

DESARROLLO DE TECNOLOGIA PARA SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA:

ENFOQUE METODOLÓGICO Y APLICACION

Agrícola

27 JUL 1984

C I D I A  
Turrialba, Costa Rica

✓  
Germán Escobar\*  
Raúl A. Moreno

El sector agropecuario del área Centroamericana (Guatemala, Honduras, Costa Rica, Nicaragua y El Salvador) y Panamá se ha caracterizado por su alta contribución a las economías nacionales con una dinámica lenta de crecimiento y un fuerte desequilibrio en la distribución de bienes y beneficios (13). En Centroamérica, la producción de alimentos ha registrado un crecimiento de 2,6% anual, en tanto que la población (20,7 millones) mantiene un crecimiento de 3,1% al año (1,14).

La estructura agraria de Centro América concentra casi el 75% de la tierra en predios con tamaño promedio de 140 has cuyos propietarios representan el 6% de la población agrícola. A su vez, el subsector de los pequeños agricultores (76% de la población agrícola) posee solo el 7% de la tierra laborable, repartida en predios con una superficie media de 1,1 has (14).

Estas condiciones adicionadas a otras de carácter físico, técnico y socioeconómico hacen que el 5% más favorecido de la población reciba el 31% del ingreso (14).

A pesar de esta situación, los pequeños agricultores contribuyen con la mayoría de la producción destinada al consumo interno de los países (11). La participación relativa del sector agrícola en la formación del PIB centroamericano que es del 23,8% y genera la mayor proporción del valor de las exportaciones (2046 millones) originada en los rubros tradicionales de exportación

---

\* Economista Agrícola Ph.D. e Ingeniero Agrónomo Ph.D. respectivamente. Departamento de Producción Vegetal, CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Documento presentado para el Taller Internacional sobre Sistemas Agrícolas, F.A.O. Santiago de Chile. Julio 30-Agosto 3. 1984.

Los autores agradecen la colaboración de la Economista Agrícola I. Hernández en el procesamiento de la información.



(banano, café, carne y azúcar) (14), cuya producción se concentra en medianas y grandes explotaciones.

El nivel de tecnología que se usa en la producción de alimentos es uno de los factores que conjuntamente con otros, tales como crédito y comercialización, condiciona el volumen de producción, la productividad y consecuentemente las posibilidades de consumo de la población. Este factor tecnológico asociado con los pequeños productores de Centroamérica significa en general, niveles relativamente bajos de elaboración, comparados con otros subsectores de la producción (i.e.; técnicas de producción simplificados, poca especialización, bajo uso de algunos insumos, etc) (11). La oferta de tecnología ha sido tradicionalmente a cultivos que tienen una mayor influencia en la balanza de pagos de los países. El tipo de desarrollo de tecnología, cuando se ha dirigido a los pequeños agricultores, ha mantenido su organización por rubro o por disciplina y se ha realizado principalmente en estaciones experimentales no necesariamente representativas. Hasta el momento, los resultados obtenidos no han mostrado gran impacto entre los pequeños agricultores, quienes no han adoptado masivamente los cambios tecnológicos propuestos. En este sentido, se ha sugerido que los problemas del pequeño productor han sido subvalorados e indeterminados por la investigación agrícola tradicional que ha "fracasado en entender las condiciones agroeconómicas del agricultor" (12).

Como una respuesta a estos problemas, varios centros internacionales e instituciones nacionales han