnológicas**

Para diseñar un sistema de producción de cultivos que se ajuste a las condiciones físico-biológicas del lugar y a las condiciones socio-económicas de los agricultores, es necesario conocer al menos tres elementos:

- El sistema de producción imperante y su ambiente.
- Los deseos y aspiraciones de los agricultores.
- Un acervo tecnológico relevante.

#### **El sistema de producción imperante**

Cualquiera sea la orientación filosófica del equipo de investigación, ya sea que se intente una evolución acelerada hacia el progreso técnico o un cambio radical en las formas de producir existentes, el conocimiento acerca de la estructura, funcionamiento e intensidad de operación del sistema de producción imperante en una región, siempre constituye la base sobre la cual se construye el nuevo sistema. Esta aseveración se basa en varios criterios que son temas interesantes de discusión. Estos criterios son:

1. Existe cierta racionalidad de tipo positivo por parte del agricultor, para haber seleccionado el sistema de producción que practica y operarlo en la forma como lo hace. Es decir, el hombre tiende naturalmente a ejecutar sus operaciones en la mejor forma posible.
2. La selección de los cultivos, su arreglo en el espacio y en el tiempo y el manejo de ellos, refleja la percepción que tiene el agricultor del medio en que opera y es el resultado final de un largo proceso de ajuste y reajuste que ha tomado generalmente varios años.
3. El sistema de producción seleccionado no es estático, sino que año tras año sufre modificaciones de tipo evolutivo o involutivo que lo hacen responder en forma más eficiente—según el agricultor—a las variaciones del ambiente.

Los conocimientos acerca del sistema imperante y su ambiente, se logran en la fase metodológica de caracterización, pero son generalmente las necesidades del Diseño y rediseño lo que puede obligar a

reorientar esta caracterización o a intensificarla en aspectos específicos.

Considerando que la caracterización se ha cubierto en otros capítulos, en este artículo solo se mencionarán algunos factores críticos de ella que afectan en forma notoria al Diseño.

4. A nivel de fincas pequeñas y en regiones agrícolas de temporal, el conocimiento de las relaciones ambiente-sistema es más importante que en ninguna otra situación. Especialmente crítico es el conocimiento de la dependencia del sistema de producción de cultivos de los factores inmodificables del clima (precipitación pluvial, temperatura, topografía, etc.). En este último sentido, el análisis de la marcha del tiempo dentro de la estación de cultivos y su coordinación con el ritmo de crecimiento de las plantas, es vital como base para el futuro diseño de mejores formas de producir. A esta estrecha relación entre los pulsos del ambiente, el crecimiento de las plantas y el almacenamiento de energía en los productos obtenidos, debe agregarse la obligada ocupación de la mano de obra en ciertos períodos de la estación de cultivos que están determinados por el clima antes que por los deseos o conveniencias del agricultor.
5. El conocimiento acerca de las interacciones físico-biológicas entre los subsistemas que se desarrollan dentro de la finca, es un aspecto que siempre debe conocerse en detalles, pues ahí residen con frecuencia una serie de situaciones productivas, para las cuales no existen corrientemente recomendaciones técnicas específicas. Este es el caso de las interacciones entre producción de cultivos y producción de animales o el caso de interacciones entre producción de plantas perennes y producción de cultivos anuales. Frecuentemente estas áreas interdisciplinarias son mejor conocidas por los agricultores que por los técnicos.

También entre los caracteres socio-económicos, la interacción entre los sub-sistemas de la finca debe entenderse completamente, especialmente en lo que se refiere a distribución de la mano de obra en el tiempo entre los sub-sistemas de la finca. Especial atención merecen aquellas actividades desarrolladas por el agricultor, dentro o fuera de la finca, que analizadas desde el punto de vista económico puro, parecen no rentables, pero que el agricultor ejecuta a cambio de una serie de beneficios intangibles que le aportan mayor seguridad, prestigio, disminuyen en dependencia del exterior, placer o tradición familiar poco explicables.

6. Desde el punto de vista del Diseño, es importante conocer los caracteres socio-económicos de la región, principalmente aquellos que aportan alguna perspectiva hacia el conocimiento del futuro de ella en términos de su capacidad para consumir productos y/o de producirlos para intercambiar con otras regiones. En este aspecto es conveniente conocer los planes del gobierno

para nuevos caminos, agroindustrias, centros de acopio y otros, con el propósito de adelantar el desarrollo de conocimientos técnicos que se van a necesitar para adaptarse a esta nueva situación futura de producción.

### **Establecimiento de los deseos y aspiraciones de los agricultores**

Al llegar a la etapa de Diseño en la metodología de investigación en fincas, se supone que ya se identifica un grupo de agricultores que desea cambiar una forma de producir, por otra mejor. Sin embargo es necesario, previo al diseño, establecer con más precisión esos deseos. En primer lugar, es necesario determinar qué actividades de la finca en particular desea reforzar y cuál desea ejecutar primero. La precisión con que se logre esta determinación, está en relación directa con el grado de interés que el agricultor va a demostrar por la investigación en su finca y por consiguiente con el grado de participación que puede ejercer durante el proceso. Posteriormente, es necesario establecer dentro de esta actividad preferida, qué dirección de la investigación el agricultor verá con más agrado; puede ser el cambio en las especies cultivadas o en sus variedades, el cambio en el tipo de productos, la introducción de nuevos productos, etc.

Cualquier nueva forma de producir que se haya diseñado, y deba someterse a prueba, debe discutirse antes con el agricultor, a fin de clarificar exactamente lo que se pretende obtener y si éllo es visto como necesario y conveniente por el agricultor. Más aún, cualquier prueba de campo complementaria que se haya modificado, debe aclararse, principalmente en su relación con el proceso productivo de la finca visualizado como un todo.

### **Existencia de un acervo tecnológico relevante**

Para fines de este artículo, se entiende por acervo tecnológico al conjunto de conocimientos técnico-agronómicos que ayudan a explicar la estructura, funcionamiento e intensidad de operación de un sistema de producción de cultivos y su relación con el ambiente en el cual opera. También forma parte de este acervo, el conocimiento de los componentes tecnológicos modernos, tales como fertilizantes, semillas mejoradas, pesticidas, etc., principalmente en aspectos tales como origen, modo de acción, uso recomendado, limitaciones y otros caracteres de estos componentes.

El primer tipo de conocimientos ayuda principalmente a comprender el sistema en su ambiente y a diseñar modificaciones aplicables en el largo y mediano plazo. El segundo tipo de conocimientos proporciona elementos útiles para diseñar las posibles modificaciones al sistema en el corto plazo.

Un aspecto importante del conocimiento acerca de componentes tecnológicos modernos es el acceso a este conocimiento, principalmente en áreas alejadas de centros de alta población. Otra consideración importante se refiere a la capacidad discriminatoria del equipo de investigación

para determinar la aplicabilidad de estos componentes a determinada situación de producción.

Los criterios discriminatorios de aplicabilidad de ciertos principios o conocimientos para mejorar una situación productiva, se ven significativamente mejorados a medida que se tienen mayores conocimientos de agricultura comparada. A grandes rasgos, en regiones climatológicas similares, se practican también sistemas de producción similares, aunque no iguales, en los que se mantienen constantes no solo algunas prácticas culturales, sino incluso ciertas especies de plantas cultivadas. El análisis de varias situaciones diferentes de producción en los que se cultivan las mismas especies o el uso de especies diferentes en regiones ecológicamente similares, contribuyen significativamente al incremento del caudal de conocimiento acerca de los sistemas y de su ambiente.

### Criterios generales de Diseño

Existen básicamente tres enfoques o líneas de acción que se pueden seguir con el objetivo de diseñar mejores opciones de producción:

- El sistema que ya usa el agricultor.
- El ecosistema natural.
- El Diseño basado en el conocimiento exacto del medio y las plantas.

Realmente se pueden resumir en uno o dos, pues como ya se ha mencionado, el sistema que usa el agricultor, especialmente en los casos de agricultura tradicional, es un sistema estable, en equilibrio con el ambiente y basado en parte en el ecosistema.

### El sistema que ya usa el agricultor

Este procedimiento se basa en el hecho, muy similar al fenómeno de la selección natural, de que el sistema de producción que está practicando un grupo étnico determinado que aún subsiste, encierra ya en sí a lo menos la capacidad de sostener con vida a esa población; y en muchos casos, a mantener en buenas condiciones. En estos casos y si la caracterización no aporta mejores luces para el mejoramiento o si el acervo tecnológico no se conoce con exactitud, el Diseño con base en los existentes es lo más acertado.

En estos casos existen tres posibilidades:

1. Mantener el arreglo de los cultivos en el tiempo y en el espacio, y modificar las prácticas culturales, incluyendo dentro de las prácticas culturales el uso de los productos de la tecnología moderna, tales como fertilizantes, herbicidas, fungicidas. Generalmente este tipo de modificaciones solo se reflejan en éxito, cuando existen mecanismos externos que aportan los medios

(crédito) para costear la adición de estos insumos y la existencia de un mercado regulado tanto para la venta de insumos como para la compra de productos a precios favorables para los productores. Estas oportunidades para mejoramiento a corto plazo, se presentan frecuentemente en regiones que son objeto de planes de desarrollo agrícola por parte del gobierno, en los que se contempla entonces el crédito para la adquisición de insumos y la fijación de precios y seguridad de mercado para los productos.

2. Mantener el arreglo de los cultivos, pero modificar el genotipo de los componentes. Este enfoque da origen a los ya conocidos ensayos de variedades. La prueba de nuevas variedades en campos de agricultores puede realizarse de diferentes maneras, pero siempre debe comprender la prueba de esta(s) variedad(es) como reemplazante de la variedad tradicional, es decir, someter las nuevas variedades a exactamente el tipo de competencia, manejo y condiciones ambientales en los que se desarrollo la variedad local. Solo bajo este tipo de ensayo se podrá reemplazar los cultivares conocidos por otros nuevos. En casos excepcionales, la nueva variedad puede significar un incremento tan considerable en los rendimientos esperados que puede justificar el cambio en otros componentes de la finca, a fin de obtener el máximo de este nuevo cultivar.
3. Mantener el arreglo básico de los cultivos en el tiempo, pero modificar los componentes por otros, que cumplan la misma función dentro del sistema y en la estación de crecimiento. Este es el caso en donde se puede cambiar el frijol común (Phaseolus vulgaris) por caupí (Vigna unguiculata) o por frijol tepery (Phaseolus oculifolius) para seguir en sucesión al maíz, en casos en que los peligros de falta de agua al final de la estación de crecimiento sea el factor crítico que afecte la producción de frijol común. Un caso similar se presenta al reemplazar al sorgo (Sorghum vulgaris) por mijo (Pennisetum americanum) también en áreas con peligro de falta de agua.

### **El ecosistema natural**

Este enfoque se basa en el principio de que para lograr un sistema de producción que se comparte en forma más o menos estable en un ambiente determinado, es posible reemplazar los componentes naturales de una comunidad vegetal por componentes de comportamiento fisiológicamente similar, pero que tienen valor agronómico. Así entonces se puede diseñar un agroecosistema a partir de un ecosistema natural. Un ejemplo clásico es el conjunto de especies de ciclo más corto que se cultivan en asocio con cacao en el trópico húmedo bajo y que en conjunto y en el tiempo, pueden considerarse una sucesión de especies efímeras hasta quedar establecidos definitivamente tanto el cacao como su árbol de sombra. Diversos autores, considerando básicamente la eficaz recirculación de nutrientes que ocurre en plantaciones de cacao, han opinado que un cacaotal y sus árboles de sombra constituyen un agroecosistema muy similar en funciones a la comunidad vegetal natural del trópico bajo húmedo.

Hay diversas evidencias de lo ajustado de este enfoque a la realidad. Uno de los sistemas de producción de mayor productividad es el caso del maíz en América del Norte en la región denominada "Cinturón del Maíz". En estas áreas existieron en forma natural, praderas de gramíneas cuya producción de biomasa es muy similar a lo que ahora se obtiene con la biomasa del maíz.

### Diseño basado en el conocimiento del medio y el crecimiento de las plantas

Para poder diseñar mejores sistemas de producción siguiendo este criterio, es necesario conocer en la forma más precisa posible el conjunto de fenómenos climáticos que puestos en orden cronológico en el año, constituyen lo que se denomina la marcha del tiempo. Es necesario entonces anteponer los caracteres de la marcha del tiempo de un lugar geográfico dado (y entre estos caracteres con mayor importancia aquellos que controlan más directamente el crecimiento en las plantas) frente a los requisitos para crecer de las diversas especies en sus diferentes estadios de desarrollo.

Esta es una de las formas más complejas, aunque racional, para diseñar sistemas de producción y realmente casi siempre se recurre a ella, enteramente o en parte, cualquiera sea el criterio principal que se sigue para diseñar.

Existen varios trabajos que describen los requisitos de las diversas especies para crecer y los principales caracteres del medio que afectan negativamente este crecimiento y por lo tanto, la obtención de cosechas. A este respecto es conveniente señalar los trabajos de la FAO<sup>1</sup>.

También según este criterio, es necesario anteponer las exigencias de manejo de cada especie (preparación de cama de semillas, siembra, desmalezado, etc.) frente a las posibilidades de manejo del agricultor considerando su asignación actual de tiempo dentro de la finca a las diferentes actividades y su posible reasignación en caso de que una práctica cultural resulte altamente rentable.

Para este criterio de diseño, primero se recurre a la selección de las especies que pueden cultivarse en la región, luego de la selección de las especies se recurre al diseño del arreglo cronológico en caso de que en la estación de cultivo pueda cultivarse más de una especie.

---

<sup>1</sup> FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Report on the Agroecologic zones, Project Vol. 3. Methodology and Results for South and Central América. Rome 1982. 251 p.

Cada una de las especies responde a un ordenamiento espacial óptimo al cultivarse individualmente, aunque éste debe modificarse según el grado de competencia con otras especies en el caso de cultivos intercalados, o en asociación o en relevo.

El resultado final de esta selección de especies y arreglos será el de sistemas factibles biológicamente, otros factible económicamente y sólo algunos que cumplen con ambos requisitos y que por lo tanto deben someterse a prueba experimental.

En general puede decirse que los tres criterios principales —el de sistema prevaleciente, el enfoque ecológico y el del conocimiento del medio y las plantas— se usan normalmente en conjunto y se emplean elementos de cada tipo de criterio en todas las ocasiones.

#### TIPOS DE ENSAYOS QUE ORIGINA EL DISEÑO

Varios tipos de actividades se pueden desempeñar en fincas de agricultores con el propósito de desarrollar conocimientos para mejorar sus sistemas de producción.

- Ensayos de componentes (EC)
- Ensayos de arreglos espaciales y cronológicos (EA)
- Ensayos superpuestos (ES)
- Estudios de seguimiento (S)

#### Ensayos de componentes

Este tipo de ensayo se realiza con el propósito de investigar algún aspecto específico de un sistema de producción, que puede identificarse por separado como un solo sub-sistema. Puede consistir en establecer la respuesta de ese sub-sistema a diferentes grados de energía aplicados ya sea en forma de mano de obra, fertilizantes, insecticidas u otros. Por ejemplo la regulación del efecto de una plaga en un cultivo mediante el uso de insecticidas, cuando se desea conocer el grado de control ejercido, la dosis económica a usar, su efecto en el suelo o en otras especies benéficas, etc.

Los conocimientos adquiridos con este ensayo, se integrarán con otros en el corto plazo, para constituir en conjunto una mejor forma de producir un bien.

También pueden incorporarse a una forma de producir ya existente, pero que se ha mantenido inalterada en todos los otros aspectos de su secuencia temporal de operaciones.

Para el caso de agricultores con alta capacidad integradora, toda la investigación en sus fincas podría consistir solo en ensayos de componentes. En estas circunstancias, es importante la habilidad del técnico para identificar —junto con el agricultor— aquellos aspectos críticos que afectan significativamente el rendimiento esperado del sistema

de producción y que podrían cambiarse para mejorar. Luego, diseñar y probar innovaciones tecnológicas para ese aspecto específico y dejar el resto del proceso al agricultor. Es decir, esperar que el mismo agricultor incorpore los mejores resultados de la investigación (o probablemente una combinación de ellos) a su forma característica de producir.

Los conocimientos adquiridos de la investigación realizada con pocos sub-sistemas, deben probarse en el menor tiempo posible en su reacción dentro del sistema de producción total, para determinar el grado de ajuste necesario al sistema existente.

En términos generales estos ensayos por componentes, pueden consistir en pruebas de variedades, uso de productos tales como herbicidas, fungicidas o ensayos, especialmente aquellos que consisten en productos nuevos o introducción de especies desconocidas en la región, que se pueden realizar en Estaciones Experimentales, si es que existe representatividad.

También se consideran ensayos de componentes, aquellos que se realizan bajo condiciones de alto control ya sea en laboratorio, estaciones experimentales o en campos arrendados especialmente. Estos ensayos por lo general se realizan con el propósito de aportar conocimientos que servirán para mejorar los sistemas de producción en el plazo más largo. Estos ensayos tienden a contestar preguntas de base, tales como cantidad y tipo de nutrientes usados por las plantas, movilización de fotosintatos en el tiempo, dispersión de fitopatógenos, etc. Esta información aumentará el acervo de conocimientos y por lo tanto, la capacidad general de diseño, pero probablemente no aportará muchas soluciones inmediatas en el corto plazo.

#### **Ensayos de arreglos espaciales y cronológicos**

Solo una vez que se conocen los cultivos, sus requisitos para crecer, las prácticas culturales adecuadas y la estación de crecimiento y sus características, es posible realizar ensayos de nuevos arreglos cronológicos con ciertas posibilidades de éxito. Los ensayos de arreglos cronológicos consisten en probar cómo un cultivo o un conjunto de ellos que crecen habitualmente en un mismo pedazo de terreno, pueden ordenarse cronológicamente en la estación de crecimiento a fin de usar en forma eficiente y bajo el manejo del hombre los recursos agua, suelo y radiación tal como se presentan a lo largo del tiempo. Estos arreglos cronológicos pueden consistir en sucesiones de cultivos, relevos entre ellos, asociaciones y relevos o cualquier otra disposición cronológica. Los ensayos de arreglos espaciales tienen, por lo general, dos aspectos fundamentales:

1. El ordenamiento del sistema de producción dentro del espacio de la finca. Es decir, conocer las ventajas y desventajas de cultivar un determinado sistema de producción en un lugar u otro de la superficie de la finca.

2. El ordenamiento de las plantas en el espacio dentro del sistema de producción de cultivos en el sentido intra e interespecífico.

Cada cultivo, considerado individualmente se comporta agrónomicamente diferente según la densidad de su siembra y su disposición espacial. Para cada especie existe un rango de arreglos espaciales que produce los mejores resultados en un ambiente dado.

En estos ensayos de arreglos es donde se realizan en sucesión temporal, todas las operaciones que el hombre ejecuta a fin de obtener cosechas. En estos ensayos es donde se aprecia cuán bien las modificaciones en cada operación se ajustan al funcionamiento de la unidad de producción como un todo. Es conveniente recordar que cualquier modificación cronológica de un cultivo en el año agrícola, trae como resultado también un desplazamiento en el tiempo del uso de la mano de obra.

### **Ensayos superpuestos**

Estos son ensayos de tipo diagnóstico, en los cuales se trata de conocer la reacción de un componente del sistema a una determinada modificación. La característica más importante de este tipo de ensayo es que se realiza como adición al sistema de producción ya establecido por el agricultor en el campo. Todo el sistema de producción, excepto el factor modificado, permanece tal como lo maneja el agricultor. Estos ensayos consisten generalmente en: incorporación de productos no usados anteriormente (fertilizantes, insecticidas, fungicidas); modificaciones en la forma de aplicar productos; reemplazo de productos por otros; modificación de alguna práctica cultural, etc. Estos tratamientos se aplican ya en el terreno preparado por el agricultor, en las plantas sembradas por él o en las cosechas obtenidas, pero el investigador no interviene sino en una parte determinada del proceso de producción dejando el resto totalmente al agricultor.

La ventaja de este tipo de ensayo reside primero en su costo relativamente bajo y segundo en que el factor manejo del agricultor está totalmente incorporado. Los problemas que presenta son en primer lugar la necesidad de oportunidad precisa para aplicar los tratamientos considerando que en agricultura de temporal casi todos los agricultores realizan las mismas labores al mismo tiempo, característica que impide lograr suficiente número de repeticiones a menos de disponer de un equipo numeroso de investigadores. En segundo lugar se puede señalar como limitante de este tipo de ensayo el hecho que por necesidad son ensayos casi siempre de tipo aditivo, pues parten de lo que el agricultor ya realiza como tratamiento base. No se llega a conocer la reacción del sistema bajo estudio a niveles inferiores que los usados por el agricultor.

### **Estudios de seguimiento**

Todos los resultados obtenidos de estudios realizados en fincas se deben comparar frecuentemente contra el sistema de producción prevaleciente que se desea mejorar. Para esto es necesario obtener información periódica acerca del comportamiento del sistema base.

Para la obtención de datos de campo, es frecuente la necesidad de muestrear a lo largo del complejo productivo en donde prevalece el sistema que se desea mejorar. Estas muestras son generalmente de variaciones en preparación del terreno y cantidad de energía consumida, distancias de siembra, área cultivada, problemas bióticos, rendimiento por unidad de superficie, uso de mano de obra, etc.

Estos estudios de seguimiento no solo sirven para comparar en el tiempo un sistema mejorado frente a uno existente, sino que contribuyen significativamente a completar la caracterización de un área, principalmente en su variación frente a cambios en el ambiente físico-biológico y socio-económico.

#### **ELEMENTOS PARA EL DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

El producto final de esta actividad es un plan de acción que contempla en el tiempo, el tipo de actividades a realizar en una región y su ordenamiento secuencial, a lo menos durante una campaña agrícola completa. En este plan se consideran el tipo de experimentos, el número de ellos, su ubicación en el área y en las fincas, las relaciones de trabajo entre el personal y asignación de responsabilidades, uso y manejo del presupuesto y equipo, etc. Este plan debe elaborarse con suficiente antelación al comienzo de la época de siembra.

#### **Tipos de actividades**

Suponiendo que un grado relativamente alto de conocimientos acerca de una región y sus sistemas de producción solo puede lograrse después de a lo menos un año agrícola de trabajo en ella, el primer grupo de actividades a realizar serán experimentos que aportan más bien conocimientos acerca del área antes que soluciones para problemas inmediatos de producción. Así, los ensayos superpuestos, las encuestas específicas y los ensayos de componentes, ocuparán la mayor cantidad de recursos durante el primer año. A medida que el conocimiento del área aumenta, los ensayos con todo el sistema de producción ya sea incorporando las modificaciones indicadas por los ensayos de componentes o probando nuevos arreglos de cultivos, se convierten en más importantes.

Los estudios de seguimiento deben mantenerse a un nivel constante de generación de información, aunque a medida que se conoce mejor el ambiente y los sistemas, es probable que la selectividad y precisión en los datos obtenidos, mejore.

El balance entre la cantidad de experimentos de componentes y la cantidad de ensayos con todo el sistema, es un tema acerca del cual el equipo de investigación debe llegar a un acuerdo. En otras palabras, es necesario conocer cuántos segmentos de información se van a producir y cuántas veces se va a comprobar la bondad de ajuste de esos segmentos a todo el sistema de producción. Al igual ocurre con el balance entre experimentos de diagnósticos y aquellos que se realizan para encontrar soluciones a limitantes encontradas. El equipo debe aceptar que existirá un alto número de factores que inciden en la producción, pero que

no pueden conocerse a fondo, sin correr el riesgo de desviar la investigación más hacia satisfacer la curiosidad científica natural del hombre que a solucionar problemas de producción.

Un factor fundamental que frecuentemente afecta las decisiones acerca del tipo de experimentos a realizar, es la variabilidad ambiental de la región. Aunque predomine solo uno o dos arreglos de cultivos en una región, si las prácticas culturales difieren entre agricultores, esto es generalmente el resultado de variabilidad en factores físico-biológicos que a su vez derivan en variabilidad de ingresos y por ende de factores socio-económicos. En regiones de alta variabilidad es de esperar mayor cantidad de experimentos de diagnóstico, principalmente enfocados a establecer algún patrón espacial de distribución de los factores determinantes que condicionan la producción. Solo después de conocer esta variabilidad, pueden ordenarse espacialmente los experimentos en forma lógica.

### Número de experimentos

Aparte de las consideraciones derivadas de variabilidad de la región, el número de experimentos que se realizan en una región depende de varios factores, entre ellos: tamaño del experimento, dispersión dentro del área, topografía y vías de acceso, movilización disponible, cantidad y calidad de la colaboración recibida, etc.

En términos generales un técnico no debería encargarse de más de 10 lotes experimentales en campos de agricultores a fin de disponer del tiempo necesario para obtener datos, ordenarlos y analizarlos posteriormente. Si la región corresponde ecológicamente al trópico bajo húmedo sin estación seca marcada, esta cantidad debe reducirse significativamente, pues en estas condiciones climáticas es frecuente que los experimentos se superpongan en el tiempo, dificultando la distribución de actividades a realizar por el equipo. El número de técnicos disponibles regula el número de experimentos a realizar.

En aquellos casos en los que se decide que cada agricultor mantendrá 1 ó 2 repeticiones de un solo experimento de mayor tamaño que abarca gran parte de la región, el número de lotes que atiende una persona puede aumentarse pues las labores son iguales. Por otra parte, esta coincidencia de estadíos de desarrollo similares de las plantas a lo largo de la región obliga a los investigadores a movilizarse rápidamente de un sitio a otro. Particularmente difícil resulta el establecimiento de los lotes, si se desea uniformidad de crecimiento y la posibilidad de compararlos con el testigo del agricultor. La siembra por parte de los agricultores, se realiza casi simultáneamente, especialmente en agricultura temporal. El establecimiento de los lotes experimentales en la época precisa requiere de especial dedicación por parte del equipo y generalmente se necesita refuerzo en términos de movilización y mano de obra si se desea que los lotes experimentales sean comparables con los del agricultor. La época de cosecha coincidente también representa otro problema y constituye otro período crítico para el equipo de investigación.

## Localización de los experimentos

1. Localización en el área: La selección de uno o dos sistemas de producción de cultivos que se cultivan en la región implica de por sí que es la región como ente productor, el centro de atención del equipo de investigación y que los agricultores como individualidades son representantes de una forma de producir.

Las principales limitantes identificadas dentro de esa(s) forma(s) de producir o el potencial que ellas tienen, deben ordenarse espacialmente dentro de la región, para tratar de establecer alguna relación entre el factor a modificar y su frecuencia de ocurrencia en el espacio. Con base en este estudio, se ordenan los experimentos en el campo.

Los conceptos de complejo ambiental y complejo de producción han sido discutidos en la literatura y pueden contribuir a las decisiones que se tomen con respecto a la dispersión espacial de los ensayos.

Se ha discutido también la conveniencia de ordenar los experimentos en lugares representativos a lo largo de una gradiente de factores inmodificables del ambiente (precipitación, topografía u otro) que determinan el comportamiento de un sistema de producción, para así explicar mejor por una parte el efecto de varios grados de este factor en el sistema y por otra parte la interacción entre este factor y la innovación tecnológica que desea probarse. Este ordenamiento en gradientes, permite dentro del área de interés, la interpolación de resultados con bastante precisión y la extrapolación con bases más firmes. Sin embargo, en regiones uniformes, es posible que el grueso de los agricultores se encuentre solo en uno o dos puntos de la gradiente y en este caso es preferible concentrar acciones en coincidencia con la densidad de población antes que invertir esfuerzos en los valores extremos de una gradiente.

2. Localización de la finca: Este es un aspecto poco discutido en la literatura disponible. Existen sin embargo, varios factores para considerar en este aspecto. En primer lugar, las áreas marginales de la finca, cerca de los caminos, cumplen el doble propósito de investigación y demostración a otros agricultores. Por otra parte el establecimiento de los experimentos en el centro del campo sembrado por el agricultor tiene la ventaja de la alta interacción con el resto de las plantas en el campo y el hecho de crecer rodeado por un ambiente ecológico representativo. En general, la localización dentro de la finca está determinada por el tipo de experimento; aquellos experimentos que incluyen tratamiento de preparación de suelos, aporcas, distancias de siembra, etc., deben generalmente, establecerse en áreas separadas del lugar en que están el resto de los cultivos. Todo el equipo de valor tales como pluviómetros, trampas de luz, radiómetros, deben mantenerse lo más cerca posible de la casa del agricultor.

3. Organización del equipo: Hay varias consideraciones a las que poner atención. Según la experiencia acumulada en CATIE durante los últimos años, el equipo mínimo para investigar en fincas, debería estar constituido a lo menos por un especialista en producción de cultivos, uno en producción de plantas y un científico social. Es deseable que este grupo del área esté en contacto directo y frecuente con un equipo asesor de cobertura mayor a nivel nacional, regional o internacional, o con otros equipos cumpliendo labores similares en otras áreas.

Antes del comienzo de la estación de cultivos, debe organizarse una reunión general de planificación con todo el equipo a fin de decidir el tipo de experimento y su propósito, el número de ellos, su localización y la responsabilidad de cada miembro del equipo en cada uno de los tipos de experimentos.

Durante la fase de caracterización ya se han identificado —mediante los procedimientos habituales— los agricultores colaboradores y la selección final de ellos debe hacerse considerando —aparte de su disposición a colaborar— cuán fielmente en su finca se reproducen los problemas identificados como prioritarios para toda el área.

A lo menos un mes antes de la siembra todos los productos (fertilizantes, semillas, estacas, bolsas, etc.) deben estar preparados y efectuarse la selección de los lotes en conjunto con los agricultores colaboradores y decidir el tipo de preparación de terreno a efectuar.

No solo con agricultores colaboradores, sino con otros además, debe realizarse una discusión, previa a la siembra, a fin de explicar los propósitos de la investigación y un relatorio de las labores que se anticipan como necesarias para llevar a cabo el experimento. Con los cultivos creciendo en el campo, es conveniente organizar días de campo para discutir el grado de avance de la investigación. A estos días de campo deberán asistir agricultores, técnicos del área y miembros del equipo asesor, si existiera.

Otra reunión de discusión debe organizarse con los datos obtenidos de cosecha de los experimentos, al final de la estación de cultivos, para discutir a grandes rasgos el resultado final. Se entiende que los datos deben continuar en proceso. Esta reunión servirá de guía para la planificación de las actividades del próximo año.

### **Responsabilidad del manejo**

En un esfuerzo de investigación con agricultores es muy difícil clasificar los experimentos bajo denominaciones tales como "manejo del agricultor" o "manejo del técnico". En la realidad esto se convierte en un asunto de matices. Cada acción que el agricultor realiza en un lote experimental tiene la influencia del técnico y viceversa.

Normalmente se llega al compromiso entre el agricultor y el técnico acerca de qué se va a hacer, cómo, cuándo y por quién en determinado experimento y luego se establece la disponibilidad de mano de obra por parte

del agricultor. Si no existe suficiente mano de obra disponible, el técnico puede aportarle, mediante contratación temporal.

Solo en casos exclusivos de experimentos superpuestos y en pruebas avanzadas de validación o pre-producción, el manejo debería estar enteramente en manos del agricultor.

Aquellos experimentos realizados en fincas de agricultores y que están enteramente bajo el manejo del técnico, se refieren más bien a ensayos de apoyo en los que los factores estudiados se controlan totalmente y sus resultados van a servir para mejorar la capacidad de diseño del equipo y no necesariamente aportar soluciones a corto plazo para problemas de producción. Es posible, y ocurre con frecuencia, que algunos experimentos diseñados para aportar soluciones a problemas inmediatos de producción, se manejen enteramente por técnicos. En este caso se está perdiendo la oportunidad de retroalimentación por parte de quien se supone que va a manejar el sistema en el futuro, es decir, el agricultor. Este hecho solo convierte en más difícil la fase de validación posterior de la metodología de investigación.

#### **Uso del presupuesto**

En la planificación de los ensayos y una vez que se ha determinado el número de ellos, su tamaño y distribución en la región, es el momento para estructurar el presupuesto de operaciones a lo menos en términos de insumos necesarios en el año, imprevistos y jornales que cancelar. Debe decidirse la cantidad de insumos a adquirir mediante el presupuesto central y la cantidad de dinero que en términos de caja chica deben manejar los técnicos en el campo para cubrir los gastos menores.

## ETAPA EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACION EN SISTEMAS DE CULTIVO

José Arze B.\*

### INTRODUCCION

En el proceso seguido para producir opciones tecnológicas viables, la etapa experimental desempeña un papel importante, principalmente en lugares donde la información disponible es escasa, situación que limita la capacidad de diseñar sistemas de producción mejorados.

La información experimental, deberá buscar respuestas a hipótesis planteadas de problemas surgidos en la fase de diseño del sistema de producción que se desea lograr, por tanto, está estrechamente relacionada con las necesidades y prioridades previamente identificadas.

En esta etapa, se consideran las características ambientales de la zona para donde fue diseñado el sistema de producción, usando los medios y técnicas experimentales adecuados, a fin de lograr información con precisión y exactitud deseada.

### 1. INVESTIGACION EXPERIMENTAL

La experimentación en la investigación de los sistemas de producción, surge de la necesidad de información para diseñar sistemas mejorados. Esta información ayudará a elaborar opciones tecnológicas adaptables a condiciones de variabilidad del ambiente físico, biológico, social y económico, en donde el hombre desempeña un papel preponderante como modelador de las actividades de producción agrícola.

#### 1.1 Heterogeneidad Ambiental

Para producir información experimental, debe considerarse la variabilidad ambiental tanto en su dimensión espacial (varios sitios en un tiempo dado) como en su dimensión temporal (varios años en un sitio dado). La validez de los resultados experimentales estarán relacionados a las condiciones donde se produjo la información, sin embargo, la aplicación de esta información dependerá del grado de conocimiento de la tolerancia del factor medido a la variabilidad del ambiente. De allí la importancia de estructurar la investigación experimental siguiendo gradientes ambientales. Esto permitirá, inferir el comportamiento del factor medido en un rango de variabilidad ambiental.

---

\* Fisiólogo de Cultivos, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

## 1.2 Heterogeneidad del Productor

En la fase experimental deberán considerarse a los agricultores, últimos usuarios de la información, ya que presentan variaciones considerables, principalmente en la disponibilidad de recursos y medios de producción lo que influye en su capacidad de aceptar riesgos y consiguientemente en la posibilidad de adoptar la tecnología.

La variabilidad se presenta en el espacio y en el tiempo. En el espacio, porque en un momento dado, en una zona, existen agricultores con diferente disponibilidad de recursos y, en el tiempo, porque un agricultor varía continuamente de acuerdo a la manera como vaya manejando sus recursos (acumulando o disminuyéndolos).

## 1.3 Capacidad de Manejo

La habilidad propia de los agricultores para manejar sus recursos, es otro de los factores que influye en la etapa experimental. Se debe considerar que el agricultor, dadas sus condiciones (heterogeneidad del productor), tiende a manejar armónicamente sus recursos en relación a la variabilidad ambiental. Su accionar (manejo) es modificado a través de una serie de ajustes que demandan energía y recursos (bombeo energético) en busca de maximizar su producción.

## 2. PLAN EXPERIMENTAL

La etapa experimental de la investigación de los sistemas de cultivo debe ser el producto de una adecuada planificación experimental, en donde interesa principalmente la información interrelacionada de varios experimentos que la de uno separado. Los aspectos que deben considerarse en el plan de investigación son:

- a) Sistema del agricultor (situación actual)
- b) Sistema propuesto (situación ideal)
- c) Alternativa a evaluar (aproximaciones)
- d) Pruebas para mejorar la capacidad de diseño

tomando en cuenta estos aspectos, se elaborará una secuencia de experimentos, que permita disponer de información para pasar de la situación actual (sistema del agricultor) a una situación ideal (sistema propuesto), a través de la evaluación de una serie de aproximaciones, apoyadas por pruebas (experimentos de componentes), que ayuden a mejorar el diseño de las aproximaciones, dentro un complejo de variabilidad ambiental y del productor.

## 3. LUGARES DE EXPERIMENTACION

Los lugares (sitios), en que se realizan las pruebas experimentales, dependerán del grado de precisión y exactitud que se requiera, por tanto debe considerarse la influencia de los factores diferentes al o los

que se están experimentando. La influencia de estos factores podrá controlarse con selección de sitios y diseños experimentales. Sin embargo, este control se hace más difícil, conforme los ensayos experimentales se aproximan a las condiciones de producción del agricultor. Teniendo en cuenta éste aspecto, una forma de ordenar los lugares experimentales, siguiendo un gradiente que va de mayor dificultad de control, hacia el control casi completo, puede ser la siguiente:

- a. Campos de agricultores
  - a.1 con manejo
  - a.2 sin manejo
- b. Estaciones experimentales (campos)
- c. Laboratorios e invernaderos

Las pruebas experimentales, se ubicarán en todos o algunos de estos lugares, de acuerdo al tipo de información que se desea conocer. Esto ayudará a mejorar la capacidad de diseño y poder rediseñar la alternativa propuesta (aproximaciones), tendiendo a alcanzar el diseño ideal.

#### 4. TIPOS DE EXPERIMENTOS

De acuerdo a las hipótesis involucradas y a la precisión requerida, se pueden considerar algunos tipos de experimentos, sin querer definir líneas divisorias, en una escala que busca ayudar al ordenamiento de la fase experimental.

Partiendo del supuesto que a través de la fase analítica y de diseño se han identificado los factores más importantes a investigar, y al mismo tiempo se ha identificado y evaluado la información disponible, se pueden considerar los siguientes tipos de experimentos:

- a. Experimentos de validación y ajuste
- b. Experimentos analíticos y
- c. Experimentos exploratorios

##### 4.1 Experimentos de validación y ajuste

En el caso de generación de alternativas mejoradas para agricultores de escasos recursos, donde es difícil disponer de mucho tiempo, las fuentes de información disponible, sea esta experimental (de el lugar u otras zonas parecidas), o no experimental, producto de la experiencia por prueba y error adquirida por los agricultores, son de gran valor para diseñar una alternativa "sintética", como un proceso de juntar partes y darles un valor intuitivo en su funcionamiento, buscando acercarse al diseño del sistema (ideal). Esta alternativa viene a constituir al inicio de la experimentación, la mejor opción disponible, considerando las características restrictivas del ambiente, la experiencia de agricultores calificadas, profesionales (agrónomos) vinculados a la zona de

trabajo y el análisis de la información disponible. Constituye un punto de partida, y no el final del proceso experimental. En este tipo de experimentos es recomendable incluir cambios pequeños que puedan ser aceptados por los agricultores, para ser comparados con la tecnología promedio del agricultor (diagnóstico).

Su función principal, es verificar o comprobar si algunos resultados obtenidos en condiciones controladas o no controladas, se repiten en condiciones similares o no muy diferentes con posibilidad de mejorar sistema del agricultor. Sirve además para que el equipo multidisciplinario, encargado de la investigación, adquiera habilidad en el manejo de la opción mejorada y pueda identificar adecuadamente los problemas. Esto ayudará a entender mejor el sistema de cultivo, permitirá planear experimentos específicos a los problemas prioritarios.

Este tipo de experimentos debe estar en campos de agricultores, preferiblemente bajo sus condiciones de manejo.

En este tipo de experimentos no es indispensable una alta precisión, pero se requiere escoger adecuadamente la muestra que haga inferencia a la población (exactitud).

#### 4.2 Experimentos Análíticos

Una vez conocido el sistema de cultivo del agricultor, y diseñada la alternativa "sintética" o primera aproximación, surgen vacíos y dudas sobre el funcionamiento del sistema de cultivo que se busca mejorar, produciéndose una serie de preguntas (hipótesis). Las respuestas a estas preguntas, que en la nueva campaña agrícola, contribuirán con su información a mejorar la alternativa "sintética", y plantear un 2ª aproximación (tendiente al sistema ideal), estará dada por el grupo de experimentos analíticos.

Estos experimentos, se refieren principalmente al sistema de cultivo que se desea mejorar, ya sea variando o cambiando, insumos, componentes, manejo o sus interacciones. Se quiere saber como funciona el sistema, para lo cual, se recurre entre otras cosas, a experimentos donde se estudia el comportamiento del sistema al variar algunos factores que lo afectan. El énfasis está en averiguar como se manifiestan ciertos componentes o como se relacionan entre sí.

Se requiere una precisión que asegure una probabilidad baja de error.

Dentro de éstos se pueden considerar los siguientes experimentos analíticos.

- a) Variación de componentes
- b) Cambios de componentes
- c) Intensificación
- d) Componentes específicos

El criterio básico de esta agrupación de experimentos analíticos, es mantener la estructura del sistema, a la que se le hacen modificaciones, para conocer su funcionamiento. En todo caso, se mantienen testigos absolutos de referencia (sistema del agricultor y opción mejorada).

En el primer caso (variación de componentes), se mantiene la estructura del sistema, variando los niveles de los componentes. En este tipo de experimento las modificaciones son relativamente pequeñas. Por ejemplo: variaciones en los niveles de fertilización; prueba de variedades, manteniendo la especie (componente); arreglos espaciales, cronológicos. La información producida, servirá para mejorar el funcionamiento del sistema de cultivo del agricultor.

En el segundo grupo (cambio de componentes), se buscan modificaciones en las que se reemplazan algunos de los componentes del sistema de cultivo por otros componentes nuevos, intentando buscar nuevas opciones tecnológicas, cambiando parcialmente el sistema de cultivo inicial. Por ejemplo, en un cultivo asociado en relevo maíz/sorgo, se puede mantener el maíz y buscar el cambio del sorgo por otros cultivos, como: gandul, ajonjolí, vigna.

En el grupo de intensificación de componentes, se mantienen los componentes iniciales, modificando su estructura con la inclusión de nuevos componentes (sin reemplazo). En este caso se están añadiendo nuevos componentes para intensificar el uso de recursos.

El último grupo (componentes específicos), está referido a experimentos analíticos de cada componente dentro del sistema de cultivo, su objetivo básico es entender el papel de un componente dentro la estructura y función del sistema. Algunos ejemplos son: Análisis de crecimiento del cultivo, estudio de las variaciones de nutrientes en el suelo, estudios de la biología de insectos, competencia interespecífica (alelopatía) entre los componentes del sistema de cultivo en estudio.

#### 4.3 Experimentos Exploratorios

Son aquellos en que el investigador busca información para orientar mejor su plan experimental, éste puede ser a nivel de entendimiento del sistema de cultivo o a nivel de componentes o manejo específicos, también los experimentos en los cuales se compara un número relativamente grande de sistemas, deben considerarse y manejarse como de tipo exploratorio, para elegir los sistemas más adaptados o con mayores ventajas comparativas para el área.

En aquellos en que se busca conocer el sistema de cultivo, se incluye el estudio de muchos factores (componentes), en pocos niveles, en base a los resultados se podrá identificar cual o cuales factores están influyendo más en el desempeño del sistema de cultivo, aspecto que servirá para decidir sobre los tratamientos que deben incluirse en trabajos posteriores.

En experimentos exploratorios de componentes o manejo específicos, se pretende averiguar que pasa a un material determinado al cambiar uno o varios factores, o como se comportan, en general, materiales diferentes bajo condiciones similares, por ejemplo si se prueban variedades de un cultivo para conocer si se adaptan a un ambiente dado, como resultado se podrán seleccionar algunas variedades para pruebas más exhaustivas. Otro ejemplo, podría ser, comparativos de formas de siembra de un nuevo cultivo que se va a incluir en la región.

En este tipo de experimentos no se requiere mucha precisión, por esto el número de repeticiones es bajo mientras el número de tratamientos puede ser alto.

## 5. CLASES DE EXPERIMENTOS .

En los tipos de experimentos descritos, pueden realizarse diferentes clases de experimentos. El ordenamiento de los experimentos en clases está basado principalmente en relación al propósito de los factores que se estudiarán. Se han considerado las siguientes clases de experimentos aplicables al sistema de cultivo.

- a) Combinaciones de cultivo
- b) Arreglos espaciales
- c) Arreglos cronológicos
- d) Nutrición
- e) Protección de plantas
- f) Manejo del suelo

Conviene aclarar que esta no pretende ser una clasificación rígida ni completa; se buscan, criterios de ordenamiento para facilitar las interpretaciones conjuntas de la información. Muchos experimentos pueden pertenecer a varias de las clases mencionadas.

### 5.1 Combinaciones de cultivos

En estos experimentos se compara combinaciones de varios cultivos que pueden variar desde el monocultivo continuo hasta la asociación continua. Por ejemplo, en un experimento podría partirse de cultivos como maíz, frijol, yuca y camote, considerando como un tratamiento a cada una de las combinaciones. Es probable que utilizando información anterior y suposiciones basadas en teorías o leyes conocidas se considere que no es necesario comparar todas las combinaciones. En cualquier caso es recomendable incluir los monocultivos en el experimento.

En general, sólo deberían incluirse en este tipo de experimentos a cultivos de los cuales se sepa que se adaptan al ambiente y de los cuales se tenga alguna experiencia en el manejo. Incluir cultivos completamente nuevos implica, el riesgo de perder algunas parcelas o

de obtener información errada o poco confiable, correspondiente a los cultivos poco adaptados o no manejados adecuadamente; también se presentará el efecto de la interacción con los otros cultivos.

La duración del ciclo de cada combinación (sistemas), puede variar de acuerdo al ciclo de los cultivos que la forman; las comparaciones deben hacerse para un período de tiempo que abarque por lo menos la duración del cultivo más tardío. Lo aconsejable de cualquier modo, es referir todo a un año agrícola, ya que esta unidad es más repetible que un semestre (hay mayor similitud entre un año y otro que entre el primer y el segundo semestre de un año).

Ya que las distancias de siembra de los cultivos varían, es común que los tamaños de parcela de una combinación sean diferentes de los de otra y que, aún dentro de una combinación, el área cosechada de un cultivo sea diferente de la de otros. Esto debe tenerse en cuenta para expresar los valores observados en una unidad común de área (por ejemplo, kg/ha o Ton/ha).

La unidad experimental sería la combinación de cultivos en un tiempo dado (año agrícola). Las variables de respuesta de cada unidad experimental, no son siempre compatibles, por ejemplo en una asociación de yuca con maíz, no podría sumarse el peso fresco de las raíces de yuca con el peso seco de granos de maíz. Por ésto es útil considerar variables como biomasa total, peso seco del producto comestible, proteína total, carbohidratos o energía producidos por la parcela durante el ciclo; también puede considerarse el valor total de la producción, para precios dados de los productos de cada sistema bajo experimentación, que permita realizar un análisis económico.

Cuando estos experimentos son de tipo preliminar o exploratorio pueden utilizarse pocas repeticiones (por ejemplo dos), es suficiente medir pocas variables (por ejemplo: rendimientos total y comercial, población inicial, población final) e incluir un número relativamente grande de combinaciones (arreglos o sistemas). Como resultado de estos experimentos se pueden elegir algunas combinaciones para estudiar mejor su comportamiento en experimentos analíticos; es posible que se decida no incluir algunos cultivos ensayados en la etapa exploratoria por falta de adaptación, por no tener información suficiente sobre su manejo, o porque se obtuvo alguna información que no lo hace recomendable.

En los experimentos analíticos se debe considerar variables de la planta, el suelo y el clima para ayudar a explicar mejor la respuesta de los sistemas. Aún cuando los sistemas a probar no forman un patrón definido que permita cuantificarlos o clasificarlos fácilmente, debe considerarse como una meta sacar conclusiones que hagan posible inferir, con alguna confiabilidad, sobre el comportamiento en condiciones similares de sistemas con características determinadas. En otras palabras, si bien las conclusiones que se saquen sólo son directamente aplicables a los sistemas probados y para condiciones iguales a las del experimento, las observaciones adicionales y un proceso de razonamiento lógico, deben hacer

posible formular hipótesis sobre comportamiento de clases de sistemas similares a algunas de las estudiadas.

Para este tipo de experimentos se recomienda un diseño simple, como el de bloques completos al azar (BCA); el Diseño Completamente al Azar (CA) no es recomendable, en general debido a la falta de homogeneidad que es de esperar en fincas de agricultores.

## 5.2 Arreglos Espaciales

Después de seleccionar las combinaciones de cultivos más promisorios, quedan por averiguar otros aspectos relacionados con el arreglo de esos cultivos en el campo y su distribución en el tiempo.

Los arreglos espaciales, determinan en gran parte la respuesta del sistema en forma directa a la competencia intra e interespecífica, a la interacción con factores ambientales y de manejo.

Por ejemplo, para monocultivos, al reducirse la distancia entre plantas, partiendo de distancias grandes, aumenta el número de plantas y el rendimiento por unidad de superficie, inicialmente podría esperarse un aumento en rendimiento proporcional a la densidad de población, sin embargo, al reducirse la distancia comienza a presentarse e incrementarse la competencia que reduce en forma creciente el rendimiento por planta. Esta competencia puede ser por luz, agua o nutrientes. Al considerar cultivos asociados ésto se acentúa por los efectos de competencia interespecífica.

Los experimentos sobre arreglos espaciales son muy importantes, por lo menos como base para continuar el resto de la investigación agrobiológica. Estos experimentos pueden permitir recomendaciones específicas para los sistemas estudiados y, además, permiten sacar algunas conclusiones generales, sobre respuesta que se espera, en algunos sistemas que incluyen cultivos similares a los estudiados. Por ejemplo, lo que se espera cuando se siembra una gramínea de porte alto, asociada con una leguminosa trepadora.

Las variaciones que permiten diferentes tratamientos en experimentos de arreglos espaciales, están determinadas por distanciamientos entre surcos, distanciamientos entre plantas sobre el surco y, número de plantas por postura (sitio). Las posibilidades de combinaciones aumentan si se combinan estos tres factores.

Midiendo algunas variables del suelo, planta y ambiente, es posible tener información sobre la importancia de la competencia por agua, nutrientes y luz. En muchos casos, puede cuantificarse cada uno de estos tipos de competencia; con base en esto, pueden hacerse inferencias sobre nuevos arreglos o manejo de algunos de los sistemas ensayados, que incluye variar algunos de los factores que se mantuvieron fijos (por ejemplo fertilización). Esto da origen a hipótesis a probar en experimentos posteriores.

En un experimento sobre arreglos espaciales, la pérdida de plantas es grave, porque afecta a la esencia del tratamiento mismo en forma aleatoria, cuando por hipótesis, se supone que hay efectos diferenciales debido al arreglo espacial de los cultivos.

Es común que al sembrar un sistema haya pérdidas de plantas por mala germinación, o por ataque de enfermedades o insectos en etapas tempranas de desarrollo de los cultivos; además, se pierden plantas por daños mecánicos al efectuar las labores de manejo (deshierbas, aporque, raleo, etc.). Puede ocurrir, que en las parcelas se tengan arreglos espaciales o poblaciones de plantas, que en realidad no corresponden a las planeadas; esto se agrava, al considerar que pasando de una repetición a otra, hay diferencias apreciables de población entre parcelas supuestamente con el mismo tratamiento.

Cualquier conclusión que se saque, estará viciada en la medida que cada parcela no representa el tratamiento que se supone representa. Por ejemplo, si se pierden cuatro "golpes" de un total de 20 en una parcela, se terminará con un tratamiento diferente al que se planeó; cualquier ajuste que se haga para "corregir" por población, está en contra de la suposición de que existe interacción originada por la competencia.

De manera general deben considerarse los siguientes aspectos al planear estos experimentos:

- a) Utilizar un mayor número de arreglos para cultivos menos conocidos, si estos están asociados con otros más conocidos.
- b) Si se tiene poca información de una zona dada, escoger una gama de variación de distancias (arreglos) relativamente amplia, escogiendo pocos puntos a comparar (extremos y uno o dos centrales). Cuando se tiene mayor información debe trabajarse dentro de un ámbito de variación más reducida.
- c) Debe hacerse esfuerzos por mantener la población de plantas lo más cercana posible a la teórica.

### 5.3 Arreglos Cronológicos

Se pueden distinguir dos grupos de experimentos sobre arreglos cronológicos.

- a- Fechas de siembra en términos absolutos, para conocer los períodos que permitan el desarrollo y producción adecuado del sistema de cultivo o de los cultivos que lo forman.
- b- Epocas relativas de siembra, dentro de un margen determinado, para la siembra de un cultivo en relación al otro u otros (asociación, relevo, rotación). Se busca mínima competencia interespecífica y máxima utilización de recursos por los cultivos (luz, agua, nutrientes).

Normalmente los arreglos cronológicos son respuestas al patrón climático y a los requisitos de los cultivos. Por esto, antes de diseñar un experimento sobre arreglos cronológicos, debe de obtenerse información sobre los requisitos totales y los requisitos para las diferentes fases de crecimiento, en cuanto a agua, luz y temperatura, por parte de los cultivos que se consideran. Por otra parte, debe tenerse información sobre las características del ambiente. En cuanto a esos factores, los patrones de distribución de lluvias, temperaturas y radiación, deben servir para escoger diferentes alternativas para probar en ese experimento. Puede, por ejemplo, tenerse un gráfico de distribución de lluvias y superponer a éste, varios arreglos correspondientes a diferentes opciones de épocas de siembra de los cultivos, en los cuales hay interés como parte de los sistemas.

Con relación a arreglos cronológicos, es común que se presenta confusión sobre qué es lo que debe investigarse. Se recomienda dedicar suficiente tiempo a aclarar los objetivos del trabajo, después de considerar por separado los diferentes elementos del problema. Por ejemplo, debe quedar claro, si lo que se quiere averiguar es la posibilidad de obtener rendimientos aceptables al sembrar en una época determinada, o si se quiere averiguar las épocas de siembra que aseguran una mayor producción del sistema. También, debe considerarse si se puede separar el factor distribución de lluvias de otros factores, que pueden estar relacionados parcialmente con ésta (p.e. plagas, enfermedades, malezas), o con la longitud del día, temperatura, estado de crecimiento de otros cultivos, etc.

Una secuencia tentativa de estos trabajos podría ser:

- a) Averiguar si los cultivos pueden sembrarse en una época que se considere como la más adecuada. Por ejemplo cuando hay interés en incluir algún cultivo nuevo en un sistema, o se prueba un tema en una época diferente de la que es tradicional.
- b) Averiguar el comportamiento del sistema en diferentes épocas de siembra, y relacionarlo con el ambiente (optimizar época de siembra, considerando fijo el ambiente).
- c) Averiguar el efecto individual y la interacción de varios factores que a través del tiempo inciden sobre el sistema. Permite considerar alternativas de manejo, que puedan complementar los factores no modificables del clima; por ejemplo, un cultivo no produce buenos rendimientos porque es atacado por una plaga relacionada a su vez con factores climáticos y bióticos, pero cuando no se presenta la plaga o cuando se la combate, los rendimientos son altos. En este caso, podría ser recomendable un experimento de épocas de siembra, para dar la protección a los cultivos contra la plaga, o comparar tratamientos con y sin control de plagas.

Cuando se tiene cultivos asociados, puede ser muy importante la fecha de siembra de los otros en la parcela. En esta situación, lo importante es la competencia entre cultivos. En general, la competencia para un cultivo, será mayor, cuando se siembra más tarde, con relación a aquellos con los cuales está asociado; esto también depende de las condiciones ambientales (p.e. distribución de lluvias), dentro del lapso en el cual crecen los cultivos.

Las decisiones sobre como combinar las fechas relativas, dependen de los cultivos involucrados, condiciones ambientales que requieren, tipo de competencia entre los cultivos, manejo que se les va a dar y material genético utilizado.

Cuando se comparan fechas relativas de siembra en una asociación, debe evitarse mezclar con el efecto de fechas absolutas. Normalmente se confunde el efecto de épocas absolutas (clima principalmente) con el de épocas relativas (competencia principalmente). Una alternativa es agregar tratamientos testigo consistentes en monocultivo de las asociadas, para cada una de las fechas de siembra en que están asociados, que permitan comparar el efecto de competencia (fecha relativa) y separarlo de efecto de clima (fecha absoluta).

#### 5.4 Nutrición

Estos experimentos, permiten averiguar la respuesta del sistema de cultivo, al estado de fertilidad de los suelos. Como paso inicial, se averiguará cuáles son los nutrientes del suelo que limitan la productividad del sistema. En etapas posteriores se tratará de averiguar el grado de deficiencia de los nutrientes (respuesta a fertilización), y el comportamiento de los sistemas a diferentes combinaciones de nutrientes.

La forma más común de influir sobre la nutrición de los cultivos es por adición de nutrientes o enmiendas al suelo. Sin embargo, hay otras formas (directas o indirectas), como el cultivo de leguminosas para fijar nitrógeno, o la práctica de algunas labores, que influyen sobre la disponibilidad de nutrientes o, sobre la capacidad de las plantas para llegar a ellos. La selección de tratamientos, dependerá de lo que se conozca sobre el manejo y estado de fertilidad del suelo, así como de los factores que afectan el uso de los nutrientes por los sistemas de cultivo (distribución lluvias, características de los cultivos). Esto ayudará a realizar suposiciones sobre la posibilidad de interacciones entre nutrientes, lo que facilitará escoger las combinaciones o diseño de tratamientos.

Cuando se quiere medir interacciones, debe utilizarse un número de tratamientos mayor que cuando éstas no existen. Por otra parte, para obtener mayor información sobre respuesta a los nutrientes, es necesario escoger más niveles, para probar y extender el ámbito de variación (separar los límites). Sin embargo, en experimentos preliminares

(exploratorios) en un área dada, es suficiente utilizar dos niveles (inferior y superior), para averiguar si hay respuesta (si el elemento es deficiente). En experimentos analíticos, puede ser conveniente al principio, ensayar dosis superiores a las que podrían considerarse recomendables desde el punto de vista económico. En experimentos posteriores, el énfasis debe ser en dosis cercanas a un óptimo económico (que siempre son menores que el máximo biológico). En general, no conviene ensayar muchas dosis que difieran poco entre si, ni usar límites demasiado espaciados.

Cuando se ignora si existe respuesta a un elemento, conviene utilizar un nivel cero (ausencia del elemento). Cuando se sabe que existe respuesta, y se tiene una idea aproximada de la magnitud de la respuesta para una dosis determinada, no se justifica utilizar un nivel 0. Es preferible utilizar dosis que ayuden a encontrar un nivel óptimo, en vez de continuar utilizando niveles extremos, para los cuales ya se tiene alguna información.

En los experimentos para encontrar dosis óptimas, pueden hacerse secuencias, en las cuales la amplitud entre el máximo y el mínimo se haga menor, y tanga como punto medio una dosis cercana a la que se considere óptima. Sin embargo, no debe exagerarse la precisión con la cual se quiere estimar este óptimo. Por ejemplo, no se justifica aspirar a una precisión de 5 kg/ha de N, ya que hay otros factores que pueden hacer variar la respuesta en una magnitud mucho mayor, que pudieran estar afectando el resultado que se obtuvo en el campo.

Cuando se quiere ensayar más de un nutrimento, debe decidirse cuáles combinaciones deben escogerse. Para esto hay varias alternativas que también pueden utilizarse al estudiar varios factores (variables de tratamientos), correspondientes o variables continuas y aún a variables discretas (ausencia, presencia), no solamente para experimentos con fertilizantes. Estas alternativas son:

1. Escoger todas las combinaciones posibles de las dosis que van a probarse para cada nutrimento; esto da origen a un arreglo factorial completo, que permite obtener información sobre el efecto de cada factor por separado y el efecto de las interacciones. Este arreglo de tratamientos es recomendable cuando se quiere averiguar efecto de interacciones; además de los efectos de cada factor en general. Desde el punto de vista de la cantidad de información este es un arreglo ideal. El inconveniente está en que el número de tratamientos necesarios puede resultar muy grande. Así, por ejemplo, si se quiere trabajar con 5 factores, cada uno a dos niveles resultan 32 tratamientos; si se tuvieran 3 niveles de cada uno de los cinco factores se necesitarían 243 tratamientos. Por este motivo se recurre a otras opciones.
2. Escoger algunas combinaciones de tratamientos de acuerdo a alguna regla, como por ejemplo:

- a. Eliminar combinaciones que se consideren de poco interés desde el punto de vista biológico o económico.
- b. Eliminar combinaciones que no agreguen información, como ocurre con tratamientos correspondientes a diferentes dosis de un elemento, con una dosis de otro, con el cual no interacciona.

Por ejemplo, si se tienen los tratamientos A y B se podría formar con dos niveles de cada uno:

$A_1$	$B_1$	$A_2$	$B_1$
$A_1$	$B_2$	$A_2$	$B_2$

Si no existe interacción sería suficiente usar, por ejemplo:  $A_1 B_1$  y  $A_2 B_1$  para estimar efecto de A y,  $A_1 B_2$  con  $A_1 B_1$ , para estimar efecto de B. En este caso se eliminaría  $A_2 B_2$ .

### 3. Factoriales confundidos y repeticiones fraccionarias.

Los factoriales confundidos, permiten formar bloques relativamente homogéneos en el campo, con pocas parcelas. La variación dentro de bloques se hace más pequeña, y la comparación entre tratamientos resulta más precisa. Esto se obtiene, a cambio de pérdida de precisión en el cálculo de algunas interacciones (las que se han confundido), si la confusión es parcial. Si la confusión de algunas interacciones es total, no puede estimarse el efecto de éstas.

### 4. Considerar un arreglo geométrico de los tratamientos.

Se escogen niveles de tratamientos y combinaciones de estos que formen un arreglo geométrico con características específicas. Esto permite calcular funciones de respuesta, que incluye el efecto lineal y cuadrático de los diferentes factores y las interacciones de los efectos lineales. Los llamados diseños "compuestos" o "compuestos rotables" (Cochran & Cox, 1957) pertenecen a este tipo, así como el San Cristóbal.

## 5.5 Protección Vegetal

Los trabajos en esta área, pueden incluir estudios de la distribución espacial y temporal de las plagas, los patógenos y las malezas; el estudio de su biología, su efecto sobre los cultivos perjudiciales y su modo de control, prevención o reducción del daño.

El papel de la protección vegetal es reducir las pérdidas por efecto de organismos perjudiciales a los cultivos, y por lo tanto depende de la presencia e intensidad del ataque de aquellos. Debe darse la suficiente importancia para conocer mejor las relaciones entre el clima, el tiempo, las condiciones de manejo, estado de crecimiento de los cultivos y la intensidad de ataque de organismos perjudiciales.

Los experimentos más comunes están relacionados con el control y pueden incluir alguna o varias de las siguientes alternativas:

- a) Prueba de productos (clase de ingrediente activo, concentración)
- b) Determinación de dosis efectivas
- c) Determinación de épocas y frecuencia de aplicación
- d) Determinación de formas de aplicación

Debe tenerse en cuenta algunas consideraciones de orden práctico al hacer experimentos de control, entre ellas pueden citarse:

- a) Solo tienen éxito estos experimentos, cuando hay un nivel de infestación capaz de producir pérdidas comerciales de las cosechas. En muchos casos, no se presenta infestación apreciable, los daños son muy bajos o prácticamente nulos y no es posible detectar diferencias entre tratamientos. Además, si entre los tratamientos no existe un testigo absoluto (sin control), se podría llegar a la falsa conclusión de que todos los tratamientos fueron muy efectivos.

En algunos casos, es posible producir infestaciones artificiales o incrementar la intensidad de infestación, sembrando variedades susceptibles en los bordes.

- b) Debe considerarse, que los insectos y microorganismos, pueden moverse de una a otra parcela y causar infestaciones secundarias. Por ejemplo, los insectos de una parcela sin control de plagas, pueden moverse a una parcela vecina y producir un ataque más intenso, que el que se tendría si la parcela no hubiese recibido ningún control. Esto podría ocurrir en casos en los que el efecto residual del insecticida o fungicida es de corta duración. Es recomendable el uso de bordes suficientemente anchos en cada parcela y diseño experimental adecuado para reducir este efecto.
- c) La distribución espacial de los insectos, malezas y microorganismos, no es uniforme (ocurre "por parches"), lo que causa diferente nivel de infestación natural en las parcelas, y reduce la información sobre efecto de los tratamientos y la precisión del experimento en general. En algunos casos, es posible medir el grado de infestación antes de aplicar los tratamientos y, utilizar esta variable para ajustar los cálculos con un análisis de covarianza. La infestación artificial también puede considerarse para reducir el efecto de este factor.
- d) Al aplicar productos químicos en experimentos para comparar formas de control, debe tenerse cuidado para evitar que los productos aplicados en una parcela lleguen a otra. El viento, puede

desplazar los productos químicos y confundir los resultados del experimento, porque algunas parcelas estarían recibiendo tratamientos diferentes de los supuestos, debido a la contaminación.

Igual que para b), se hace conveniente dejar en las parcelas bordes más grandes de los comunes para pruebas de variedades o de fertilización.

- e) Las distribuciones de probabilidad de las poblaciones de insectos, microorganismos y malezas no son normales por lo general. Se hace necesario hacer una transformación de los datos para obtener una distribución normal, que permita aplicar las pruebas de hipótesis generalmente asociadas con el análisis de varianza.

## 5.6 Manejo

En los experimentos sobre manejo, generalmente se comparan recomendaciones en forma de prácticas o labores ejecutadas sobre el suelo o los cultivos, en respuesta a factores modificables o no modificables, basadas en lo que se ha podido averiguar en otras clases de experimentos. Sin embargo, es común realizar estos experimentos, sin adecuado conocimiento del comportamiento del sistema a factores ambientales, o a los que pueden regularse por el agricultor.

Los experimentos más comunes de manejo, se hacen para averiguar respuesta a tratamientos en que varían factores modificables, que influyen sobre el rendimiento de los cultivos. Por ejemplo, fertilidad de suelo, ataque de plagas, enfermedades y malezas y competencia entre cultivos.

En muchos casos, se requiere considerar más de un factor en cada experimento, teniendo en cuenta que la interacción entre estos puede ser importante. Se puede tener, por ejemplo, un experimento en el cual se comparan, combinaciones de varias formas de preparación (laboreo) del suelo antes de la siembra y, aplicación de herbicidas; también, es común tener combinaciones de densidades de siembra, formas de aplicación de fertilizantes y, época de aplicación. Vale la pena tener en cuenta, además, que un tratamiento (p.e. laboreo) puede influir sobre varios factores (humedad del suelo, insectos, malezas, etc) que a su vez inciden sobre la respuesta del sistema.

Los diseños experimentales y los tratamientos que deban utilizarse, dependerán de los objetivos del trabajo. Se recomienda utilizar el diseño más simple que sea factible, teniendo en cuenta la naturaleza de los tratamientos (puede ser necesario utilizar parcelas divididas o subdivididas).

La escogencia de los tratamientos, puede presentar dificultad, ya que en muchos casos se debe escoger de entre un número elevado. Además de arreglos factoriales o sus variantes, pueden considerarse otros

criterios para seleccionar tratamientos, entre los cuales se mencionarán: el "método del factor faltante", el "método del factor adicional" y el "método de la resta acumulada", que son aplicables a experimentos en fincas de agricultores.

## 6. MANEJO DE EXPERIMENTOS

El manejo que el investigador pueda darle a los experimentos, dependerá del tipo de experimento, su clase y el lugar experimental.

Sin embargo, pueden considerarse algunos aspectos generales referidos a pruebas de campo, principalmente en fincas de agricultores, en donde es difícil el control de los factores diferentes a los tratamientos.

### 6.1 Selección del Ambiente Experimental

La selección del lugar donde se realizarán los experimentos, dependerá del tipo y clase de experimentos, ya que asociado a ellos se encuentra el grado de precisión y exactitud necesaria. Este está dado, por el mayor o menor control de los factores diferentes a los incluidos en tratamientos. Normalmente, los experimentos que se realizan en laboratorios, invernaderos o estaciones experimentales, tienen condiciones, conocidas, y éstas ya están definidas, por tanto no es mucho lo que se puede seleccionar.

Los experimentos ubicados en campos de agricultores, estarán sujetos a una variabilidad grande de factores distintos a los tratamientos, situación que influye en la estimación del error experimental y consecuentemente, entre posibles diferencias en tratamientos. Por ésto, es necesario considerar algunos aspectos generales en la selección del ambiente de agricultores donde se ubicarán los experimentos, entre estos se tienen:

- a) Representatividad.- Se deben seleccionar terrenos de agricultores que representan la mayoría de los campos de cultivo del área, para ello será necesario recurrir a una serie de indicadores, como plantas indicadoras nativas, sistemas de cultivo, características topográficas, características de suelo (color, textura, estructura, humedad), entre otras.
- b) Homogeneidad.- Si la zona es muy grande y con mucha variabilidad, deberá buscarse representatividad a través de áreas homogéneas, tomando como parámetro de homogeneidad, el o los factores que más influyan en el desempeño del sistema de cultivo.

### 6.2 Criterios de Selección de Cooperadores

Después de elegir varios lugares con representatividad de la zona, se deben evaluar las características de los agricultores que trabajan en esos lugares, con el fin de conseguir cooperadores, dispuestos

a prestar ayuda, no solo con su terreno, sino con su participación activa en el planeamiento, proceso y evaluación del experimento. Algunos criterios que deben considerarse son:

a.- Disposición a cooperar.- Es difícil detectar a agricultores que efectivamente tienen intenciones de cooperar. Una forma es incluir en el cuestionario de encuesta (previamente realizado), una pregunta referida a su inclinación y disposición para colaborar con el investigador, después del análisis de la encuesta, se podrán realizar visitas a aquellos agricultores dispuestos a cooperar. Otra manera es recurrir al extensionista de la región, o a líderes campesinos, para conseguir una relación de posibles cooperadores, a los que se les visitará y además se les pedirá sugerencias sobre otros posibles cooperadores. También se puede tomar información de otras instituciones, como aquellas que dan crédito por ejemplo (bancos, cajas de crédito), quienes podrán informar sobre posibles cooperadores.

b.- Edad del Agricultor

Es posible que agricultores de mayor edad, brinden información muy consistente sobre sus experiencias y, ayuden mucho en el planeamiento y evaluación experimental, en comparación a agricultores jóvenes, sin embargo éstos últimos posiblemente contribuyan con efectividad durante la conducción del experimento,

En algunos casos, es aconsejable escoger hombres maduros, que hayan criado a sus hijos y no tengan que preocuparse demasiado por el ingreso y producción para el hogar, este agricultor por su mayor experiencia, podrá informar con prontitud sobre las consecuencias de los tratamientos en prueba, o si éstos experimentos fueron ya probados, se puede conseguir información sobre resultados.

Es posible, que entre agricultores exista una marcada variación en cuanto a disponibilidad de recursos de producción y, consecuentemente sobre su capacidad de aceptar riesgos, debidos a inclusión de prácticas diferentes (nuevas o introducidas) a las que está acostumbrada. Este aspecto deberá considerarse con sumo cuidado, ya que el manejo del agricultor está ligado principalmente a su disponibilidad de recursos, situación que puede hacer variar el objetivo principal del experimento.

c.- Accesibilidad y Concentración

Debe buscarse agricultores con terrenos de fácil acceso, a fin de poder hacer llegar los insumos adecuados y oportunamente y, realizar los controles y evaluaciones. Además de visitas que otros agricultores y entidades nacionales, estén interesados en realizar.

Lugares experimentales distantes de vías de acceso y distantes entre sí, demandarán gran parte del tiempo disponible en movilización, quedando muy poco tiempo para observaciones o evaluaciones (objetivo principal de la movilización).

Es recomendable, concentrar varios ensayos de un mismo experimento o varios experimentos, en lugares próximos con fácil accesibilidad, a fin de mantener mejor control experimental con mínimo costo de movilización (pérdida de tiempo y dinero).

d.- Honestidad e Idoneidad

Este aspecto es muy importante, ya que del grado de honestidad dependerá la información que pueda recuperarse de la parcela experimental.

La información sobre esta característica de los agricultores cooperadores, puede conseguirse colateralmente, a través del extensionista, entidades de crédito, líderes campesinos y los propios agricultores. Sin embargo es una característica que se irá evaluando con el tiempo y la experiencia que se vaya adquiriendo sobre la zona.

6.3 Elección de Sitios para Experimentos

Después de haber elegido el ambiente experimental y los cooperadores, se debe elegir los sitios para ubicar los experimentos dentro las fincas de los agricultores cooperadores.

Normalmente el cooperador dispone de varios sitios, sin embargo, algunos agricultores cooperadores, tienen poca disponibilidad de tierra (principalmente los agricultores de escasos recursos). En éstas circunstancias, se debe seleccionar un sitio para marcar el experimento (si hay disponible), o adecuar el experimento al terreno disponible.

Como es difícil identificar y mantener áreas homogéneas a nivel de sitio experimental, los experimentos deben repetirse varias veces (diferentes agricultores), o aumentarse el número de repeticiones, manteniendo un bloque por agricultor (en caso que no haya terreno). Esto permitirá disponer de información del área (representativa u homogénea), a la cual se van a extender las recomendaciones resultantes de la investigación, o la validez de los resultados obtenidos.

Para escoger sitios que formen una muestra representativa del área, se pueden mencionar las siguientes formas:

- a) Seleccionar los sitios al azar y
- b) Escoger los sitios de modo que representen determinado patrón

La primera alternativa, tiene muchas ventajas desde el punto de vista de validez de los resultados "a la larga", pero requiere que se satisfagan condiciones que generalmente no pueden lograrse en este tipo de investigación.

Se recomienda, entonces, escoger sitios de modo que presenten algunas combinaciones de condiciones típicas del área, (para trabajos

cuyo objetivo es buscar alternativas mejores), para los sistemas de cultivos en el área. Para estudios sobre respuesta de los sistemas a variaciones en algunas determinantes (que sería importante para extrapolación), se deben escoger los sitios de modo que representen diferentes valores dentro de la gradiente. Esto sugiere entonces, la posibilidad de estratificar el área, en subáreas homogéneas, para tomar sitios representativos de cada área.

En la elección de sitios para instalar el experimento, deberá identificarse la homogeneidad de la parcela, o establecerse las fuentes de variabilidad adicional (gradientes de fertilidad, pendiente agua, sombra), para buscar el diseño experimental adecuado.

El tamaño del terreno disponible, su orientación y topografía, permitirán tomar decisiones sobre el arreglo de tratamientos a utilizar.

En todo caso, deben hacerse los diseños experimentales y arreglos de tratamientos en función de los sitios (terrenos experimentales) seleccionados.

#### 6.4 Tamaño, Forma y Orientación de Parcelas

Las parcelas en fincas de agricultores deben ser pequeñas debido al poco terreno disponible, sin embargo, no deben tenerse parcelas de menos de diez metros cuadrados y debe considerarse como satisfactorias parcelas útiles de  $20 \text{ m}^2$ .

En los experimentos en campos de agricultores hay gradientes determinadas por la posición de las parcelas, por variación en la pendiente, distancia a un canal, a una carretera o camino, profundidad variable de capas impermeables o del nivel freático, etc.

Si en el terreno existe alguna gradiente (p.e. fertilidad, humedad, pendiente), las parcelas deben ser largas y angostas, orientadas con su eje más largo en el sentido de la gradiente, de modo que cada parcela participe de los diferentes niveles de la gradiente, y en esta forma no haya diferencia apreciable entre parcelas dentro de bloques.

Más importante que la forma es la orientación de las parcelas. Por otra parte, si el terreno es homogéneo la forma y orientación de las parcelas no es importante. Sin embargo, es poco probable tener terrenos homogéneos en fincas de agricultores de escasos recursos.

En general, es recomendable parcelas rectangulares, largas y angostas. Esta recomendación persigue obtener la menor variación entre parcelas dentro de cada bloque.

#### 6.5 Número de Tratamientos y Repeticiones

El número de tratamientos en fincas de agricultores, debe mantenerse bajo, por la limitación en área disponible y para hacer más fácil el manejo. Para experimentos analíticos se considera conveniente

un número de tratamientos entre 5 y 10, no debería ser inferior a 3 ni superior a 20. En el caso de pruebas preliminares de variedades de algunos cultivos, podría llegar a 25, pero con dos o tres repeticiones y parcelas más pequeñas.

En cultivos asociados, se recomienda escoger el tamaño de parcela para el cultivo que requiere mayor área. En algunos casos, se recomienda un tamaño de parcela intermedio, reduciendo la precisión requerida para el cultivo que necesitaría la mayor área.

Cada experimento en fincas de agricultores, debería tener más repeticiones que las que se considerarían adecuadas en una Estación Experimental (para lograr una precisión determinada en las comparaciones de promedios) debido a que, generalmente, el campo del agricultor es más heterogéneo y la precisión es menor por unidad experimental. En experimentos analíticos se debe usar por lo menos seis repeticiones, que pueden repartirse en varias fincas. Se podría por ejemplo, tener 1 repetición en cada una de seis fincas; también podría tenerse 2 repeticiones en cada una de tres fincas, lo cual permitiría alguna conclusión para cada finca y además, comparar fincas y sacar conclusiones para el área de la cual las fincas son representativas.

#### 6.6 Conducción de Experimentos

Indudablemente, este es uno de los aspectos más importantes relacionados con la precisión, y puede ser la diferencia entre el éxito y el fracaso del experimento.

Las parcelas deberán ser manejadas en forma idéntica, excepto para los tratamientos que se prueban. Debe evitarse que los prejuicios o variaciones sistemáticas, o aleatorias de gran magnitud en el manejo, influyan en forma diferencial sobre los resultados. Una conducción descuidada hace que se presenten efectos que después no pueden estimarse y llevan a conclusiones erradas o aumentan en forma apreciable el error experimental.

Es importante medir en la forma más libre posible los errores, desde el tamaño de las parcelas y las cantidades de insumos, hasta las variables de respuesta. Debe tenerse en cuenta que las parcelas experimentales son pequeñas, y un error, aún cuando pequeño en magnitud, puede ser relativamente grande y afectar la precisión de las comparaciones.

La conducción ideal de un experimento o grupos de experimentos, implica dotar a los investigadores de los medios necesarios para lograr su cometido, al mismo tiempo, los investigadores deberán elaborar su plan de acción y cronograma de actividades, Algunos de los aspectos que deben considerarse, son los siguientes:

- a) Facilidad de movilidad
- b) Lugar de reuniones de trabajo, en las zonas donde se ubican los experimentos

- c) Depósito de equipos, herramientas, insumos y provisiones oportunas.
- d) Facilidades de procesamiento preliminar de la información
- e) Registros de información experimental
- f) Cronograma de actividades
- g) Reuniones de evaluación y seguimiento

Adicionalmente, se deberán considerar situaciones específicas de la conducción de experimentos en el campo, en donde la práctica y el criterio juegan papel importante; por ejemplo en un experimento sobre fertilización de maíz, las parcelas deben medirse con el mayor cuidado posible. Se debe pesar la cantidad de fertilizante que se aplicará a cada una de ellas (en algunos casos se hará por cada surco en cada parcela, para asegurar uniformidad en la aplicación). La siembra y aplicación de fertilizante, deben hacerse en condiciones similares. Cuando no es posible completar la labor en una jornada, debe procurarse que no queden repeticiones sin completar. Si el trabajo lo realizan varias personas, será recomendable asignar una repetición a cada una de ellas, o asignar una labor a cada una (Ej. una la siembra, otra la fertilización) en todas las parcelas.

Deberá asegurarse que se esté sembrando material del mismo origen genético, producido y conservado en las mismas condiciones. Las evaluaciones de variables deberán realizarse en las mismas condiciones.

## 7. MEDIDAS DE VARIABLES

Las variables que deben medirse dependerán del propósito del experimento. Generalmente la población de plantas y el rendimiento del cultivo se miden en todos los sitios. Otras variables, pueden ser de importancia, en sitios donde se lleva un control estricto para entender mejor el patrón de cultivo.

Los sistemas de cultivo que incluyen dos o más cultivos, requieren medición de biomasa en términos de materia seca, e información para convertir la producción a términos monetarios. En la mayor parte de los casos, la comparación de los nuevos patrones, se hace contra el sistema usualmente empleado por el agricultor, para hacer esto, es necesario hacer las mismas mediciones, tanto en el nuevo sistema de cultivo como en el sistema utilizado por el agricultor. La evaluación del desempeño de los sistemas en prueba, puede considerar 2 aspectos:

- a) Conveniencia agronómica
  - b) Análisis económico
- a) Conveniencia agronómica, esta determinación es para cada sitio de prueba. Se considera que un cultivo adecuado debe reunir las siguientes características:

- a.1 Rendimientos
  - a.2 Producción de buena población de plantas bajo condiciones de suelo y humedad altamente variables
  - a.3 Buena resistencia a plagas
  - a.4 Ausencia de efectos adversos al cultivo siguiente
- b) Análisis económico, esto implica la evaluación de las necesidades de insumos, mano de obra y dinero efectivo para los sistemas respecto a los recursos que el agricultor tiene disponibles.

A medida que aumenta el número de variables medidas, aumenta la capacidad potencial de obtener información para explicar el comportamiento del material, sin embargo, en muchos casos la información adicional suministrada por algunas variables, no justifica el esfuerzo de medirlas y analizarlas; además, al incluir más variables, se puede introducir confusión, si no aumenta la capacidad para procesarlas y analizarlas por separado, y en conjunto con las otras variables.

Debe considerarse principalmente la medida de rendimientos de los cultivos, no sólo por la importancia para recomendaciones de tipo práctico, sino porque representan la síntesis del efecto de muchos factores, que pudieron ser modificados por los tratamientos.

En los casos en que sea importante determinar rendimiento, pero no sea posible medirlo, debe utilizarse una medida que presente alta correlación con éste. Sin embargo, cuando puede medirse el rendimiento, no deberían medirse variables, que se sabe están estrechamente correlacionadas con éste, porque no se está ganando nueva información.

En muchos casos, es indispensable registrar variables que sirvan para hacer ajustes a datos de rendimientos actuales de las parcelas. Entre esas, se puede citar: "Población" o "Número de plantas por parcela", "Número de plantas cosechadas", "Número de tubérculos", "Número de mazorcas", etc.

Otras variables, sirven para clasificar el producto en categorías como por ejemplo: "Número de mazorcas sanas" o "Peso de granos dañados" o "Peso del producto comercial", en otros casos, se agrupa el producto en categorías excluyentes de acuerdo a criterios no muy objetivos, por ejemplo, la producción de camote, puede separarse en categorías 1a, 2a, 3a y desecho. La utilidad de estas variables, depende del tipo de estudio que se haga. Si, por ejemplo, se quiere tener información sobre la capacidad de producción de un cultivo, no será indispensable tomar datos sobre calidad comercial; pero será recomendable, si se va a hacer un análisis económico, para comparar variedades o tratamientos, que se espera puedan hacer variar el tipo de producto, y si a cada calidad corresponde diferente precio.

## 8. REGISTROS DE INFORMACION DE EXPERIMENTOS

La experimentación es costosa, pero si es eficiente puede resultar una buena inversión. Suponiendo que la investigación esté enfocada en la dirección adecuada, la eficiencia significa mayor potencial de servicio a la comunidad.

Siempre que sea posible y se considere relevante, deben registrarse varias variables en un experimento, ya sea para averiguar las respuestas, o para ayudar a explicarlas. Los datos registrados, por si solos dicen muy poco, será necesario analizarlos y procesarlos.

Los datos deben registrarse en forma clara y ordenada, de modo que no exista duda sobre la unidad experimental, de variable medida, la unidad de medida utilizada, las fechas de medida, etc. Estos datos deben analizarse tan pronto estén disponibles.

Es común considerar cada experimento como una entidad autosuficiente en la cual el investigador basa sus conclusiones. Cada tendencia hace que se ignoren efectos de factores que influyen sobre la respuesta a los tratamientos, como es el caso de factores del clima o del suelo. Aún cuando en muchas ocasiones se registran factores del ambiente, por lo general, no se utiliza esa información como herramienta para interpretar los resultados.

En la modalidad de investigación por sistemas de producción en que grupos multidisciplinarios de técnicos desglosan el sistema en sus componentes para planear y programar la investigación con miras a entender el sistema como un todo; la recopilación de datos experimentales o no, experimentales, deben permitir un flujo de información que esté a disposición del programa de investigación, y no exclusivamente bajo patrimonio de la disciplina o investigador que los toma. La recopilación de la información, además de las técnicas de toma de datos y registro en el campo, requiere de una forma de almacenamiento y archivo, de fácil acceso y de rápida recuperación. Si consideramos la jerarquización de sistemas como punto básico para la elaboración de modelos de sistemas de finca, y a partir de ellos se enfoca y planea la investigación, la información recopilada como producto de esta forma de organización, deberá estar disponible a todos los técnicos que forman el equipo multidisciplinario involucrado. Los investigadores de esta manera podrán conocer el sistema a través de:

- a) Interpretaciones parciales de la información producida por especialistas
- b) Acceso a los datos básicos de información del sistema, para su interpretación desde diversos puntos de vista

Es posible que con el acceso a la información disponible, pueda orientarse mejor a los investigadores, buscando una integración eficiente de equipos interdisciplinarios.

El registro de la información usando formatos de registro de datos experimentales, puede ser utilizado para mantener un banco de información de experimentos, con las siguientes ventajas.

- a) Mostrar en secuencia lógica y ordenada, todos los experimentos que se realizan o se están realizando.
- b) Permitir la agrupación de experimentos de acuerdo a diversos intereses de la persona o personas que los analizan
- c) Dentro del grupo de formatos por experimento, presentar información para cada experimento, que permita en forma rápida una visión clara de su planteamiento, ejecución y evaluación
- d) Mantener un flujo constante de información por experimento, que muestre el avance del mismo, facilitando los reajustes que sean necesarios
- e) Facilitar la escritura del informe final del experimento
- f) Ayudar a la interrelación de datos entre experimentos
- g) Publicar compendios

Manteniendo un registro central de información, puesto al día continua y sistemáticamente por los técnicos, la información estará disponible a cualquier investigador interesado, a través de la duplicación de las partes del registro central que le interesen, por medio de fotocopiado.

Esta información, además de su utilidad para interpretar resultados de experimentos individuales, sirve para conocer relaciones que darán mayor amplitud a los resultados de la investigación.

Los registros de experimentos podrían hacerse a través de formatos adecuadamente diseñados, que permitan registrar información de manera continua, comenzando con las características principales de la localidad, la fase de planificación, programación, ejecución, análisis, interpretación y publicación de compendios. Estos registros deben ser llenados poco a poco, conforme va avanzando el experimento.

De manera general, el tipo de información y el objetivo de la información que debe registrarse, se resume en el siguiente cuadro.

No.	TIPO DE INFORMACION	OBJETIVO
1	Información general	Visión conjunta
2	Características de la localidad	Descripción previa
3	Información sobre el cultivo anterior	Descripción previa
4	Información del experimento	Planificación
5	Distribución de tratamientos	Planificación
6	Información de campo y croquis	Planificación y ejecución
7	Cronograma de actividades	Programación y ejecución
8	Actividades cronológicas	Ejecución
9	Medidas de variables de respuesta	Ejecución
10	Representación agroclimática	Análisis e interpretación
11	Análisis de resultados	Análisis
12	Resumen de resultados y conclusiones	Interpretación
13	Compendio	Publicación

BIBLIOGRAFIA

1. ARZE, B.J. Registro de información de experimentos en sistemas de cultivo. CATIE. San Salvador, El Salvador. 1979. 52 p.
2. \_\_\_\_\_. Informe anual de labores desarrolladas por el CATIE en El Salvador, durante el año 1979. CATIE. El Salvador, San Salvador. 1980. 34 p, y anexos.
3. BURGOS, F.C. Mecánica para la prueba de sistemas de cultivo en diferentes lugares. In Metodología para el desarrollo de alternativas tecnológicas en sistemas de cultivo. Reunión. Cerro Verde, El Salvador, Julio 1979. Turrialba, Costa Rica. 1980. pp. 128-160.
4. \_\_\_\_\_. Pruebas de campo de opciones tecnológicas para sistemas de producción de cultivos. In Seminario metodológico sobre desarrollo de opciones tecnológicas para sistemas de producción de cultivos. Marzo 29 a 2 de abril, 1982. Santo Domingo, República Dominicana, 1982. 7 p.
5. BYERLEE, DEREK, MICHAEL COLLINS et al. Planeación de tecnologías apropiadas para los agricultores: Conceptos y Procedimientos CYMMYT, México. 1981. p. 71.
6. GOMEZ, K.A. y GOMEZ, A.A. Statical procedures for agricultural research. IRRI. Los Baños, Laguna, Philippines. 1976. 294 p.
7. OÑORO, P. Experimentación en sistemas de cultivo. In Metodología para el desarrollo de alternativas tecnológicas en sistemas de cultivo. Reunión. Cerro Verde, El Salvador, julio 1979. CATIE, Turrialba, Costa Rica 1980. pp. 161-217.
8. ROSALES, F.E. Guía metodológica para conducción de Ensayos de Finca. Secretaria de Recursos Naturales. Programa Nacional de Investigación Agropecuaria. Comayagua. Honduras. 1979. 22 p. + anexos.
9. STEEL, R.G.D. and TORRIE, J.H. Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill. New York. 1960. 481 p.
10. ZANDSTRA, H.G., PRICE, J.A., LITSINGER, and R.A. MORRIS. A methodology for on-farm cropping systems research IRRI. Los Baños, Laguna, Phillipines 1981. p. 1947.

VALIDACION/TRANSFERENCIA DE OPCIONES TECNOLOGICAS

MEJORADAS PARA AGRICULTORES

DE UN AREA DEFINIDA

Luis A. Navarro\*

INTRODUCCION

Varios son los pasos que llevan al desarrollo e introducción de una alternativa técnica mejorada y apropiada para los agricultores de un área determinada. Varias son también las instituciones y disciplinas técnicas que deben o pueden participar e interactuar en ese proceso, particularmente investigadores y extensionistas agrícolas, además de los agricultores mismos.

Uno de los pasos más críticos, y que más interacción entre investigadores y extensionistas requiere, rodea al momento en que se acepta una idea técnica, como mejorada y apropiada para un área y se inicia su transferencia entre los agricultores. Esto porque la labor de investigación y desarrollo tecnológico, para ser efectiva no puede separarse de su enseñanza-difusión, es decir, del proceso de Extensión Agrícola. Sin embargo, aparte de la unión conceptual entre ellos, esta no existe en la práctica aunque han habido muchos intentos para lograrla.

El ejercicio en Validación/Transferencia, realizado por CATIE y diversas instituciones de investigación o extensión del Istmo, pone atención en ese paso. Este ejercicio forma parte de la evolución en el proyecto regional en Sistemas de Producción para Fincas Pequeñas financiado por AID/ROCAP.

Este documento contiene los conceptos básicos y bosqueja la metodología utilizada en el ejercicio de Validación/Transferencia durante 1982 y 1983.

CONCEPTO

Validación/Transferencia implica asegurar si una tecnología propuesta es buena y apropiada para un grupo de agricultores y se puede transferir a la población de agricultores objetivo.

---

\* Ph.D. Economista Agrícola. CATIE, 1984.

## ESTRATEGIA

Someter la tecnología propuesta a la ejecución directa, y en las fincas, de una muestra de los agricultores para quienes fue desarrollada o adaptada.

Seguir la experiencia en el tiempo y con los siguientes propósitos:

- A. Observar la tecnología para comprobar si cumple con el comportamiento esperado en las condiciones del estudio; lo que incluye:
  - Su factibilidad técnica, frente a la calidad de los recursos y su perfil determinado por las condiciones de clima, suelo y bióticas del área durante el estudio.
  - Su factibilidad económica, frente a la cantidad y perfil de recursos disponibles para el sistema productivo focal en las fincas durante el estudio.
  - Su comportamiento técnico productivo, generalmente en comparación con aquel de una tecnología existente a la que podría reemplazar.
  - Viabilidad técnico-económica, dada la variación en tiempo y espacio, en calidad y cantidad tanto de los recursos disponibles y productos del sistema, como de los precios de esos recursos frente a los precios de los productos a nivel de finca.
  - Factibilidad y aceptación social, dado los requisitos y preferencias del mercado, la comunidad y la familia.
- B. Identificar los requisitos, en términos de métodos y herramientas de comunicación, apoyo institucional adicional, y recursos logísticos, que serían necesarios para transferir la tecnología.
  - Esto se lograría del recuento y evaluación de lo que fue necesario hacer y utilizar durante el proceso de identificar y conseguir agricultores colaboradores, comunicarles la tecnología y apoyarlos para que ellos implementen la tecnología en parte de su finca durante el estudio.
- C. Estimar los niveles de aceptación, adopción e impacto de la tecnología a nivel de finca, y el costo del proceso de transferencia necesario para lograrlos.
  - Esto se basaría en observaciones, mediciones en las fincas y entrevistas a los agricultores durante el estudio.
  - Además de utilizar la información y observaciones que ayudan en los propósitos previamente enunciados, consideraría aspectos de congruencia de la tecnología con las otras actividades y necesidades en la finca, además de la aceptación y actitud del agricultor frente a lo que sucede y se observa.

- Esto requiere ciertas herramientas especializadas y un número suficiente de observaciones y mediciones para las estimaciones.

D. Retroalimentar a los grupos de investigación que desarrollaron la tecnología en observación y alimentación a los grupos de extensión, mediante observaciones y resultados documentados, además de la interacción directa entre ellos durante el estudio.

## JUSTIFICACION

El producto esperado de la metodología, planteada en la experiencia de CATIE y los institutos nacionales, son tecnologías agrícolas mejoradas, y apropiadas para las condiciones de manejo y fincas de una población de agricultores, definida en un área geográfica determinada. La forma, contenido y estrategia de ejecución de la metodología, pretende acortar el tiempo, y ojalá disminuir los costos, de lo que ocurre desde la identificación de una situación que motiva un cambio tecnológico específico, en el área, hasta que la "nueva" tecnología es utilizada por los agricultores objetivo. Esto es aumentar la eficiencia del proceso de desarrollo tecnológico en un área, mediante la provisión de tecnologías apropiadas, principalmente. Lo anterior sugiere que la metodología necesita un mecanismo adecuado para "controlar la calidad" del producto (tecnología) para asegurar su aproximación a tales propósitos.

Uno de los posibles mecanismos de "control de calidad" de la tecnología, en el contexto de la metodología, es el que se discute aquí. Este, que permite, al menos, ese "control de calidad" como retroalimentación al proceso de investigación que lo desarrolló, provee también, cuando así es el caso, elementos básicos para recomendar, justificar, diseñar y hasta presupuestar una campaña de transferencia posterior. Por lo mismo puede constituir una de las fases más importantes, en la metodología, y que coincide con la interfase entre investigación y extensión en el proceso de desarrollo tecnológico. Sucede cuando, como resultado de investigación, ya se tiene una opción técnica considerada como apropiada mejorada y económicamente promisorio para los agricultores, y se empieza a pensar más específicamente en su aceptación por los agricultores y en la forma más efectiva y barata para transferirla. Es también cuando los dos grupos (extensión e investigación) deben asegurar más su interacción y colaboración.

## METODOLOGIA

Los sistemas de producción de cultivos son complejos e involucran una cronología de decisiones de manejo, que regulan la combinación de recursos en pos de cierto perfil de producción, en el tiempo. Estas decisiones son respecto a qué hacer, cuándo y cómo, aceptando sus interacciones y consecuencias más o menos predecibles, por esto, la manera de describir y analizar técnicamente un sistema de producción de cultivos es observándolo durante su ciclo. Esto es lo que se hace, o debería hacerse, como parte del proceso de colección de datos e información básica,

necesariamente para guiar la investigación aplicada en un sistema productivo determinado en un área específica.

Una opción o alternativa técnica para un sistema de producción determinado, es o involucra de uno a muchos cambios o modificaciones en los componentes del sistema, que en la práctica resultan en cambios en una o más de las decisiones de manejo durante el ciclo agrícola. Nuevamente, la manera de describir, analizar técnicamente la alternativa, y explicar sus cambios respecto al sistema original, es mediante una comparación de sus calendarios; considerando el tipo, forma y función de las respectivas actividades en cada período de ese calendario.

Lo anterior sugiere, también una manera apropiada de mostrar, comunicar y posiblemente transferir los cambios técnicos implícitos en una alternativa técnica determinada a los agricultores. Al mismo tiempo permitiría evaluar el desempeño de los cambios propuestos, sus consecuencias para la finca y la reacción de los agricultores. Consiste en respetar el calendario de actividades para preparar y entregar oportunamente y en etapas, los "mensajes técnicos" y efectuar las observaciones necesarias en la tecnología y en la finca.

El razonamiento anterior y los propósitos especificados para el ejercicio, son la base de la metodología utilizada en Validación/Transferencia como parte del trabajo de CATIE y diversos institutos nacionales del Istmo en 1982 y 1983. La metodología presentará dividida en tres tipos de componentes; actividades básicas, actividades rutinarias y actividades de apoyo.

### Actividades Básicas

Estas actividades establecen los pasos y requisitos previos y necesarios para planificar las actividades rutinarias, y su complemento con actividades de apoyo que incluyen el análisis, interpretación y documentación de la información a coleccionar.

#### A. Identificación y definición de la alternativa tecnológica y su ámbito de recomendación

Esta actividad implica obtener del grupo de investigación su definición, compromiso y evidencia de lo que es la alternativa técnica, el sistema comparador del agricultor, el comportamiento esperado de la alternativa, además de los agricultores y el área geográfica de recomendación.

En la definición de la tecnología y su comparador se necesitan los detalles cronológicos de manejo. En cada paso debe quedar claro lo que se hace, cómo, con qué, y en qué cantidades; además de lo que se espera que suceda o produzca, cómo y en qué cantidades. Mayor atención debe darse, en este calendario, a los pasos en que hay diferencias entre la alternativa y el comparador, la recomendación de lo cual debería estar respaldada por alguna evidencia documentada.

La definición de la tecnología requiere que se especifique también: 1) los agricultores o grupos de agricultores para quienes se recomienda, con base en alguna característica fácil de observar o manejar y 2) el área o áreas, especificadas ojalá en mapas, para las que se recomienda. Si se incluye más de un grupo de agricultores, o más de un área geográfica específica, se debe informar la existencia o no de diferencias en la alternativa entre ellos y también lo que corresponde a cada situación.

Para esta definición y como resultado del trabajo previo, se debería tener ya un documento de la alternativa evaluada y recomendada, la evidencia de esas evaluaciones y también la documentación sobre las características del área y los agricultores (documentos de alternativas y documentos de caracterización). Estos son los elementos básicos que guían todo lo que sigue.

En esta definición, la información proporcionada por los investigadores debería ser expuesta a una revisión por extensionistas y de ser posible por agricultores, para asegurar su consistencia y posiblemente anticipar algunos problemas que se puedan evitar mediante ajustes. Esto es especialmente importante cuando los investigadores y extensionistas no han interactuado previamente en el desarrollo de la tecnología.

B. Identificación y definición de la información que es necesario controlar durante el ejercicio, y las herramientas para su colección y análisis.

Esta es la información que será necesaria para cumplir los propósitos del ejercicio. Por lo mismo su especificación debe ser guiada por esos propósitos y las características de la alternativa, principalmente. También influyen las características de las fincas, los agricultores, el área en general y los recursos con que se dispondrá.

Aparentemente el ejercicio requiere mucha información que es de variada naturaleza y tipo. Por lo mismo hay que evitar excesos que conviertan el ejercicio en algo complicado y entorpecedor en vez de la ayuda que se espera. En general debería colectarse sólo la información mínima necesaria utilizando los métodos de colección y análisis más prácticos y de menor costo posible.

El ejercicio requiere información sobre el sistema con la tecnología en evaluación, el sistema de comparación, la finca, el agricultor y el área misma. Parte de esa información, por sus características, se puede considerar como estática, lo que facilita su obtención; otra, sin embargo, para su colección requiere, por su dinamismo, una atención permanente o seguimiento durante el ciclo agrícola.

1. Información sobre el sistema productivo con la alternativa y su comparador

Lo básico de esta información debió ser proporcionado como resultado de la investigación y como parte de la identificación y definición de la "alternativa" y su "comparador".

Durante el ejercicio la información que es necesario coleccionar sobre la alternativa y su comparador es mayormente de carácter "dinámico". Ella debe permitir la comparación cronológica entre ambos, y en los diferentes aspectos en que interesa evaluar el comportamiento de la alternativa. La misma incluye mantener registro de cada operación que se realiza, y que implica uso de algún recurso u obtención de algún producto. En cada una debe observarse, registrarse y evaluarse al menos lo siguiente:

- a) Fecha de ejecución
- b) Forma y facilidad de ejecución
- c) Tipo y cantidad de insumos utilizados, su costo y disponibilidad
- d) Tipo y cantidad de mano de obra utilizada, su precio y disponibilidad.
- e) Cantidad de dinero de operación requerido y su disponibilidad
- f) Tipo y cantidad de productos obtenidos, su precio y destino
- g) Identificación y posible cuantificación de subproductos, su precio y destino.

Esta información sobre la alternativa y su comparador se coleccionará como parte de las actividades rutinarias y mediante registros, conversaciones con los agricultores, y mediciones directas en las parcelas de observación.

## 2. Información sobre la finca

Esta información es básica para evaluar la factibilidad técnica y económica de la tecnología, así como su posible impacto al ser adoptada.

La información de carácter estático que se necesita aquí, se refiere al inventario de los recursos en la finca al inicio del seguimiento y su actualización cuando es necesario, con atención en aquellos más determinantes de la posibilidad de implementar la tecnología (los que necesita la tecnología).

La información "dinámica" que interesa de la finca, también está relacionada con la disponibilidad de los recursos que se utilizan en la alternativa, cuya disponibilidad fluctúa o tiene uso alternativos durante el período. Esto requiere mantener registros de su nivel, periódicamente en la finca, lo que dibuja su perfil anual o flujo. Para registrar, explicar o predecir cómo estos "flujos" permiten, evitan o afectan de alguna forma el comportamiento y posible impacto de la tecnología en el tiempo, puede ser necesario identificar y describir, en detalle, las otras actividades en la finca. Esto debe evitarse, cuando no es necesario.

Entre las actividades y situaciones a nivel de finca que pueden, en cada momento, influir o ayudar a explicar las posibilidades de implementación, comportamiento, e impacto de la tecnología, están:

- a. Disponibilidad de agua en el suelo (perfil de lluvia o situación de drenaje).
  - b. Niveles de elementos bióticos detrimentales (malezas, enfermedades, plagas).
  - c. Disponibilidad de mano de obra, particularmente para el sistema productivo de interés, y en relación con otras actividades importantes en el momento, dentro o fuera de la finca (identificando situaciones de competencia, complementariedad y suplementariedad).
  - d. Disponibilidad de insumos, herramientas, y otro equipo necesario en la alternativa, y su precio, en relación a sus usos alternativos dentro y fuera de la finca (identificando situaciones de competencia, suplementariedad o complementariedad en uso). Esto puede requerir actualizaciones de inventarios cuando se detectan cambios; en especial si ellos pueden afectar el comportamiento de la tecnología.
  - e. Capacidad, aunque sea estimada, del mercado y transporte, con sus precios para el producto, en cada momento, y en especial en los momentos de salida de productos en la tecnología; ¿cuál es la situación?, ¿buena o problemática?
  - f. Necesidades o niveles de ingreso en consumo familiar o de animales en la finca, en aspectos que pueden influir directamente sobre las posibilidades y comportamiento de la tecnología (pueden exigir de la tecnología, pueden obligar a descuidarla, pueden hacerla incompatible).
3. Información sobre los agricultores, sus reacciones y actitudes

La parte "estática" se refiere a edad, educación, y otra información lograda durante la entrevista original. En el tiempo hay que mantener un registro de lo que pasa (su reacción) en cada contacto, y observación de comportamiento del agricultor o de resultado de entrevistas; actitudes específicas.

Los contactos con el agricultor incluyen:

- a) Contacto durante la entrevista inicial y selección.
- b) Contacto rutinario para comunicación de la tecnología, para que la implemente; a veces con entrega de insumos, entrenamiento o ambos.
- c) Conversaciones y entrevistas para averiguar sobre su finca y otras actividades, al inicio o como rutina.
- d) Conversaciones y entrevistas para evaluar, según su opinión, la dificultad de comprender, implementar, o manejar la tecnología, su actitud frente a esto, y frente al comportamiento de la tecnología.
- e) Visitas a la finca para observaciones y mediciones directas en las parcelas de observación o recolección de registros cuando es el caso.

Estas observaciones, entrevistas y mediciones deben ayudar a estimar la probabilidad de adopción de la tecnología, ojalá anticipando las modificaciones que le harán, y que pueden sugerir cambios o nuevas líneas de estudio.

#### 4. Información sobre el área

La parte estática de esta información debió ser proporcionada como parte de la caracterización del área en las fases previas.

En la fase de seguimiento, tampoco debe intentarse coleccionar todo lo que hay en información sobre el área. Siempre importa aquella información que pueda afectar directamente la tecnología, y ayudar a predecir su comportamiento técnico o su aceptación y utilización por el agricultor. Esto puede incluir apertura o cierre de caminos, expendios de insumos, mercado para los productos, o servicio institucional crediticio, asistencia técnica, servicios mecanizados u otros.

Aquí también, pueden registrarse fenómenos climáticos generales, o algún problema biótico general, además de caídas o alzas en precios de los productos del sistema o sus sustitutos directos.

#### C. Establecimiento del calendario, y forma de participación y contacto de investigadores y extensionistas

Esta actividad sugiere un esfuerzo de integrar en el ejercicio a investigadores y extensionistas del área aunque sea como observadores o consejeros. Lo ideal es lograr su participación directa, lo que puede ser posible cuando la tecnología es de su interés también y calza dentro de sus trabajos respectivos.

Una vez contactados y logrado el interés, se puede definir el calendario y la forma de la interacción. La idea es que independientemente de quienes forman el equipo básico en el ejercicio (investigadores solos, extensionistas solo o combinación), debe tratar de atraerse la atención y colaboración de aquellos que atienden toda el área. Aunque sea formando un grupo ad-hoc consultivo para el ejercicio.

La participación puede ser rutinaria, controlando y observando parcelas, ayudando en la capacitación, como también en días de campo, seminarios y otras reuniones.

#### D. Selección y preparación del personal y recursos

Lo lógico es pensar que se dispondrá de cierto personal para el equipo, el cual podría aumentar en capacidad si se obtiene la cooperación de otros profesionales en el área.

Si es necesario seleccionarlos en específico para Validación/Transferencia, debe explicárseles claro el trabajo y antes que nada, analizar su entendimiento y disposición a él. Su preparación inicial debe incluir una buena explicación de la metodología, y discusión de la misma para asegurar

su entendimiento y ver si conceptualmente la acepta. Si esto es negativo no se espera que el trabajo resulte bien.

Parte de la preparación debe incluir el estudio, por parte del personal, de la información sobre la tecnología y el área, complementado con visitas de reconocimiento a la misma.

El personal requiere de asistentes de campo y un supervisor que denominamos "agente de validación".

En el caso de la "validación" que se ha estado realizando en Honduras, Nicaragua y Costa Rica, el equipo básico de validación en cada país consiste de a) 1 Ing. Agr. con las responsabilidades de supervisión de campo como Agente de Validación y 3 asistentes de campo que tienen experiencia o estudios agrícolas.

Los asistentes visitan quincenalmente cada uno de los agricultores colaboradores que les corresponde, para lo cual cuentan con una moto. Este equipo, y la periodicidad de las visitas, obliga a pensar en una ubicación no muy difícil de los agricultores colaboradores. Los grupos deben estar ubicados de forma que muestren bien el área.

El "agente de validación" cuenta con un "jeep" como equipo de trabajo. Aparentemente una camioneta "pick-up" sería más adecuada.

#### E. Selección de agricultores colaboradores y establecimiento de rutas de trabajo

Las características de la alternativa y el área, más el número de agricultores, especificación del área de recomendación de la alternativa, y el personal con que se dispone, deben ayudar a determinar el número de agricultores a seleccionar y su posible ubicación.

La selección debe asegurar que ellos:

- a) Corresponden y representan la gama de aquellos agricultores para los cuales se supone que la tecnología debe "funcionar".
- b) Se ubican de forma que cubran la variabilidad ambiental en que se espera que la tecnología trabajará.
- c) Se ubican en forma estratégica y accesible, tanto para demostraciones a más agricultores o técnicos, como para que permitan establecer en forma práctica las "rutas" de visita y observación para los asistentes.
- d) Escoger suficientes colaboradores como para terminar el ejercicio al menos con 30 observaciones válidas.

Mediante esta selección entonces, se debe tratar de cubrir la variabilidad en el área y en los agricultores, además de facilitar su seguimiento. Una forma para lo último es empezar con un croquis del área,

ubicando caminos claves y los agricultores en relación a ellos. Luego se seleccionan grupos de 4 a 6 agricultores que puedan ser visitados en moto o a caballo en un solo día por su cercanía unos de otros. Se pueden seleccionar 6 a 7 grupos de estos, cubriendo el área responsabilidad de cada asistente de campo, para efectuar la entrega y seguimiento de la tecnología. Los asistentes visitarán los miembros de cada grupo cada dos semanas.

Los criterios de selección deben incluir el cuidado de que las fincas seleccionadas estén bien localizadas, para que se puedan visitar durante todo el año y sirvan de demostración a otros agricultores, y en días de campo. Los agricultores no necesariamente deben ser todos líderes, pero si estar listos a participar y deseosos de compartir sus experiencias con los técnicos y otros agricultores.

#### F. Preparación del calendario de "mensajes" y actividades de seguimiento

La base para esto es el documento de definición del sistema alternativo, que calendariza su manejo y muestra los momentos y tipo de diferencias con el sistema comparador.

Los mensajes son las diferencias con el comparador, y su calendario de entrega debe estar de acuerdo con su especificación en el documento de la alternativa.

Las otras actividades de seguimiento, para recabar más información sobre la finca, observar el comportamiento de la alternativa, o entrevistar los agricultores para auscultar su actitud, deben programarse estratégicamente en relación a las fechas de cada mensaje, y las actividades que suceden en el sistema en observación. No se quiere caer en conflictos o interferencias entre actividades ni apabullar al agricultor; además los asistentes y equipo deben ser utilizados adecuadamente. Por todo ello, una visita cada dos semanas parece prudente, y no deberían hacerse más seguido a menos que la alternativa lo exija.

El calendario debe fijar así: fechas de preparación de los respectivos mensajes, preparación del material y entrenamiento necesario para los asistentes, entrega de los mensajes, y actividades de seguimiento específicas en cada caso.

#### Actividades de Rutina

Estas son las actividades que se ejecutan durante la época de cultivo.

Estas actividades se dividen en períodos de dos semanas, en cada uno de los cuales ciertas tareas serán llevadas a cabo en forma iterativa. Estas son:

A. Revisión, por parte del agente de validación, de la tecnología y calendario de mensajes, para anticipar si durante las siguientes 2 semanas hay una diferencia entre la tecnología en estudio y el sistema de cultivo que el agricultor está utilizando. Las posibilidades serán:

1. Existe una diferencia:

En este caso, se debe desarrollar un mensaje específico y una manera de llevarlo al agricultor por medio del asistente. Esto incluye decidir si algún insumo especial se dará al agricultor, si algún tipo de entrenamiento debe brindarse al agricultor, y cómo se llevará a cabo. También incluye decidir el tipo de información que será recolectada por el asistente de campo durante la visita, para usarla más adelante en evaluar el comportamiento de la tecnología, su posible impacto, o la reacción del agricultor. Además, este desarrollo debe especificar el entrenamiento que se dará al asistente de campo, como preparación para su trabajo en las siguientes dos semanas. También debe especificarse el tipo de material que se necesitará, y la forma de este entrenamiento.

La preparación de este mensaje, y la preparación del entrenamiento, es responsabilidad del equipo que participa en el ejercicio; principalmente del técnico encargado de supervisar los asistentes de campo (agente de validación).

2. No existe una diferencia:

En este caso, los mismos participantes mencionados antes son responsables de determinar el tipo de observación, las medidas que se deben hacer, y el instrumento que usará el asistente de campo para hacerlo, a nivel de finca, durante las semanas en que no hay mensaje. Esta información es necesaria para evaluaciones posteriores. Los instrumentos específicos, supuestamente fueron desarrollados como parte de las "actividades básicas". El tipo y método de entrenamiento que usará el asistente de campo para ese trabajo también debe planearse.

B. Visita del asistente de campo a todos los agricultores participantes para llevar mensajes o recolectar información según programa.

1. Cada asistente de campo debe visitar 6 a 7 grupos de agricultores, uno cada día, en un período de 2 semanas. Cada grupo de agricultores estará compuesto por 4-6 agricultores localizados lo suficientemente cerca uno de otro para que el asistente pueda visitarlos todos el mismo día, motocicleta. Cada grupo puede estar situado en una ruta determinada dentro del área de responsabilidad del asistente. En cada visita el asistente debe llevar un mensaje o efectuar las mediciones correspondientes.
2. El mensaje para el agricultor, será llevado en la manera vista durante el entrenamiento correspondiente, dando los insumos que se hay acordado y recolectando la información necesaria y requerida de ese agricultor en esa semana.

3. Las observaciones o medidas necesarias o las preguntas correspondientes serán hechas y registradas según se haya entrenado. Todo debe hacerse como ha sido programado y usando el entrenamiento e instrumentos obtenidos en la sesión de entrenamiento correspondiente.

C. Apoyo y supervisión de parte del agente de validación a los asistentes de campo durante las visitas y trabajos de campo.

Esto puede incluir ayuda para llevar materiales a los lugares de trabajo. También implica supervisar algunas de las visitas que hacen los asistentes de campo, para evaluar su ejecución y retroalimentar con esto la metodología y entrenamiento que se ha brindado. El personal de apoyo también deberá, cuando sea posible, ayudar en esta tarea específica.

D. Resumen de la información y pre-procesamiento por parte del asistente de campo

Cada dos semanas el asistente de campo debe dedicar al menos un día completo, para pre-procesar la información obtenida y actualizar sus archivos. Todo esto, según se requiera, debe hacerse bajo el entrenamiento y supervisión del agente de validación.

E. Entrenar al asistente de campo para el trabajo de las siguientes dos semanas

Un día cada dos semanas debe dedicarse al entrenamiento del asistente, y con relación al trabajo que se va a realizar y los métodos para hacerlo durante el período siguiente. Este entrenamiento debe ser preparado por el agente de validación y los profesionales que apoyan el ejercicio, según se requiera.

F. Refuerzo, por parte del asistente de campo, a su propio trabajo de campo y contacto con los agricultores

En cada período de 2 semanas habrá un día de trabajo sin deberes específicos. Este día será destinado para que el asistente de campo pueda realizar la visita a un grupo determinado de agricultores; lo que no pudo hacer cuando fue planeado. Si no hay necesidad de dicha visita de reemplazo, se podrán programar otras actividades específicas como p.e.:

- a. Reunión con agricultores no participantes para explicarles la tecnología evaluada y motivar comentarios y observaciones.
- b. Presentación a grupos de extensión u otras personas interesadas, sus experiencias y algunos resultados.
- c. Participación en días de campo u otras actividades de grupo.
- d. Participación en recolección de información específica, esta actividad sirva para reforzar la metodología rutinaria.

## Actividades de Apoyo

Estas actividades se suman a las discutidas anteriormente, y son responsabilidad principal del agente de validación y el personal profesional de apoyo.

- A. Contactos para motivar la participación de servicio de extensión y otras instituciones de apoyo a la agricultura en el área.

Esto es muy importante y debe programarse adecuadamente. También debe pensarse una estrategia para llamar y mantener asegurada su atención, y ojalá su participación, en las actividades conjuntas. Esto es particularmente importante ya que ellos serían los encargados de la transferencia posterior de la tecnología en el área.

- B. Días de campo y otras actividades de demostración.

Esto podría relacionarse con A. Se espera que algunas de las parcelas a nivel de finca puedan ser usadas para estos días de campo. Su número, fecha de ejecución, a quien invitar, número de personas a invitar, y metodología general deben programarse; es parte de la proyección necesaria en la actividad.

- C. Presentaciones a grupos de los resultados y entrenamiento relacionado con la metodología.

También se espera que el ejercicio sirva para entrenamiento de personal técnico en las áreas de trabajo. El contenido de este entrenamiento, cuándo hacerlo, a quién entrenar, de qué manera, y quién será el principal responsable, debe también planificarse con cuidado.

- D. Análisis de los esfuerzos y organización de la Extensión Agrícola Nacional, principalmente en el área de trabajo.

Este estudio y análisis es necesario para el diseño de posibles proyectos de producción, que pueden resultar del ejercicio, y que deben ser enmarcados dentro del arreglo institucional existente.

- E. Análisis y documentación de los resultados y conclusiones.

Este análisis debe ser una actividad integradora. Debe utilizar toda la información obtenida durante el ejercicio de campo para llegar a los tipos de conclusiones y recomendaciones planteadas en los propósitos del mismo. Estos últimos son: verificar el comportamiento esperado de la tecnología propuesta; estimar niveles de aceptación, adopción e impacto; identificar los requisitos para su transferencia efectiva; todo como retroalimentación para los investigadores y alimentación a la transferencia posterior por los extensionistas involucrados.

La capacidad integradora no es común, ni ha sido tan entrenada como la de análisis, entre los profesionales. Por ello es necesario sugerir rutas o etapas definidas y herramientas específicas en cada una, para realizar el análisis.

Una de las rutas de análisis puede ser como sigue:

### 1. Análisis de rendimiento

Aquí se evalúan y comparan los resultados biológicos, principalmente rendimientos del sistema "alternativo" con el testigo a través de las fincas participantes. También debe controlarse la variabilidad de esos resultados. Hay que tratar de diferenciar la parte de esa variabilidad que se explica, por las diferencias ambientales controladas entre las fincas seleccionadas en el área, de la variabilidad no controlada.

Lo que se quiere saber, antes de seguir o no adelante con el análisis, es así:

- a) Se detecta un progreso de interés para el área o parte de ella, en términos de productividad y estabilidad de esta y
- b) Como se arregla y explica el comportamiento relativo de la tecnología en evaluación respecto al testigo, a través de las diferentes fincas y sitios muestreados en el área.

Este análisis da una estimación del "impacto unitario" (por ha posiblemente) en términos de producción.

### 2. Requisitos de recursos y capacidad de manejo

La tecnología propuesta y su testigo se comparan ahora en términos de sus respectivos requisitos de recursos y manejo, particularmente en situaciones críticas de la finca durante el año. Esto implica poner atención al tipo de recurso y su disponibilidad o usos alternativos en la finca en el momento que debió utilizarse en la tecnología propuesta, asegurando saber si fue una situación fortuita o normal.

Estos recursos incluyen: a) mano de obra de diferentes tipos y habilidades, b) dinero en efectivo para operación, c) insumos e implementos especiales. La información para esto debió colectarse durante las visitas periódicas a las fincas, particularmente en los momentos críticos. Se necesita controlar también el nivel de requisito de estos recursos, su disponibilidad, y su variabilidad, explicable y no explicable, a través de las fincas y sitios seleccionados en el área.

Este análisis debe ayudar a determinar si la tecnología es factible a nivel de las fincas, esto es que el agricultor tiene los recursos y capacidad de manejo necesaria para introducirla en las actividades de la finca e implementarla. Si la tecnología no es factible en las condiciones presentes, hay que tomar una decisión antes de seguir adelante con más evaluaciones o con el esfuerzo de promoverla.

Los niveles de requisito y disponibilidad de recurso y sus variabilidades, a través del área podrían ayudar a definir mejor el área y agricultores para su recomendación. Delimita las fincas y lugares donde la tecnología se puede implementar.

### 3. Análisis de presupuesto e ingreso neto

La integración de los precios de mercado, o de oportunidad a nivel de finca, con el análisis respecto a rendimiento y a requisitos de recursos, durante el año, debe permitir este análisis de presupuesto. Esta herramienta es la más utilizada y está bien tratada en la literatura (1, 4, 7, 8). Sus resultados sirven de base, a su vez, para la mayor parte de los análisis posteriores.

El cálculo de ingresos netos, resultante del análisis de presupuesto, y su variabilidad, controlada y no controlada, a través del área debe dar elementos de juicio para predecir la viabilidad económica de la tecnología. Este análisis, de ingreso neto en que se busca compensar todos los recursos, debería hacerse en forma estricta, por sus implicaciones para la conservación de recursos, pese a que se acepta que los agricultores reaccionan principalmente a sus estimaciones de ingreso familiar o ingreso en efectivo.

El análisis de viabilidad puede ser complementado mediante un análisis de sensibilidad del ingreso neto frente a cambios en el cuadro de precios observado y esperado a través de la región.

Todos estos cálculos, de diferentes ingresos y los correspondientes análisis de viabilidad y sensibilidad, deben permitir también una mejor definición del área y agricultores para la recomendación. Delimita los agricultores y el área donde el uso de la tecnología al menos permite "pagar" los recursos utilizados.

### 4. Riego

La percepción del riesgo de pérdida, y la capacidad para enfrentarla, son elementos que afectan las decisiones de acción de toda persona. En particular los pequeños agricultores, tienen poca capacidad para enfrentar pérdidas en producción por lo que, tienden a actuar con aversión al riesgo de pérdida en sus actividades productivas. Esto obliga a estimar o manejar de alguna forma, los aspectos relacionados con el riesgo de pérdida en la evaluación y comparación de opciones tecnológicas con una tecnología presente. Hay métodos bastante simples (7) y otros algo más complejos (10, 11) que pueden introducirse en el análisis sobre riesgo.

La estimación, o "medida", del riesgo de pérdida está asociada con la probabilidad y promedio de la pérdida esperable, al utilizar una tecnología dada. Muchas veces ello está asociado, a su vez, con los promedios y variación no controlada en el rendimiento de los productos, disponibilidad y uso de recursos y precios de ambos.

Nuevamente, la comparación de la tecnología en este aspecto a través de las fincas participantes ayudará a definir mejor su ámbito de recomendación.

## 5. Eficiencia y retorno en el uso de recursos

El decidir por la introducción de un cambio tecnológico, o por una tecnología, factible, viable y de poco riesgo, generalmente implica agregar consideraciones de eficiencia y retornos relativos.

En particular interesa la eficiencia en el uso y retornos relativos a los factores más críticos bajo una situación de decisión dada. Estas situaciones de decisión son variables entre los agricultores (6) y se espera que las fincas participantes muestreen bien esa variación.

Entre los índices y análisis más utilizados en relación con eficiencias y retornos están: a) Uso equivalente de la tierra y sus modificaciones, b) productividad por unidad de factor, c) retorno neto por unidad de factor, d) relación beneficio/costo, e) costo por unidad de producto, f) costo por unidad de ingreso, g) retorno a la inversión adicional y análisis marginal (1, 3, 5, 7, 9). La preferencia por uno u otro, en el análisis, puede determinarse tratando de anticipar el que más interesaría al agricultor involucrado en el ejercicio.

Como parte de este tipo de análisis también, se debería estudiar y evaluar como las tecnologías en observación tienden a distorsionar más, o bien a mejorar, los perfiles de uso de recursos, en especial mano de obra, y productos, en especial ingreso en efectivo, durante el año en la finca. En particular interesa que los perfiles de requisitos y de disponibilidades se complementen.

## 6. Adopción e impacto

La "sobrevivencia" de la tecnología a los análisis y evaluaciones previas no implica aceptación automática por parte de los agricultores en el área. Sólo provee información sobre la factibilidad, beneficio y su estabilidad esperada a nivel de unidad de operación (ha). Tampoco implica una recomendación automática para su transferencia en el área.

La recomendación para transferir una tecnología requiere una estimación previa de su impacto en el área, la que debe compensar con creces el costo esperado (estimado) de su transferencia.

El impacto esperado, de la tecnología en el área, depende de los beneficios esperados por unidad de operación y del número esperado de unidades de operación. Este último número depende de la escala de operación, común entre los agricultores que usan el sistema, y del número de agricultores que adoptarán la tecnología propuesta.

En cuanto a adopción lo más que se puede intentar dentro del ejercicio, es estimar su nivel. Para hacerlo se debe de utilizar la serie de observaciones sobre la compatibilidad o incompatibilidad entre lo que provee y requiere la tecnología y las necesidades, disponibilidades e interés del agricultor durante el ciclo. Esto implica consideraciones y análisis a nivel de toda la finca y circunstancias de producción del

agricultor. Ello se hace complicado por falta de herramientas y métodos prácticos.

En general la aceptabilidad y adopción de una tecnología se evalúa en estudios ex-post a programas de transferencia. Sin embargo, la posibilidad de observar el comportamiento técnico, además de la reacción, y auscultar la opinión e interés, de un grupo de agricultores durante el ejercicio de Validación/Transferencia, provee una oportunidad de adelantar algo sobre la adopción potencial de la tecnología. Estimar el nivel de adopción es indicar qué proporción de los agricultores involucrados se espera que adoptarían la tecnología y qué evidencia le dió el ejercicio para ello. Con esa estimación y los índices de comportamiento, por unidad de operación y el tamaño de esas operaciones, permiten una estimación del impacto potencial a nivel de la población de agricultores en el área.

#### 7. Requisitos para transferencia

Hasta ahora, según el análisis, la tecnología puede ser técnica y económicamente atractiva, su nivel de adopción potencial bueno y por lo tanto su impacto potencial entre los agricultores del área muy favorable. Así la conveniencia de transferir esa tecnología a los agricultores del área parece obvia. Sin embargo, ¿se puede transferir?, ¿qué esfuerzos y recursos institucionales son necesarios para hacerlo?, ¿qué tipo de apoyo requerirán los agricultores como complemento?, ¿es suficiente la capacidad de mercado y de toda la infraestructura productiva del área para absorber el cambio (impacto) que se espera?

Un recuento de las necesidades, métodos, procedimientos y recursos utilizados durante el ejercicio de Validación/Transferencia y su análisis, permite contestar bastante de estas preguntas. Esto porque, en pequeño, el ejercicio requiere utilizar recursos, métodos y procedimiento propios de un esfuerzo de transferencia.

Este recuento y análisis podría utilizarse para diseñar y evaluar el costo de proyectos de transferencia o programas de producción con base en la tecnología. Esto incluye especificar: como presentar la tecnología y comunicarla a los agricultores, por qué medios, con qué apoyo, quién podría dar ese apoyo y cuánto costaría en tiempo y dinero. La comparación de estos costos y requisitos con las estimaciones de impacto debe dar las bases finales para recomendar dar o no la transferencia a los agricultores en el año y cómo.

Cuando el análisis termina recomendando que la tecnología no se debe difundir, corresponde, como producto, retroalimentar el proceso de investigación y transferencia especificando: qué falló o faltó en la tecnología en su comportamiento esperado, en la aceptabilidad por los agricultores o en el mecanismo de transferencia; qué debería mejorarse y cómo se sugiere eso; a qué aspectos hay que poner más atención en el desarrollo tecnológico para hacerlo más efectivo.

BIBLIOGRAFIA

1. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Alternativa para el mejoramiento del sistema maíz-frijol en relevo practicado por pequeños agricultores de Samulalí, Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, INTA/CATIE, 1979. 96 p.
2. ESCOBAR, G. Validación de una alternativa tecnológica de manejo de malezas para el sistema de producción de maíz; Evaluación Económica In Reunión Anual PCCMCA 28a., San José, Costa Rica, 1982. Trabajos. Costa Rica 1982. Vol. 4.
3. FRANCO, E. et al. Evaluación agro-económica de ensayos conducidos en campos de agricultores en el Valle del Mantaro (Perú) campaña 1978/79. Lima, Perú, CIP, 1980. 45 p. (Doc. de trabajo 1980-4).
4. INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. Guide to on-farm cropping systems research. Los Baños, Laguna, Philippines, 1980. 173 p.
5. LIBRERO, F. Two alternatives in evaluating cropping systems. In Cropping Systems Research and Development for the Asian Rice Farmer. Los Baños, Laguna, Philippines, IRRI, 1977. pp. 261-275.
6. MENESES, R. Efecto de diferentes poblaciones de maíz (Zea mays L.) asociado con yuca (Manihot esculenta Crantz) bajo dos niveles de fertilización. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica CATIE/UCR, 1980. 53 p.
7. PERRIN, R. et al. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. CIMMYT. Folleto de información No. 27. 1976. 54 p.
8. SANDERS, J.H. y LYNAM, J.K. Economic analysis of new technology in the bean and cassava farm trials of CIAT. s.l., s.e., 1980. 30 p.
9. TREMINIO CH., C.R. Evaluación económica y factibilidad de opciones tecnológicas, para producir granos básicos, en fincas pequeñas de Samulalí, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE/UCR, 1981. 170 p.
10. ZANDSTRA, H.G., SWANBERG, K.G. y ZULBERTI, C.A. Venciendo las limitaciones a la producción del pequeño agricultor. Bogotá, CIDD/ Instituto Colombiano Agropecuario, 1975. 32 p.
11. ZANDSTRA, H. et al. Caqueza: experiencias en desarrollo rural. Bogotá, Colombia, CIID, 1979. 386 p.

EL PAPEL Y LA APLICABILIDAD DEL ANALISIS ECONOMICO  
EN LA METODOLOGIA DE INVESTIGACION

INTRODUCCION

Este documento sobre la aplicación del análisis económico dentro de la metodología de generación de opciones tecnológicas para sistemas de fincas pequeñas, pretende servir principalmente como material didáctico aplicado a fincas de pequeños agricultores, en combinación con otras disciplinas del área físico-biológica que buscan generar tecnologías de producción mejoradas que sean suficientemente atractivas al productor para provocar su adopción, una vez cumplidas ciertas fases metodológicas.

Los conceptos de tipos de análisis que se incluyen en este documento no pretenden ser exhaustivas ni se presentan como pasos indispensables para la aplicación de la metodología. Se trata, por el contrario, de comentar algunas ideas basadas en experiencias que justamente demuestran que no hay un patrón analítico único de los fenómenos económicos a nivel de sistema de producción y de finca. Sí se busca enfatizar la necesidad de utilizar herramientas analíticas sencillas que sirvan para generar elementos de juicio para colaborar con las ciencias biológicas en la evaluación de una tecnología como adecuada o apropiada a las condiciones de los grupos que deberán utilizar esa tecnología. Si se desea profundizar un tanto en la teoría y métodos de aplicación que aquí se presentan, se sugiere consultar las citas bibliográficas que aparecen con asterisco al final del documento.

Para efectos de presentación, este documento se ha dividido en dos grandes secciones: a) una explicación rápida del papel y aplicabilidad del análisis económico en las diferentes etapas de la metodología de investigación. Esta parte incluye una lista limitada de sugerencias sobre el tipo de análisis que podría aplicar a cada fase de la metodología y una breve referencia inicial al concepto de sistema, y b) una explicación simplificada de los conceptos básicos de teoría económica y administración que son de necesario manejo por parte de quienes pretenden aplicar los análisis sugeridos, u otros que pueden realizarse. Esta parte incluye algunos ejemplos hipotéticos y reales que ayuden a clarificar los conceptos, pero se omiten las secciones de práctica que deberán realizarse para afianzar la capacidad de aplicación con información de campo.

El contenido de este documento está basado en el documento "Criterios para el Análisis Económico aplicado a la Investigación en Sistemas de Finca" presentado por los autores en el curso sobre "Análisis Económico en Investigación y Extensión", en Comayagua, Honduras del 21 al 23 de marzo de 1983.

## I. EL PAPEL Y LA APLICABILIDAD DEL ANALISIS ECONOMICO EN LA METODOLOGIA DE INVESTIGACION

En esta sección se consignan algunos conceptos sobre la función de apoyo y complemento de los análisis de variables socio-económicos dentro de la metodología de generación de tecnología y se comentan algunas aplicaciones específicas en las distintas etapas de esa metodología. Contiene los simples conceptos sobre sistemas, la aplicación del análisis económico y una breve explicación y algunos ejemplos de modelos que pueden utilizarse para los análisis de tipo socio-económicos.

### 1. El Concepto de Sistema y el Análisis Económico

Un sistema se ha definido como "un arreglo de componentes físicos, un conjunto o colección de cosas, unidas o relacionadas de tal manera que forman y/o actúan como una unidad" (HART p.2). En consecuencia, un sistema está formado por sus componentes, entradas, salidas y límites. Los componentes son la materia prima de un sistema y su interacción es lo que proporciona estructura a la unidad. Las entradas y salidas son los flujos del sistema (intercambio de materiales).

Este concepto general se aplica a muchas disciplinas y niveles, según lo enfatizan el flujo y el objeto del estudio. Una finca, por ejemplo, se puede entender como un sistema agrícola que funciona como una unidad de producción. Los componentes de una finca son de tipo biótico (poblaciones de plantas y animales), de tipo físico (suelo, agua, etc.) y de tipo socio-económico (manejo, toma de decisión, la familia, insumos agrícolas, etc.). La interacción de estos componentes forman procesos que pueden definirse como subsistemas, dentro del sistema finca. En este caso, al conjunto de componentes de tipo físico se denomina agroecosistemas; a los de tipo biótico, subsistemas de cultivos de animales; y subsistema socio-económico al que se refiere a los procesos sociales y económicos (actividades de comercialización de crédito, de utilización, etc.).

En la aplicación de estos criterios o "enfoque de sistemas" se establecen niveles jerárquicos a los que se dirige este análisis. El sistema de finca tendría, en general, la región como el sistema jerárquico inmediatamente superior y el sistema de producción como el nivel jerárquico inmediatamente inferior. Cada nivel puede entenderse como un sistema en sí mismo y como un subsistema dentro del sistema inmediatamente superior en el que está enmarcado.

Con esta diferenciación conceptual, el subsistema económico dentro de una finca puede a su vez ser considerado como un sistema cuyo proceso está formado por flujos de dinero e información que serían las entradas y salidas que ligan los componentes del sistema. La función de este sistema a menudo se confunde con la función de la finca, ya que el agricultor utiliza la finca como un medio de subsistencia, capitalización y obtención de un lugar dentro del sistema social en que se desenvuelve. Esta

función y su estructura correspondiente tiene características especiales dentro del sistema finca como quiera que incluye el proceso de toma de decisión del agricultor. Este es el aspecto que hace infinitamente más complicado el estudio de este subsistema específico, en relación con otros de los subsistemas de la finca.

El análisis económico es aplicable a cualquier sistema, y estará dirigido a evaluar flujos y resultados económicos que sean criterios de decisión de conformidad con la función y estructura del sistema. Si el foco de la investigación es el sistema de finca, la aplicación del análisis económico no puede separarse de los otros tipos de análisis específicos que aplican al sistema; es más bien un análisis complementario cuyos resultados deben interpretarse en conjunto con resultados analíticos de otras ciencias que intervienen en el análisis de sistemas.

## 2. El análisis económico aplicado a las fases de la Metodología de Generación de Tecnología bajo el enfoque de sistemas.

Una manera de esquematizar la metodología de investigación y generación de tecnología en sistemas seguida por el CATIE es la que aparece en la Figura 1, en la que se distinguen las fases de selección de áreas, caracterización, diseño de alternativas, experimentación y evaluación en el campo y validación/transferencia de tecnología. La fase de difusión masiva corresponde a la diseminación de los resultados (alternativa de tecnología mejorada), y no necesariamente hace parte de la metodología de generación de tecnología, aunque sus principios se deriven de la fase Validación/Transferencia.

El primer aspecto de tenerse en cuenta al analizar ese esquema metodológico es que está diseñado para ser aplicado por un equipo multidisciplinario dentro del cual un economista es sólo otro miembro del equipo de especialistas. Este equipo debe ser conformado además por especialistas en ciencias agrícolas y/o pecuarias y por extensionistas que deberán participar activamente durante todo el proceso y con un mayor énfasis durante las fases de experimentación en fincas de agricultores y de validación/transferencia.

Esta conceptualización del trabajo implica la participación efectiva de técnicos de distintas disciplinas en todas las fases. Desde este ángulo, el análisis económico y la investigación aplicada de algunas relaciones económicas se constituyen en una acción de apoyo a otras actividades envueltas en la generación de tecnología. La contribución mayor de este análisis es, quizás, aportar elementos de juicio para evaluar si las opciones tecnológicas que se están adoptando para mejorar el nivel de vida de los pequeños agricultores, son apropiados y consistentes con las condiciones de ese agricultor. Busca aportar elementos que sirvan como filtros para que se de la retroalimentación entre las fases metodológicas, si es necesario, o se continúe el proceso con un nivel de conocimiento que sugiera adecuación de los resultados parciales con los objetivos de la tecnología bajo el enfoque de sistemas.

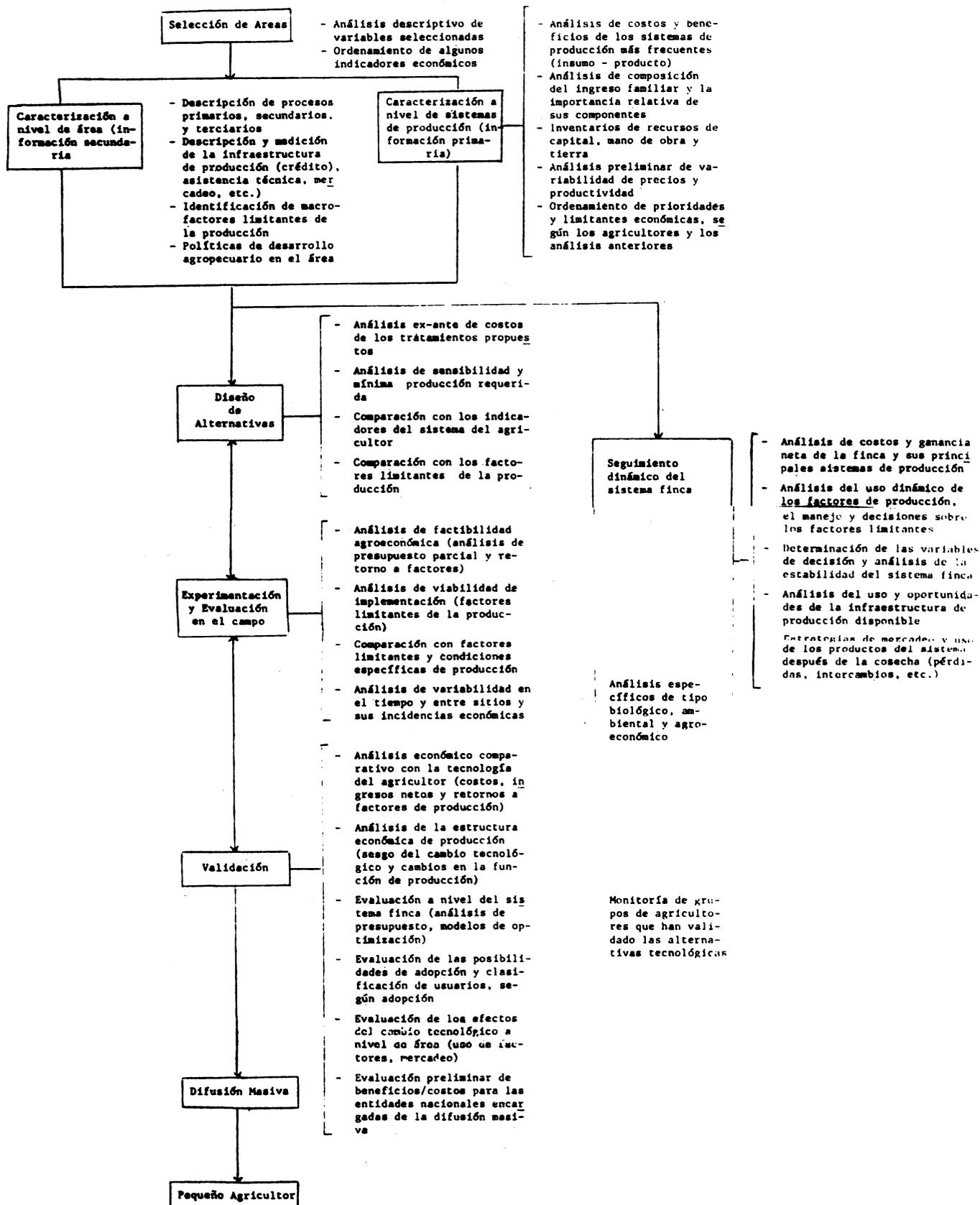


Figura 1. Esquema de las fases metodológicas para generar tecnología con el enfoque de sistemas y algunos análisis económicos aplicables a cada fase.

La enunciación de algunos análisis económicos que en la Figura 1 se han incluido frente a cada fase de la metodología no pretende ser una lista exhaustiva, sino más bien ilustrada de los análisis económicos que caben en cada fase, a fin de cumplir con la función de conocer el subsistema económico del sistema finca y de los distintos subsistemas de producción, y de servir de apoyo al trabajo de generación de tecnologías apropiadas. Estas sugerencias son la aplicación simple de los conceptos teóricos que se incluyen en esta guía, y es aconsejable mantener en mente el orden y la fase a que aplican, a fin de hacer más útil el estudio de las herramientas analíticas.

Para la fase de selección de áreas, en la metodología de generación de tecnología, se han determinado variables e indicadores que permiten la jerarquización de diferentes áreas. Varios de esos indicadores son de tipo socio-económico y, en consecuencia, requieren un análisis descriptivo y suscito que permita clarificar la jerarquía de los mismos, así como el ordenamiento de la información que se requiere para generar los indicadores (i.e., recursos disponibles, índices, centro de mercadeo, etc.).

La fase de caracterización y diagnóstico se ha dividido conceptualmente según se utilice información de fuente secundaria o primaria. Esta separación tiene relación también con el nivel del sistema que se quiere caracterizar y el enfoque general de la recolección y análisis de la información. Siguiendo la jerarquización de los sistemas, la caracterización basada en información secundaria se dirige más al nivel de región, en tanto que la caracterización con fuentes de información primaria se acerca más a los sistemas de fincas y especialmente a los sistemas de producción en cuanto se trata de conocer más sus relaciones gruesas de producción y con cierto detalle la tecnología utilizada por diferentes estratos de agricultores que pueden darse en una zona.

A nivel de la región se pueden caracterizar los procesos económicos primarios (relaciones económicas generales a nivel de fincas), secundarios que responde a las actividades de procesamiento (agroindustria), y terciarios que son los bienes y servicios que constituyen, en la mayoría de los casos, los elementos de infraestructura para la producción (crédito, extensión, mercadeo, transporte, etc). La descripción de estos procesos corresponden al conocimiento del "medio ambiente socio-económico" en que ejerce su función el sistema finca, que es el foco de investigación de la metodología. Consecuentemente, las variables que caracterizan los factores de producción tales como tierra (uso, extensión, disponibilidad, capacidad), mano de obra (usos, disponibilidad, calidad, distribución de acuerdo a sexos y edad, ubicación geográfica, etc.), y algunas condiciones de la infraestructura de la producción (asistencia técnica, crédito, formas de asociación económicas, infraestructura física, de producción, etc) son los sujetos de la recolección y análisis de información a este nivel, contemplando las correlaciones más importantes a fin de detectar limitaciones que incluyan los sistemas de finca.

El análisis económico de la información de origen secundario debe constituirse de cuantificaciones simples y relaciones de asociación y correlación de las variables que se consideran más importantes a nivel de región como determinantes del sistema finca. Ese análisis conjuntamente con el de manejo a nivel de finca obtenido con información primaria, constituye la esencia de la caracterización de la región y el desempeño de la finca dentro de la misma. Este análisis general debe arrojar las limitantes a nivel de región para enmarcar los niveles tecnológicos encontrados y contribuir a la información de un diagnóstico de las condiciones dentro de las cuales se desarrollan los sistemas de producción de cultivos.

El análisis de la información de fuente primaria se concentra en el nivel de los sistemas de producción y como en el caso anterior se basa en cuantificaciones y herramientas analíticas muy sencillas en la mayoría de los casos. En este punto se da comienzo a la aplicación de los conceptos de teoría económica y de administración de empresas agropecuarias sobre la información que habrá de utilizarse como base de comparación durante las etapas de la metodología.

Después de establecer frecuencias de los sistemas de producción, promedios y estadísticas descriptivas básicas de algunas variables importantes (área, producción, mano de obra, insumos en efectivo, etc), se pueden practicar técnicas analíticas como las que aparecen enunciadas en la Figura 1. De especial utilidad son los análisis de costos y ganancias netas de los sistemas de producción más frecuentes o de aquellos que sean de prioridad, como pudo haberse determinado al momento de seleccionar el área de trabajo, o de revisar las políticas de desarrollo del sector agrícola.

De la misma manera, los análisis sobre los inventarios de recursos de producción (tierra, capital, mano de obra, objetivos de producción) juegan un papel importante en la determinación de factores limitantes, que son críticos a nivel del sistema finca. Este tipo de análisis y los anteriores mencionados son utilizados, conjuntamente con otros de carácter físico-biológico, para ordenar los sistemas de producción y definir cuáles de ellos serán los que habrá de someterse a las siguientes fases de la metodología.

Algunos análisis de variabilidad que se mencionan en la Figura 1, deben entenderse como preliminares debido a que en este momento se tiene una sola observación en el tiempo. Se busca ganar un poco de conocimiento sobre las grandes diferencias entre fincas y del mercado de algunos insumos y productos a fin de tener elementos de juicio para seleccionar fincas y tamaño de muestras para las actividades de seguimiento dinámico de fincas. Comparaciones simples de coeficiente de variación, dimensión de operaciones, índices de volúmenes de producción y representaciones gráficas de la variación son algunas de las herramientas recomendadas en este nivel de análisis.

La fase de diseño de alternativas corresponde a un ejercicio académico de todo el equipo multidisciplinario en el cual, utilizando el diagnóstico y los factores que caracterizan el área y la finca, se establecen los principios técnicos y se planean las acciones de campo requeridas para generar una alternativa tecnológica para los pequeños agricultores. El análisis económico aplicado a esta fase de la investigación se podría limitar a un análisis ex-ante de costos de las posibles alternativas tecnológicas que se hayan diseñado para la fase de experimentación. En esta fase el análisis es tentativo y poco preciso, como quiera que se refiere a cambios técnicos que son igualmente imprecisos y cuyo resultado es incierto. Lo que se pretende es tratar de evitar que se prueben alternativas que son definitivamente pobres en su rendimiento económico esperado por su alto costo, o que están en abierto contraposición con las limitantes que se han determinado en la fase de caracterización y diagnóstico.

En términos generales, los cálculos de costos por tipo de tratamiento se pueden complementar con la estimación de rendimientos mínimos comparados con las condiciones del agricultor. Se busca establecer una base de evaluación para los técnicos biofísicos al determinar cuánto debe producir un determinado tratamiento para igualar y superar las condiciones económicas del agricultor en su sistema de producción con su propia tecnología (caracterización). Este tipo de análisis puede repetirse para satisfacer metas esperadas (niveles mínimos de "mejoramiento" para estimular la adopción) tener en cuenta algunos indicadores de riesgo (límites inferiores de las distribuciones de ganancia neta que serían aceptables por los agricultores), y retornos mínimos a factores como mano de obra y capital que podrían incrementarse y requerir financiación extra (crédito) para su utilización a nivel de finca.

La fase de experimentación corresponde al trabajo agronómico propiamente dicho dirigido a la generación o adaptación de la tecnología para el pequeño agricultor. Esta fase puede tener varios pasos y ser de una duración más o menos prolongada. A las alternativas promisorias para reemplazar las tecnologías de producción de agricultores son aplicables varios tipos de análisis de carácter económico: la evaluación y factibilidad agroeconómica, la viabilidad de implementación así como algunos análisis de variabilidad que ayuden a evaluar el comportamiento de la alternativa en comparación con el patrón del agricultor.

La evaluación y factibilidad agroeconómica se refieren a los análisis comparativos de los resultados experimentales con los tratamientos testigos y los de aplicación de las propias técnicas del agricultor, obtenidas durante la caracterización y el seguimiento dinámico de las fincas. Se trata de buscar elementos de evaluación sobre el éxito relativo que se ha obtenido o se puede obtener con los resultados parciales de experimentación, buscando cumplir con el objetivo de desarrollar una alternativa tecnológica que mejore las condiciones agroeconómicas del productor. Herramientas tales como análisis de presupuesto parcial en los que se contemple la variabilidad de los tratamientos (testigo y experimental) y la tecnología del agricultor son suficientes generadores de resultados para formular juicios evaluativos.

La viabilidad de implementación tiene que ver con una rápida confrontación de los resultados parciales de la experimentación con las limitantes de producción establecidas durante la fase de caracterización y pormenorizadas a través de los registros de seguimiento dinámico. Este análisis se enfoca en aspectos como incompatibilidades cronológicas, incompatibilidad con la disponibilidad real de recursos de infraestructura de la producción (crédito, abastecimiento, mercadeo, etc) y congruencia con el uso general de algunos recursos de la finca como mano de obra y tierra.

Los resultados de este tipo de análisis conjuntamente con la observación de la acción dinámica del sistema finca ofrecen elementos para decidir -teniendo en cuenta las variables biológico-físicas- cuando debe plantearse una acción de retroalimentación que implique un nuevo esfuerzo en la fase de diseño, o permita seguir las líneas de experimentación iniciadas, haciendo los ajustes que tengan el potencial de mejorar aún más los resultados agroeconómicos de la futura alternativa tecnológica.

La fase de validación corresponde a la idea de someter la alternativa tecnológica que ha sido experimentada y encontrada factible desde el punto de vista agroeconómico y viable para su implementación, al manejo exclusivo del agricultor. Esta es una fase donde se reencuentran el sistema de producción con el sistema de finca. El análisis económico que aplica a esta fase se refiere entonces a esos dos niveles: el de sistema de producción entendido como tal, y el de sistema de finca tratando de determinar las consecuencias que tendría el cambio tecnológico. Las técnicas de evaluación a nivel de sistema de producción no son muy diferentes a las utilizadas para evaluar la factibilidad agroeconómica de una alternativa. La necesidad de aplicarlas en esta fase es consistente con la introducción del manejo del agricultor en la función de decisiones y con el tamaño más comercial que generalmente tienen las parcelas de validación.

Adicionalmente, desde el punto de vista económico, los análisis de estructura de la producción, los rangos de optimización técnica y de mercado y la determinación del sesgo del cambio tecnológico son importantes para la posterior evaluación de las reales posibilidades de adopción que pueda tener la alternativa tecnológica. Este tipo de análisis requiere una aplicación un poco más estricta de la teoría económica y de algunas técnicas estadísticas (funciones de producción, pruebas de estructura, determinación de óptimos). Sin embargo, existen técnicas que generan una información bastante buena de la economía de la producción, y que son aplicables a este tipo de análisis cuando no se disponen de los medios para utilizar los primeros (análisis marginal de beneficio neto, índices de eficiencia, análisis discreto de itinerarios de producción, etc.).

La evaluación de la alternativa validada a nivel de sistema de finca implica unas técnicas diferentes de análisis económico. Por la complejidad del sistema finca el análisis puede utilizar modelos, que por definición son sólo una representación de un sistema de finca. Es necesario recordar que el resultado esperado de la aplicación del análisis

económico en la fase de validación es de carácter múltiple: a) se espera "validar" la alternativa en cuanto a sus ventajas económicas frente a la tecnología que pretende desplazar; b) conocer las consecuencias económicas a nivel de finca; y c) dado los resultados positivos de los análisis anteriores, tener una buena idea de la adopción que puede presentarse entre los agricultores a quienes se pretende llevar la alternativa tecnológica. En esta fase los análisis económicos nuevamente dan lugar a retroalimentación a fases anteriores para afinamiento de las tecnologías cuando éstas no responden como se esperaba al manejo del agricultor. En otras palabras, si se encuentran factores económicos a nivel de finca o a nivel de sistemas de producción que no hacen atractivas las alternativas que se han sometido a validación, éstas deberían regresar a mayor refinamiento experimental (que implica volver a ser analizadas agroeconómicamente) antes de pasar nuevamente por la fase de validación para ser transferida al usuario potencial de las mismas.

Existen varias técnicas analíticas que ayudan a estimar algunas de las consecuencias directas de introducir una actividad técnicamente mejorada al sistema finca. Estas técnicas generalmente van unidas a algún tipo de modelo total o parcial de la finca, y con mucha frecuencia son suficientemente amplias para servir asimismo de modelos de la finca. Tal es el caso de los análisis de presupuesto total de la finca, algunos modelos de optimización de fácil manejo (i.e. modelos de programación lineal, cuadrática y dinámica) o modelos de simulación que corresponden a un nivel más sofisticado de representación del sistema finca. Cualquiera que sea la técnica que se utilice se trata de una aplicación directa de los conceptos de teoría económica, y será más fácil su ejecución e interpretación en la medida que se propongan modelos simples en los que las técnicas de manejo del modelo mismo, no observan grandes esfuerzos del investigador, y éste pueda dar más énfasis a los objetivos del análisis.

La actividad de seguimiento dinámico de las fincas se ha representado en la Figura 1 a lo largo de varias fases de la metodología para generación de tecnología. Esto obedece a razones prácticas de ejecución y al objetivo de la actividad misma que es servir de fuente de información a los investigadores para "aprender" las razones y consecuencias de las decisiones de manejo del agricultor, tal como suceden a nivel del sistema finca.

La planificación y ejecución de este seguimiento deben realizarse de acuerdo con los resultados más prominentes de la fase de caracterización y diagnóstico. Sobre esa base se decidirá si hay lugar o algún tipo de estratificación de fincas, cuáles serán los criterios de selección de esas fincas y el tamaño de la muestra para completar este seguimiento.

Desde el punto de vista del análisis económico, esta actividad busca conocer pormenores de las decisiones y la operatividad de los sistemas de producción y otras actividades productivas del sistema finca. Consecuentemente, la información que debe recolectarse incluye todas las acciones de entradas de insumos, salidas de producto, cambios de inventarios

y usos de mano de obra familiar. Esta información ordenada cronológicamente como un flujo de actividades y movimiento de capitales físico y humano ofrece amplias posibilidades de análisis y retroalimentación a las distintas fases de la metodología.

Algunas relaciones básicas de costos, ganancias netas y uso dinámico de los recursos disponibles serán información útil para comparar los diseños experimentales y los resultados de campo con la tecnología propia del agricultor. Igualmente importante es comparar la cronología de las actividades tanto propuestas como ejecutadas por el agricultor para plantear interrogantes sobre las razones de las diferencias y regresar a los agricultores para averiguar factores de tipo económico que pudieran originar tales diferencias (i.e., riesgos debidos a factores climáticos y/o variación de precios, disponibilidad de recursos propios, oportunidad y disponibilidades de recursos de infraestructura de producción, incompatibilidad cronológica con otras actividades dentro y/o fuera de la finca, etc).

Esta actividad de seguimiento dinámico genera y acumula la información sobre el sistema finca para permitir la evaluación de la introducción de la alternativa tecnológica a nivel del sistema finca. Esta información permite la utilización de modelos de finca y su análisis correspondientes que serán de directa utilidad para la subsecuente fase de difusión de la alternativa técnica, así como para retroalimentar el sistema metodológico, si fuera necesario.

### 3. Aplicación de modelos para el análisis económico de sistemas de producción

Tal como se mencionó, una forma de aplicar el análisis económico a la complejidad de los sistemas es haciendo uso de modelos que de manera simplificada representen esos sistemas y que permitan fijar la atención en las relaciones y flujos que conforman el subsistema económico, si se trata del nivel de finca, y los indicadores y principios del comportamiento económico de algunas variables, si se trata de los niveles de región o de sistemas de producción, según el caso. En los párrafos subsiguientes se presentan dos ejemplos teóricos que por su simplicidad pudieran utilizarse como referencia para establecer modelos específicos a los casos de estudio. La utilidad de discutir modelos de este tipo es poder conectar conceptualmente estos esquemas con la segunda parte que incluye los elementos teóricos y analíticos para cuantificar y analizar los modelos que se hayan construido.

#### 3.1 Flujos Económicos a Nivel del Sistema Finca

Si para la descripción y cuantificación de los flujos del subsistema económico dentro de una finca se desea utilizar un modelo, éste puede describirse de muchas maneras más o menos complicada dependiendo de la precisión con que se quiera realizar el análisis. En general, un modelo puede ser una narración cualitativa de las diferentes partes que

lo forman y las maneras como éstas interactúan. También puede ser un flujo representado en gráficos en los que se muestran las interrelaciones de mayor importancia dentro del sistema y/o las relaciones que se quieran estudiar, sobre las cuales existen criterios para pensar que son prioritarias en el análisis. Este mismo tipo de flujo puede expresarse más estrictamente mediante expresiones matemáticas que permiten una cuantificación más elaborada y quizás la maximización de la función del sistema.

El ejemplo de la Figura 2 muestra un flujo de sistema de finca relacionada con el resto de la economía (sistema, región), y con las relaciones básicas de los agroecosistemas (sistemas de producción específicos según el orden jerárquico).

Este modelo serviría de guía hipotética para estudiar las principales relaciones entre el sistema finca y las condiciones de la región en la que la finca cumple su función. En este ejemplo se expresa el flujo en los términos económicos que corresponden a subsistemas dentro de sus tres niveles jerárquicos establecidos. De esta manera, las relaciones que simplificarmente se muestran en el modelo son susceptibles de medición cualitativa. Para establecer las relaciones y para hipotetizar el sentido de las mismas es necesario haber pasado por el proceso de caracterización donde se conocen las generalidades de estas interrelaciones, como quiera que éstas representan el medio ambiente socio-económico que modelan la estructura del sistema finca.

Este tipo de modelo no puede ser inflexible y debe dar lugar a incorporar nueva información proveniente de la fase de experimentación de campo, pero principalmente de la actividad de seguimiento dinámico de la finca. Una condición que debe tratar de mantenerse es la simplicidad que facilite su cuantificación; para ello es indispensable mantener y revisar continuamente los criterios de prioridad de las mediciones que sean más relevantes para cumplir con los objetivos de la metodología.

### 3.2 Flujos Económicos a Nivel de Sistemas de Producción

Si el objetivo del análisis económico se dirige más a un agroecosistema también se pueden construir modelos simples que indiquen las relaciones económicas de mayor relevancia. Este análisis aplicaría a los sistemas de producción o alternativas que se quiere desarrollar incorporando tecnología mejorada durante las fases de experimentación y validación, según el esquema metodológico con el enfoque de sistemas.

Un ejemplo de un modelo simplificado de este tipo aparece en la Figura 3. En este caso se tienen en cuenta las relaciones externas del sistema de producción con las decisiones de manejo con otros sistemas de producción y con el sector externo de la finca, que definitivamente juega un papel preponderante dentro de la estructura de un sistema de producción en particular.

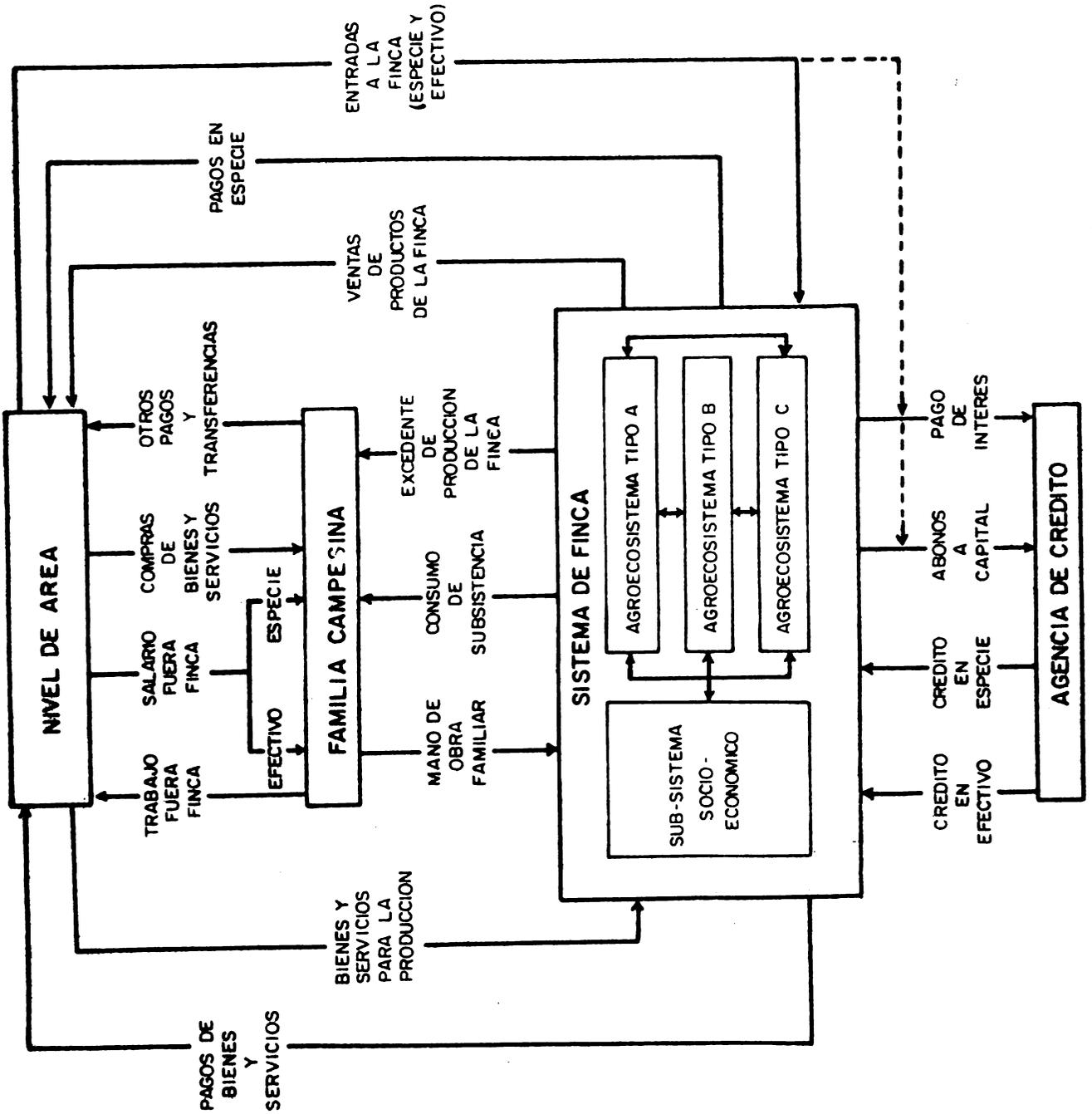


Figura 2. Representación simplificada del flujo de bienes y servicios en efectivo y especie de un sistema de finca pequeña, con acceso al crédito

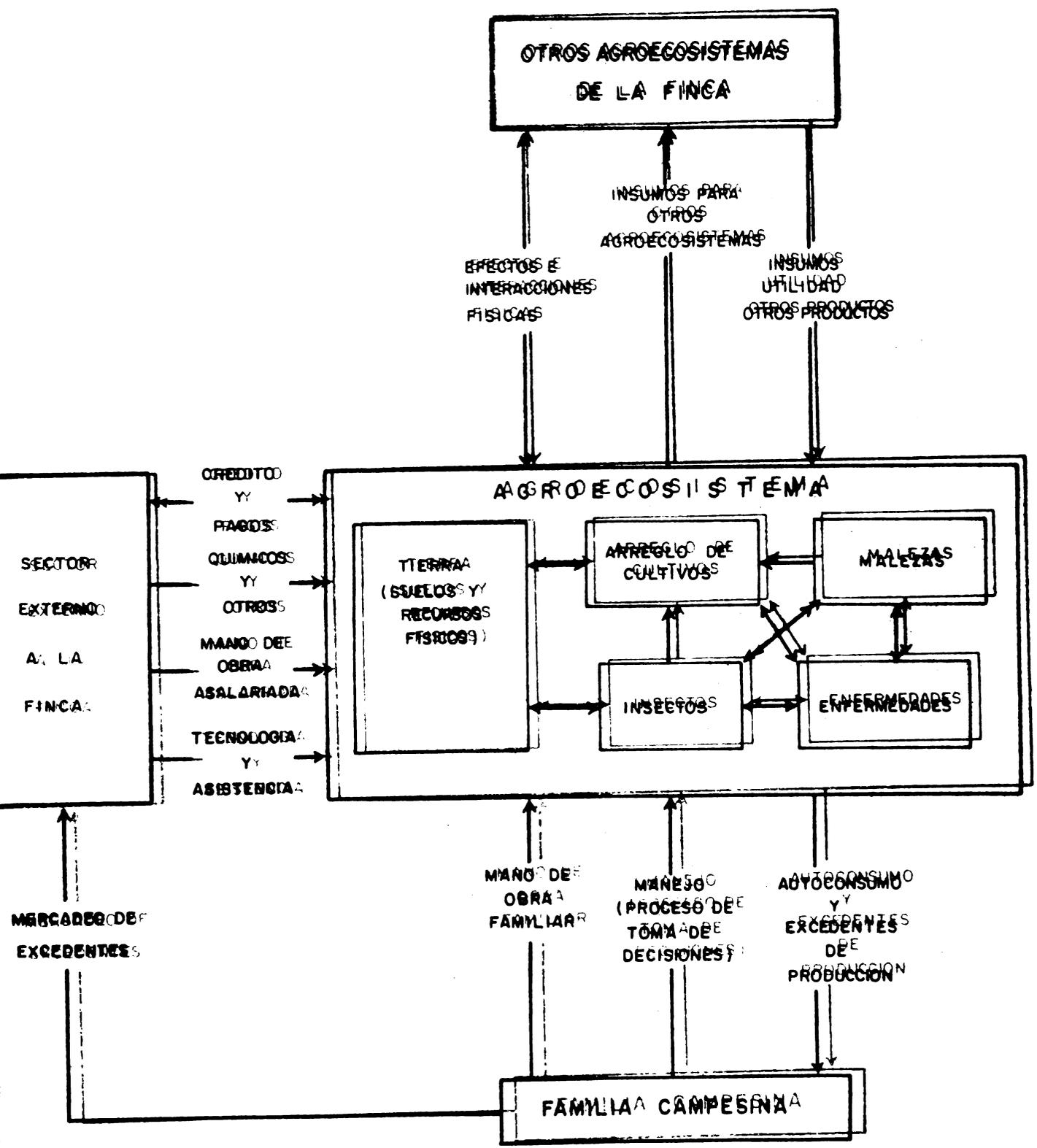


Figura 3. Representación simplificada del flujo de insumos y productos de un agroecosistema dentro del sistema finca.

La cuantificación de estos flujos y la aplicación de algunas técnicas analíticas constituyen el grueso del análisis económico aplicado a un sistema de producción que ocurre dentro del sistema finca.

El análisis económico debe dar lugar a generar la información y ayudar en la toma de decisiones sobre la bondad y desventajas de ciertas acciones que afectan el sistema finca y especialmente el sistema de producción que se está estudiando. Estas relaciones económicas pueden estudiarse con mucha profundidad si así se desea, pero su aplicación a nivel de sistemas sencillos de producción o de componentes específicos de un sistema, no necesariamente requiere un manejo profundo de los mismos. Nuevamente, una representación simplificada que capture las principales interrelaciones entre las partes de un sistema cuantificada con técnicas sencillas son suficientes en muchas circunstancias para conseguir los elementos de juicio para tomar decisiones.

Los principios más importantes para analizar económicamente estos modelos son las llamadas interacciones bio-económicas que están dirigidas a buscar óptimos de producción, de uso de insumos, de combinación de factores de producción y de productos en niveles de sistemas más complejos (finca). Estas relaciones son de naturaleza biológica, y el análisis económico introduce valores, precios, cantidades y combinaciones de los mismos manteniendo el supuesto que la función del sistema de producción o de finca es alcanzar cierto éxito y derivar un flujo económico para la familia del pequeño agricultor. Los fundamentos teóricos y aplicados de estos principios son los temas que se comentan en la parte II de este documento.

## II. PRINCIPIOS BASICOS DE TEORIA ECONOMICA Y ADMINISTRACION DE EMPRESAS AGROPECUARIAS

Como se ha mencionado anteriormente, esta segunda parte dedica básicamente a tratar de transcribir en una forma simplificada los principios básicos que deben utilizarse para ejecutar los análisis económicos como los propuestos en la Figura 1, aplicados con el enfoque que se ha comentado a lo largo de la primera parte de este documento y con o sin la ayuda de modelos simplificados, tales como los ejemplificados en las Figuras 2 y 3.

A pesar de que por razones didácticas es necesario utilizar algunos ejemplos hipotéticos para mantener la simplicidad, debe guardarse en mente cuando y para qué se aplican los principios básicos a fin de hacer este ejercicio lo más aplicado posible.

### 4. El concepto de la función de producción

Una función de producción se refiere a la relación que se da entre las cantidades de insumos utilizados para producir un bien determinado y el volumen del producto obtenido. Esta relación se traduce en un catálogo

o conjunto de posibilidades de producción resultante de las muchas combinaciones y proporciones en que puede darse dicha relación.

En otras palabras, como la cantidad producida de un cultivo depende de la cantidad de insumos utilizados, se puede dominar  $Y$  a la cantidad producida (maíz por ejemplo) y  $X_i$  a los insumos que permiten que ocurra el proceso productivo (tierra, mano de obra, factores climáticos, etc.); se dice entonces que:

$$Y = f(X_i)$$

Es decir, que la cantidad de maíz es una función de la cantidad de tierra, mano de obra, fertilizantes, etc. utilizados durante un período de tiempo determinado.

Los insumos pueden combinarse de tal forma que unos permanezcan variables y otros fijos. En el ejemplo del Cuadro 1, para una hectárea de tierra (insumo fijo) se aplican diferentes cantidades de mano de obra (insumo variable).

Esta combinación hipotética de insumos genera diferentes niveles de producto que pueden representarse en una curva de producto total (PT) como la de la parte superior de la Figura 4.

CUADRO 1. Producción hipotética de maíz en parcelas del mismo tamaño con diferentes niveles de mano de obra.

Número de parcela	Número de trabajadores	Producción total qq/ha
1	1	60
2	2	70
3	3	75
4	4	80
5	5	82
6	6	80

En términos generales, la curva de producción (PT) crece a medida que se utilizan mayores cantidades del insumo variable, alcanza un máximo y luego decrece cuando se siguen aumentando unidades del insumo.

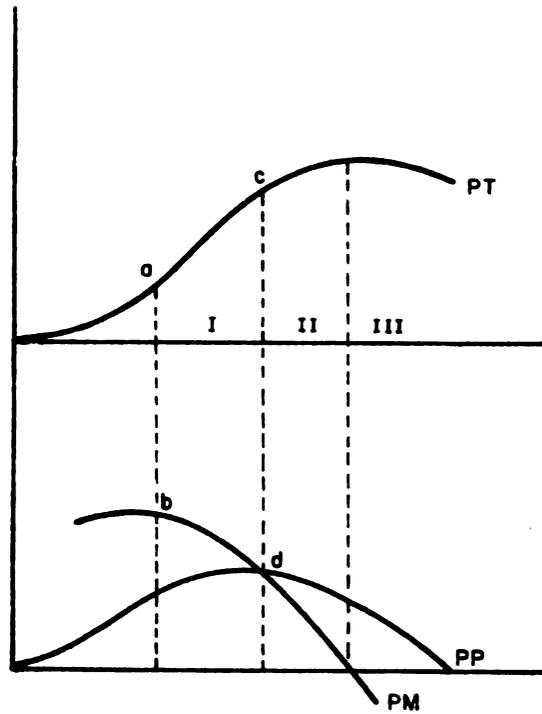


Fig. 4. Curvas de producto total, medio y marginal

Otras dos relaciones importantes se derivan de la función de producción: el producto promedio (PP) y el producto marginal (PM).

El producto promedio de un insumo se define como el producto total dividido por la cantidad de insumo empleado. Esto es:

$$PP = \frac{Y}{X}$$

La forma de la curva del producto promedio dependerá de la forma del producto total. Como se muestra en la parte inferior de la Figura 4, el PP aumenta, luego disminuye. El producto medio podría llegar hasta un valor cero ya que el producto total puede llegar a ese punto.

El producto marginal de un insumo es la cantidad adicional (aumento o disminución) del producto total ocasionado por la adición de una unidad del insumo.

Esquemáticamente la relación puede expresarse así:

$$PM = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

Otra manera de visualizar el producto marginal es como la pendiente de la curva del producto total. Cuando el producto total es máximo, el producto marginal es igual a cero.

Una revisión más cuidadosa de la curva de producción (PT) enseña que cuando se aumenta la cantidad del insumo variable, el producto total también aumenta hasta alcanzar su pendiente máxima (a). Este punto corresponde al máximo producto marginal (b), en la parte inferior de la Figura 4. El PT continúa creciendo, pero menos rápido (tasa decreciente de crecimiento) de manera que la pendiente disminuye. El punto (c) donde el PT es tangente a una línea que parte del origen, corresponde al máximo producto promedio, y es aquí donde  $PP = PM$  (punto d). En consecuencia, cuando el producto promedio está aumentando, es menor que el producto marginal, cuando está disminuyendo es mayor, y cuando es máximo son iguales.

Estas relaciones determinan tres etapas de producción. La etapa I se caracteriza porque el producto promedio está aumentando, por lo que sería absurdo limitar la cantidad de insumos cuando podría obtenerse un producto mayor si se incrementa la cantidad de éstos. La etapa II se caracteriza por un producto promedio decreciente y un producto marginal también decreciente, pero positivo porque el producto total está aún aumentando. En la etapa III, la aplicación de mayores cantidades de insumo variable hace disminuir el producto promedio; además, el producto marginal es negativo, por lo que se puede obtener mayor producción usando menos cantidad del insumo variable (Figura 4).

La producción debe ocurrir en la etapa II, dentro del área limitada por el máximo producto promedio y el máximo producto total, o en el espacio de producción cuyos límites son  $PP = PM$  y  $PM = 0$ . Sin embargo, el óptimo económico no puede determinarse únicamente con esta información, sino que es necesario relacionarla con los precios del producto y del insumo, como se explicará más adelante.

La forma de la curva del producto marginal y las relaciones del producto total que determinan las etapas de producción representadas en la Figura 4 ilustran la ley de rendimientos marginales físicos decrecientes. Según esta ley, si se aplican unidades sucesivas de un factor variable a un conjunto de factores fijos, el producto total finalmente decrecerá de tal manera que más unidades del insumo variable resulte en menos producto total. Esta ley empírica debe tenerse en cuenta cuando se trata de cambiar las proporciones de insumos de producción, dejando algunos fijos y aumentando solo aquellos de fácil manipulación.

Este caso se puede ejemplificar comparando el producto total de las parcelas del Cuadro 1. Al aumentar en una unidad el número de trabajadores, la producción aumenta en 10 unidades (parcelas 1 y 2). A medida que se aumenta el número de trabajadores se llega a un punto en que el producto total alcanza su máximo (82 unidades) y luego disminuye como sucede en la parcela 6.

## 5. Relaciones bio-económicas de producción

Estas condiciones de producción dan origen a distintas aplicaciones y prácticas que sirven para realizar algunos de los análisis que se concentraron en la primera parte. Entre éstas, las de mayor aplicación son

talvez, las relaciones bio-económicas entre factores y productos que son importantes para analizar sistemas a nivel de producción específica y de finca.

### 5.1 La relación factor - producto

Si la función de producción se expresa en términos del precio de los productos y el costo de los insumos, se puede determinar el óptimo económico, o nivel de producción que genera mayores ganancias.

De acuerdo con eso, el producto total (Y) multiplicado por su precio ( $P_Y$ ) pasa a ser el valor del producto (VPT). De aquí se conocen el valor del producto marginal (VPM) y valor del producto promedio (VPP), de la misma manera que se conocieron el producto medio y el producto marginal.

Las curvas de la Figura 5 son iguales a las de la Figura anterior, solo que ahora aparecen en ejes con distintas unidades. La línea  $P_X$  representa el precio del insumo variable que es constante, debido a que el productor toma el precio que se fija en un mercado en el que se supone que un comprador no cambia el precio a pesar de las cantidades que consuman.

El óptimo económico (a) se encuentra donde el valor del producto marginal (VPM) es igual al precio del insumo. Es decir:

$$VPM = P_X$$

Este es el punto en el que el valor adicional de la producción es igual al precio de la unidad de insumo utilizado para conseguir ese aumento en la producción; en consecuencia es el punto a partir del cual no se puede ganar más y a su vez el punto en que no le deja ganar. La determinación del óptimo económico de producción (a) determina a su vez la cantidad óptima en que debe usarse el insumo variable que se está analizando. En el caso hipotético de la Figura 5, es la cantidad óptima de mano de obra que debe utilizarse para que el valor de la producción alcance el nivel  $b^1/$ .

El óptimo económico es generalmente menor que el óptimo físico porque mientras la condición del primero es que el  $VPM = P_X$ , el segundo se cumple cuando  $VPM = 0$ . Un ejemplo que ilustra la determinación del óptimo económico y su diferencia con el óptimo físico, aparece en el Cuadro 2.

---

<sup>1/</sup> Este mismo procedimiento analítico y de determinación se sigue cuando se analiza más de un insumo variable de producción, ya que VPM se estima para cada insumo individual para el cual también existe un precio unitario. Para mayor detalle consulte (2), (6) ó (9).

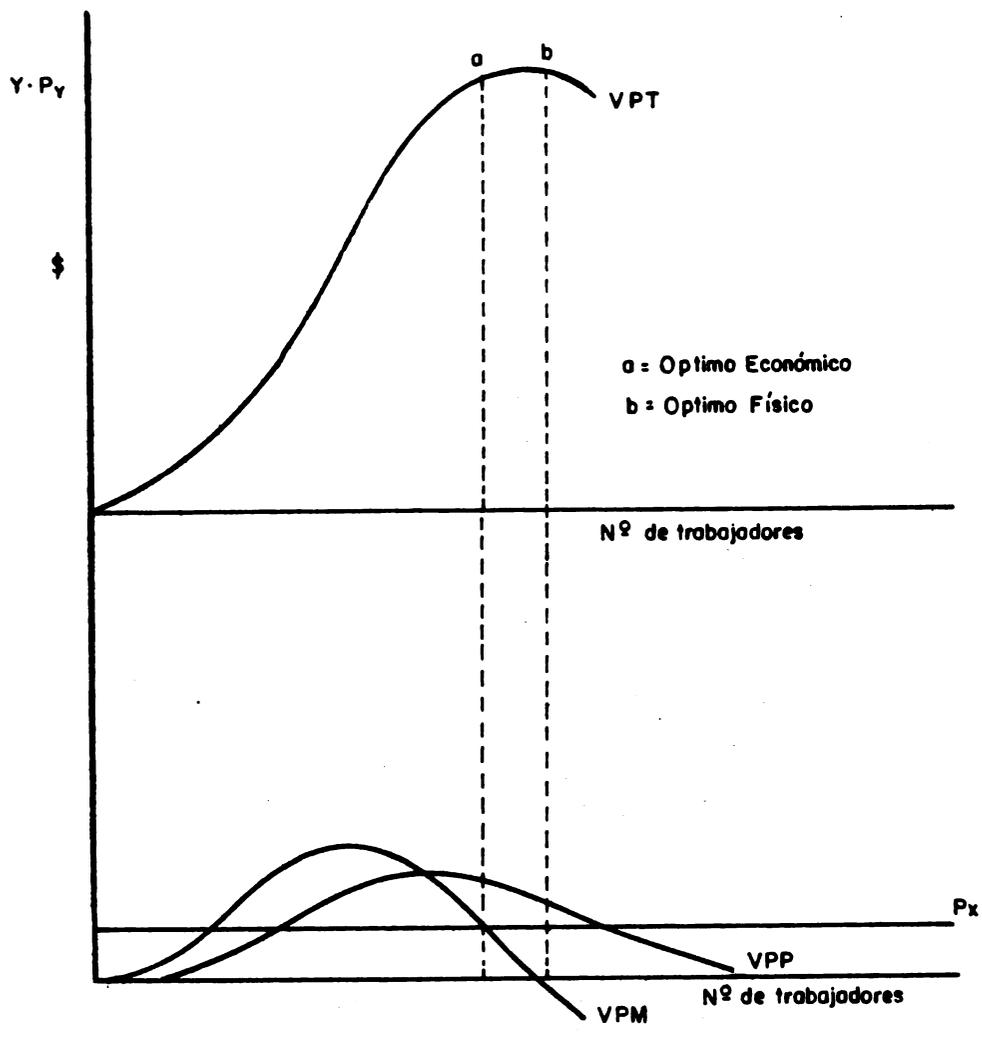


Figura 5. Determinación hipotética del óptimo económico.

CUADRO 2. Determinación del óptimo económico, según niveles hipotéticos de aplicación de agua a la producción de maíz.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Unid. de Insumo (pulgadas de agua)	Precio del Insumo	Costo total de los Ins.	Producto total	Producto Marginal	VPT	VPM
7	4	28	99	10	128.7	-
8	4	32	109	7	141.7	13.00
9	4	36	116	6	150.8	9.10
10	4	40	122	6	158.6	7.80
11	4	44	128	5	166.4	7.80
12	4	48	133	4	172.9	6.50
13	4	52	137	3	178.1	5.20
14	4	56	140	2	182.0	3.90
15	4	60	142	0	184.6	2.60
16	4	64	142		184.6	0

Valor de la fanega de maíz = \$1.30

Adaptado de Castle, E.N. y Becker (1)

La columna 3 registra el costo total de los insumos (columna 1 x columna 2). La columna 4 señala el producto total para cada nivel de insumo. La columna 5, el producto marginal que es el aumento ocurrido en el producto total por cada pulgada adicional de agua. Por ejemplo, cuando el nivel de aplicación de agua aumenta de 7 a 8 pulgadas/ha, el producto total aumenta de 99 a 109 fanegas por lo que el producto marginal es  $109 - 99 = 10$  fanegas.

Según condición del óptimo económico ( $VPM = P_x$ ), el nivel óptimo de aplicación está entre 13 y 14 pulgadas/ha. El ingreso neto en este punto es de \$126.00. Por otra parte la condición del óptimo físico ( $VPM = 0$ ), señala ese punto utilizando 16 pulgadas de agua/ha que produce un ingreso neto de \$120.00.

## 5.2 La relación Factor - Factor

Las funciones de producción generalmente relacionan más de un insumo entre los cuales es común que uno pueda sustituirse por otro, sin que ello afecte un nivel constante de producción. Por ejemplo, se puede sustituir la mano de obra por maquinaria o el forraje por concentrado.

A esto se le llama principio de sustitución y establece que manteniendo la producción constante, resulta en mayores beneficios reemplazar un insumo por otro si el costo del primero es menor que el costo del segundo, siempre que sea técnicamente viable.

En el proceso de producción de la mayoría de los bienes, se puede obtener el mismo nivel de producto con diferentes combinaciones de insumos. La maximización de la ganancia se alcanza cuando la combinación de factores o recursos variables tienen un costo mínimo.

La selección de la combinación de insumos de menor costo requiere que se conozcan las posibilidades de sustitución y los precios relativos de los insumos. Estos precios son la base para determinar la combinación óptima de los insumos: si  $X_1$  es más barato que  $X_2$ , se utilizan más unidades de  $X_1$  y menos de  $X_2$  para obtener el mismo nivel de producción deseado. Estas relaciones se ilustran en la Figura 6 y el Cuadro 3.

En el ejemplo hipotético existen 10 posibles combinaciones de alfalfa y concentrado con las cuales es posible producir un aumento de 300 libras de peso en un grupo de terneros. El cambio en la cantidad de concentrado dividido por el cambio en la cantidad de forraje genera la tasa marginal de sustitución. Esta se define como el número de unidades de un insumo que se deben disminuir para aumentar en una unidad el otro insumo. Esta relación se puede expresar así:

$$TMS_{2,1} = \frac{PM_1}{PM_2}$$

Los anteriores conceptos se ilustran en la Figura 6 en la que la isocuanta  $Y_0$  representa un cierto nivel de producción el cual puede alcanzarse con diferentes combinaciones de  $X_1$  y  $X_2$ , cuya tasa marginal de sustitución ya se ha establecido.

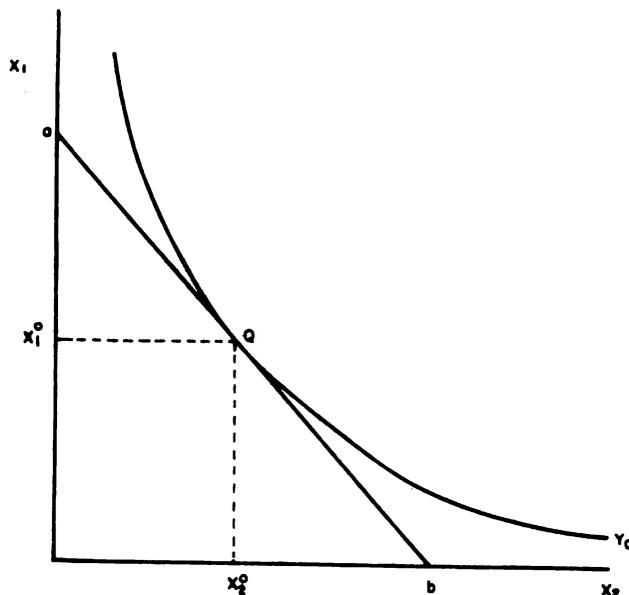


Figura 6. Combinación óptima de insumos para maximizar la producción con un corte dado.

El punto óptimo de combinación de  $X_1$  y  $X_2$  para la producción de  $Y_0$  se encuentra en Q en donde:

$$TMS_{2,1} = \frac{PX_1}{PX_2}$$

Este es, cuando la relación de precios  $PX_1/PX_2$  que está representada por la línea ab, es tangente a la isocuanta de producción  $Y_0$ . Este es el punto de mínimo costo del nivel de producción  $Y_0$ , para el cual utilizará  $X_1^0$  y  $X_2^0$  cantidades de los insumos  $X_1$  y  $X_2$  respectivamente.

CUADRO 3. Combinación hipotética de alfalfa y concentrado necesario para producir un aumento de 300 libras en el peso de terneros

Alfalfa (en libras)	Concentrado (en libras)	Tasa de Sustitución	Costo <sup>2/</sup>
1000	1316	0.57 <sup>1/</sup>	168.44
1100	1259	0.51	168.31
1200	1208	0.46	168.72
1300	1162	0.42	169.58
1400	1120	0.39	170.80
1500	1081	0.35	172.29
1600	1046	0.32	174.14
1700	1014	0.30	176.26
1800	984	0.27	178.56
1900	957		181.13

<sup>1/</sup>  $\frac{1316 - 1259}{1000 - 1100} = 0.57$

<sup>2/</sup> El costo del concentrado y alfalfa es 0.9 y 0.5 centavos aproximadamente.

Para obtener la combinación óptima de insumos se calcula el costo de cada una de ellas. La combinación es la de menor costo que en este caso corresponde a 1100 libras de alfalfa más 1259 de concentrado.

La tasa marginal de sustitución tiene aplicación directa en la determinación del punto óptimo de utilización de los factores de producción. Una vez conocida ésta, se obtiene el óptimo en el punto en que su valor es igual a la razón de los precios de los insumos. Esto es:

$$TMS_{2,1} = \frac{PM_1}{PM_2} = \frac{P_1}{P_2}$$

Donde  $P_1$  y  $P_2$  son los precios de los insumos  $X_1$  y  $X_2$  respectivamente. Estas relaciones aplican únicamente para insumos perfectamente divisibles.

### 5.3 La Relación Producto - Producto

Puesto que la mayoría de las fincas tienen más de un sistema de producción o éstos más de un componente, es importante examinar las relaciones que existen entre dos o más productos. Por ejemplo un agricultor tiene maíz puede producir también leche, concentrándose más en alguna de las dos, dependiendo de sus posibilidades.

Suponiendo que con una cantidad limitada del insumo  $X_1$ , es posible producir solo dos productos: A y B. La Figura 7 muestra las posibles combinaciones de producción. En el punto a, sólo se produce A; en el punto b sólo es posible producir B. Cualquier punto intermedio en esta curva, por ejemplo c, muestra la cantidad de B que hay que sacrificar para producir una cierta cantidad de A.

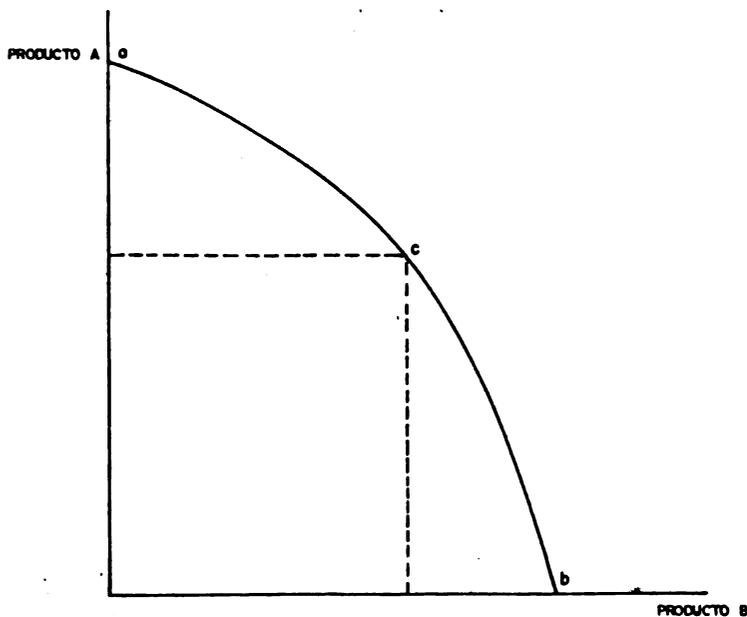


Fig. 7: Curva de posibilidades de producción para productos competitivos.

Dependiendo de la relación que existe entre los productos, éstos pueden ser complementarios, suplementarios o competitivos. Se dice que los productos son complementarios cuando un incremento en la producción de uno, resulta en un incremento en la producción del otro. (Un ejemplo de este tipo de relación es la introducción de una leguminosa, en la producción de maíz).

Serán competitivos, si el aumento de uno de ellos da por resultado una disminución en el otro. (Por ejemplo, un agricultor tiene una parcela que la puede dedicar al cultivo de maíz o de tomate, y el insumo que se utilice en la producción de maíz, deberá restársele a la producción de tomate).

Dos productos son suplementarios cuando pueden producirse simultáneamente y el aumento de producción de uno no afecta al otro. (Por ejemplo en la producción de sorgo y la alimentación del ganado).

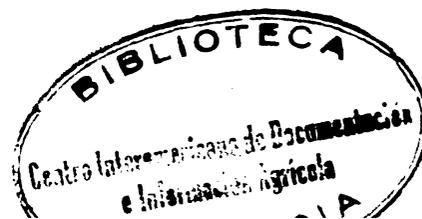
La decisión sobre la especialización de la producción (un sólo producto), o la proporción en que se produzcan los dos, se establece mediante la aplicación de un simple análisis económico. Tal como se representa en la Figura 8, los productos A y B son complementarios a lo largo del segmento ab, y la combinación óptima se obtiene en el punto b en el cual se puede producir más de A y B con la misma cantidad de recursos. En el segmento ed los productos son suplementarios, siendo en punto c, la de mayor producción porque también permite mayores cantidades de A y B.

En el segmento bc los productos son competitivos y para determinar su punto de combinación óptima se utiliza la línea de Isoingreso, MN, que muestra el ingreso que puede obtenerse cuando se produce A y B o una combinación de A y B. Así, OM sería la máxima ganancia si sólo se produjera el producto A y ON, sólo se produjera el producto B. Es la relación de los precios de A y B la que determina la pendiente a la curva Isoingreso (MN).

La combinación óptima (producción de A y B) se obtiene cuando la línea de isoingreso es tangente a la curva de posibilidades de producción (punto e). En este punto, la tasa marginal de sustitución de productos es igual a la razón inversa de los precios de los productos. Es decir:

$$TMS = \frac{PM_{x_1 \text{ en A}}}{PM_{x_1 \text{ en B}}} = \frac{P_B}{P_A}$$

Esta relación se mantiene siempre que no cambie la cantidad de los insumos ( $X_1$  en este caso) que intervienen en la producción.



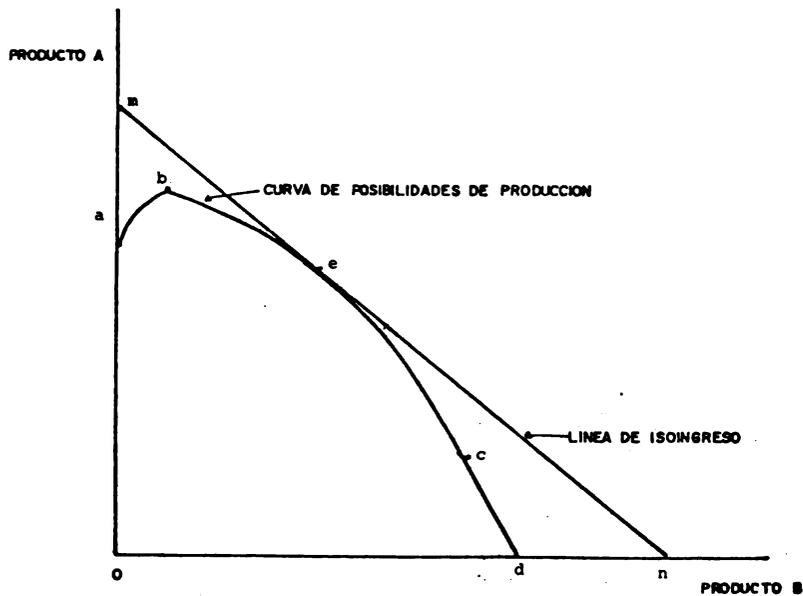


Fig. 8: Combinación óptima en la producción de dos productos A y B

## 6. Conceptos sobre costos de producción

Los costos de una actividad productiva se pueden clasificar y denominar de diferentes maneras. Para unificar criterios, aquí se mencionan y definen los de mayor aplicación para la investigación en sistemas agrícolas.

### Costos Fijos

Son aquellos que no guardan relación con respecto al volumen de producción y se incurre en ellos aunque no se produzca. Por ejemplo, si una empresa agrícola recibe un préstamo por un plazo de un año, en este período se deberá considerar el pago de intereses, independientemente de si se produce o no.

### Costos Variables

Son aquellos que varían en proporción directa a los cambios en el nivel de producción. Por ejemplo, costos en fertilizantes, herbicida, insecticida, mano de obra, transporte, etc.

### Costos Totales

El costo total está compuesto por los costos fijos y variables. Son importantes en la determinación de los ingresos netos de la finca para un período dado. El ingreso neto se obtiene restando los costos totales de los ingresos totales o ingresos brutos.

### Costos Unitarios

Los costos unitarios se derivan de los costos totales y son los siguientes: costo fijo promedio (CFP), costo variable promedio (CVP), costo promedio total (CPT) y costo marginal (CM).

El costo fijo promedio se obtiene dividiendo los costos fijos totales entre el producto total (Y) logrado.

$$CFP = \frac{CF}{Y}$$

A medida que aumenta la producción de un cultivo, el costo fijo promedio irá disminuyendo (ver Figura 9).

El costo variable promedio se obtiene dividiendo los costos variables totales por el correspondiente nivel de producción (Figura 9).

$$CVP = \frac{CVT}{Y}$$

El costo promedio total se determina dividiendo el costo total entre el nivel de producción o mediante la suma de los costos fijos promedios y los costos variables promedios (Figura 9).

$$CPT = \frac{CT}{Y} \quad \text{ó} \quad CFP + CVP$$

El costo marginal (CM) se define como el aumento en el costo total ocasionado por el incremento de una unidad adicional de producto; pero como el costo marginal no depende de los costos fijos ya que éstos no varían, puede decirse entonces, que el costo marginal es el aumento en el costo variable total para incrementar una unidad de producto (Figura 9).

De las curvas de costos se derivan las siguientes relaciones: el costo fijo desciende continuamente. Cuando el costo variable promedio y el costo promedio total están en su punto mínimo es igual al costo marginal. El costo marginal está por debajo del costo variable promedio y del costo promedio total cuando estas curvas descienden, y por encima de ellas cuando las mismas suben.

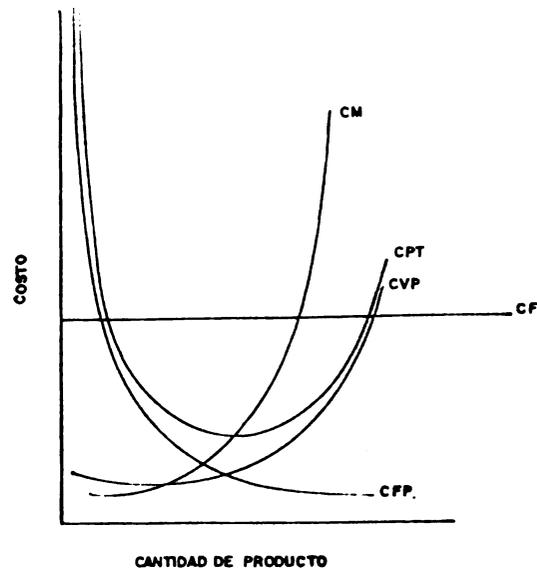


Fig.9: Curvas de coste medio y marginal.

### Costo de Oportunidad

Desde el punto de vista económico, el uso de un recurso escaso implica que este quede excluido de ser usado en otra actividad. Por ejemplo, si un agricultor que produce maíz desea dedicar sus recursos a otro cultivo, tendrá que renunciar por dicho cambio al valor de la producción de maíz. Ese valor de los productos alternativos a que se renuncia para dedicarse a otra actividad es lo que se conoce como costo de oportunidad y es muy importante para la toma de decisiones, pues contempla diferentes alternativas de producción.

El costo de oportunidad no es fácilmente medible, pues las oportunidades de los recursos productivos en un tiempo y bajo una circunstancia específica, no es fácil de valorar. Cuando las empresas productivas son de recursos muy escasos, es muy frecuente que la mejor alternativa de uso de algún insumo sea difícil de detectar debido a problemas de movilidad, divisibilidad y escala. Por estos motivos es también frecuente que se utilicen valores de mercado o de uso como aproximación del costo de oportunidad.

#### 6.1 Relación Costo-Ingresos

Es evidente que la relación de mayor interés en el análisis económico es la que existe entre ingresos y costos de producción. En términos de este documento se trata de relacionar económicamente los conceptos de valor del producto total (VPT) y de costo total de producción (CTP), cuya diferencia debe maximizarse para alcanzar el mayor margen de ganancia esperada (ver definición de ingreso neto).

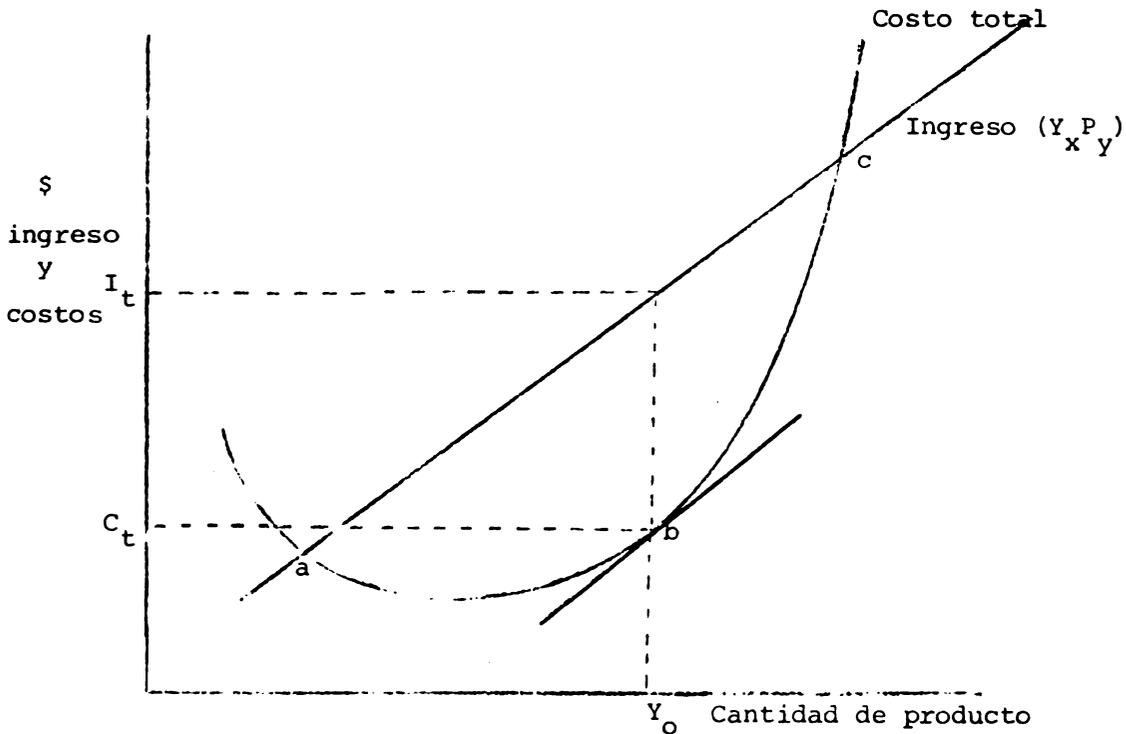


Figura 10. Maximización de ganancia neta utilizando la relación ingreso total - costo total.

En la Figura 10 se ilustra una manera muy sencilla de estimar la máxima diferencia entre ingresos y costos, una vez se hayan determinado estos conceptos para varios niveles de producción. Utilizando una tangente a la curva de costo fijo en sentido paralelo a la curva de ingreso se determina el punto b que permite determinar los siguientes puntos: a)  $Y_0$  que es la cantidad óptima para que ingreso-costo sea máxima; b)  $C_t$  que es el costo total en que debe incurrirse para producir la cantidad  $Y_0$ ; c)  $I_t$  que es el ingreso total que se recibirá al producir  $Y_0$ . (Debe tenerse claro que este método es aplicable en el corto plazo en el cual es más probable que los precios del producto y los insumos se mantengan constantes, como se supone en la Figura 10).

Este mismo concepto de maximización de la ganancia neta se puede obtener buscando el punto óptimo de producción utilizando los conceptos de marginalidad. Así cuando el ingreso marginal (este es el precio cuando éste no cambia con la cantidad producida) es igual al costo marginal (CM) se dice que existe un punto de equilibrio a través del cual se puede conocer la cantidad producto ( $Y_0$ ) que maximiza la diferencia ingreso total-costo total.

### 7. Algunos indicadores económicos aplicables al análisis de sistemas

Como se planteó en la primera parte, si se desea comparar un sistema de producción con otro o evaluar tecnologías promisorias, se pueden

utilizar algunos índices o medidas de comparación. Esta sección tiene como objeto mostrar el cálculo y uso de algunos indicadores que sirven para conocer cómo opera el sistema finca.

Unidades de trabajo productivo por hombre

Es una buena medida del tamaño de la finca. Primeramente se define una unidad de trabajo, por ejemplo en jornales. Esta unidad representa la cantidad de trabajo que un hombre puede realizar en condiciones normales. El total de jornales se obtiene sumando el número de jornales necesarios para cada una de las actividades de cada sistema de producción. Esta medida es eficiente en tanto se comparen fincas de condiciones similares, pero es poco práctico aplicarla para comparar fincas mecanizadas con no mecanizadas, por ejemplo.

Índice de rendimiento físico de los cultivos

Representa el rendimiento de todos los cultivos de la finca comparado con el rendimiento promedio de la región. El rendimiento de cada cultivo individual (finca A, Cuadro 4) se divide entre el rendimiento promedio de la región y se multiplica por 100, lo cual genera el índice simple de rendimiento. Este se multiplica por el área cosechada de cada cultivo de la finca, obteniéndose el índice compensado. La suma de todos los índices compensados dividida entre el área total resulta en el índice de rendimiento del cultivo.

CUADRO 4. Cálculo del índice del cultivo para una finca hipotética.

Sistema	Rendimiento promedio de la región	Rendimiento Finca A	Area Cosechada de finca A (ha)	Índice <sup>1/</sup> simple	Índice <sup>2/</sup> compensado
Maíz	1200	2000	3	166	498
Papa	7000	10000	2	142	284
Frijol	1400	600	1	42	42

1/  $(2000/1200)100 = 166$

2/  $(166) \times 3 = 498$  (Índice simple)  $\times$  (# hectáreas)

3/ Suma de los índices compensados

$$IRC = \frac{824}{6} = 137\%$$

Esto significa que la finca tiene 37% de rendimiento mayor respecto al promedio total de fincas de la región.

### Eficiencia de la mano de obra

Se calcula dividiendo el total de este insumo entre la cantidad producida para conocer el volumen de producción por unidad de este insumo. Esto permite conocer, por ejemplo, cuantos kilogramos de maíz ha producido el trabajo de un hombre.

Ej: Si la producción de maíz fue de 1500 gr y se utilizaron durante todo el ciclo del cultivo 120 jornales se obtiene una eficiencia de la mano de obra igual a 12.5 kgr/jornal, es decir, 1.56 kg/hora de trabajo (suponiendo un jornal = 8 horas).

### Ingreso Bruto

Es la mejor medida del tamaño de la finca por cuanto mide el volumen de producción. Se calcula multiplicando el producto total por el precio.

$$IB = Y \times P_y$$

donde: IB = Ingreso Bruto

Y = Cantidad de producto total

$P_y$  = Precio de cada unidad del producto

### Ingreso Neto

Se calcula substrayendo los costos totales del ingreso bruto.

$$IN = IB - CT$$

donde: IN = Ingreso Neto

CT = Costo Total

### Ingreso Familiar

Se determina sumándole a los ingresos netos el salario devengado en otras actividades fuera de la finca e ingresos provenientes de otras fuentes. Es la cantidad de dinero disponible para cubrir las necesidades del agricultor y su familia.

## 8. Algunos índices de eficiencia económica

### RELACION BENEFICIO-COSTO

Se calcula dividiendo el beneficio bruto entre los costos totales. Indica la ganancia por unidad monetaria gastada en el proceso productivo. Una relación B/C < 1 significa pérdida. Si B/C = 1 los ingresos son

iguales a los costos; la relación adecuada es aquella mayor de 1.

Retribución neta al capital efectivo en insumos

Muestra la ganancia obtenida por cada unidad monetaria invertida en insumos (fertilizantes, semillas, herbicidas, etc.). Se calcula de la siguiente manera:

$$RNCEI = \frac{IB - CMO - CI}{CI}$$

donde: IB = Ingreso Bruto

CI = Costo de insumos (incluye materiales y servicios)

CMO = Costo de mano de obra

Retribución a la mano de obra

Se calcula restándole al ingreso bruto todos los costos, excepto el de mano de obra y dividiéndolo entre el número de jornales.

$$RMOT = \frac{IB - CI}{\# \text{ jornales totales}}$$

Se puede calcular de la misma forma la retribución monetaria que obtiene el agricultor por su trabajo y el de su familia. En este caso sí se restan los costos de mano de obra contratada. Es decir:

$$RMOF = \frac{IB - CI - CMO}{\# \text{ jornales familiares}}$$

Algunos de los indicadores e índices de eficiencia económica que son de uso común para describir y comparar sistemas de producción, así como para obtener las bases analíticas de costos e ingresos se ilustran con el siguiente ejemplo hipotético:

Ejemplo hipotético de uso y costo de insumos y producto de un sistema de producción de maíz.

<u>INSUMOS</u>	<u>COSTOS VARIABLES</u>
Mano de obra contratada	740
Gastos en insumos	4820
Costo de maquinaria	1060
Otros costos	<u>350</u>
TOTAL COSTOS VARIABLES	6970

PRODUCTO	INGRESOS
Rendimiento de maíz	2600 kg/ha
Precio (kg)	Ø3.32

MANO DE OBRA	CANTIDAD
Contratada	62 jornales
Familiar	124 jornales

De acuerdo a los datos anteriores, se pueden hacer las siguientes estimaciones:

Ingreso Bruto = Rendimiento de maíz x Precio

$$IB = 2600 \times 332 = \text{Ø}8632$$

Ingreso Neto = 8632 - 6970 = 1662

$$= IB - (CV)$$

$$\text{Relación Beneficio/Costo} = \frac{8632}{6970} = 1.23$$

Esto quiere decir que obtenemos 0.23 unidades monetarias por cada unidad gastada.

#### Retribución neta al gasto en insumos

$$RNCEI = \frac{8632 - (740 + 4820 + 1060 + 350)}{4820} = 0.34$$

#### Retribución a la mano de obra familiar

$$RMOF = \frac{8632 - (4820 + 740 + 1060 + 350)}{124} = 13.40$$

#### Retribución a la mano de obra total

$$RMO = \frac{8632 - (4820 + 350 + 1060)}{64 + 124} = 12.70$$

### 9. Uso del Presupuesto

El presupuesto de la finca es un plan físico y financiero de operación de la misma durante un período de tiempo determinado.

Es una técnica analítica encaminada a conocer los flujos del sub-sistema económico de una finca, que también puede ser aplicada individualmente a los componentes del sistema finca.

En general puede decirse que la aplicación de un análisis de presupuesto a un sistema tendrá tres objetivos: el conocimiento de la situación económica presente que se da en el sistema, el reordenamiento de actividades y asignación de recursos dentro de las actuales condiciones del sistema y la evaluación de nuevos planes y sistemas de producción (cambios tecnológicos) que quieran introducirse en una parte del total del sistema.

Cada uno de estos objetivos o sus combinaciones están basados en la comparación de indicadores económicos que usualmente son ganancia neta, ingreso familiar y algunos otros que reflejan la eficiencia en el uso de factores de producción.

La preparación del presupuesto a nivel de la finca o de un sistema de producción específico será diferente de conformidad con el objetivo que se persiga al optar por esta técnica. Por esto es importante decidir cuáles son las comparaciones que se quieren obtener antes de comenzar el ordenamiento de la información. Esta misma definición ayudará a decidir cuánto y cuál información, es necesaria para el análisis específico (aunque usualmente se consigue mayor detalle con más información, en manejo se hace más complicado y se aumenta el costo de obtenerla y manejarla). De aquí que sea importante trabajar con la información realmente relevante para alcanzar el objetivo del análisis presupuestal.

#### 9.1 Análisis de presupuesto para el sistema finca

Una forma de aplicar este análisis es utilizando los modelos de operación de la finca que se han discutido anteriormente. El esquema analítico que conforman esos modelos sirven como guía para la recolección de información necesaria para el análisis presupuestal. Tal como los modelos, este análisis se hará en mayor o menor detalle dependiendo del objetivo del mismo. En general, la implementación de presupuesto totales de la finca son relativamente exigentes en información, requiere datos pormenorizados sobre el uso de recursos propios (instalaciones físicas, familia campesina) y de los obtenidos directa o indirectamente del exterior de la finca. La aplicación a nivel de finca incluye: inventarios de los recursos disponibles (maquinaria, herramientas, capital de trabajo, capital humano, estado financiero, etc.); asignación actual y potencial de la de los recursos de acuerdo a la relación entre componentes que se haya especificado en el modelo de la finca, estimación de ingresos totales y por actividad de toda la finca durante el período de análisis, evaluación de inversiones según se requiera para evaluar planes de producción futuros o introducción de cambios tecnológicos, estimación de costos de producción totales por actividad, estimación de ganancia neta o ingreso familiar, etc.

Si la razón del análisis de presupuesto es principalmente conocer el estado financiero y el resultado económico de la actividad productiva de toda la finca como un sistema único, la separación cuidadosa según sistemas de producción individual (i.e. sistemas de cultivo) y su integración físico-económica (i.e. sistemas mixtos de cultivos y animales)

puede jugar un papel secundario. Después de recolectar la información y cubrir los pasos generales que se han señalado, un cuadro integrador puede ser suficiente para presentar el resumen del presupuesto que muestre las principales características de la actividad económica como tal (este concepto se ilustra en el Cuadro 5).

Cuando la aplicación del análisis presupuestal a nivel del sistema finca se debe principalmente al reordenamiento de los diferentes sistemas de producción y otras actividades productivas, la complejidad aumenta rápidamente debido al amplio número de comparaciones necesarias y a sus diferentes interacciones. Es usual cruzar análisis de presupuesto total y parcial, y más común utilizar otras técnicas de análisis más formales como la programación lineal que permite considerar un gran número de actividades a un mismo tiempo y para lo cual existen algoritmos que generan varios indicadores económicos de rutina. Debe aclararse, sin embargo, que el uso de estas técnicas de optimización si bien facilitan el trabajo y agregan gran rapidez en el manejo de la información, no necesariamente representan un paso distinto al uso del análisis presupuestal. Por otra parte, este tipo de análisis tiene sus propias limitaciones que deben tenerse en cuenta al momento de interpretar los resultados.

Si se desea emplear el análisis de presupuesto para buscar planes de reordenamiento de actividades productivas o de evaluación de una nueva actividad o una tecnología que implique diferente asignación de recursos, existen cuando menos dos enfoques operacionales: comparación de planes totales alternativos y la programación simplificada por sistemas de producción.

La comparación de planes alternativos no es más que la ejecución de cuadros presupuestales como el presentado en el Cuadro 5 para distintos programas de utilización tanto de actividades (cultivos, ganado, etc.), como de proporciones y/o combinaciones (hectareaaje, costos, nivel de insumos, etc.) entre estas actividades. Para ejecutar este tipo de comparaciones se debe establecer un plan base (que usualmente es el presupuesto actual de la finca) que servirá de patrón de comparación con cualquier otro plan alternativo.

Como se trata de comparaciones discretas que no podrían incluir todas las combinaciones debido a la gran cantidad de trabajo, la función objetivo del agricultor, los factores limitantes de la producción conocidos en la caracterización, las condiciones técnicas del proceso productivo y las condiciones socio-económicas del área juegan un papel muy importante para seleccionar aquellos planes que serán objeto de la comparación con el plan base.

La programación simplificada sigue una serie de pasos para llegar hasta un plan óptimo de la finca. Es utilizable con facilidad cuando no se trata de fincas muy diversificadas ya que los cálculos pueden ser muy tediosos. Los pasos mínimos para llegar al plan óptimo de finca son (7): a) determinación de la cantidad disponible de recursos fijos y sus limitaciones, incluyendo los requerimientos de esos recursos por cada sistema de producción y su correspondiente ingreso neto; b) determinación del número máximo de unidades de cada sistema de producción

CUADRO 5. Resumen de ingresos y gastos. Presupuesto total de una finca durante un año de actividades (tomado de Castle-Becker y Smith (1)).

INGRESOS	\$
<b>INGRESOS</b>	
Venta de productos agrícolas	408
Venta de ganado	1805
Venta de productos animales (leche, queso, etc.)	25200
Valor de los productos autoconsumidos	100
Misceláneos	<u>180</u>
TOTAL INGRESOS	27693
 <b>GASTOS</b>	
Compra de ganado	----
Alimento y suplemento para ganado	2516
Gastos de producción de cultivos	1406
Combustible	500
Costo de uso de maquinaria (incluyendo depreciación)	3400
Impuestos	1200
Drogas y mantenimiento del ganado	1400
Otros gastos	1000
Depreciación de edificaciones	1000
Intereses y obligaciones y préstamos	<u>780</u>
GASTOS TOTALES	17202
 Ingreso Neto de la finca (ingresos-gastos)	 10491
 <b>DISTRIBUCION DEL INGRESO</b>	
Intereses en capital fijo (5%) (inventario)	2500
Intereses sobre capital de trabajo (7%)	2380
Valor estimado de la mano de obra familiar	<u>200</u>
TOTAL	5080
 Retorno al agricultor y la acción de manejo	 5411

y su correspondiente ingreso neto; b) determinación del número máximo de unidades de cada sistema de producción posibles en el plan y el máximo ingreso neto de cada sistema; c) estimación del ingreso neto por unidad de recurso necesario para la producción.

Para cumplir estos pasos que se ilustran con un ejemplo tomado de Guerra (7) en los Cuadros 6, 7, 8 y 9 es necesario organizar la información a nivel del sistema finca, que en el caso de la metodología de investigación puede originarse de la actividad de seguimiento dinámico. Se trata de agrupar cuidadosamente los datos de utilización de insumos (coeficientes técnicos de requerimientos), así como los inventarios de recursos que pueden agruparse por períodos de tiempo, como en ejemplo, o según las necesidades y ciclos de producción (para una explicación detallada del manejo de la información y los cálculos correspondientes, véase el Capítulo 6 de (7) .

Para la selección del plan óptimo de la finca, el primer paso es asegurarse que cada recurso que se consume en la producción de un sistema dado debe usarse en la línea de producción que genera el más alto ingreso por unidad de recurso consumido. Este principio debe mantenerse en todo el proceso de planificación de la finca.

Usando los Cuadro 6 y 8 se incluyen en la primera línea del Cuadro 9 los recursos mostrados en el Cuadro 6 como recursos disponibles, por ejemplo: tierra enero/marzo, 5 hect., agua abril/junio, 15.000 m<sup>3</sup>. Enseguida se selecciona del Cuadro 7 el primer rubro a considerarse en el plan de la finca y se escoge aquel que dé el más alto ingreso neto. En el caso presente es la yuca con 2,5 hect. dá 17.780 pesos de máximo ingreso. Con la inclusión de la yuca en el plan, el recurso que se agotará es el agua en el período octubre/diciembre (Cuadro 9).

En el Cuadro 8 se observa que ningún otro sistema paga mejor que la yuca por el recurso agotado y por lo tanto, la decisión es correcta. Enseguida, usando el Cuadro 6, se determina la cantidad que se usará de cada recurso por 2,5 hect. de yuca. Para conseguir esto se multiplica 2,5 por la cantidad de recurso requerido que aparece en el Cuadro 6. Los resultados aparecen en la línea 2 (recursos usados yuca).

El siguiente paso es determinar que otro rubro debe incluirse en el plan. Para esto se usa el Cuadro 7 y se selecciona aquella actividad que genera el ingreso neto más alto después de la yuca y que no usa el recurso agotado. En este caso, es el tomate el rubro inmediato. ¿Cuánto de tomate se puede incluir en el plan? Para responder a esta pregunta se dividen los recursos no usados, después de incluirse la yuca (Cuadro 9), entre los requerimientos de tomate, (Cuadro 6, o sea  $\frac{8250}{9360}$  de

lo que se obtiene 0,881 hect, con lo cual se agota el recurso agua enero/marzo. Para saber si el agua está correctamente asignada se recurre al Cuadro 8 y se observa que el tomate es el rubro que mejor paga el uso en dicho período, por lo que incluye en el plan. Usando el Cuadro 6 se determina la cantidad de cada recurso que se utiliza por 0,881 de tomate (ver línea 4 del Cuadro 9).

El siguiente sistema a considerarse, de acuerdo al Cuadro 7 es el maíz, pero este cultivo requiere agua en el período enero/marzo, que fue agotada por el tomate. En el Cuadro 8 se observa que el tomate paga mejor que el maíz por lo que se descarta este último rubro del plan.

Volviendo al Cuadro 7, el sistema papa sería el siguiente. Sin embargo, éste debe descartarse por el limitado capital abril/junio y las grandes exigencias en este período por la actividad de la papa. Luego se pasa el maní criollo. Este cultivo requiere agua en octubre/diciembre (Cuadro 6), que fue agotada por la yuca ya incluida, la cual a su vez paga mejor que el maní (Cuadro 8), por lo tanto también se descarta este cultivo del plan.

El sistema siguiente (Cuadro 7) sería el maíz híbrido, que no usa ninguno de los recursos agotados por los sistemas anteriores y puede incluirse en el plan. La cantidad de maíz híbrido a considerarse se determina dividiendo la cantidad de recursos no usados después de haber incluido yuca y tomate (Cuadro 9) entre los requerimientos de esta actividad (Cuadro 6), o sea, 3.789 (de capital abril/junio) dividido por los requerimientos de maíz híbrido, que se incluye en el plan y lo que a su vez agota el capital abril/junio (Cuadro 9), recurso mejor pagado que por cualquiera otra empresa aún no incluida en el plan (Cuadro 8).

En el Cuadro 9 se observa que aún quedan recursos sin usar, los cuales podrían ser empleados por aquellos sistemas todavía no considerados en el plan.

En el Cuadro 7 se examinan aquellos sistemas no incluidos en el plan o que no fueron descartados de él; éstos son frijol canario y algodón. Analizando la situación de frijol canario, en el Cuadro 6 se ve que este sistema necesita agua en enero/marzo que fue agotada por el tomate. ¿Cuál de estos cultivos paga mejor por el recurso agotado? El Cuadro 8 muestra que el tomate paga más que el frijol canario, por lo que no se puede incluir este rubro en el plan. La no consideración del algodón se debe a las mismas razones expresadas anteriormente.

En conclusión, con las condiciones establecidas, la combinación de sistemas que daría máximos ingresos netos es la siguiente:

Yuca	:	2,500 hectáreas
Tomate	:	0,881
Maíz Híbrido:		1,005

que totalizan un ingreso neto de 31.923.00 pesos.

Cabe insistir que si bien es importante determinar una combinación de sistemas que permita alcanzar los más altos ingresos netos, también lo son otros usos que se les puedan dar al plan, como es el de analizar el total de la operación agrícola para determinar los cambios necesarios en el conjunto de recursos y en las actividades a ser conducidas.

e ingreso neto de los rubros alternativos

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Recursos y limitaciones	Cantidad disponible	Frijol canario (marzo)*	Maíz criollo (octubre)*	Papa (mayo)*	Tomate espaldera (diciembre)*	Maíz híbrido (mayo)*	Maíz choclo (noviembre)*	Yuca (octubre)	Algodón (julio)*
ene/mar	5 hect	1	1	0	1	0	1	1	1
abr/jun	5 hect	1	0	1	1	1	0	1	1
jul/set	5 hect	1	0	1	0	1	0	0	1
oct/dic	5 hect	0	1	1	1	1	1	1	1
<b>TIERRA</b>									
ene/mar	25.000 m <sup>3</sup>	1.900	4.200	0	9.360	0	6.500	6.700	8.000
abr/jun	15.000 m <sup>3</sup>	6.650	0	2.975	1.040	2.940	0	3.800	3.000
jul/set	10.000 m <sup>3</sup>	950	0	5.520	0	6.860	0	0	6.500
oct/dic	15.000 m <sup>3</sup>	0	7.800	0	0	0	3.500	6.000	6.000
<b>MANO DE OBRA</b>									
ene/mar	250 jorn	11	37,5	0	34	0	26	7	23,5
abr/jun	200 jorn	20	0	26	108	25	0	31	9,5
jul/set	200 jorn	13	0	25	0	10	0	0	20,0
oct/dic	200 jorn	0	27,5	16	38	15	25	21	17,0
<b>CAPITAL</b>									
ene/mar	S/15.000	2.107	2.830	0	7.136	0	3.242	1.869	1.670
abr/jun	15.000	3.555	0	10.171	5.938	3.770	0	2.392	1.397
jul/set	15.000	1.218	0	3.449	0	2.787	0	560	4.185
oct/dic	15.000	0	5.796	1.712	4.178	840	3.905	3.729	3.139
papa (lim)	1.5 hect	0	0	1	0	0	0	0	0
tomate (lim)	1.0 hect	0	0	0	1	0	0	0	0

\* Mes en que se debe sembrar

Datos del estudio de costos de producción de diversos cultivos en la zona de Chinchua. Programa OEA, Israel, 1966.

Recursos	disponible	canario	criollo	Papa	espaldera	hfbrido	choclo	Yuca	Algodón
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>TIERRA</b>									
ene/mar	5 hect	5	5	-	5	-	5	5	5
abr/jun	5 hect	5	-	5	5	5	-	5	5
jul/set	5 hect	5	-	5	-	5	-	-	5
oct/dic	5 hect	-	5	5	5	5	5	5	5
<b>AGUA</b>									
ene/mar	25.000 m <sup>3</sup>	13,16	5,95	--	2,67	--	3,85	3,73	31,25
abr/jun	15.000 m <sup>3</sup>	<u>2,26</u>	--	5,04	14,42	5,10	--	3,95	5,00
jul/set	10.000 m <sup>3</sup>	10,53	--	1,81	--	<u>1,46</u>	--	--	<u>1,54</u>
oct/dic	15.000 m <sup>3</sup>	--	<u>1,92</u>	--	--	--	4,28	<u>2,50</u>	2,50
<b>MANO DE OBRA</b>									
ene/mar	250 jorn	22,73	6,67	--	7,35	--	9,61	35,71	10,64
abr/jun	200 jorn	10,00	--	7,69	1,85	8,00	--	6,45	21,05
jul/set	200 jorn	15,38	--	8,00	--	20,00	--	--	10,00
oct/dic	200 jorn	--	7,27	12,50	5,26	13,33	8,00	9,52	11,76
<b>CAPITAL</b>									
ene/mar	S/15.000	7,12	5,30	--	2,10	--	4,63	8,02	8,93
abr/jun	15.000	4,22	--	<u>1,47</u>	2,53	3,98	--	6,27	10,74
jul/set	15.000	12,32	--	4,35	--	5,38	--	26,78	3,58
oct/dic	15.000	--	2,59	8,76	3,59	17,86	<u>3,84</u>	4,02	4,78
papa (lim	1,5 hect	--	--	1,50	--	--	--	--	--
tomate (lim)	1,0 hect	--	--	--	<u>1,00</u>	--	--	--	--

S I S T E M A S									
Recursos	Frijol		Maíz		Tomate		Maíz		Algodón
	canario	criollo	Papa	espaldera	híbrido	choclo	Yuca		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	
TIERRA									
ene/mar	1.979.00	3.672.00	---	12.239.00	---	3.113.00	7.112.00	895.00	
abr/jun	1.979.00	---	5.758.00	12.239.00	3.343.00	---	7.112.00	895.00	
jul/set	1.979.00	---	5.758.00	---	3.343.00	---	---	895.00	
oct/dic	---	3.672.00	5.758.00	12.239.00	3.343.00	3.113.00	7.112.00	895.00	
AGUA									
ene/mar	1.04	0.87	---	1.31	---	0.48	1.06	1.12	
abr/jun	0.30	---	1.94	11.77	1.14	---	1.87	0.30	
jul/set	2.08	---	1.04	---	0.49	---	---	0.14	
oct/dic	---	0.47	---	---	---	0.89	1.19	0.15	
MANO DE OBRA									
ene/mar	179.91	97.92	---	359.97	---	119.73	1.016.00	38.08	
abr/jun	98.95	---	221.46	113.32	133.72	---	229.42	94.21	
jul/set	152.23	---	230.32	---	334.30	---	---	44.75	
oct/dic	---	133.25	359.88	322.08	222.87	124.52	338.67	52.65	
CAPITAL									
ene/mar	0.94	1.30	---	1.72	---	0.96	3.81	0.53	
abr/jun	0.56	---	0.57	2.06	0.89	---	2.97	0.64	
jul/set	1.62	---	1.67	---	1.20	---	12.70	0.21	
oct/dic	---	0.63	3.36	2.93	3.98	0.80	1.91	0.29	
papa (lim)	---	---	5.758.00	---	---	---	---	---	
tomate (lim)	---	---	---	12.239	---	---	---	---	

CUADRO 9. Plan de la Empresa Agropecuaria

	R E C U R S O S Y L I M I T A C I O N E S																		Tomate (Limi- ta)	Ingreso Neto S/	
	TIERRA						AGUA						MANO DE OBRA								Papa (Li- mita)
	E-M		J-S		O-D		E-M		J-S		O-D		E-M		J-S		O-D				
	A-J	A-J	J-S	J-S	O-D	O-D	A-J	A-J	J-S	J-S	O-D	O-D	E-M	A-J	J-S	O-D	O-D				
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1. Recursos disponibles	5	5	5	5	25.000	15.000	10.000	15.000	250	200	200	200	15.000	15.000	15.000	15.000	1.5	1.0	0		
2. Recursos usados Yuca	2.5	2.5	0	2.5	16.750	9.500	15.000	17.5	77.5	-	52.5	4.672	5.980	1.400	9.217	-	-	17.780			
3. Recursos no usados	2.5	2.5	5	2.5	8.250	5.550	10.000	0	232.5	122.5	200.0	147.5	10.328	9.020	13.600	5.683	1.5	1.0			
4. Tomate 0.881	0.881	0.881	0.881	0.881	8.246	916		30	95	--	33.5	6.287	5.231	3.680			-	0.881	10.783		
5. Recursos no usados	1.619	1.619	5	1.619	±0	4.584	10.000	0	202.5	27.5	200.0	114.0	4.041	3.789	13.600	2.003	1.5	0.119			
6. Maíz Híbrido 1.005	0	1.005	1.005	1.005	0	2.954	6.894	0	0	25.0	10	15	0	3.789	2.800	844	0	0	3.36		
7. Recursos no usados	1.619	0.614	3.995	0.614	0	1.630	3.106	0	202.5	1.5	190	99	4.041	0	10.800	1.159	1.5	0.119	31.92		

El plan que se acaba de diseñar muestra que la mano de obra no fue totalmente utilizada, sobre todo en los períodos enero/marzo y julio/diciembre, en que se empleó el 19% y 5% respectivamente; esto quiere decir que no existe un buen balance entre la disponibilidad de mano de obra y el resto de los recursos. En el período julio/setiembre, se observa que quedaron sin utilizar 3,995 hectáreas de tierra, 3.106 m<sup>3</sup> de agua, 190 jornadas de mano de obra y 10.800 pesos de capital. ¿No sería posible la introducción de un cultivo de período vegetativo corto que utilice los recursos mencionados? ¿Qué posibilidades hay de introducir una actividad que permita usar la mano de obra sobrante? ¿Qué sucedería si se cambia la época de siembra de algunos de los cultivos? Estas y otras preguntas se pueden resolver en una forma racional basándose en el plan diseñado y utilizando el método de la programación simplificada.

En el ejemplo se buscó una combinación de sistemas óptimos a partir de un conjunto de recursos que se consideró fijo. Si se cambia la cantidad de algunos de los recursos limitantes se afectará la combinación de empresas. Este cambio tiene implicaciones en el ingreso neto de la finca como unidad de explotación.

Si se pudiera aumentar la disponibilidad de agua de riego en este ejemplo, la combinación de sistemas sería distinta. El procedimiento para planificar nuevamente la finca sería el mismo. Solo sería necesario cambiar la cantidad en el recurso y medir sus implicaciones en la combinación de empresas y en el plan general.

## 9.2 Análisis Parcial de Presupuesto

Este análisis está más enfocado hacia la evaluación de la introducción de cambios totales o parciales dentro del sistema finca.

Un distintivo de este tipo de análisis es que requiere mucho menos información que el presupuesto total de las fincas. El análisis parcial de presupuesto se concentra sobre los cambios que se quieren introducir, suponiendo que el resto de la finca no sufre cambios, a excepción de aquellas interrelaciones evidentes que son consecuencia de la introducción de los cambios. Esto hace ese tipo de análisis mucho más simple que el de toda la finca y más aplicable a un rango mayor de circunstancia que el anterior.

Este análisis se inicia con la descripción cuidadosa y exacta de los cambios que se quieran introducir en la organización y manejo de los sistemas de producción. Este aspecto que también debe recogerse en los modelos de flujos y si que están elaborados es muy importante porque el análisis parcial de presupuesto está basado en el conocimiento de las diferencias del tipo económico que ocasionan los cambios que se están introduciendo. Se trata entonces de medir tanto incremento como decremento que se espera encontrar debido a los cambios. Una vez establecidos, su valoración y la obtención de algunos indicadores económicos muy sencillos constituyen la información generada por el análisis presupuestal parcial. Un ejemplo de éstas puede encontrarse en el Cuadro 10 que corresponde a un caso real para un sistema de producción maíz-frijol.

La simplicidad de las informaciones del Cuadro 10 no debe tomarse como indicador de menos precisión en la información necesaria para realizar este tipo de análisis, en comparación con el análisis aplicado a nivel de toda la finca. La gran diferencia no está en la información sino en concretarse a una actividad manteniendo el supuesto de que las otras actividades no se afectan con los cambios que se están evaluando.

CUADRO 10. Análisis parcial de presupuesto para evaluar una alternativa tecnológica para el sistema maíz-frijol. Precios de 1972

Incremento en Costo	Cantidad	Precio/ kgr(\$)	Valor total	TOTALES
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				
Fertilizante (10-30-10)	34.50 kg	2.20	76.03	
Urea (46%)	150.00 kg	5.35	802.50	
Semilla maíz (local)	4.19 kg	2.00	8.38	
Semilla frijol (local)	1.47 kg	12.47	18.33	
Mano de obra (jornales de 8 horas)	13.20 (J)	25.00 (J)	330.00	
Pesticidas	--	--	97.18	
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				
Intereses sobre crédito para financiar incremen- tos en costos			115.11	1447.53
<b>INCREMENTOS EN RETRIBUCIONES</b>				
Producción maíz	1741.88 kg	1.92	3344.40	
Producción frijol	53.92 kg	12.74	686.94	4034.34
<b>DIFERENCIA ENTRE COSTOS Y RE- TRIBUCIONES</b>				<b>2586.81</b>
<b>% RETRIBUCION AL INCREMENTO DE COSTOS</b>				<b>178.71</b>

En este sentido, el análisis parcial se recomienda cuando los cambios que se quieren introducir no son tan fuertes para que exista una aparente influencia sobre otras actividades dentro del sistema finca.

Los indicadores económicos como las retribuciones al incremento en costos, las proporciones de cambios en los mismos, o la rentabilidad que puedan obtenerse al introducir una nueva tecnología son los factores que evalúan la decisión. Estas por supuesto, no tienen que reducirse a los que aparecen en este ejemplo. Dependiendo de la función del sistema, los indicadores económicos para ayudar a evaluar la bondad de los cambios que se buscan introducir varían y pueden utilizarse varios tipos si no hay una definición precisa de la función objetivo de quien maneja el sistema finca.

Un aspecto de mucha importancia en la aplicación de los análisis de presupuesto es la determinación de las unidades físicas que aumentan o disminuyen y de los precios que son utilizados en el análisis. Cuando la información se origina en campos experimentales como en el caso de la generación de tecnología, la variabilidad en las unidades físicas especialmente en la producción es totalmente conocida. Ese es un aspecto difícil de manejar cuando se trata de analizar económicamente resultados experimentales, y es aconsejable tomar más de una alternativa para aumentar el rango del análisis y tener una idea más amplia de los posibles resultados. El ejemplo que aparece en el Cuadro 11, corresponde a los mismos datos del Cuadro 10, pero introduciendo variaciones en la producción física de los cultivos componentes de sistemas que se está analizando.

Esta presentación del Cuadro 11 es solamente una de las varias formas como se pueden analizar en presupuesto parcial de una actividad productiva teniendo en cuenta la variabilidad en algunas de sus medidas. Otras formas más complejas están basadas en principios estadísticos o matemáticos que pueden ofrecer una mejor información, pero su aplicación implica el uso de herramientas de cálculo más sofisticadas.

**CUADRO 11. Análisis parcial de presupuesto para evaluar una alternativa tecnológica para el sistema maíz-frijol según resultados experimentales. Precios de 1972.**

	Cantidad	Precio/ kgr(\$)	Valor total	TOTALES
<b>COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS</b>				
Total (Ver Cuadro 5)				1447.53
<b>INCREMENTO EN RETRIBUCIONES</b>				
Límite inferior (95%) producción de maíz	1532.00 kg	1.92	2941.44	
Límite inferior (95%) producción de frijol	23.40 kg	12.74	298.11	3239.55
Límite superior (95%) producción de maíz	1951.75 kg	1.92	3744.36	
Límite superior (95%) producción de frijol	84.44 kg	12.74	1075.76	4820.12
<b>DIFERENCIAS ENTRE COSTOS Y RETRIBUCIONES (LIMITE INFERIOR)</b>				
				1792.02
<b>DIFERENCIAS ENTRE COSTOS Y RETRIBUCIONES (LIMITE SUPERIOR)</b>				
				3372.59
<b>‡ RETRIBUCION AL INCREMENTO DE COSTOS (LIMITE INFERIOR)</b>				
				123.79
<b>‡ RETRIBUCION AL INCREMENTO DE COSTOS (LIMITE SUPERIOR)</b>				
				232.99

## 10. Análisis Marginal del Beneficio Neto

El análisis marginal del beneficio neto es una de las técnicas analíticas que se aplican en la evaluación de alternativas tecnológicas. Se puede utilizar también con los resultados experimentales para evaluar los tratamientos promisorios y en la etapa de validación para comparar la tecnología validada con el sistema testigo del agricultor.

Si se acepta que el objetivo del agricultor es obtener la máxima ganancia neta, es obvio pensar que éste escogerá la alternativa con los beneficios a la escasez de capital del pequeño agricultor y a los riesgos asociados con cada alternativa. Estos factores limitantes que quedan por fuera de este tipo de análisis, deben tenerse en cuenta al momento de interpretar los resultados.

A continuación se resumen ciertos conceptos sobre beneficios netos marginales que son útiles para derivar recomendaciones que sean consistentes con las condiciones económicas del agricultor.

### 10.1 La Curva de Beneficio Neto

Esta curva muestra la relación entre los costos variables de cada alternativa y los beneficios netos promedios obtenidos.

En el ejemplo de la Figura 10 se representan los resultados obtenidos en un experimento realizado para evaluar las relaciones e interacciones entre las técnicas de mínima y cero labranza y la eficiencia en el uso de fertilizantes y control de insectos.

Las curvas de beneficio neto están de acuerdo a los datos del Cuadro 12. Observando el cuadro, es claro que algunos tratamientos serían difícilmente escogidos por el agricultor: por ejemplo,  $M_1I_1F_2$ ,  $M_1I_1F_2$ ,  $M_1I_1F_3$ ,  $M_1I_1F_4$ , y  $M_1I_2F_3$ .

A estos tratamientos se les llama alternativas dominadas, porque existen alternativas que son mejores que esas ya que generan mayor beneficio neto con menor costo.

El procedimiento para la determinación de dominancia entre tratamientos es el siguiente: se ordenan los tratamientos de mayor a menor beneficio neto. Se comparan los tratamientos con la letra  $M_1$ , de arriba hacia abajo, escogiendo los tratamientos de menor costo y mayor beneficio y eliminando aquellos que tengan un costo superior. Seguidamente se comparan los tratamientos con la letra  $M_2$  y se aplica el mismo procedimiento. En este caso se realizan dos análisis de dominancia porque son tratamientos para dos sistemas: maíz mecanizado ( $M_1$ ) y con cero labranza ( $M_2$ ).

- M<sub>1</sub> = mecanizado
- M<sub>2</sub> = cero labranza
- I<sub>1</sub> = sin control de insectos (suelo)
- I<sub>2</sub> = con control de insectos (suelo)
- F<sub>1</sub> = 0-0-0
- F<sub>2</sub> = 40-0-0
- F<sub>3</sub> = 40-30-10
- F<sub>4</sub> = 80-0-0

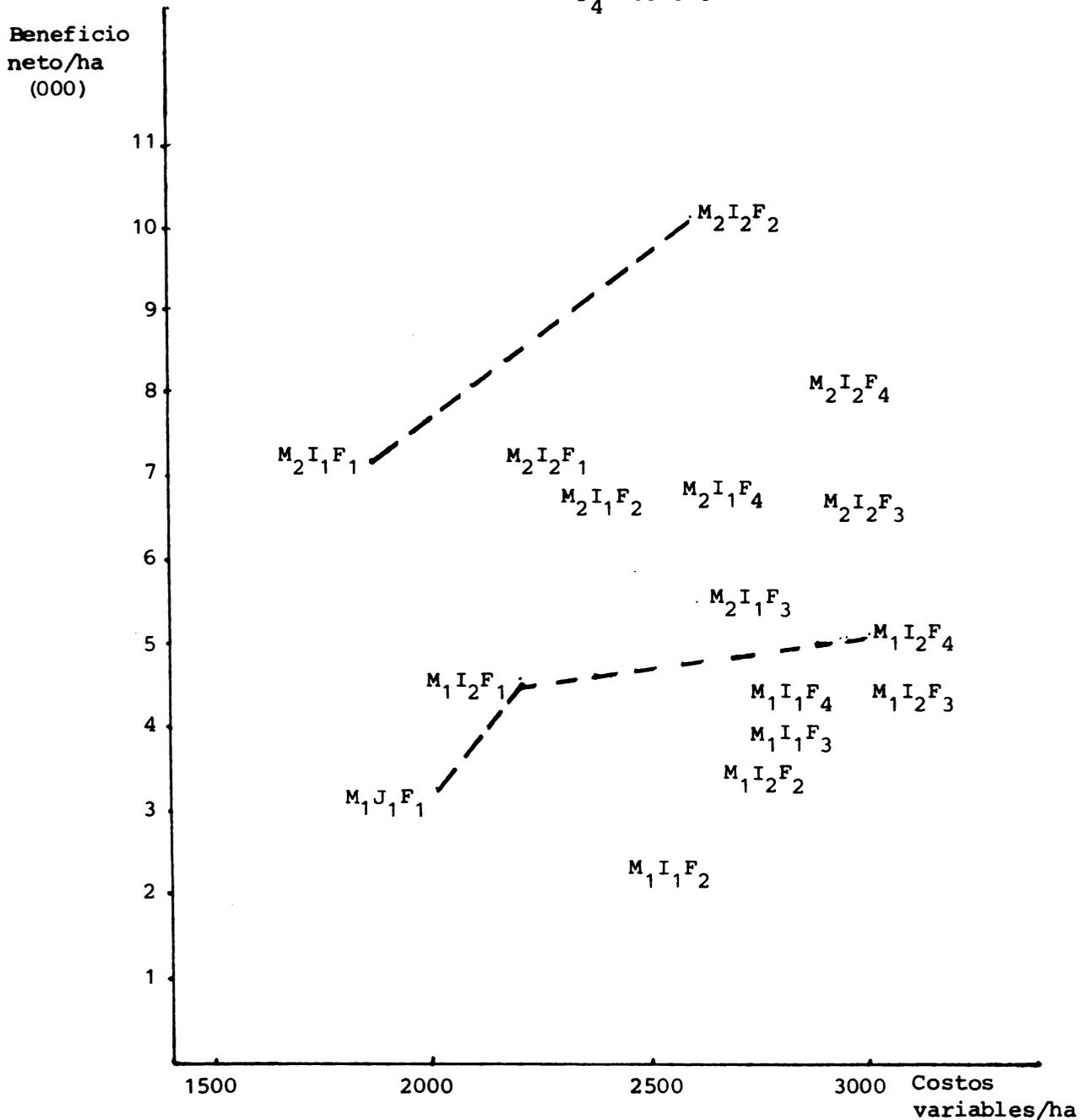


Figura 10: Curvas de beneficio neto según tratamientos dominantes. Guácimo. Precios del primer semestre, 1981.

Cuadro 12. Dominancia entre tratamiento según beneficios neto y costos variables/Ha.

TRATAMIENTO	BENEFICIO NETO	COSTO VARIABLE	DOMINANTE	DOMINADO
M <sub>1</sub> I <sub>2</sub> F <sub>4</sub>	4910.9	3225.1	X	
M <sub>1</sub> I <sub>2</sub> F <sub>1</sub>	4373.9	2397.6	X	
M <sub>1</sub> I <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	4240.9	3229.1		X
M <sub>1</sub> I <sub>1</sub> F <sub>4</sub>	4006.6	2917.4		X
M <sub>1</sub> I <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	3791.0	2935.0		X
M <sub>1</sub> I <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	3432.3	2867.7		X
M <sub>1</sub> I <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	3284.7	2187.3	X	
M <sub>1</sub> I <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	2254.2	2551.8		X
M <sub>2</sub> I <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	9695.3	2913.7	X	
M <sub>2</sub> I <sub>2</sub> F <sub>4</sub>	7925.9	3174.1		X
M <sub>2</sub> I <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	7118.3	2160.7	X	
M <sub>2</sub> I <sub>2</sub> F <sub>1</sub>	6997.2	2437.8		X
M <sub>2</sub> I <sub>1</sub> F <sub>4</sub>	6729.7	2777.3		X
M <sub>2</sub> I <sub>1</sub> F <sub>2</sub>	6539.4	2538.6		X
M <sub>2</sub> I <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	6501.4	3155.6		X
M <sub>2</sub> I <sub>1</sub> F <sub>3</sub>	5410.8	2842.2		X

Cuadro 13. Ingreso neto y retorno a los factores de producción en tratamientos de maíz dominantes a la zona Norte Atlántica de Costa Rica. 1981. (Colones/Ha):

	$M_{1I_1F_1}$	$M_{1I_2F_1}$	$M_{1I_2F_4}$	$M_{2I_1F_1}$	$M_{2I_2F_2}$
<u>Costo Variable (Insumo)</u>	1015.5	1226.2	1874.2	1152.2	1726.3
<u>Costos Variables no Efectivos</u>					
Días-Hombre	29.3	31.8	33.8	28.5	30.5
Precio mano de obra en el mercado	1172.0	1272.0	1352.0	1020.0	1220.0
<u>Costos Fijos no Efectivos</u>					
Tierra, capital y depreciación	774.0	794.0	855.5	787.0	841.5
<u>Gastos totales de prod.</u>	1789.5	2020.2	2729.7	1939.2	2567.8
<u>Ingreso Bruto</u>	5472.0	6771.0	8136.0	9279.0	12609.0
<u>Ingreso Neto en Efectivo</u>	4456.5	5544.8	6261.8	8126.8	10882.7
<u>Retorno Total a Mano de Obra</u>	3682.5	4750.8	5406.3	7339.8	10041.2
<u>Retorno al Costo en Efectivo</u>	2067.0	3595.3	4232.3	5642.3	8985.2
<u>Tasa de retorno a Gastos en Efectivo (%)</u>	256.7	293.2	225.8	489.7	520.5
<u>Retorno a la Tierra</u>	3110.5	4078.8	4654.3	6919.8	9421.2
<u>Retorno a los Gastos Totales de Producción</u>	3284.5	4272.8	4909.8	7106.8	8821.2
<u>Tasa de retorno al Gasto Total de Producción</u>	183.5	211.5	179.9	366.5	343.5

En el Cuadro 13, se muestra el valor de ciertos índices económicos de las alternativas dominantes, con cuya ayuda se determinan las alternativas promisorias. Debe tenerse presente que son muy variados los índices y análisis económicos que pueden realizarse sobre esta información; y su selección dependerá de los objetivos específicos que se tengan o que busque el agricultor, si fuese del caso.

#### BIBLIOGRAFIA

1. \*CASTLE, E.N., BECKER, M.H., SMITH, F.J. "Administración de Empresas Agropecuarias". Edición El Ateneo. Buenos Aires, 1977. 236 p.
2. \*DILLON, J.I. and J.B. HARDAKER, "Farm Management Research for Small Farmer Development". FAO, Roma, 1980.
3. ESCOBAR, G. "Análisis Comparativo y Recomendaciones Técnicas: Producción Agrícola en Caqueza". ICA. Informe Técnico #22. Bogotá, D.F. Colombia. 1976.
4. \_\_\_\_\_. "Relaciones Bio-Económicas Básicas en un Sistema de Producción". Presentado en el Curso sobre Fertilidad de Suelos. CATIE, Turrialba, 1982.
5. \_\_\_\_\_. "La Fase de Validación dentro del Proceso de Generación de Tecnología: Propuesta Metodológica". CATIE, Departamento de Producción Vegetal. Turrialba, Costa Rica. 1982. 17 p.
6. \*FERGUSON, C.E. y J.P. GOULP "Teoría Microeconómica". Fondo de Cultura Económica. México, 1975. 550 p.
7. \*GUERRA, G. "Manual de Administración de Empresas Agropecuarias". IICA, Costa Rica, 1982. 352 p.
8. HART, R.D. "Agroecosistemas". Conceptos Básicos. CATIE, Turrialba, 1980. 211 p.
9. HEADY, E.O. and J.L. DILLON. "Agricultural Production Functions". IOWA State University Press, Ames, Iowa, 1972. 663 p.
10. NAVARRO, L.A. "Caracterización Social y Económica en la Investigación para desarrollar los Sistemas de Cultivo en un Area Específica". Presentado en el "Seminario Metodológico: Desarrollo de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Producción de Cultivos". SEA/CATIE, Santo Domingo, República Dominicana, 29 de mayo - 2 de abril, 1982. 18 p.

11. NAVARRO, L.A. "Selección de áreas prioritarias para Investigación y desarrollo técnico agrícola". Presentado en el "Curso Corto en Validación/Transferencia, CATIE/Instituciones Nacionales de Investigación y Extensión Agrícola del Istmo Centroamericano". Turrialba, Costa Rica, 1983. 22 p.
  
12. \_\_\_\_\_. "Validación/Transferencia de Opciones Tecnológicas Mejoradas para Agricultores de un Area Definida". Presentado en el "Curso Corto en Validación/Transferencia, CATIE/Instituciones Nacionales de Investigación y Extensión Agrícola del Istmo Centroamericano". Turrialba, Costa Rica, 1983. 19 p.
  
13. \*PERRIN, R.K. et al. "Formulación de Recomendaciones a partir de datos agronómicos". Folleto de información No. 27. CIMMYT, México, 1976. 54 p.

A P E N D I C E

## DISEÑO DE OPCIONES TECNOLOGICAS

Carlos Burgos

En esta fase se amplía la información obtenida en la fase descriptiva para buscar sistemas mejorados que se adapten al lugar. El diseño se concentra así en una localidad determinada cuyas características pueden describirse con el necesario grado de detalle.

La capacidad de diseño es mayor cuando se conocen los requerimientos de los componentes del sistema. En la fase de diseño se usa la tecnología sobre componentes que ya existe; conocimiento del desempeño de variedades y prácticas de manejo en condiciones ambientales de otros lugares.

El diseño de sistemas de cultivo y las especificaciones de los componentes se realiza conjuntamente por el equipo de investigación, extensionistas y agricultores de la zona.

En varios centros existe experiencia en el manejo de técnicas de intensificación de cultivos. Algunas de ellas son: cultivos intercalados, cultivos en relevo, cultivos en secuencia y utilización de rebrotes de cultivo.

Algunos requerimientos para la aplicación de estas técnicas ya se conocen y están documentadas. Así, se sabe que los cultivos intercalados y en relevo utilizan la luz disponible más eficazmente. Los cultivos intercalados absorben nutrimentos más eficazmente que los cultivos solos correspondientes. El intercalamiento de cultivos produce un mecanismo que reduce los efectos de los insectos y las enfermedades sobre la producción de las cosechas. El manejo de la cobertura vegetal reduce la población de malezas. El intercalamiento de cultivos puede disminuir el riesgo que ofrecería un solo cultivo, bajo condiciones de incertidumbre, principalmente sequía. Los cultivos intercalados requieren más mano de obra en términos anuales pero la demanda está mejor distribuida. En la fase de diseño hay que incluir criterios acerca del proceso de toma de decisiones del agricultor, respuesta o ganancia al factor más limitante para la intensificación del cultivo y la estabilidad biológica. Este último criterio incluiría prevención de erosión excesiva, mantenimiento de fertilidad de suelos, prevención del aumento de pestes y disminución del agua en el suelo.

Es conveniente mantener en mente que ciertas modalidades de intensificación solo son empleadas por razones específicas. Así, cultivos intercalados se usan cuando existe una situación de escasez de recursos. Cultivos en relevo se usan cuando se desea utilizar eficazmente la precipitación o aprovechar la sombra de un cultivo para asegurar el establecimiento de un trasplante.

## **Consideraciones claves para el diseño de Sistemas de Cultivos**

El mejoramiento de los sistemas de cultivo tiene como objetivos:

1. Obtener el óptimo de producción por unidad de área por unidad de tiempo.
2. Alcanzar el óptimo de eficacia en el uso de recursos.

## **Preparación de un plan anual de trabajo**

La elaboración de un plan anual de trabajo para el área de cultivo es el primer paso importante para la creación de un sistema mejorado.

**Aspectos que deben considerarse antes de diseñar un sistema son:**

1. Tipo de suelo (drenaje, propiedades para laboreo y fertilidad).
2. Disponibilidad estacional de agua y su riesgo.
3. Precios de mercado.
4. Fuente de energía.
5. Disponibilidad de insumos, efectivo.
6. Disponibilidad de mano de obra.

**Aspectos para considerar en el diseño de un sistema y para preparar el plan anual**

1. Arreglo espacial y cronológico del sistema de cultivo.

Hacer uso de toda la estación de crecimiento.

Cultivos que el agricultor pueda vender.

Evitar secuencias de cultivos con interacciones adversas (leguminosas).

Evitar secuencias con interacciones de insectos adversos.

Condiciones climáticas para cada fase.

Evitar arreglos que aumentan las enfermedades o nemátodos.

Tener más que un sistema para cada finca.

2. Variedades

Duración (maduración intermedia usualmente rinden más).

Tipo de planta (interactúa con método de siembra, laboreo y conteo de malezas).

Calidad del producto.

Seleccione variedades que son las más fáciles de crecer.

3. Operaciones de laboreo  
Calendario para preparación de tierra.  
Buena preparación de la cama para la semilla.  
Normalmente significa mejor control de malezas.  
Para el segundo cultivo, pensar en laboreo mínimo si existe un método de control de malezas alterno.  
Plantas para el manejo de residuos de cosecha.
4. Fertilizantes  
Planear para el año completo, cuanto y cuando.  
Poner una cantidad mínima a la siembra.  
Para mejor eficacia colocar en bandas.  
Colocar en el surco y cubrir si la lluvia es fuerte.  
Evitar aplicar urea sobre el suelo.  
Si se utilizan grandes cantidades de fertilizante y el suelo es de textura gruesa trate de usar fertilizantes que no forman ácidos para la aplicación de base.  
Use alguna fuente de fuerza no humana cuando le sea posible.
5. Métodos de siembra  
Use fuente de energía cuando sea posible (quiere decir sembrar en surcos).  
Siembra en surcos usualmente significa control de malezas más fácil.  
Si el terreno es muy húmedo siembre en lomillo.
6. Control de malezas  
Depende de la distancia entre surcos y métodos de siembra.  
Si se siembra en lomillo, entonces aporque con fuerza animal.  
Cuando se trabaja con tractor grande se usa aporcador.  
La distancia entre surcos debe ajustarse para la fuente de fuerza.  
El tipo de planta es importante.  
La colocación del fertilizante en bandas da más al cultivo y menos a las malezas.  
Asegúrese que la cama para la semilla es reciente de tal manera que las malezas no toman ventaja.  
Si es posible, el control de las malezas es más fácil antes de que el cultivo sea puesto en el campo.  
Cuando las lluvias así lo permitan considerar la importancia del barbecho limpio en la estación seca.
7. Control de insectos  
Usarlos moderadamente.  
Insecticidas específicos a las tasas más efectivas tan poco como sea posible y aún obtener control.  
Esta alerta por los insectos del suelo.  
No insistir en plantas libres de insectos.  
Considerar la predominancia relativa de insectos antes de seleccionar el cultivo y la fecha de siembra.  
Usar variedades resistentes como una medida parcial cuando esto sea posible.

8. Manejo en la estación seca  
Si los cultivos son crecidos durante la estación húmeda entera, considere el barbecho limpio en la estación seca (si el tiempo es verdaderamente seco).
9. Factibilidad del plan de trabajo  
Cuáles son los riesgos en el plan tal como se ha diseñado. ¿Son las operaciones planeadas de laboreo y control de malezas factibles? ¿Podría realizarse la cosecha?  
Es factible manejar el residuo de cosechas.
10. Use sistemas complejos solo como un último recurso en la intensificación.  
Estos serían cultivos en relevo y cultivos intercalados.

**Conclusión:** Estamos buscando diseñar sistemas más productivos y eficientes. Esto quiere decir que estos no solo deben ser biológicamente productivos en términos de retornos de efectivo, pero que el agricultor debe manejarlos eficazmente.

### **Diseño de opciones**

Se define el diseño de opciones como una actividad de síntesis en la cual se emplean las características físicas y socioeconómicas obtenidas en la etapa descriptiva, junto con el conocimiento del efecto de esas características en el desempeño de los sistemas para encontrar sistemas intensificados que se adaptan bien al sitio.

En el proceso de diseño se anteponen condiciones del ambiente frente a los requerimientos de cultivos presentes, propuestos o señalados en fases anteriores.

Los elementos de un sistema de cultivo pueden referirse a los componentes (cultivos), estructura (arreglo de los cultivos) y el manejo de este arreglo. Cambios en alguno de estos elementos ocasionará cambios en las entradas o salidas o sea la función del sistema.

De esta manera para la selección o escogencia de los cultivos antepondríamos las características del ambiente y los requerimientos de los cultivos. Un examen de estos aspectos resultaría en el escogimiento de varios cultivos. Las características del ambiente y los requerimientos de las variedades se anteponen al arreglo de los cultivos a los que se anteponen los factores limitantes y requerimientos de los arreglos y la tecnología adecuada para decidir el manejo que deberá darse al arreglo (gráficos 1, 2, 3 y 4). Los caracteres de clima que constituyen los requerimientos de mayor importancia para los cultivos son clima (temperatura y lluvia) y propiedades de los suelos (externas e internas). En la mayoría de los casos las propiedades del suelo actúan como modificantes de los caracteres del ambiente. Estos caracteres influyen en el desempeño del cultivo. El ambiente específico en el cual los cultivos pueden crecer y producir afectará la fenología y localización de la cosecha. Esto nos indicaría un potencial de rendimiento

el cual es: modificado por el estado evolutivo tecnológico del agricultor; influenciado por los otros sistemas de la finca que compiten por recursos con los sistemas de cultivo y afectado en su desempeño por la interacción con otros cultivos y agentes bióticos. El resultado de la anteposición es el arreglo de cultivos para el complejo de producción. En los sistemas de producción los procesos de uso de recursos pueden agruparse en: procesos hidrológicos, energéticos y biogeoquímicos. De estos procesos quizá los más reconocidos son los hidrológicos y pueden considerarse como entradas, salidas y almacenamiento. En el proceso de diseño es conveniente conocer la precipitación, evapotranspiración y temperatura en cada mes del año. También es útil conocer las curvas de crecimiento, área foliar y fenología de los cultivos. Estas curvas de crecimiento pueden utilizarse para establecer los arreglos cronológicos de los cultivos de tal manera que la precipitación es aprovechada eficazmente.

La duración de la estación de crecimiento puede establecerse en relación a la precipitación y la evapotranspiración potencial. Uno de los métodos que se utilizan toma en cuenta la fase de preparación de la tierra para el cultivo y la humedad residual en el suelo utilizada para la maduración del cultivo después que las lluvias han cesado. En este esquema se reconocen cinco fases:

- a) Período de preparación: cuando  $P = Et/10$  a  $P = Et/2$ . Esta es la fase durante la cual la tierra es preparada.
- b) Primer período intermedio: cuando  $P = St/2$  a  $P = Et$  durante el cual el cultivo puede ser sembrado o plantado.
- c) Período húmedo: cuando  $P$  excede  $Et$  es el período más seguro para el crecimiento de la planta y su desarrollo.
- d) Segundo período intermedio: cuando las lluvias están disminuyendo,  $P$  cae dentro de  $Et$  y  $Et/2$ . Tales condiciones, acopladas con un perfil cargado, son adecuados para un crecimiento adecuado del cultivo.
- e) El período de reservas cuando  $P = Et/2$  a  $P = Et/10$ . En esta fase la efectividad de la lluvia es baja y el crecimiento continuo del cultivo y maduración de este dependen primordialmente del agua en reserva de suelo.

Cuando se diseñan sistemas de cultivo para agricultores es conveniente tener en cuenta el estado evolutivo del agricultor. La Figura 11 muestra una clasificación conceptual basada en el ambiente físico en el que se encuentra el sistema, hábitos locales de alimentación, disponibilidad de insumos y mercado, fuente de energía y factores de manejo. Algunos autores piensan que la progresión de subsistencia completa a la agricultura comercial requiere una transición gradual pasando por la etapa de consumidor con un incremento del flujo de efectivo para artículos de consumo antes que el agricultor esté dispuesto a invertir su efectivo en insumos.

La síntesis de la información obtenida en la fase descriptiva y la que usa del acervo de conocimientos existente al ser combinada con la experiencia de los agricultores de la región de estudio permite decidir los diseños que serían probados en el campo.

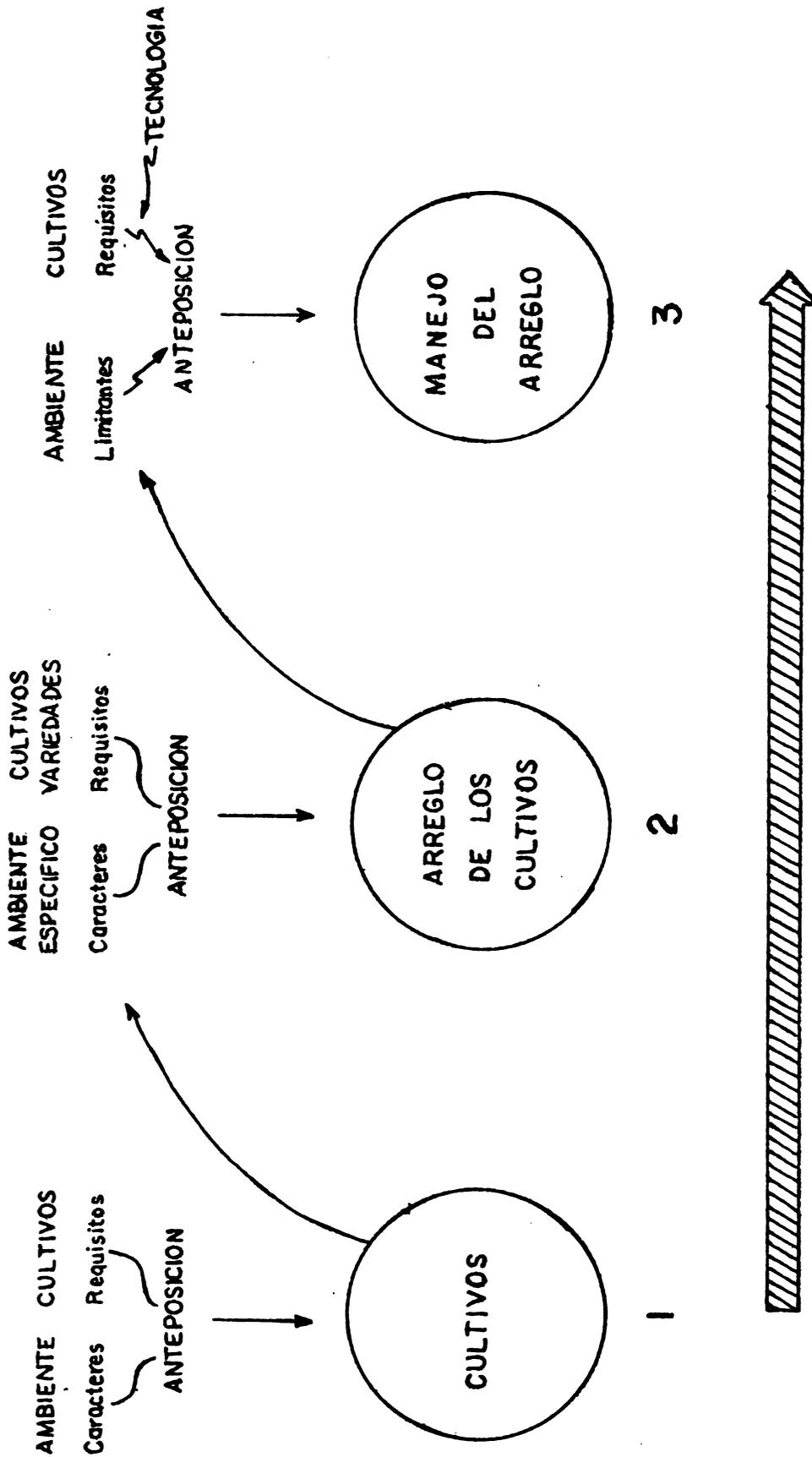


Fig. 1 Proceso de síntesis para el diseño de opciones tecnológicas

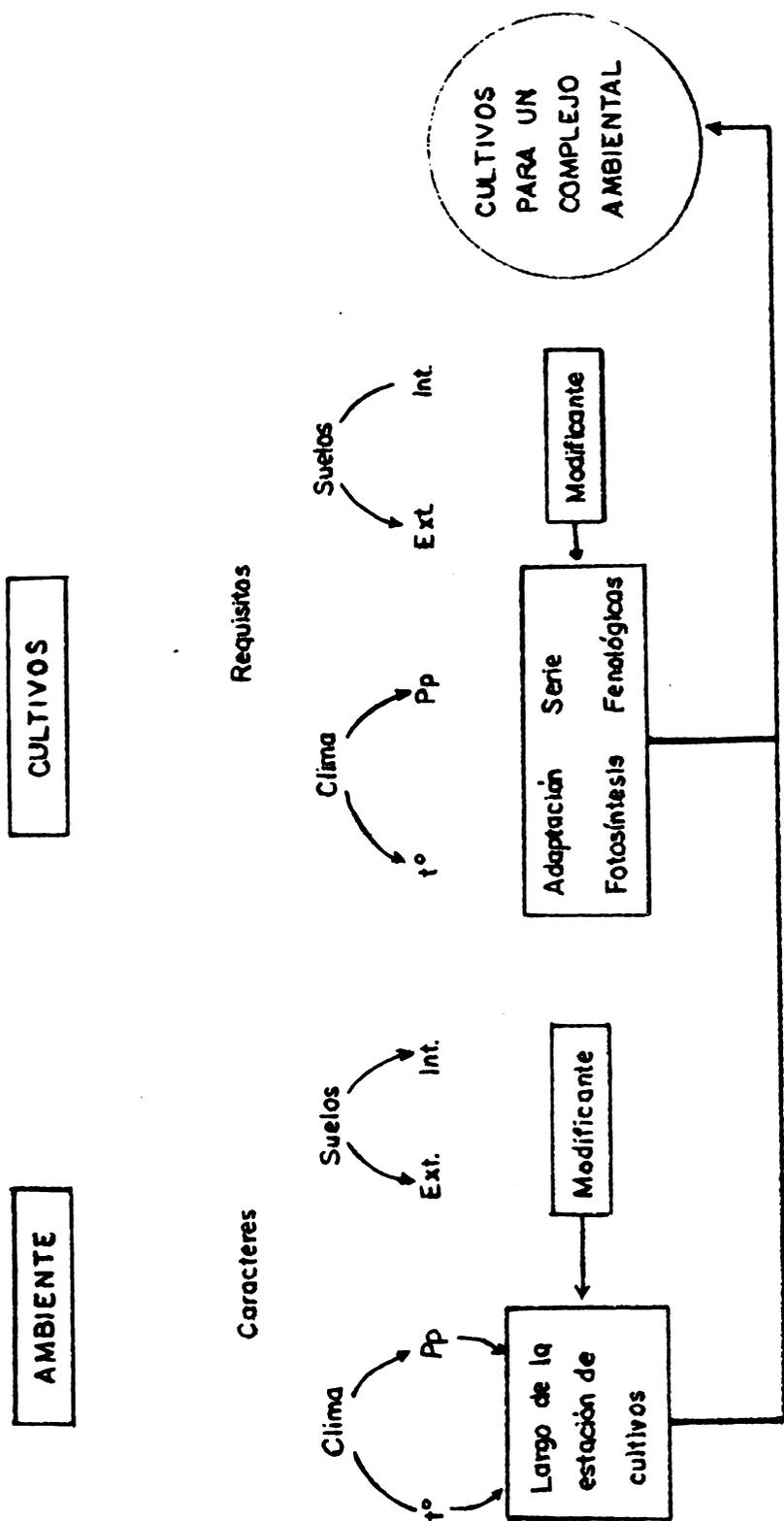
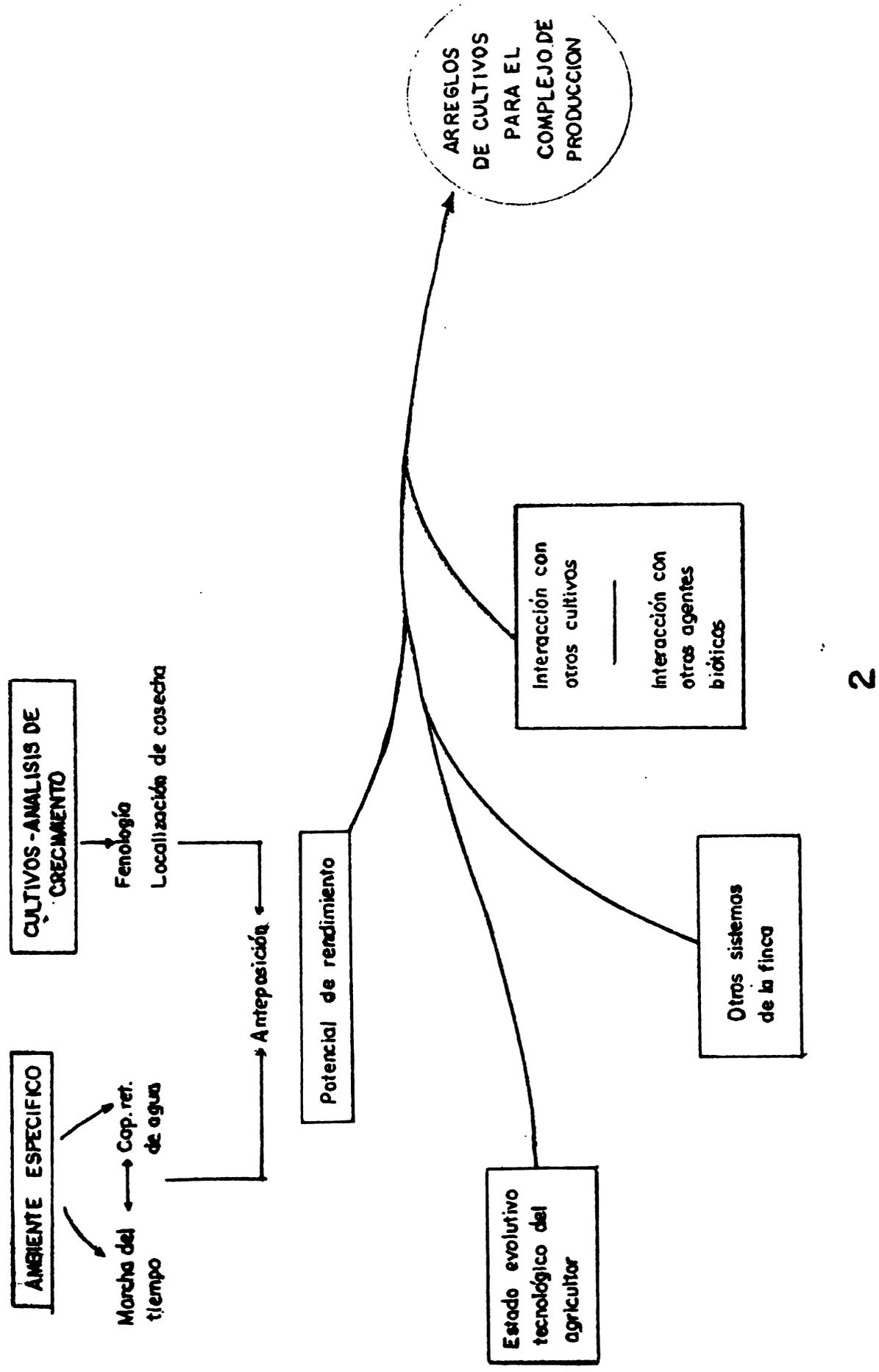
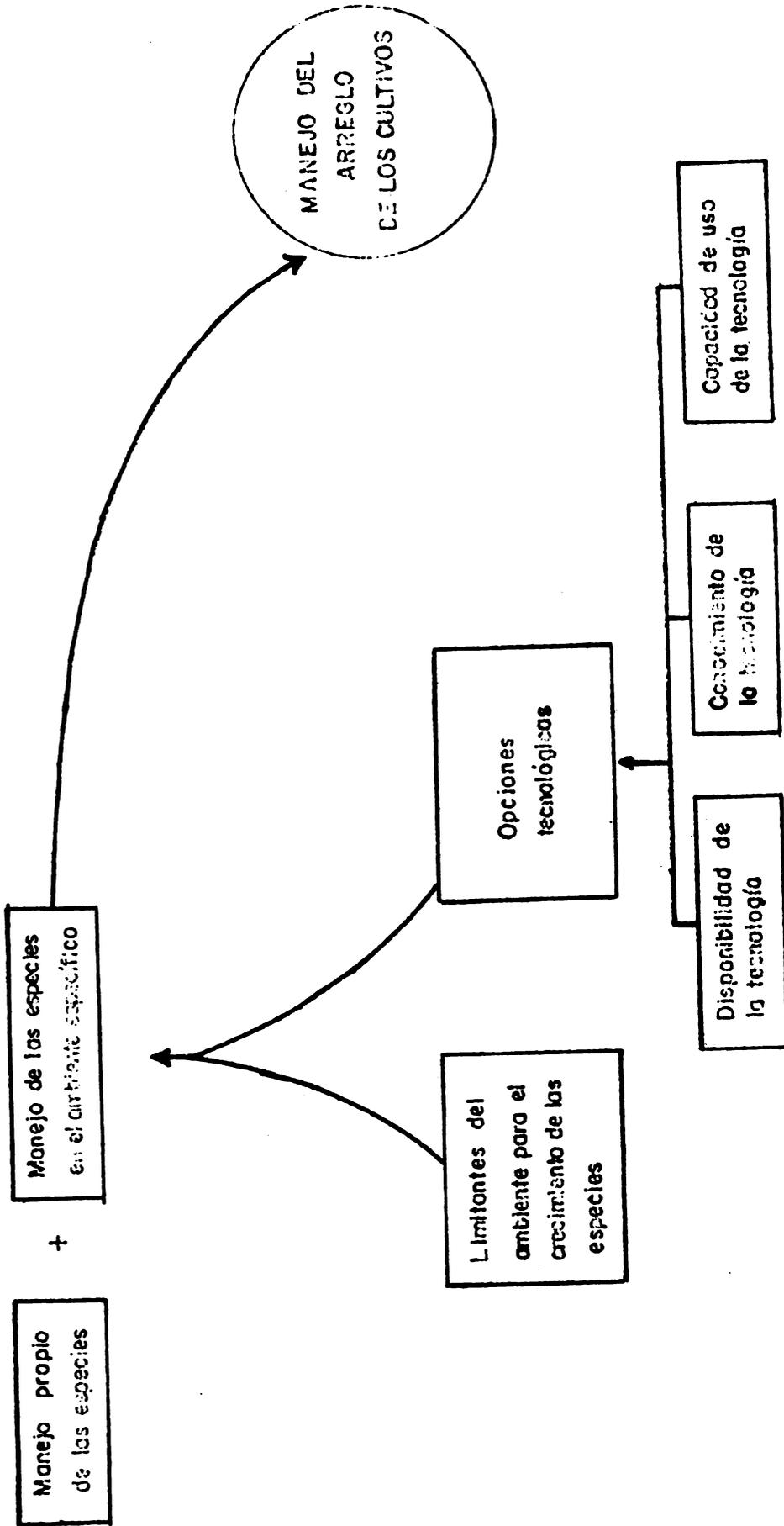


Fig.2 Proceso de síntesis para el diseño de opciones tecnológicas



2

Fig. 3 Proceso de síntesis para el diseño de opciones tecnológicas



3

Fig. 4 Proceso de síntesis para el diseño de opciones tecnológicas

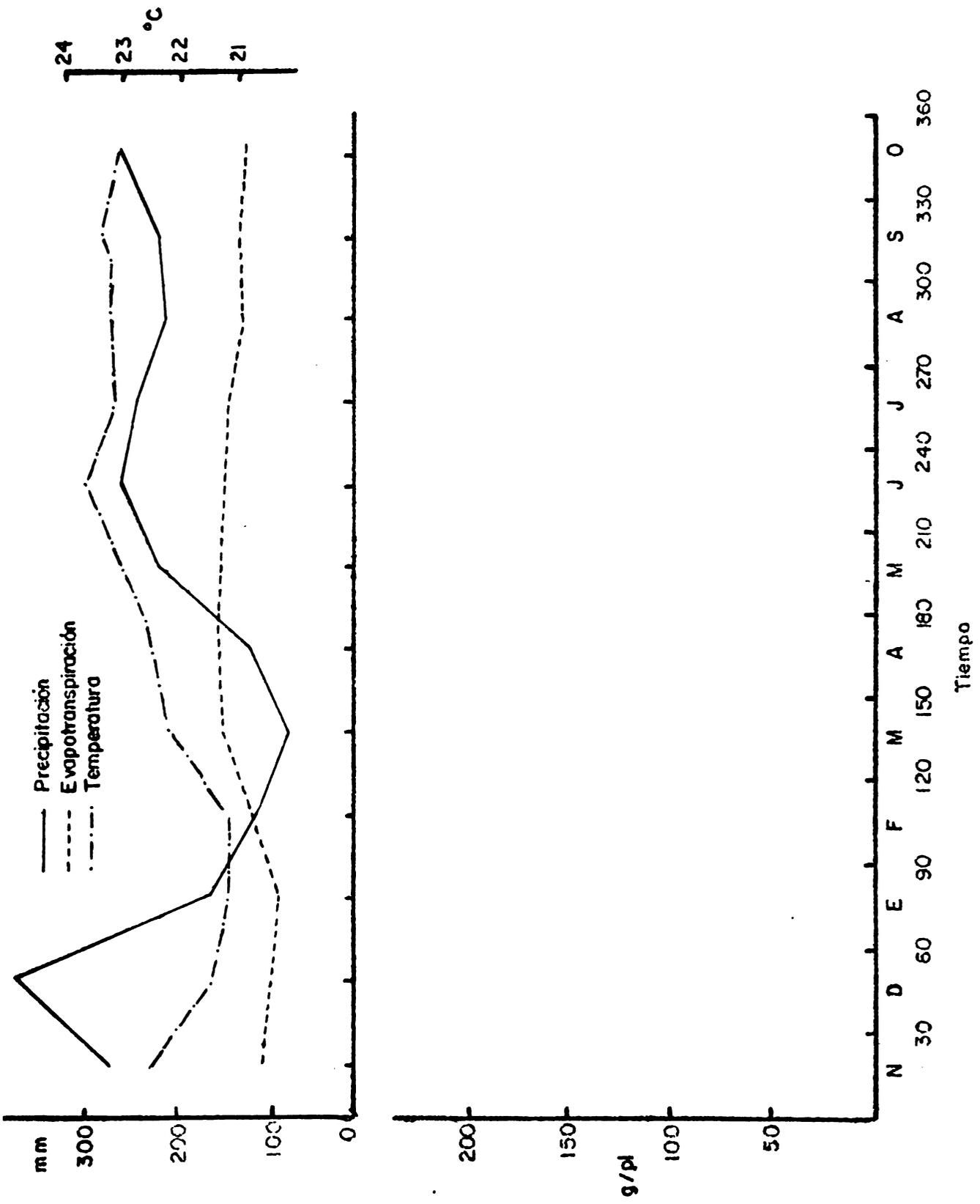


Fig. 5 Precipitación, evapotranspiración y temperatura mensuales

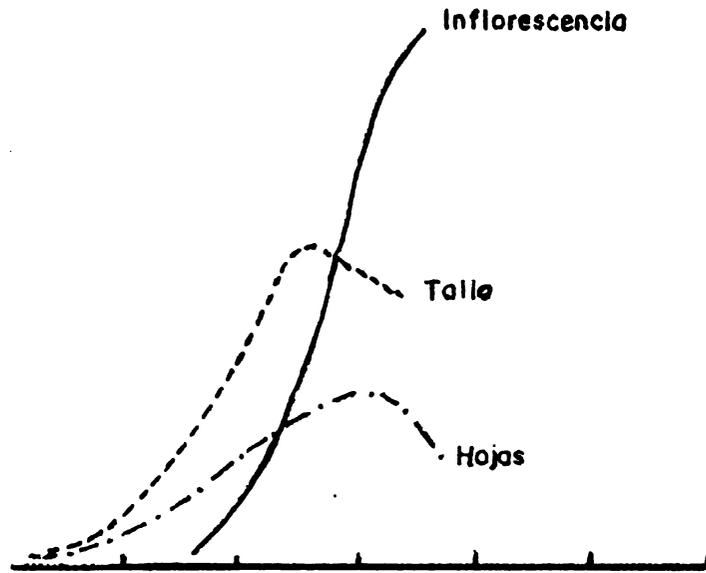


Fig. 6 Curva de crecimiento del maíz

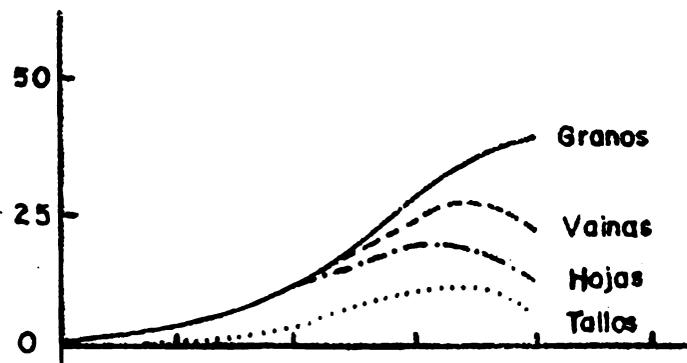


Fig. 7 Curva de crecimiento del frijol

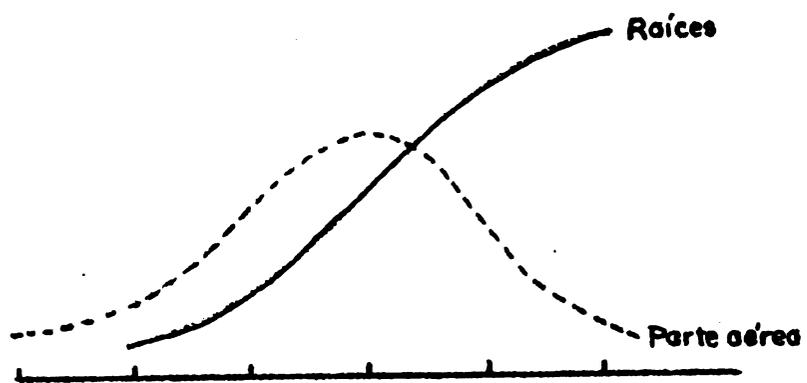


Fig. 8 Curva de crecimiento del camote

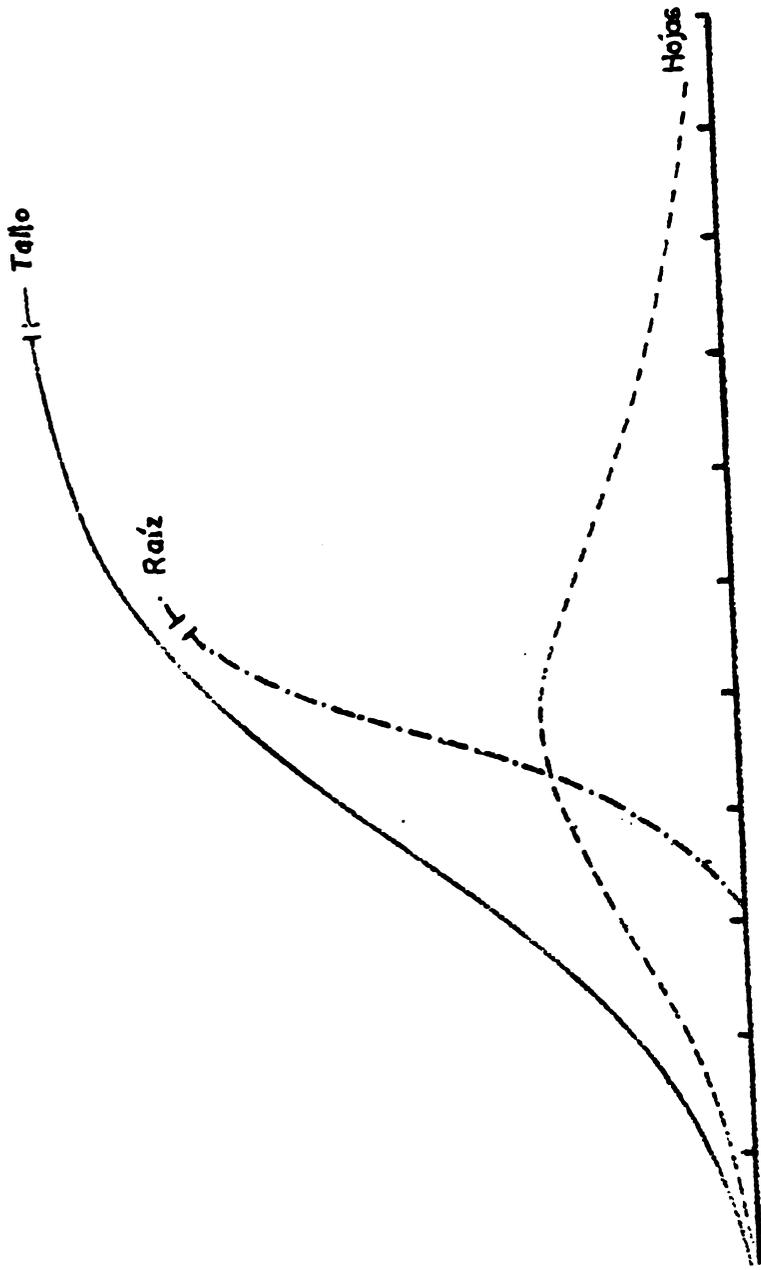


Fig. 9 Curva de crecimiento de la yuca

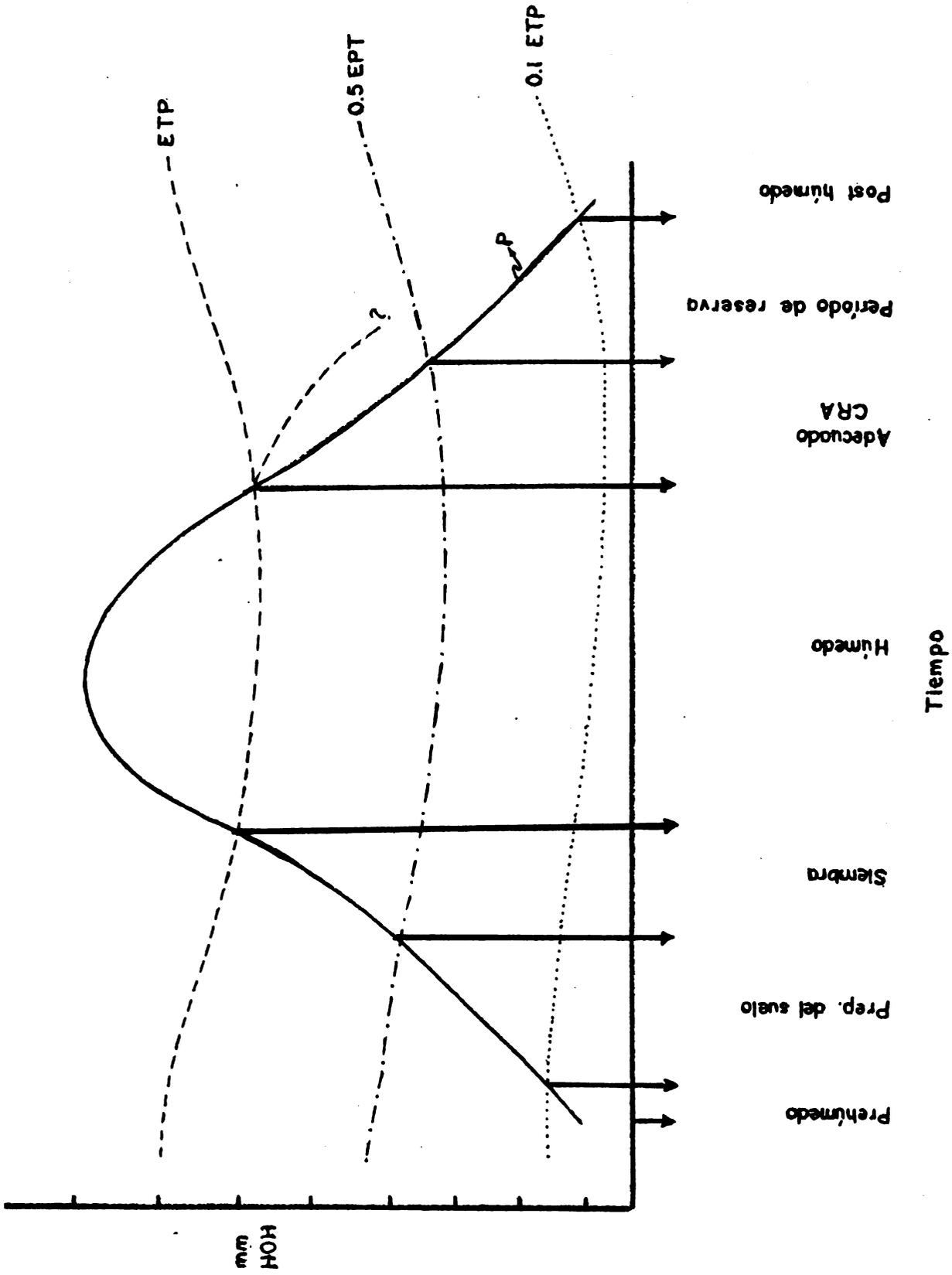


Fig. 10 Fases importantes del balance de agua en un clima de un máximo de lluvia sencillo en verano

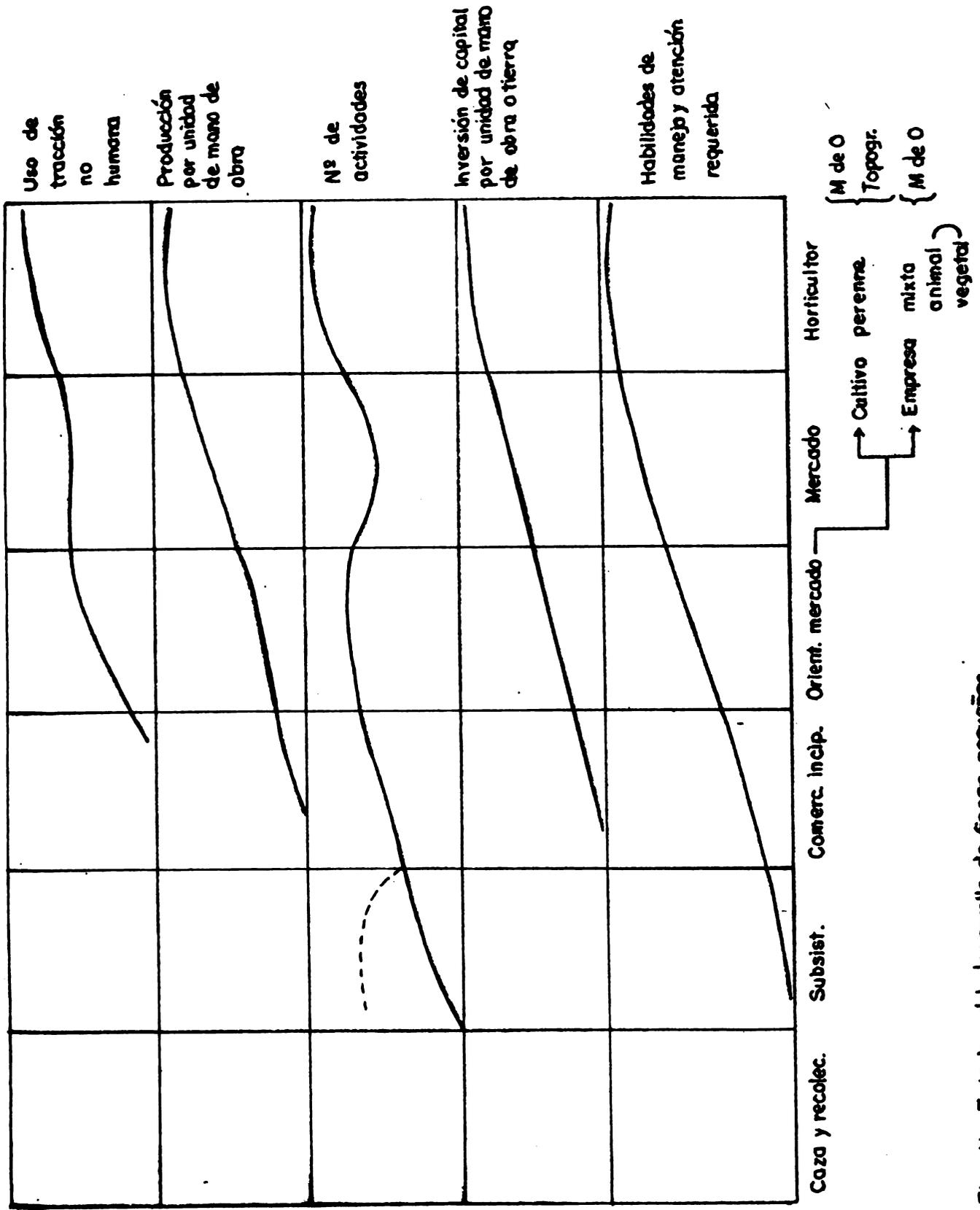


Fig. 11 Estados del desarrollo de fincas pequeñas

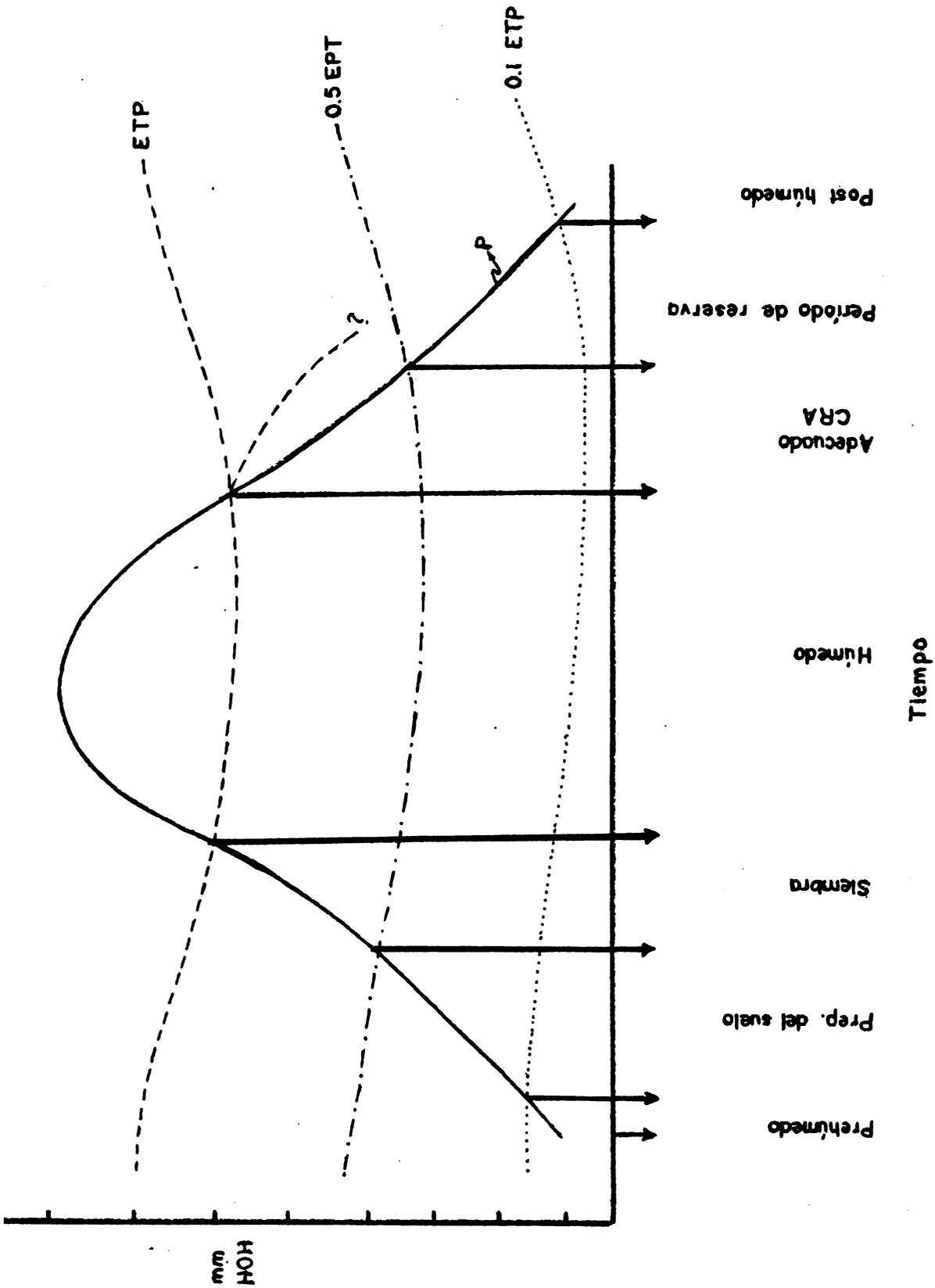


Fig. 10 Fases importantes del balance de agua en un clima de un máximo de lluvia sencillo en verano

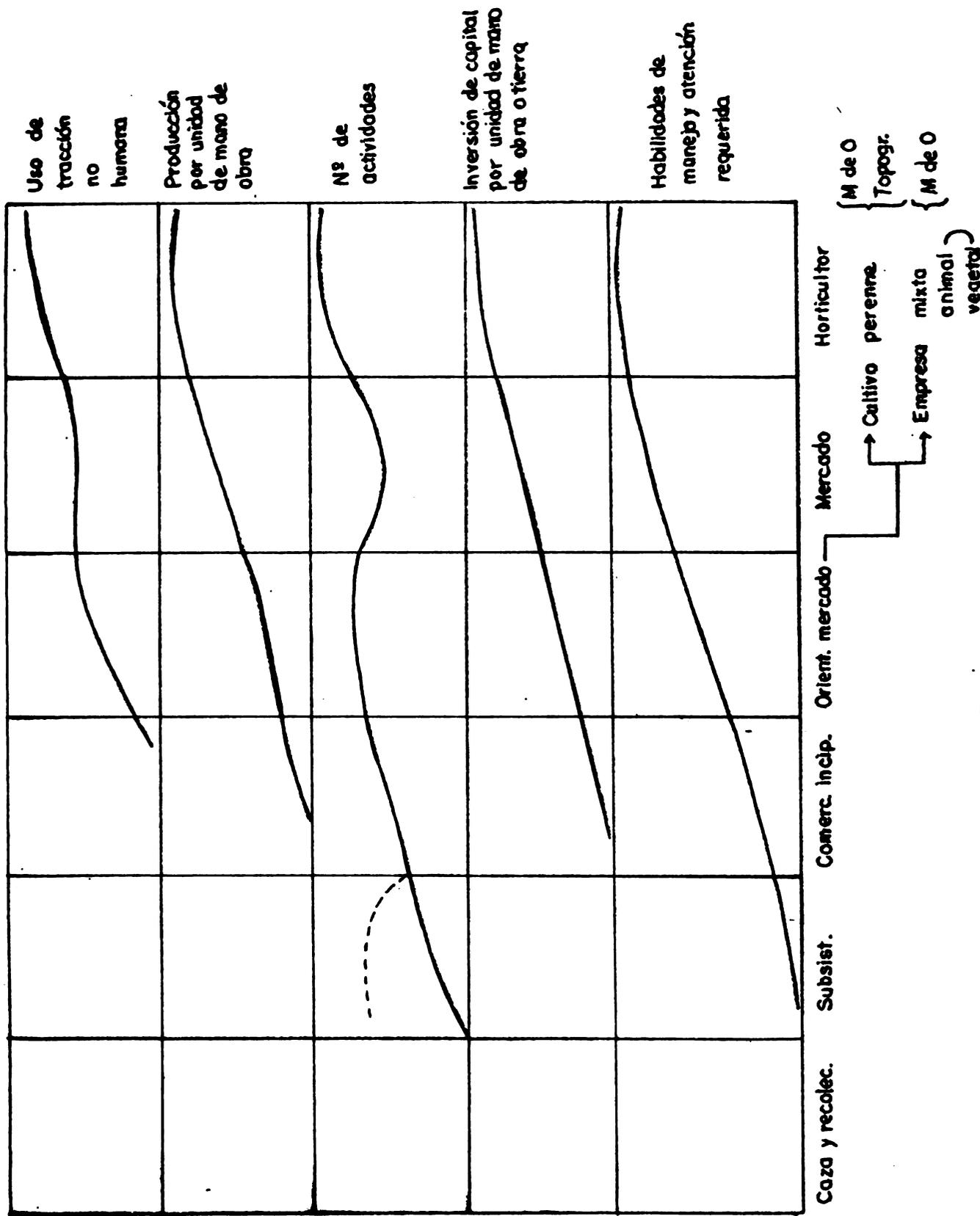


Fig. 11 Estados del desarrollo de fincas pequeñas

REGISTRO DE INFORMACION DE EXPERIMENTOS EN SISTEMAS  
DE CULTIVO

José Arze Borda\*

INTRODUCCION:

En un programa de investigación con el enfoque de finca, donde se busca la acción de equipos multidisciplinarios; éstos, requieren continuo y estrecho intercambio de conocimientos, en algunas ocasiones por procedimientos bastante elaborados. Las buenas comunicaciones entre los grupos multidisciplinarios no se efectúan por sí solas, deben ser cuidadosamente planeadas, y mantenidas a través de una adecuada previsión de los medios más efectivos para llevarlos a cabo.

La efectividad de la organización de la investigación agrícola, depende del mantenimiento de una adecuada comunicación entre investigadores y extensionistas, entre investigadores y agricultores, y entre extensionistas y agricultores (1). Esta relación, es indispensable en la investigación organizada por sistemas de producción agropecuaria; en donde el análisis de la estructura y función de los sistemas, requiere un continuo intercambio de ideas y resultados, para poder interpretar las diversas interacciones, y tratar de entender el sistema.

En este documento, se sugiere una forma de intercambio de información entre investigadores de un programa de investigación, en que la unidad de análisis es diferente a un cultivo; es el sistema de cultivo, el agroecosistema, y/o el sistema de finca.

I. RECOPIACION DE LA INFORMACION

En la modalidad de investigación por sistemas de producción, en que grupos multidisciplinarios de técnicos desglosan el sistema en sus componentes, para planear y programar la investigación con miras a entender el sistema como un todo; la recopilación de datos experimentales o no experimentales, deben permitir un flujo de información que esté a disposición del programa de investigación, y no exclusivamente bajo patrimonio de la disciplina o investigador que los toma. La recopilación de la información, además de las técnicas de toma de datos y registro en el campo, requiere de una forma de almacenamiento y archivo, de fácil acceso y de rápida recuperación.

---

\* Ingeniero Agrónomo Ms., Especialista en Sistemas de Producción de Cultivos del CATIE en El Salvador.

Si consideramos la jerarquización de sistemas (6, 7), como punto básico para la elaboración de modelos de sistemas de finca, y a partir de ellos se enfoca y planea la investigación, la información recopilada como producto de esta forma de organización, deberá estar disponible a todos los técnicos que forman el equipo multidisciplinario involucrado. Los investigadores de esta manera podrán conocer el sistema a través de:

- a) Interpretaciones parciales de la información producida por especialistas.
- b) Acceso a los datos básicos de información del sistema, para su interpretación desde diversos puntos de vista.

Es posible que con el acceso a la información disponible, pueda orientarse a los investigadores, buscando una integración eficiente de equipos interdisciplinarios.

#### FORMATOS DE REGISTRO

Existen diferentes diseños de Registros de Información (4, 5), ideados con distintos objetivos. Todos ellos permiten la organización de la información, con fines de planificación, programación, seguimiento y evaluación de actividades.

El registro de la información usando formatos de registro de datos experimentales, puede ser utilizado para mantener un banco de información de experimentos, con las siguientes ventajas:

- a) Mostrar en secuencia lógica y ordenada, todos los experimentos que se realizan y/o se están realizando.
- b) Permitir la agrupación de experimentos de acuerdo a diversos intereses de la persona o personas que los analizan.
- c) Dentro del grupo de formatos por experimento, presentar información para cada experimento, que permita en forma rápida una visión clara de su planteamiento, ejecución y evaluación.
- d) Mantener un flujo constante de información por experimento, que muestre el avance del mismo, facilitando los reajustes que sean necesarios.
- e) Facilitar la escritura del informe final del experimento.
- f) Ayudar a la interrelación de datos entre experimentos.
- g) Publicar compendios.

Manteniendo un registro central de información, puesto al día continua y sistemáticamente por los técnicos, la información estará disponible a cualquier investigador interesado, a través de la duplicación de las partes del registro central que le interesen, por medio de fotocopiado.

Los formatos de registro pueden manejarse de varias maneras, en este caso se sugieren tres formas que pueden adaptarse a los intereses de cada grupo de investigadores:

1. Tarjetero
2. Folders o carpetas
3. Mixto

1. Tarjetero:

Se utilizan tarjetas de 20.5 cm x 13.0 cm (8' x 5'), impresas en cartulina por ambos lados. Esta forma facilita:

- a) El uso ágil de la información, por la individualidad del formato.
- b) Organizar los registros de experimentos y grupos de experimentos, a través de separadores e indicadores.
- c) El análisis entre experimentos de un mismo grupo, o entre grupos de experimentos.
- d) La ubicación rápida de la información requerida, por la disponibilidad de una tarjeta matriz.
- e) La posibilidad de usar sistemas mecánicos seleccionadores de tarjetas, que agilicen aún más la búsqueda de información (4).

Dentro de las dificultades que presenta esta forma, se encuentran:

- a) Reducido espacio para registrar la información y
- b) Algunos problemas en la duplicación fotocopiada, debido a que la tarjeta está impresa por ambas caras.

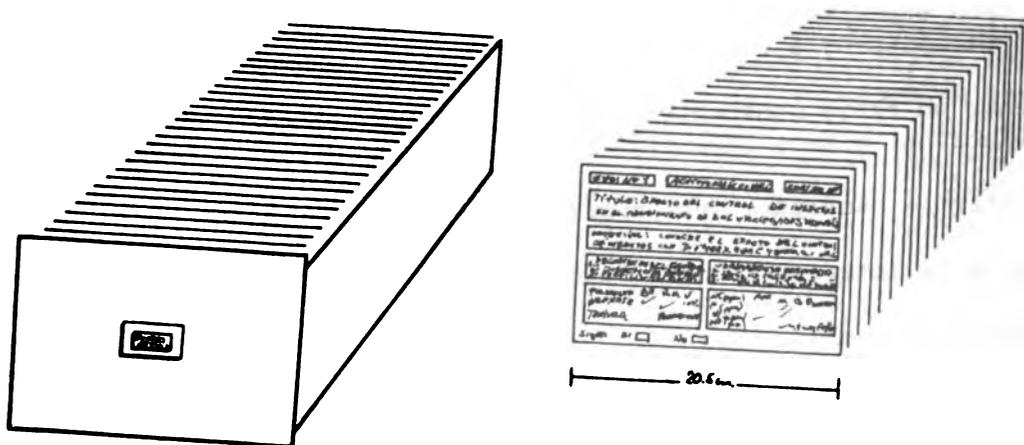


Figura 1. Tarjetas y tarjetero de registros de experimentos.



Presenta varias ventajas, dentro de ellas:

- a) El archivo individual por experimento
- b) Ordenamiento de registros dentro del experimento
- c) Ordenamiento por grupos de experimentos
- d) Disponibilidad de mayor espacio para anotar
- e) Facilidad para duplicación (fotocopia)

Las desventajas que presenta son:

- a) Dificultad relativa de manejo de formatos para análisis entre experimentos de un mismo grupo o entre grupos de experimentos.
- b) Dificultades en el uso de la información debido a la falta de individualidad del formato (grupo de formatos por experimento).
- c) Dificultad en el uso de sistemas seleccionadores mecánicos de registro en la búsqueda de la información.

### 3. Mixto:

Realizando un análisis de las ventajas y desventajas que presentan las formas indicadas, surge una tercera que podría buscar la integración de las ventajas de ambas, aunque podrían presentarse otras desventajas.

Esta se caracteriza por:

- a) Imprimir el diseño del formato en hojas un poco más pequeñas que el tamaño carta, de tal manera que coincidan con dos tarjetas una a continuación de la otra, 20.5 de ancho x 26 cm de largo.  
(A) El formato impreso por una sola cara, contendrá la impresión de ambas caras de la tarjeta. (Fig. 3.A).
- b) Los formatos en hojas pueden archivarse en carpetas.

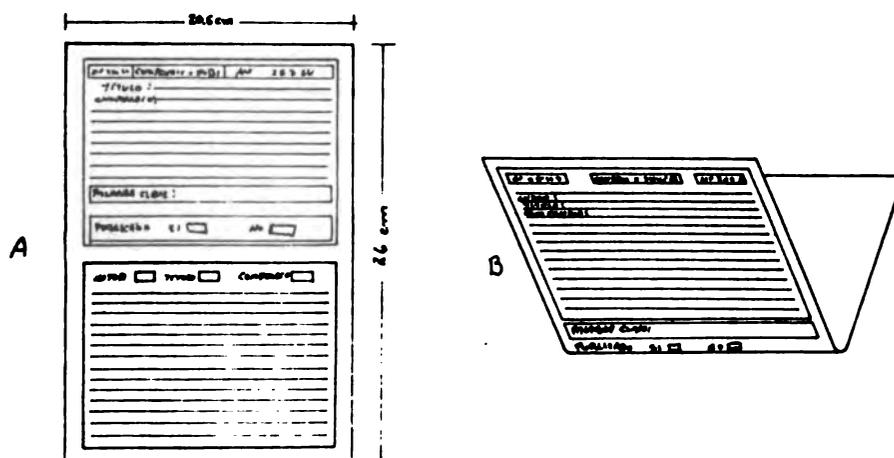


Figura 3. Formato para uso mixto.

- c) Al doblar esta hoja por la mitad, quedará del tamaño de una tarjeta y podrá ser utilizada como tal, obviando de esta manera las dificultades que presentan las tarjetas y los formatos tamaño carta (Fig. 3.B).
- d) Para facilitar su manejo las hojas dobladas, deberán estar intercaladas por una tarjeta base de material más consistente con bordes perforados para selección mecánica de formatos (Fig. 4.A).
- e) Las cuatro esquinas de la hoja de formato deberá estar sujeta a la tarjeta base mediante esquineras (Fig. 4.B).

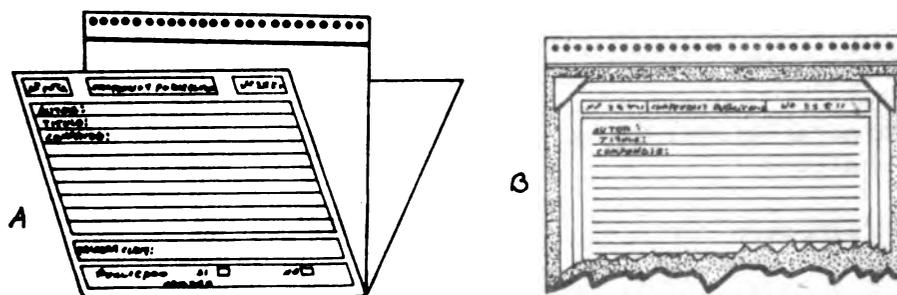


Figura 4. Formato mixto utilizado como tarjeta.

#### 4. Diseño y utilización de formatos de registro:

Para el diseño de formatos que pueden servir a cualquiera de las tres formas de manejo sugeridas anteriormente, deberá considerarse 2 partes:

- a) Parte superior del formato o cara anterior de la tarjeta.
- b) Parte inferior del formato o cara posterior de la tarjeta.

El diseño del formato deberá idearse preferentemente de forma tal, que en la parte superior del formato (cara anterior de la tarjeta), se encuentre la información más importante registrada con más frecuencia. En la parte inferior del formato (posterior de la tarjeta), la información que permita coadyuvar a la anterior, y que por su naturaleza sea más difícil de registrar.

Teniendo en cuenta este aspecto, y considerando que son muchas las formas de organizar los formatos de registro y diversas las maneras de transcribir la información; en este caso, se sugiere la utilización de once tipos de formatos por experimento, producto de la experiencia lograda, utilizando los formatos para registros de experimentos del Programa de Cultivos Anuales del CATIE (1978). Sin embargo, deberán analizarse cuidadosamente y hacerse las modificaciones necesarias, de tal manera que adquiera la máxima funcionabilidad para los objetivos planteados.

Los aspectos que se registran en los formatos son los siguientes:

Nº	TIPO DE INFORMACION	O B J E T I V O	Nº FORMATO
1	Información general	Visión conjunta	F1
2	Características de la localidad	Descripción previa	F1
3	Información sobre el cultivo anterior	Descripción previa	F1
4	Información del experimento	Planificación	F2
5	Distribución de tratamientos	Planificación	F3
6	Información de campo y croquis	Planificación y ejecución	F4
7	Cronograma de actividades	Programación y ejecución	F5
8	Actividades cronológicas	Ejecución	F6
9	Medidas de variables de respuesta	Ejecución	
10	Representación agroclimática	Análisis e interpretación	F8
11	Análisis de resultados	Análisis	F9
12	Resumen de resultados y conclusiones	Interpretación	F10
13	Compendio	Publicación	F11

Los formatos de registro requieren buscar maneras de uniformizar las formas de expresión, a fin de ahorrar espacio y entender mejor lo que se quiere expresar, ésto podría lograrse a través del uso de palabras claves. Se sugiere que el grupo de investigadores elabore un glosario de términos, que facilite el uso de interpretación de las palabras claves o palabras sintéticas.

5. Formatos de Registro:

En los once tipos de formatos que se sugieren, la parte superior se ha diseñado para el registro de datos importantes y de uso frecuente en la ejecución de experimentos. La parte inferior, está destinada a la ampliación o complementación de la anterior. Para ello se ha colocado recuadros pequeños, a fin de llenarlos con aspas que permitan dar a conocer si la información sigue y si así fuera, en qué aspecto del formato.

Todos los formatos llevan en su encabezamiento tres rectángulos. El de la izquierda está destinado para el número codificado del experimento. El del centro llevará impresa la característica general a que se refiere la información del formato, y en el de la derecha el número de registro del archivo de manera correlativa. Por ejemplo en el Formato N° 1.

Exp. N°	E T 2 3 1 1 7 9	INFORMACION GENERAL	Registro N°			0 4
---------	-----------------	---------------------	-------------	--	--	-----

El recuadro de la izquierda deberá permitir la identificación del país y zona donde se realizó el experimento; el grupo, clase y número de experimentos iguales realizados en la misma zona, y finalmente, el año en que fue ejecutado. Dentro de este recuadro se sugiere la siguiente codificación:

- a) En las dos primeras casillas utilizando letras, indicar el país en la primera (E = El Salvador) y el lugar o área donde se realiza el experimento en la segunda (T = Tejutla).
- b) Entre la tercera y sexta casilla, números para dar a conocer:
  - b.1 En la tercera un número para indicar el grupo de experimentos a que corresponde la investigación (2 = Variaciones de componentes al modelo alternativo maíz/sorgo).
  - b.2 En la cuarta del tipo de experimento, dentro de cada grupo (3 = Efecto del control de insectos, variedades de maíz y fertilizantes en el sistema maíz/sorgo).
  - b.3 En la quinta y sexta el número del ensayo correspondiente a cada tipo de experimento (11 = once ensayos).

c) En la séptima y octava casillas se colocará la última cifra del año en que se realizó el experimento.

En el recuadro superior de la izquierda se colocará un número correspondiente al registro del formato en el archivo. Este número será correlativo para mantener los formatos ordenados.

Para facilitar la identificación de los once formatos, han sido enumerados de 1 a 11 (F1, F2, ... F11), ubicados en el ángulo inferior derecho de la primera parte del formato o en el angulo superior derecho de la segunda parte del formato.

5.1 Formato N° 1 "Información general" - (F1)

En la parte superior el formato presenta tres recuadros, uno debajo del otro.

En el primero deberá indicarse la fecha de inicio, mes, año y época en que se realiza o realizó el experimento. La época se refiere al período del año en que se desarrolló el trabajo; normalmente se tipifican las épocas por el mes en que se inicia la actividad. Ej. época de mayo o época de agosto, si los ciclos vegetativos de los cultivos comienzan en mayo o en agosto. También las épocas pueden identificarse por el inicio y terminación de la actividad. Ej. mayo/agosto. Finalmente puede referirse a las características climáticas predominantes. Ej. Epoca lluviosa o época seca. Cualquiera que sea la anotación deberá permitir ubicar de manera clara el período del año en que se realiza la investigación. Existen espacios para ubicar el lugar donde se encuentre el experimento hasta el nivel de localidad (caserío).

Fecha inicio Mes	05	Año	79	Epoca	Mayo - Agosto	País	El Salvador
Depto./Prov.	Chalatenango	Munic./Cantón:	Cojutla	Localidad	Las Pías		
Agricultor:	Valentín Robles			Responsables:	Jesús Arce (CATIE)		
Colaborador (es)	Nidia Guillén (CENTA), Luis Uiza (CENTA), Santos Gil (CENTA)						

Es responsable del experimento el investigador encargado de su ejecución. Las personas que participen en algunas actividades serán colaboradores. Los experimentos realizados en estación experimental deberán indicarse en el espacio dejado para el nombre del agricultor cooperador.

En el recuadro del medio, se anotan las características más sobresalientes de la localidad o de la región en que ella se encuentre.

<b>CARACTERÍSTICAS DE LA LOCALIDAD:</b>			
Altura msnm	0324	Temperat. Media °C	24
Humedad relativa	76		
Precipit. mm/año	1740	Meses (a) secos	06
		(b) lluv.	06
Distribuc. de lluvia			
Zona de vida	Bosque húmedo - sub-tropical		
Lat.	14°09'15"N	Long.	89°09'10"O
Otras características:	Radiación solar promedio 160 cal. cm² día⁻¹		

Dentro de ellas las más importantes son: altura en metros sobre el nivel del mar, temperatura media en grados centígrados, humedad relativa promedio en porcentaje, precipitación total anual en milímetros, distribución de la precipitación expresada a través de número de meses secos o lluviosos y un gráfico de su distribución en el año, en relación al promedio anual (línea central), dando a conocer los meses críticos.

Se debe considerar la zona de vida de acuerdo a la clasificación de Holdridge e indicar las coordenadas geográficas, latitud (Lat) y longitud (Long) en grados minutos y segundos si fuera posible.

Se deja un espacio para anotar otras características de la localidad, consideradas de importancia como: promedio de radicación solar, evapotranspiración, etc.

En el recuadro inferior se anota la información más importante, referida al o los cultivos anteriores realizados en el lugar.

INFORMACION CULTIVOS ANTERIORES																
CULTIVOS	Plagas				Enfermed.				Malezas				Arada	Fertil.	Aporcado	Otras
	Ataq.		Cont.		Ataq.		Cont.		Ataq.		Cont.					
	M	F	si	no	M	F	si	no	M	F	si	no				
1. <i>maíz</i>			✓	✓					✓	✓						
2. <i>sergo</i>	✓									✓						
3.																
4.																

Sigue si  no  M = Moderado F = Fuerte F-1

Las casillas correspondientes a cada cultivo se llenan con una simple marca ( ), en aquellas prácticas de cultivo que se produjeron. En el caso de plagas, enfermedades y malezas el ataque puede ser moderado (M) o fuerte (F), si no hubo ataque no marcar las casillas. En este mismo caso el control pudo haberse realizado (si) o no efectuarse (no). Existen además casillas para conocer si anteriormente el terreno fue arado, surcado, fertilizado, aporcado, y se dejan casillas para poner otras actividades que el investigador las juzgue convenientes. Será de mucho interés, realizar anotaciones relacionadas al manejo previo del o los cultivos anteriores al experimento, para lo que podrá usarse la parte inferior del formato, haciendo la anotación correspondiente, marcando con una cruz si la información sigue:

Información Adicional: Fechas <input type="checkbox"/> Localización <input type="checkbox"/> Ejecutores <input type="checkbox"/> <span style="float: right;">F-1</span>
Caract. Localidad <input checked="" type="checkbox"/> Cultivos anteriores <input checked="" type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
<i>Características de la localidad: La evapotranspiración potencial promedio calculada para la zona es de 2.7 mm día<sup>-1</sup> - La característica de deficiencia de agua es por región físico-gráfica.</i>
<i>Cultivos Anteriores: El asocio maíz/sergo, presentó como arreglo espacial, la ubicación de la planta de sergo, cerca a la del maíz, en la costilla del surco.</i>

La información adicional incluida para el formato N° 1 (F-1), está referida a características de la localidad y a cultivos anteriores (casillas marcadas con X).

Exp. N° <b>E7231179</b>	INFORMACION GENERAL	Registro N° <b>041</b>																																																																																																																							
Fecha inicio Mes <b>05</b> Año <b>79</b> Epoca <u>Mayo - Agosto</u> País <u>El Salvador</u> Depto./Prov. <u>Chalatenango</u> Munic./Cantón: <u>Sejuitla</u> Localidad <u>Las Peñas</u> Agricultor: <u>Valentín Robles</u> Responsables: <u>José Arce (CATIE)</u> Colaborador (es) <u>Nicolás Guillón (CENTA), Luis Díaz (FEMSA), Carlos Gil (CENTA)</u>																																																																																																																									
<b>CARACTERISTICAS DE LA LOCALIDAD:</b> Altura msnm <b>0324</b> Temperat. Media °C <b>24</b> % Humedad relativa <b>76</b> Precipit. mm/año <b>1740</b> Meses (a) secos <b>06</b> Distribuc. de lluvia <table style="display:inline-table; border: none;"><tr><td style="width:10px;"> </td><td style="width:10px;"> </td></tr></table> (b) lluv. <b>06</b> Zona de vida <u>Bosque húmedo subtropical</u> Lat. <b>14°09'15"N</b> Long. <b>89°09'10"O</b> Otras características: <u>Radiación solar promedio 460 cal em<sup>2</sup> día<sup>-1</sup></u>																																																																																																																									
<b>INFORMACION CULTIVOS ANTERIORES</b>																																																																																																																									
	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align:center;"> <thead> <tr> <th rowspan="3">CULTIVOS</th> <th colspan="4">Plagas</th> <th colspan="4">Enfermed.</th> <th colspan="4">Malezas</th> <th rowspan="3">Arada</th> <th rowspan="3">Lomilic</th> <th rowspan="3">Fertil</th> <th rowspan="3">Arque</th> <th rowspan="3">Aspique</th> <th rowspan="3">Arriba</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Ataq.</th> <th colspan="2">Cont.</th> <th colspan="2">Ataq.</th> <th colspan="2">Cont.</th> <th colspan="2">Ataq.</th> <th colspan="2">Cont.</th> </tr> <tr> <th>M</th><th>F</th><th>si</th><th>no</th> <th>M</th><th>F</th><th>si</th><th>no</th> <th>M</th><th>F</th><th>si</th><th>no</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. <u>Maíz</u></td> <td></td><td>✓</td><td>✓</td><td></td> <td>✓</td><td></td><td></td><td></td> <td>✓</td><td></td><td>✓</td><td></td> <td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>2. <u>Sorgo</u></td> <td>✓</td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td>✓</td><td></td><td>✓</td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td>✓</td><td></td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>	CULTIVOS	Plagas				Enfermed.				Malezas				Arada	Lomilic	Fertil	Arque	Aspique	Arriba	Ataq.		Cont.		Ataq.		Cont.		Ataq.		Cont.		M	F	si	no	M	F	si	no	M	F	si	no	1. <u>Maíz</u>		✓	✓		✓				✓		✓		✓						2. <u>Sorgo</u>	✓								✓		✓						✓		3.																			4.																			
CULTIVOS	Plagas				Enfermed.				Malezas				Arada	Lomilic							Fertil	Arque	Aspique	Arriba																																																																																																	
	Ataq.		Cont.		Ataq.		Cont.		Ataq.		Cont.																																																																																																														
	M	F	si	no	M	F	si	no	M	F	si	no																																																																																																													
1. <u>Maíz</u>		✓	✓		✓				✓		✓		✓																																																																																																												
2. <u>Sorgo</u>	✓								✓		✓						✓																																																																																																								
3.																																																																																																																									
4.																																																																																																																									
Sigue si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> M = Moderado F = Fuerte <span style="float:right">F-1</span>																																																																																																																									
Información Adicional: Fechas <input type="checkbox"/> Localización <input type="checkbox"/> Ejecutores <input type="checkbox"/> <span style="float:right">F-1</span> Caract. Localidad <input checked="" type="checkbox"/> Cultivos anteriores <input checked="" type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>																																																																																																																									
Características de la localidad: <u>La evaporación potencial promedio calculada para la zona es de 4.7 mm día<sup>-1</sup></u> <u>La característica de eficiencia de agua es por región fisiológica.</u>																																																																																																																									
Cultivos Anteriores: <u>El arroz maíz/sorgo, presente como cultivo espacial, la ubicación de la planta de sorgo, cerca a la del maíz, en la castilla del surco.</u>																																																																																																																									

5.2 Formato N° 2 "Información del Experimento" (F2)

N° Exp. <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">E</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">7</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">7</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">9</span>	INFORMACION DE EXPERIMENTO	Registro N° <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">9</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2</span>
---	----------------------------	---

Este formato ayuda en la planificación del experimento, a través de la identificación de:

5.2.1 Título del experimento. Será breve, pero lo suficientemente descriptivo del trabajo como para que no se confunda con otros experimentos.

Título:	<i>Efecto del control de insectos en el rendimiento de las variedades de maíz, fertilizadas con nitrógeno.</i>
---------	--

5.2.2 Objetivos del Experimento. Deberá indicarse los objetivos más importantes que correspondan a lo que puede lograr específicamente en el trabajo. De preferencia deberán ser cuantificables.

Objetivos: <i>I. Conocer el efecto del control de insectos con Dipterex 50 LC en el rendimiento de maíz.</i>
<i>II. Buscar una variedad de maíz y un nivel de fertilización nitrogenada que permita optimizar en el rendimiento el efecto del control de insectos.</i>

5.2.3 Factores en estudio. Se refiere a las clases de variables que desean estudiarse y sobre las que se hace la investigación. Los factores en estudio pueden ser cualitativos o cuantitativos (3), entendiendo como factor una serie de variaciones relacionadas entre sí o que pertenecen a una misma clasificación (8). Ej. insecticida Dipterex 50 LC, maíz para grano, fertilizante nitrogenado. Las variaciones tipificadas de cada factor constituyen los niveles del factor (3).

FACTORES EN ESTUDIO		
Factor	N° Nivel	Descripción de Factor
A	3	<i>Insecticida Dipterex 50 LC</i>
B	2	<i>Variedades de maíz</i>
C	3	<i>Fertilizante nitrogenado.</i>

En el recuadro "factores en estudio se anotará con letras mayúsculas la clase de factor y con números los niveles que se estudiarán en cada factor. En este recuadro la descripción será sólo del factor.

5.2.4 Variables de respuesta. Las variables de respuesta, se refieren a los parámetros que se pretenden estimar con la investigación. Son las mediciones u observaciones que van a permitir conocer el efecto de los factores o sus combinaciones. Al indicar las variables de las cuales se va a tomar información, deberá hacerse referencia a la unidad de medida, cuando corresponda.

VARIABLES DE RESPUESTA	
1.	Dañ. de Insectos (%)
2.	Rend. de maíz en grano (Kg)
3.	Rend. de sorgo de grano (Kg)
4.	
5.	Altura de abanico (cm)

5.2.5 Diseño y número de repeticiones. Se indicará el diseño del experimento, o muestreo que se usará para la estimación de las variables de respuesta; el número de repeticiones que tendrá el experimento en la localidad donde se realiza, y si el experimento se repite en otras localidades, será necesario anotar el número de repeticiones con otras localidades, así como el total.

Diseño: Blaque completa al azar

Nº de Repeticiones: a) Esta localidad 4  
 b) Otras localidades 8 c) Total 12

5.2.6 Características y análisis de suelos. La apreciación de suelos se realiza a través de características físicas y análisis químicos. Dentro de las primeras se evalúan la pendiente, drenaje, textura u otras que puedan ser medidos, utilizando una marca (✓), en la casilla correspondiente a cada característica. Esta evaluación será bueno (B), regular (R), malo (M) y variable (V) si el terreno donde se encuentra el experimento es heterogéneo.

CARACTERISTICAS DEL SUELO					
	B*	R	M	V	Observaciones
Pendiente	✓				10%
Drenaje		✓			
Textura		✓			finco-grueso

ANALISIS DEL SUELO				
	A**	M	B	Observaciones
N (ppm)			✓	20
P (ppm)			✓	6
K (ppm)	✓			105
pH en agua			✓	4.9 muy ácido
Existen análisis anteriores Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>				

Siempre si  no  \*B=Bueno R=Regular M=Malo V=Variable \*\*A=Alto M=Medio B=Bajo F-2

Los resultados del análisis de suelos serán evaluados principalmente para elementos mayores (N, P, K) y pH, colocando una marca (✓) en la casilla correspondiente a la apreciación del investigador, la siguiente evaluación: alto (A), medio (M), bajo (B). Deberá también indicarse con una X, si existieron análisis de suelos anteriores.



5.3 Formato N° 3 "Distribución de Tratamientos" (F3).

Exp.	E T 2 9 1 1 7 9	DISTRIBUCION DE TRATAMIENTO	Registro N°	0 1 3
------	-----------------	-----------------------------	-------------	-------

Este formato contribuye a la planificación del experimento, a través de: a) descripción de los niveles de los factores en estudio, b) Combinación de los niveles de los factores para formar los tratamientos, c) Identificación del N° de las parcelas correspondientes a cada tratamiento, debidamente distribuidas al azar.

En el recuadro de la izquierda se efectúa la descripción de los niveles de los factores:

DESCRIPCION DE LOS NIVELES DE FACTORES		
Fact.	Nivel	DESCRIPCION
A	1	Dipterex SOLC 1.0 lts/ha
	2	" " 1.5 lts/ha
	3	" " 2.0 lts/ha
B	1	Maíz híbrido H3/somp orzalla
	2	Maíz variedad Escorón/somp orzalla
C	1	Nitrogeno 50 kilos/ha
	2	" 150 kilos/ha
	3	" 200 kilos/ha

Los factores en estudio pueden tener uno o varios niveles, la ausencia del nivel indica ausencia del factor en el tratamiento.

La presencia de un solo nivel representará el factor. Dos o más niveles representarán las variaciones del factor. Por ejemplo:

- 1. FACTOR A: Insecticida Dipterex 50 Lc (A)
- Niveles : Dosis de insecticida Dipterex 50 Lc
- 1.1. Nivel 1: 1.0 litro de Dipterex, 50 Lc por Ha (AI)

- 1.2. Nivel 2: 1.5 litros de Dispetex 50 Lc por Ha (A2)
- 1.3. Nivel 3: 2.0 litros de Dipterex 50 Lc por Ha (A3)
- 2. FACTOR B: Maíz para grano en relevo con sorgo criollo (B)  
Niveles : Variedades de maíz
  - 2.2. Nivel 2: Maíz var. Taverón/sorgo criollo (B2)
- 3. FACTOR C: Fertilizante nitrogenado (C)  
Niveles : Cantidad de nitrógeno por Ha
  - 3.1. Nivel 1: 50 Ks de N por Ha (C1)
  - 3.2. Nivel 2: 150 Ks de N por Ha (C2)
  - 3.3. Nivel 3: 200 Ks de N por Ha (C3)

En el recuadro de la derecha se pone el número del tratamiento y el nivel correspondiente a cada factor. Si el número de tratamiento correspondiente a las combinaciones de los niveles de los factores, fuera mayor de dieciocho, se continuará el formato, haciendo la anotación correspondiente.

Nº de Trat.	Nivel c/Fact.				Número de Parcela				
	A	B	C	D	I	II	III	IV	V
1	1	1	1		105	205	307	403	
2	1	1	2		106	201	304	409	
3	1	1	3		111	213	310	401	
4	1	2	1		109	210	312	417	
5	1	2	2		114	202	306	407	
6	1	2	3		102	214	308	418	
7	2	1	1		117	218	313	402	
8	2	1	2		101	206	305	408	
9	2	1	3		108	218	311	414	
10	2	2	1		104	211	315	404	
11	2	2	2		113	204	314	412	
12	2	2	3		116	215	302	410	
13	3	1	1		107	207	317	416	
14	3	1	2		118	209	303	411	
15	3	1	3		115	203	319	406	
16	3	2	1		112	217	301	413	
17	3	2	2		110	216	316	415	
18	3	2	3		103	208	309	405	

Para cada tratamiento (combinación de niveles de factores), se designarán los números de parcelas, asignado a la primera repetición los números 101 al 199, a la segunda del 201 al 299, y así sucesivamente. De tal manera, que los dígitos de las centenas sirvan para identificar el número de repetición y los dígitos de decenas y unidades para identificar el tratamiento.



5.4 Formato N° 4 "Información de campo y croquis" (F4)

Exp. N°	E T 2 3 1 1 7 9	INFORMACION DE CAMPO Y CROQUIS	Registro N°	0 4 4
---------	-----------------	--------------------------------	-------------	-------

El formato facilita la disponibilidad de detalles de campo del experimento, su objetivo es disponer de información para la fase de planeamiento y ejecución de campo.

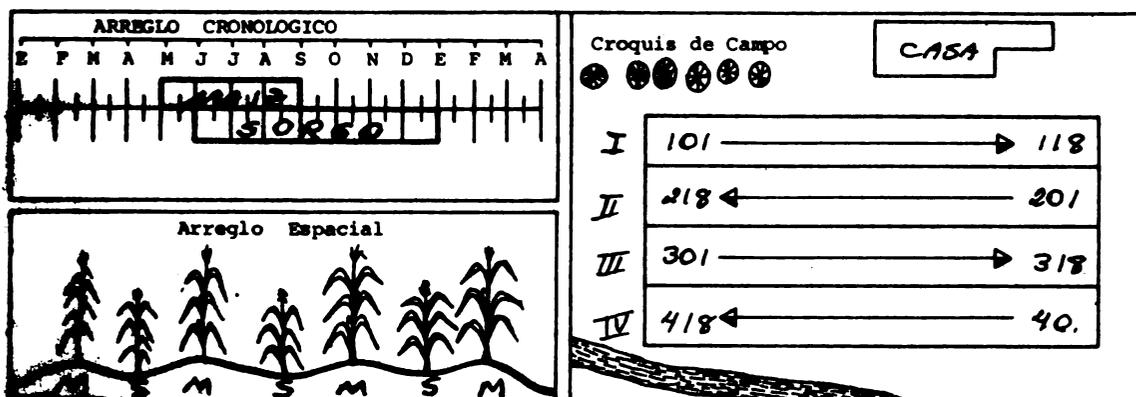
En la parte superior se identifica la unidad experimental; normalmente es la parcela, pero en algunos casos puede variar, por ejemplo: número de árboles frutales o forestales, etc. Será de mucha utilidad indicar el tamaño de la unidad experimental, así como el tamaño útil.

UNIDAD EXPERIMENTAL: Parcela (6 x 45 m) (área útil 5 x 2.9 = 13.5 m²)						
Cultivo	Hileras		Distancia entre plantas	N° Plantas Postura	Forma Siembra	OBSERVACIONES
	N°	Largo				
1. Maíz	5	6 m	0.9 m	0.9 m	2	arreglos
2. Sorgo	5	6 m	0.9 m	0.3 m	5	arreglos
3.						" " " : 1 a 2 cm
4.						

La información que sigue, está referida a la unidad experimental. Deberá colocarse él o los cultivos que se encuentren en la unidad experimental, para cada uno: el número de hileras, largo, distancia entre ellas, distancia entre plantas, número de plantas por postura. Además, se dará información relacionada a la forma de siembra.

En observaciones podrá indicarse el número de plantas por metro lineal si la siembra no es por posturas, u otra información que permita el entendimiento de la unidad experimental.

En los tres recuadros inferiores: arreglo cronológico, arreglo espacial y croquis de campo, se presentan de manera diagramática, detalles referidos a los ciclos vegetativos (arreglos cronológicos), forma como se encuentran distribuidas las plantas (arreglos espaciales); el croquis del experimento en el campo, con algunos puntos de referencia para facilitar su ubicación y ayudar a encontrar los tratamientos en el diseño.





5.5 Formato N° 5 "Cronograma de actividades" (F5)

Exp. N°	E	7	2	3	1	1	7	9	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	Registro N°			0	4	5
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---------------------------	-------------	--	--	---	---	---

Es de gran utilidad tener un cronograma de todas las actividades del experimento, con barras que permitan identificar márgenes razonables de tiempo para cada actividad.

De preferencia estas deberán estar en orden cronológico. Su objetivo es facilitar la programación y ejecución del experimento.

La tarjeta tiene una columna para describir la actividad, esta descripción será lo más sintética posible. Presenta columnas para los doce meses del año de enero (E) a diciembre (D), y se añaden dos columnas al final para los meses de enero y febrero del nuevo año. Para cada actividad en las columnas se indicarán por medio de barras, los rangos de tiempo permisibles para su ejecución.

Si el espacio dejado para cada actividad no alcanzara, deberá seguirse en el reverso de la tarjeta o en la parte inferior del formato. Si aún utilizando éstos no alcanzara, se usará otro formato (F5), indicando que sigue la información y poniendo el número del registro donde continúa.



5.6 Formato N° 6 "Actividades cronológicas" (F6)

Exp. N°	57231179	ACTIVIDADES CRONOLÓGICAS	Registro N°	046
---------	----------	--------------------------	-------------	-----

El formato permite llevar un registro detallado de las actividades del experimento, en el orden cronológico en que se van realizando. Además, sirve como un documento de control o autocontrol de la ejecución de las actividades programadas en el cronograma de actividades (F5).

Presenta dos columnas, para registrar el mes y día en que se realizó la actividad de manejo del experimento. El registro de la actividad deberá ser lo más sintético posible. En él se especificará el insumo utilizando o el producto extraído, así como la cantidad. Será mejor referirse al sistema métrico decimal (kilos, hectáreas, litros) y a una misma unidad de superficie.

Al registrar la actividad del experimento referida a los tratamientos o evaluaciones de respuesta, en que las cantidades de insumo o producto varían entre parcelas, deberá anotarse la palabra "variable" para indicar que la cantidad de insumo utilizado o producto extraído, difiere entre tratamientos. Esta información se encuentra en la descripción de los niveles de los factores en estudio (F3), o en los formatos de medida de variables de respuesta (F7A - F7B).

Si el espacio dejado para anotar las actividades de manejo no alcanza, deberá seguirse en el mismo formato (parte inferior), o utilizarse otro formato del mismo tipo (F6), haciendo las anotaciones respectivas.



5.7 Formato N° 7 "Medida de variables de respuesta" (F7A - F7B)

Exp. N°	E	7	2	3	1	1	7	9	MEDIDA DE VARIABLE DE RESPUESTA	Registro N°			0	4	8
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---------------------------------	-------------	--	--	---	---	---

Permite registrar las mediciones o evaluaciones realizadas sobre las variables de respuesta que se estudian (F2).

Se sugieren dos tipos de formatos. El primero F7A, se adapta mejor para su registro y procesamiento en computadoras. El segundo F7B, para procesamiento manual.

5.7.1 Formato F-7A.

Cada formato permite registrar varias medidas de las variables de respuesta. En la parte superior, se dispone de 6 recuadros, numerados de 1 a 6, para anotar las fechas en que se efectuó la evaluación de la variable de respuesta, identificada con cada uno de estos números. En la primera columna se anotará el número de la parcela o el número de tratamiento y repetición.

En las cuatro siguientes, la combinación de los niveles de factores estudiados (tratamientos). Las seis columnas restantes, numeradas de 1 a 6, facilitarán el uso de cada columna, para la variable identificada con su respectivo número. Sin embargo, en la cabecera de cada columna, se hará referencia sintetizada de la variable a que se refiere, e indicará además entre paréntesis, las unidades de medida con que se evaluó o midió la respuesta. Se utilizará una columna por cada variable.

El formato tiene capacidad para 6 variables. En caso de existir más variables de respuesta, se utilizarán otros formatos del mismo tipo (F7A), haciendo las modificaciones en las numeraciones correspondientes.

Si el número de espacios por columna no alcanza para anotar las observaciones realizadas, se deberá seguir en el reverso de la tarjeta o parte inferior del formato, o se debe usar otro formato del mismo tipo (F7A), haciendo referencia al número de registro que le corresponde.

En el reverso de la tarjeta 6, parte inferior del formato se ha dejado un pequeño espacio para ampliar la información referida a: fechas, variables o unidades.

Exp. Nº **E T R 3 1 1 7 9** MEDIDA DE VARIABLE DE RESPUESTA Registro Nº **048**

Fechas 1 **JUN 23** 2 **NOV 10** 3  4  5  6

Nº Repeta	Clave				VARIABLES (Unidades)					
	A	B	C	D	1. D. Insectos (% daño)	2. Rend. maíz (Kilos/ha)	3. ( )	4. ( )	5. ( )	6. ( )
101	2	1	2		40	2300				
102	1	2	3		42	2350				
103	3	2	3		50	2400				
104	2	2	1		35	1530				
105	1	1	1		37	1590				
106	1	1	2		40	2000				
107	3	1	1		28	2100				
108	2	1	3		29	2300				
109	1	2	1		35	2490				
110	3	2	2		25	1440				
111	1	1	3		28	1530				
112	3	2	1		30	1921				
113	2	2	2		19	2600				
114	1	2	2		19	2700				
115	3	1	3		20	2800				
116	2	2	3		15	1900				
117	2	2	3		16	2100				
118	3	1	2		20	2200				

Sigue si  no  F-7.A

F-7.A

Fecha  Variable  Unidades

- El 23 de junio la evaluación de insectos fue en ambiente lluvioso  
 - El rendimiento de maíz se ajustó a 12% de humedad del grano

201	1	1	2		45	2200				
202	1	2	2		46	2400				
203	3	1	3		48	2450				
204	2	2	2		34	1490				
205	1	1	1		39	1600				
206	2	1	2		44	2100				
207	3	1	1		27	2150				
208	3	2	3		31	2400				
209	3	1	2		34	2680				
210	1	2	1		24	1390				
211	2	2	1		25	1490				
212	2	1	1		31	1900				
213	1	1	3		19	2400				
214	1	2	3		20	2450				
215	2	2	3		21	2600				
216	3	2	2		13	1990				
217	3	2	1		15	2015				
218	2	1	3		19	2100				
301	3	2	1		41	2100				
302	2	2	3		47	2150				
303	3	1	2		54	2300				

Sigue si  Reg. Nº **048** No

Exp. Nº **E 7 2 3 1 1 7 9** MEDIDA DE VARIABLE DE RESPUESTA Registro Nº **0 4 8**

Fechas		1	2	3	4	5	6			
Clave		VARIABLES (Unidades)								
Nº Parcela	Nivel Factores				1. D. Insectos	2. Rend. maíz	3.	4.	5.	6.
	A	B	C	D	(% Daño)	(Kilos/ha)	( )	( )	( )	( )
304	1	1	2		33	1510				
305	2	1	2		38	1530				
306	1	2	2		41	2220				
307	1	1	1		29	2100				
308	1	2	3		30	2380				
309	3	2	3		32	2450				
310	1	1	3		26	1300				
311	2	1	3		29	1360				
312	1	2	1		34	1990				
313	2	1	1		21	2320				
314	2	2	2		21	2430				
315	2	2	1		21	2500				
316	3	2	2		18	1800				
317	3	1	1		14	2000				
318	3	1	3		16	2300				
401	1	1	3		39	2000				
402	2	1	1		40	2100				
403	1	1	1		45	2200				

Sigue si  no  F-7.A

F-7.A

Fecha  Variable  Unidades

404	2	2	1		37	1480				
405	3	2	3		36	1540				
406	3	1	3		37	1840				
407	1	2	2		30	2000				
408	2	1	2		31	2200				
409	1	1	2		32	2320				
410	2	2	3		22	1400				
411	3	1	2		30	1740				
412	2	2	2		36	2000				
413	3	2	1		20	2300				
414	2	1	3		21	2380				
415	3	2	2		22	2450				
416	3	1	1		14	1700				
417	1	2	1		15	1990				
418	1	2	3		20	2350				

Sigue si  No  Req. Nº

### 5.7.2 Formato F-7.B

Se debe utilizar un formato para registrar la medida de cada variable de respuesta.

En el recuadro superior se indicará el número y característica de la variable a medir (F2), la fecha de evaluación, y la unidad de medida utilizada.

Se consideran 3 grupos de columnas: clave, repeticiones y observaciones.

En el primer grupo, se deja la primera columna libre para codificación, puede colocarse el número de la variable que se está evaluando, el número de tratamiento o cualquier otra; en todo caso deberá efectuarse la anotación en la parte superior de la columna. En este mismo grupo se indicarán los niveles de los factores en estudio (F3).

En el segundo grupo de columnas (repeticiones). Existen 6 columnas para registrar hasta 6 repeticiones de los tratamientos.

Finalmente, la última columna sirve para anotar algunas observaciones que se consideren útiles.





## 5.8 Formato N° 8 "Representación Agroclimática" (F8)

Exp. N°	E	7	2	3	/	/	7	9	REPRESENTACION AGROCLIMATICA	Registr. N°			0	5	/
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	------------------------------	-------------	--	--	---	---	---

El formato permite una representación gráfica de las características agroclimáticas más sobresalientes. Esto facilitará la adecuada comprensión e interpretación del experimento.

Presentan dos secciones, una debajo de otra; para ambas, en la parte superior se ubican los meses del año.

En la sección superior existen dos escalas. La escala de la izquierda, para la representación de la lluvia acumulada cada 15 días, mediante una línea continua. La escala de la derecha, para presentar el crecimiento relativo del cultivo, mediante líneas discontinuas; si fueran varios cultivos o variedades, indicar a qué variedad o cultivo pertenece cada curva de crecimiento.

En la sección inferior, se esquematiza la disposición cronológica del o los cultivos, procurando incluir sus fases fenológicas. Ambas secciones permitirán una representación gráfica de fácil utilización.



5.9 Formato N° 9 "Análisis de Resultados" (F 9)

Exp. N°	E	T	2	3	1	1	7	9	ANALISIS DE RESULTADOS	Registro N°			0	5	2
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	------------------------	-------------	--	--	---	---	---

El formato permite conocer el manejo que se efectuó o se efectuará, a los datos registrados durante el experimento, en la evaluación o medición de las variables de respuesta.

Los aspectos más importantes del manejo de datos, se presentan agrupados en 4 secciones. (Estadística, Análisis, Representación gráfica, Otras indicaciones). En la parte inferior se dejan nueve espacios para anotar las variables de respuesta evaluadas o medidas, manteniendo el número de identificación con que se ha venido diferenciando cada variable (F2, F7A y F7B).

Para cada tipo de manejo de datos ( $\bar{x}$ , ANDEVA, Histograma, corregir), se dispone de ocho casillas. En estas casillas deberá ponerse el o los números que identifican las variables, que requieren un manejo de la información dentro de cada tipo.

Por ejemplo: Las variables 1, 4 requieren  $\bar{x}$ , desviación standard, corregir y ANDEVA.

En caso que se requiera análisis de asociación, representaciones gráficas, u otra en que intervienen dos variables de respuesta consideradas en las evaluaciones o mediciones, deberá indicarse colocando el número de las variables de respuesta en dos casillas seguidas, unidas con un guión.

Por ejemplo: Las variables 1 (daño de insectos) y 2 (rendimiento de maíz en grano), requieren una correlación, se anotará 1-2.



5.10 Formato N° 10 - "Resultados y conclusión" (F 10)

Exp. N°	E	7	2	3	1	1	7	9	RESULTADOS Y CONCLUSIONES	Registro N°			0	5	3
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---------------------------	-------------	--	--	---	---	---

Permite disponer de un resumen de los resultados que facilite su interpretación. Deberán anotarse los resultados más sobresalientes y evidentes, que ayuden a tomar decisión sobre las hipótesis planteadas, de tal manera, que conduzcan a conclusiones claras y probadas, referidas a los objetivos del experimento.

Si faltara espacio para la síntesis de resultados o para conclusiones, deberá seguirse, haciendo las anotaciones correspondientes.

Exp. N° **E 7 2 3 1 1 7 9**

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Registro N° **0 5 3**

SINTESIS DE RESULTADOS:

- Análisis de variación (grano)

- no existe interacción entre insecticidas con variedades y con fertilización en el rendimiento de grano de maíz
- Hay interacción entre variedades y fertilización para rendimiento en grano de maíz.
- Las pruebas de fluorescencia muestran:
  - a) Insecticida: Difterex 50 LC: A3 } en orden creciente de
  - A2 } porcentaje de daño
  - A1 }

CONCLUSIONES:

- 1- El efecto del control de insectos del maíz asociado con sorgo, con difterex 50 LC, no influye en el rendimiento de grano de maíz.
- 2- El rendimiento en grano del maíz híbrido 113, responde a dosis altas de fertilización nitrogenada.
- 3- El nivel óptimo de fertilizante nitrogenado para la producción de maíz en grano es de 183 kilos por hectárea.
- 4- Dosis altas de difterex 50 LC disminuyen el porcentaje de daño ocasionado al maíz, sin que ello influya en el rendimiento de grano.

Sigue Si  No

F-10

Síntesis de resultados  Conclusiones

F-10

5. RESULTADOS: 1) Interacción variedad x fertilizante: B1 C<sub>3</sub>  
 en orden decreciente para la pro- B1 C<sub>2</sub>  
 ducción de grano. B1 C<sub>1</sub> }  
 B2 C<sub>3</sub> }  
 B2 C<sub>2</sub> }  
 B2 C<sub>1</sub> }

- no hay correlación entre ataque de insectos y producción de grano
- los niveles de fertilización nitrogenada y rendimiento en grano no ajustan a una función cuadrática con  $R^2 = 0.89$

5.11 Formato N° 11 "Compendio y publicación" (F 11)

Exp. N°	EJ231179	COMPENDIO Y PUBLICACION	Registro N°	054
---------	----------	-------------------------	-------------	-----

El formato debe contener información resumida, que permita una visión global de la investigación, resaltando los aspectos más importantes.

Presenta 3 partes, una debajo de la otra. En la superior deben indicarse los nombres del autor o autores del trabajo, el título del mismo y el compendio.

Luego se anotarán palabras claves, con fines de documentación y archivo. Finalmente se indicará si fue o no publicado el trabajo, en caso de haber sido se dará a conocer dónde.

La posibilidad de publicación o rápido intercambio de compendios facilitará la difusión de experiencias y la interpretación integrada de grupos de investigaciones.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ARNON, I. Organización y Administración de la investigación Agrícola, IICA - San José, Costa Rica, 1978 - 433 p.
2. AZZI, G. Ecología Agraria SALVAT, Barcelona, España 1959, 499 p.
3. CALZADA, B. J. Métodos estadísticos para la investigación jurídica, Lima - Perú, 1970, 643 p.
4. ENGELS, J. Uso de un sistema manual para documentación en un banco de germoplasma, CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1979. 26 p.
5. GUERRA, G. Manual de administración de empresas agropecuarias, IICA, San José, Costa Rica, 1978. 352 p.
6. HART, R. Agroecosistemas, conceptos básicos, CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1979. 211 p.
7. \_\_\_\_\_ . El ordenamiento y las relaciones información agropecuaria en sistemas jerárquicos, CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1977. 29 p.
8. STEEL, R. G. D. y TORRIE, J. H. Principles and Procedures of Statistics Mc. Graw-Hill, New York, 1960. 481 p.

TAMBIEN CONSULTADOS

- ACROFF, R. L. et al Method research decisions, John Willy, New York, 461 p.
- ANDREW, C. O. y HILDEBRAND, P. E. Planificación y ejecución de la investigación aplicada. Ministerio de Agricultura y Ganadería - El Salvador, San Salvador, El Salvador. 1972. 81 p.
- LAIRD, R. J. Investigación agronómica para el desarrollo de la agricultura tradicional. Colegio de posgraduados. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México, 1977. 175 p.
- WHITNEY, F. L. Elementos de investigación, trad. José Savé Omega, Barcelona, España. 1963. 389 p.

## UNA REGION COMO UN SISTEMA

Una región geográfica es un conjunto de componentes físicos, bióticos, y socio-económicos con límites definidos a base de criterios ecológicos. Estos componentes interactúan para formar un sistema. No todos los componentes y procesos a nivel de una región están necesariamente asociados con la agricultura, pero para poder describir los fenómenos agrícolas que funcionan a este nivel es necesario enfocar una región en su totalidad como un sistema.

Como se hace con cualquier otro sistema, el primer paso es definir los elementos de una región identificando los componentes, límites, entradas, salidas e interacción entre los componentes. Se pueden identificar los procesos dentro de la región que contribuyan a su función como sistema después de caracterizar la estructura (arreglo de componentes). Los límites deben ser fijados alrededor de una área homogénea.

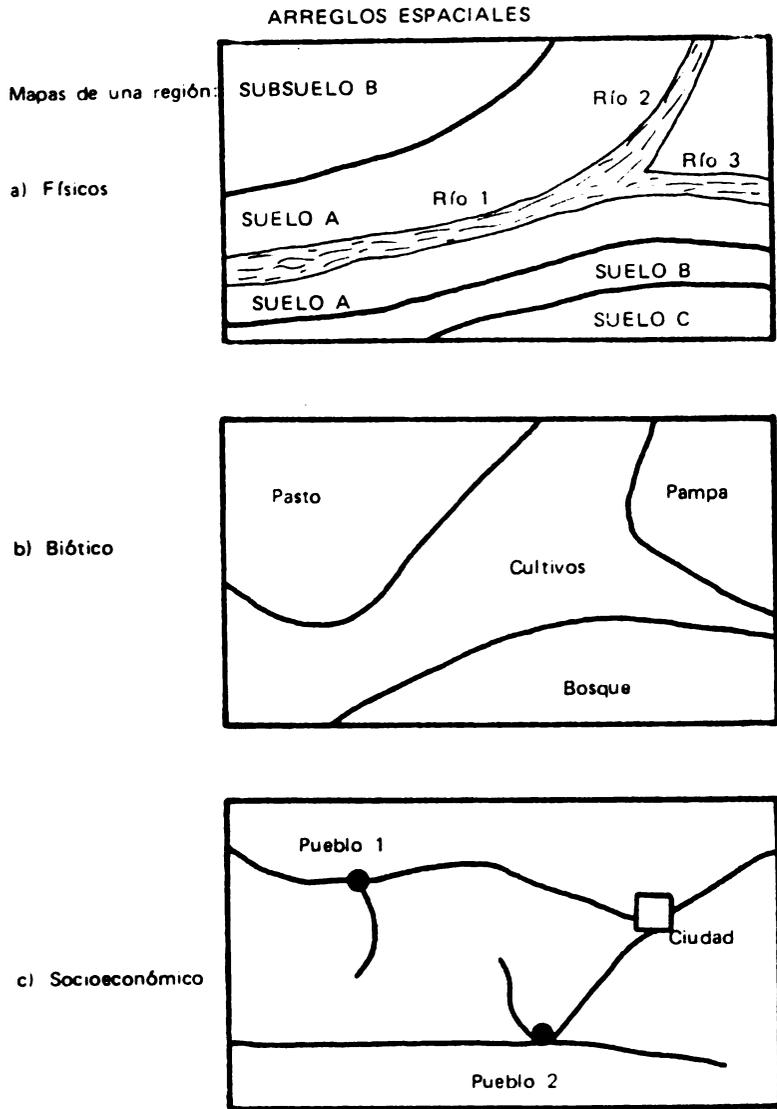
El análisis de una región como un sistema en la realidad casi siempre tiene objetivos específicos como un diagnóstico de la potencialidad de la región o la elaboración de un plan de desarrollo. Estos objetivos afectarán el enfoque tomado y el nivel de énfasis que se pone en diferentes tipos de procesos regionales al hacer el análisis. Si para hacer cualquier estudio de un sistema es necesario describir tres niveles jerárquicos (el sistema de interés y un nivel más alto y un nivel más bajo), un estudio de una región como un sistema pudiera nacer de (1) las necesidades de un estudio a nivel de país o macro-región (donde la región en estudio es un subsistema de este sistema), (2) las necesidades de un estudio de un grupo de fincas de la región (la región es el ambiente donde funciona esta unidad), y (3) un estudio a nivel de región propia, por ejemplo un programa de desarrollo regional. Los pasos principales en un análisis de una región como un sistema son siempre los mismos, aunque estos tres tipos de estudios necesitan diferentes niveles de precisión.

### Procesos físicos

Los componentes físicos dentro de una región interactúan y forman procesos con flujos de energía (radiación solar), agua (precipitación, ríos superficiales y subterráneos) y suelo que a veces entra y sale de una región con el movimiento de agua. En la mayoría de los casos esta entrada y salida del suelo es de poca magnitud, pero en regiones caracterizadas por ríos inestables que depositan o llevan cantidades de suelo aluvial, este proceso sí puede tener importancia. La Figura 3 es un resumen de los procesos físicos que ocurren dentro de una región.

### Procesos bióticos

Generalmente, en una región hay diferentes arreglos espaciales y cronológicos de componentes bióticos que forman conjuntos de plantas y animales que forman procesos bióticos. Estos conjuntos pueden ser divididos en:



**Figura 1:** Los arreglos espaciales de los componentes físicos, bióticos y socio-económicos de una región representados en tres mapas de la región.

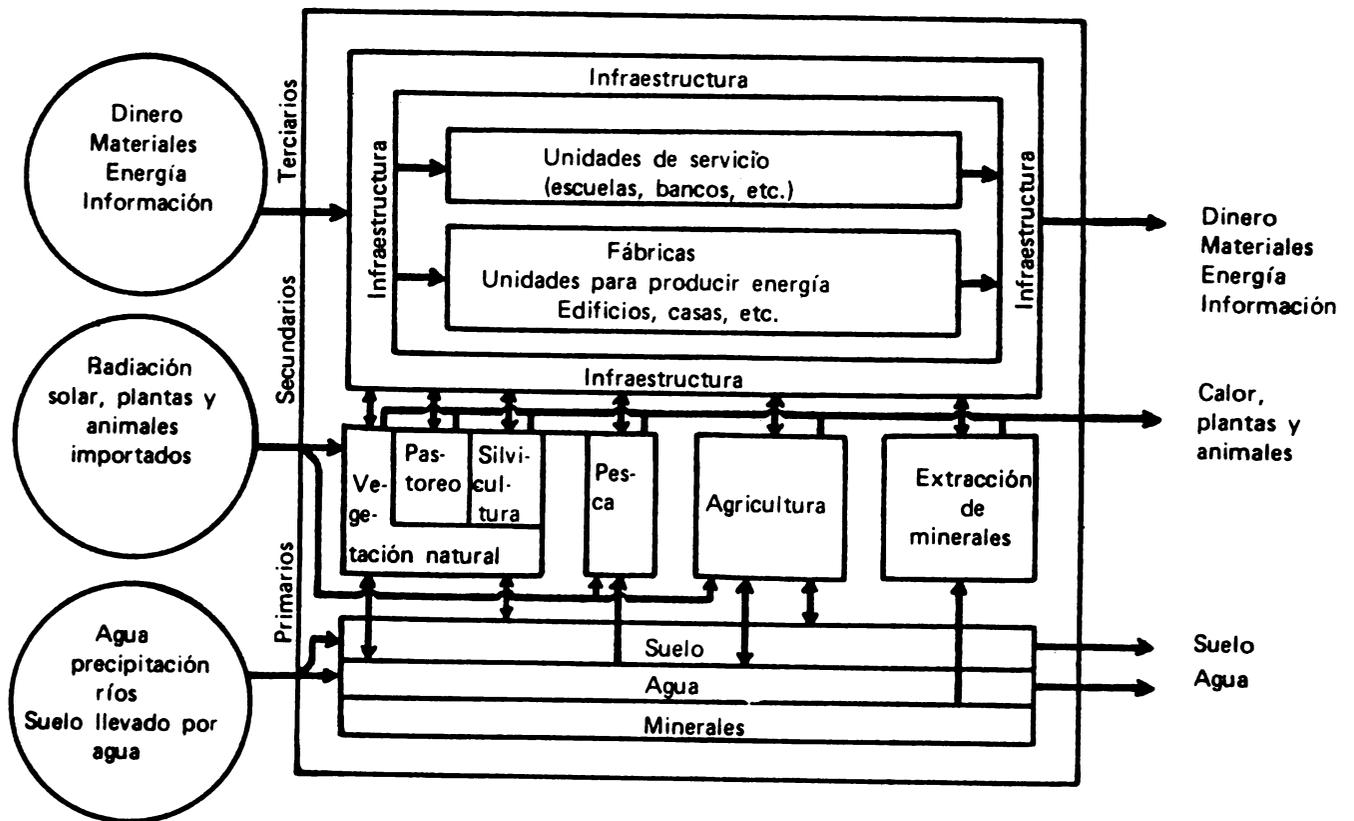


Figura 2. Una región como un sistema que incluye componentes físicos, bióticos, y socio-económicos que interactúan formando procesos primarios (silvicultura, agricultura, etc.), secundarios (industria, construcción, etc.) y terciarios (escuelas, bancos, etc.).

1. Ecosistemas naturales
2. Silvicultura (producción forestal)
3. Producción animal basada en vegetación natural (pastoreo extensivo y pesca)
4. Agricultura (producción de cultivos y animales)

Los procesos bióticos se pueden diferenciar de acuerdo con el grado de alteración que el hombre ejerce sobre los ecosistemas naturales (Figura 4). Un ecosistema natural tiene un efecto mínimo del hombre sobre él. La silvicultura altera la vegetación y en alguna medida a los animales. El pastoreo extensivo y la piscicultura en cambio, no alteran la vegetación natural, pero sí a los animales ya que se sustituyen poblaciones naturales por herbívoros de importancia económica o peces, según el caso. La agricultura incluye producción de cultivos, ya sea de tipo anual o perenne y producción animal con alimentación de pastos o de cultivos forrajeros. Este proceso biótico tiene el máximo efecto sobre el ecosistema natural. Con incrementos en la modificación del ecosistema natural hay un incremento en la cantidad de salidas para el hombre, pero para conseguir este incremento también hay un incremento en la cantidad de entradas a los diferentes procesos bióticos.

#### Procesos socio-económicos

Los procesos socio-económicos se dividen entre primarios, secundarios y terciarios. Los primarios incluyen unidades de producción que tienen materia prima como entradas. Los cinco procesos comúnmente reconocidos como primarios (según Thoman et al, 1968) son:

1. Extracción de minerales
2. Silvicultura
3. Pastoreo extensivo
4. Pesca
5. Agricultura

El primer proceso depende directamente de los componentes físicos de la región, los otros cuatro dependen de procesos bióticos. Estos procesos bióticos descritos arriba (Figura 4) dependen de procesos físicos y también están afectados por los procesos socio-económicos.

Los procesos económicos de una región incluyen flujos de dinero, materiales, energía e información. La Figura 5, que es un resumen de estos procesos, incluye el símbolo de un intercambiador económico (Figura 2,2) que indica un tipo de interacción entre flujos de dinero y flujos de otro tipo. Los materiales, la energía y la información van en una dirección y el dinero va en dirección contraria. La relación o transacción está controlada por un precio. También pueden estar relacionados dos flujos de dinero. Cuando alguien consigue crédito o financiamiento está en efecto comprando dinero ya que tiene que pagar un interés al crédito.

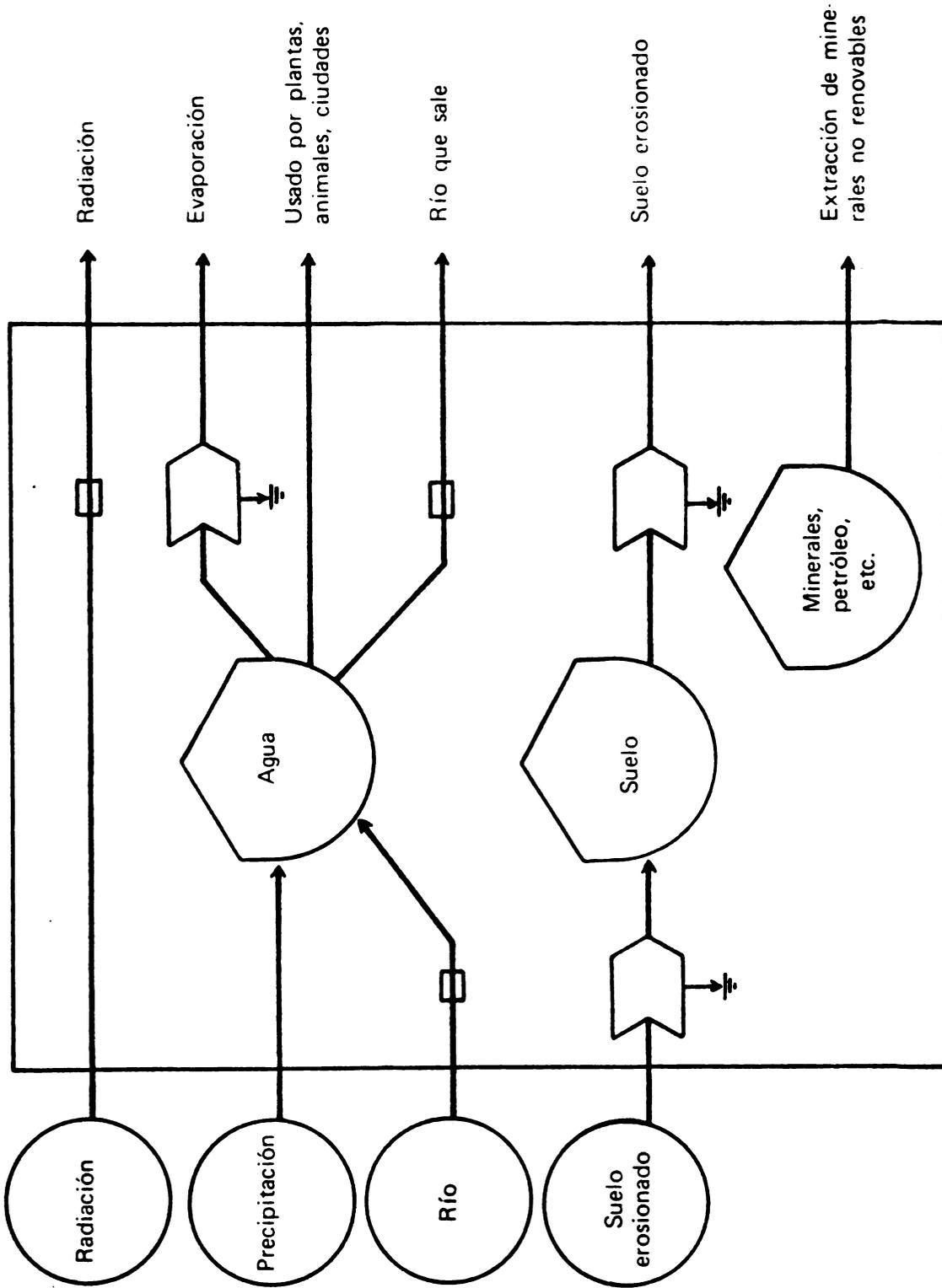


Figura 3. Los procesos físicos que pudieran ocurrir dentro de una región.

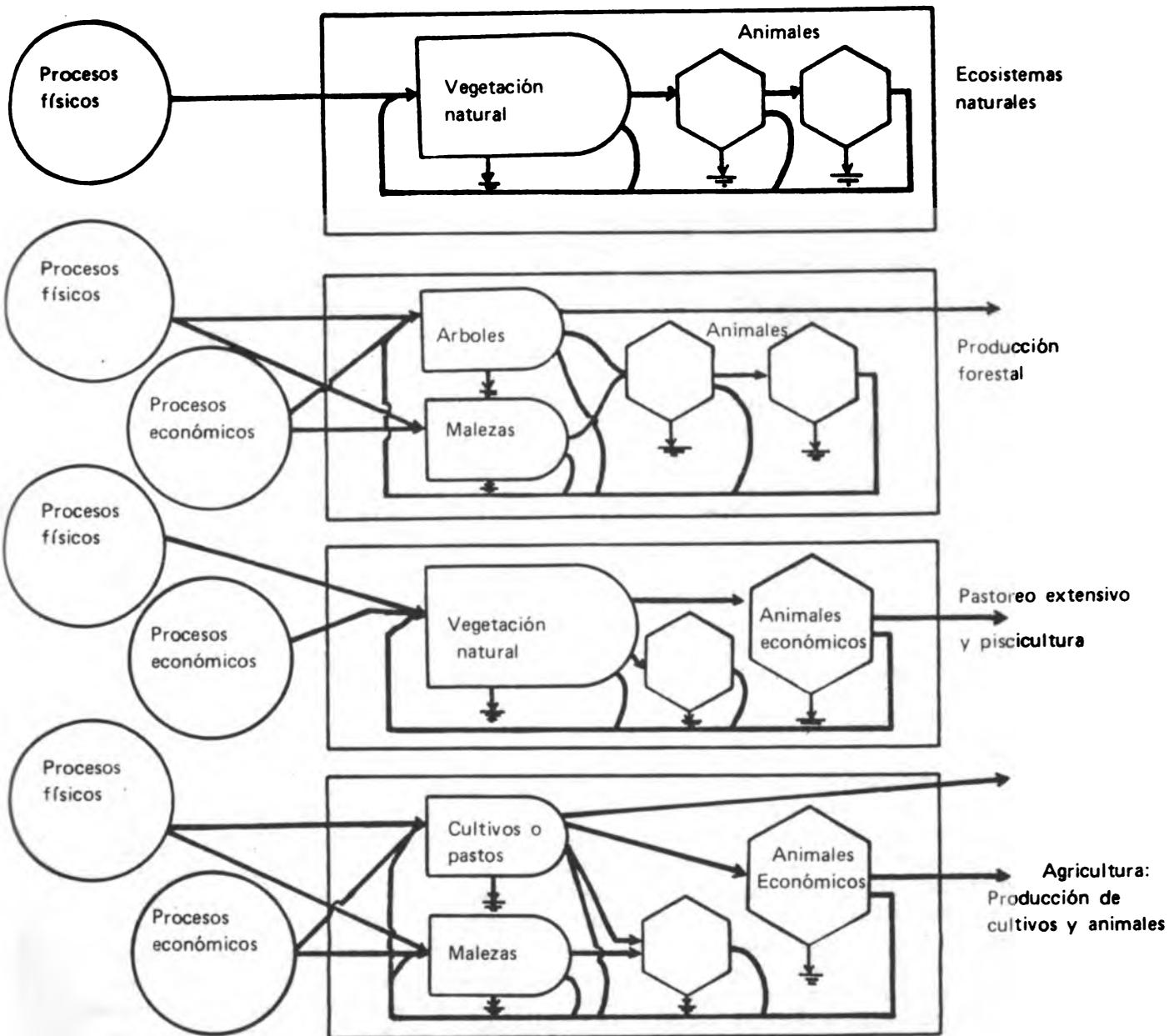


Figura 4. Los procesos bióticos que pudieran ocurrir dentro de una región.

La Figura 4.5 es un resumen de los procesos económicos dentro de una región donde hay interacción entre procesos primarios, secundarios y terciarios. Los que controlan los procesos primarios (por ejemplo, los agricultores) usan las entradas de los procesos físicos y materiales y energía producidos por los procesos secundarios (por ejemplo, insumos agrícolas) y generan productos comprados por los dueños de procesos secundarios. Al vender sus productos reciben dinero que en el futuro retornan a los que controlan los procesos secundarios, cuando compran materiales o energía. También dan dinero a los que controlan procesos terciarios cuando compran información o dinero (crédito).

Los procesos secundarios (industria, etc.) combinan productos generados por los productores primarios y agregan valor (valor agregado) a los productos como resultado. Por ejemplo, una escoba siempre vale más que la suma del valor de un pedazo de madera y una cantidad de sorgo de escoba; una chuleta siempre vale más por libra que un chancho vivo.

Los procesos terciarios de una región incluyen servicios como educación, salud, bancos, etc. Los que controlan estos servicios pagan para conseguir su alimentación, energía, etc. y reciben dinero cuando venden información o dinero.

La base de los conflictos entre filosofías económicas están muy relacionado con el control de estos procesos económicos. En general, los que trabajan en procesos primarios como agricultura no reciben sueldos tan altos como los trabajadores en procesos secundarios o terciarios. En el sistema económico capitalista, los que controlan el dinero controlan también los procesos económicos, porque dinero no es solamente un medio de cambio, sino que el dinero puede generar dinero (intereses) sin la necesidad de trabajar. Esto estimula la inversión y aumento en la producción de una región, pero esta ganancia solamente es posible cuando hay crecimiento en los procesos de producción o si los trabajadores reciben menos del valor que agregan al producto como resultado de su trabajo (Heilbroner, 1961). En regiones recientemente colonizadas con recursos abundantes, el capitalismo asegura un desarrollo rápido de la región.

El sistema económico socialista pretende quitar el control de los procesos económicos al capitalista y ponerlo bajo el control estatal. El socialismo trata de reducir la ganancia que el capitalista obtiene cuando no paga al trabajador el valor agregado como resultado de su trabajo. Además desea controlar los precios de los productos que resultan de los procesos primarios y así minimizar lo que se denomina "explotación" del trabajador o explotación del sector rural por el sector urbano a través de reglamentos estatales. En el sistema capitalista se supone que esta ganancia está controlada por la competencia entre empresas. El sistema socialista tiene mucha demanda popular cuando no hay suficientes recursos para el crecimiento y un porcentaje de los que trabajan en una región no reciben remuneración suficiente por su trabajo.

Los sistemas políticos y sociales afectan no sólo a los procesos económicos de una región sino a otros procesos también. Tanto escuelas como hospitales u otros servicios pueden estar presentes o no en una región por razones de otra índole. Por ejemplo, la religión tiene mucha importancia en la organización humana. Los sistemas políticos como las oligarquías, las democracias,

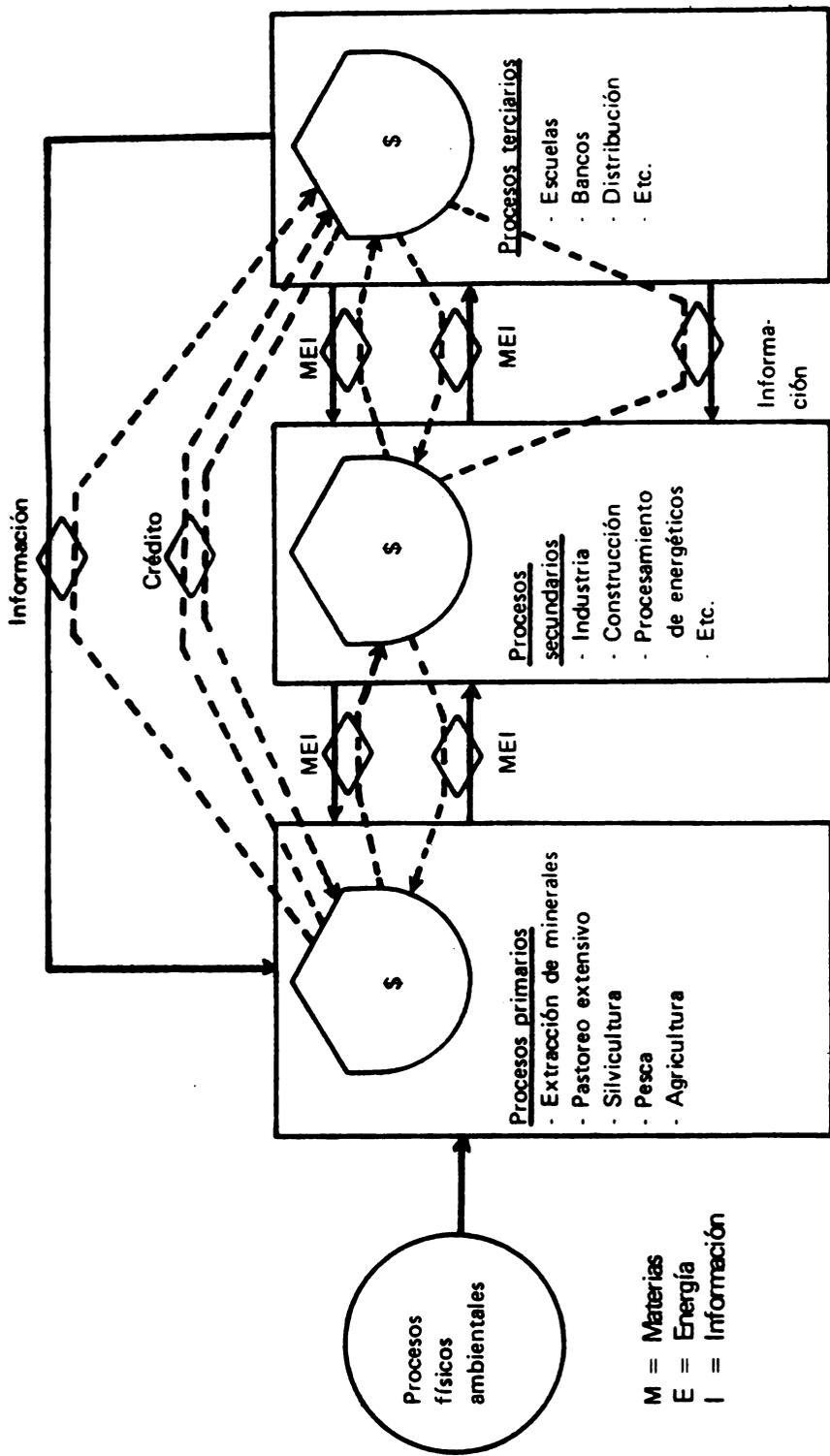


Figura 5. Los procesos socio-económicos que pudieran ocurrir dentro de una región.

las dictaduras, etc. (que a veces se confunden con sistemas económicos), también son muy importantes en un estudio de una región como un sistema.

### EL SECTOR AGROPECUARIO REGIONAL

De los componentes y procesos físicos, bióticos y socio-económicos dentro de una región, sólo algunos están directamente asociados con el sector agrícola, aunque todos tienen por lo menos interacción indirecta con la agricultura, o no estarían dentro del mismo sistema regional. El sector agropecuario de una región es un conjunto de sistemas agrícolas. Estos sistemas son:

1. Sistema primario (las fincas)
2. Sistema secundario (unidades de procesamiento de productos agrícolas)
3. Sistema terciario (unidades de servicios de créditos, extensión, transporte, mercadeo, investigación y educación)

#### El sistema primario

Las fincas de una región son los componentes del sistema primario del sector agropecuario. Son las unidades de producción básicas que generan los productos que entran en los procesos económicos regionales. Las fincas de una región están distribuidas espacialmente dando características de estructura al sistema primario. El arreglo espacial de los diferentes tipos de finca afecta el funcionamiento del sistema y por lo tanto, la distribución de diferentes tipos de fincas ha sido un tema muy estudiado en geografía agrícola.

Las teorías sobre la distribución de diferentes tipos de producción agrícola de von Thunen han contribuido mucho a la ciencia de la geografía agrícola (Thoman et al., 1968). Basado en sus experiencias en el norte de Alemania, von Thunen desarrolló un modelo que predice el arreglo espacial de los tipos de agricultura dentro de una región. Las teorías suponen que hay competencia entre los diferentes usos agrícolas para una misma parcela de tierra, y que el tipo de uso que dé mayor ingreso neto va a ganar la competencia. La fertilidad, la distancia al mercado y cualquier otro factor que afecte la rentabilidad determina el ingreso neto, y por lo tanto, la posibilidad de encontrar un tipo de uso en una parcela dada, depende de estos factores. Von Thunen puso especial énfasis en la distancia al mercado como factor determinante del arreglo de fincas.

Griffin (1973) evaluó las teorías de von Thunen usando al Uruguay como una región. En la Figura 6 se puede ver la distribución real de las fincas de tipo hortícola, productoras de leche, productoras de granos básicos y productoras de carne en Uruguay y comparar esta distribución con la distribución predicha por el modelo de von Thunen. Existe muy poca diferencia entre el modelo y la realidad.

El empezar un estudio de la distribución de fincas en una región, el primer paso obviamente, es clasificar los diferentes tipos de fincas. Los criterios usados para clasificar dependen de los propósitos del estudio regional. Ejemplos de criterios son: tamaño, tenencia y tipo de producción (granos básicos, ganadería, etc.). Los tipos de producción pueden estar definidos en términos de porcentaje de la superficie usada para un tipo de producción, o en porcentaje del ingreso neto de la finca que viene de un tipo de producción. A veces, es posible emplear la relación entre la cantidad de alimentos producida en la finca y la consumida por el operador, como criterio de clasificación de fincas.

Para estudiar la función del sistema primario del sector agropecuario es necesario describir los flujos de materiales, energía, información y dinero que entra y sale de los diferentes tipos de fincas. Generalmente, ésto se hace sacando una muestra de los diferentes tipos de finca dentro de la región y estudiando esta muestra con mayor detalle.

### Sistema secundario

El sistema secundario incluye las unidades de procesamiento de productos agrícolas. La Figura 7 es un diagrama de flujos de materiales de una región con producción de fruta, azúcar y cereales, hecho por Pons (1970) en un estudio de la ecología humana en Centroamérica. El diagrama incluye la colección de productos a nivel de aldea; la transformación (valor agregado) de las frutas, azúcar y cereales a jugos, jaleas, mieles y molienda de granos en los pueblos y villas; y la distribución en la ciudad de estos productos procesados.

En el desarrollo agrícola de una región se da mucha consideración a la localización del sistema, y al mismo tiempo, proveer empleo a un mayor número de personas dentro de la región. El objetivo de distribuir adecuadamente la ganancia recibida del valor agregado a los productos, a veces está en conflicto con los intereses económicos de las ciudades.

### Sistema terciario

El sistema terciario del sector agropecuario de una región incluye sistemas de crédito, extensión, transporte, mercadeo, investigación y educación agrícola. Estos sistemas afectan directamente los flujos que entran y salen de los sistemas primarios y secundarios del sector.

Los sistemas de crédito afectan la disponibilidad de dinero a las fincas y a las unidades de procesamiento, distribución y mercadeo; en fin a casi todos los sistemas agrícolas de la región. Los sistemas de extensión proveen información a los agricultores y al tener influencia sobre la producción primaria, también pueden afectar a todo el sector. Los sistemas de transporte no sólo llevan productos agrícolas al mercado, sino que también llevan insumos al agricultor. Por lo tanto, el transporte y el mercadeo están muy ligados y juntos afectan la distribución de productos agrícolas. La investigación provee información a los agricultores por medio del servicio de extensión. Las personas que trabajan en todos estos servicios dependen del servicio de educación agrícola para proveer técnicos entrenados.

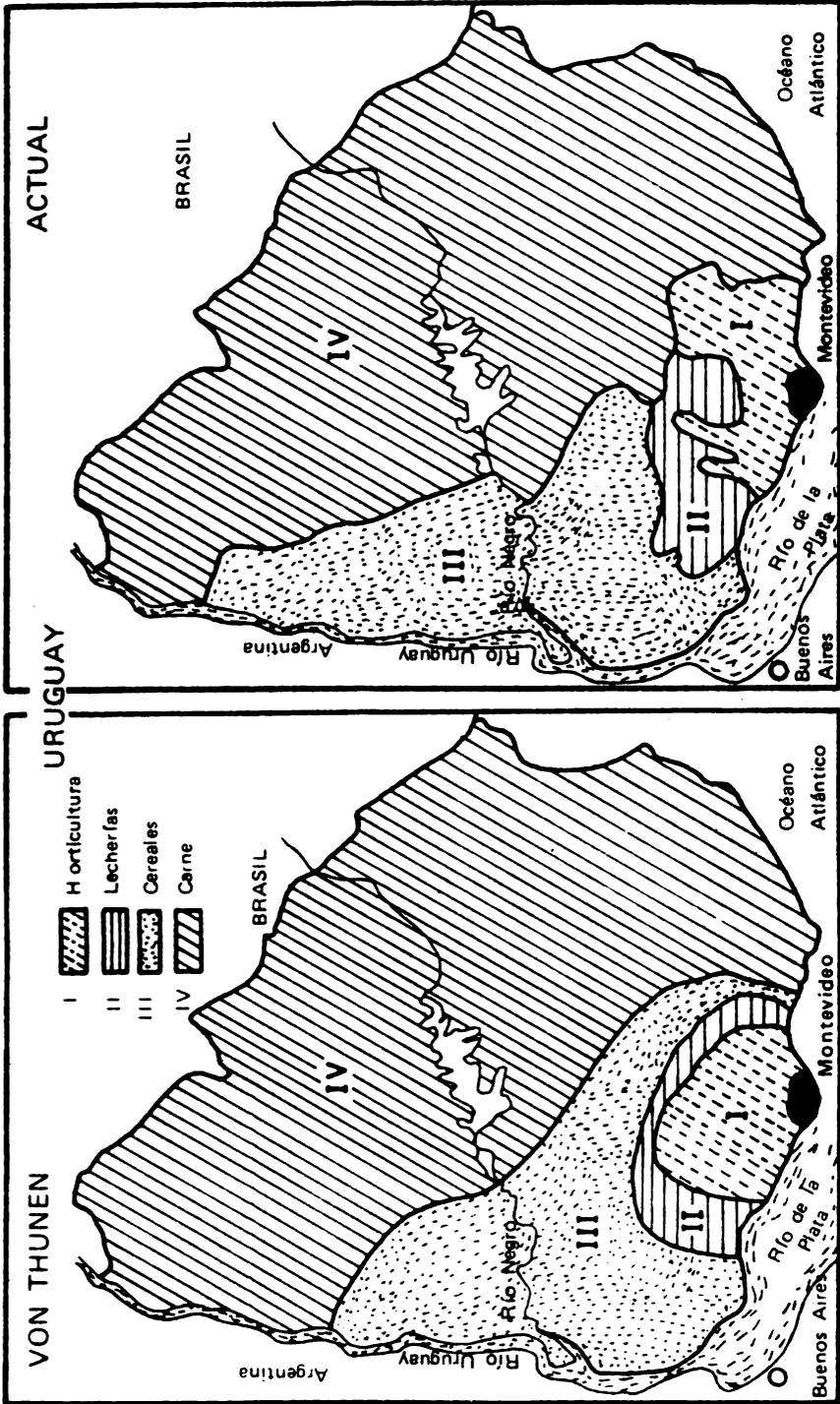


Figura 6. Una comparación del uso de la tierra en Uruguay predicho en el modelo de Von Thünen y el uso de tierra actual (Griffin, 1973).

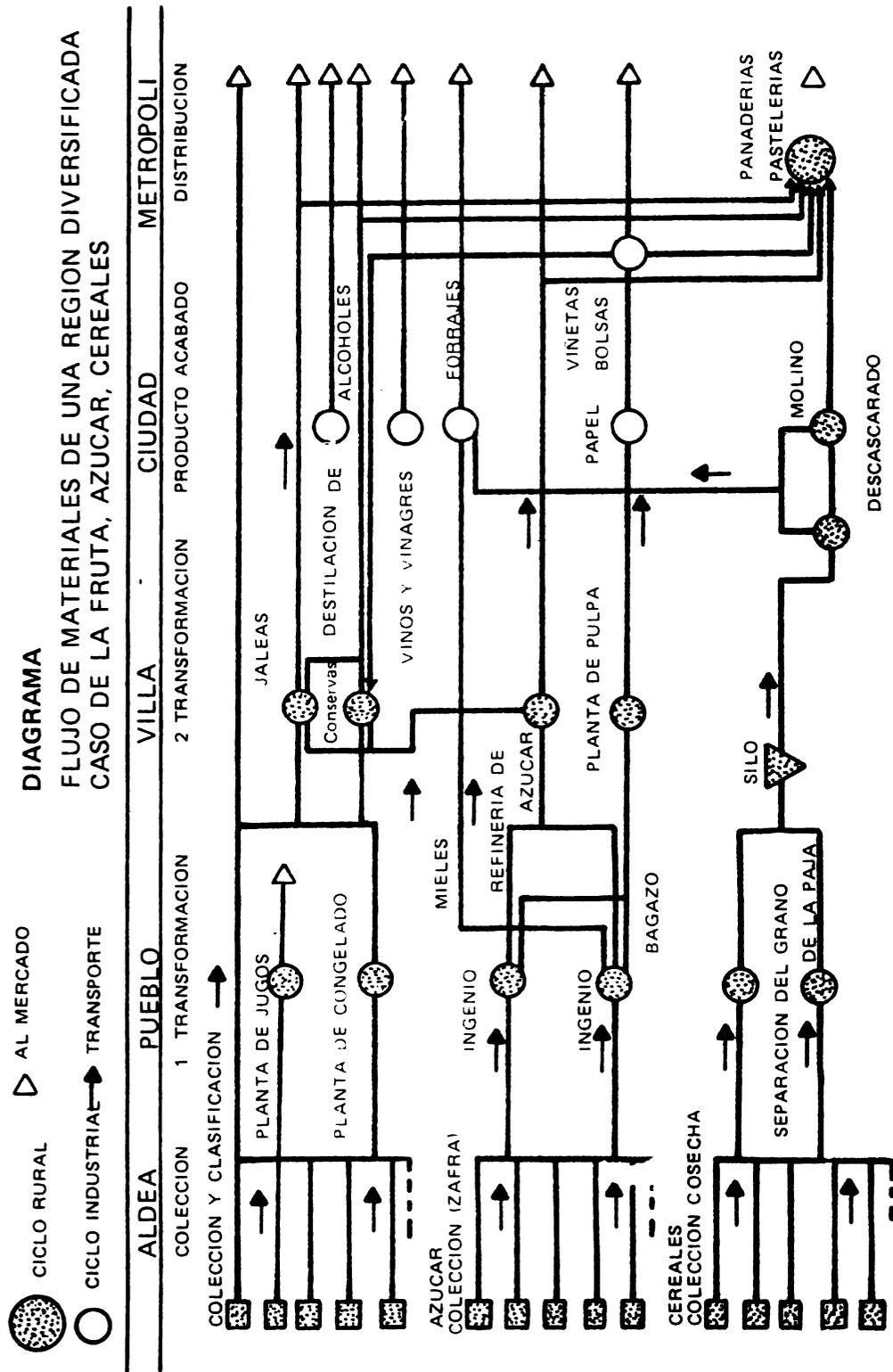


Figura 7. El flujo de frutas, azúcar, y cereales por los procesos socio-económicos secundarios de una región (Pons, 1970).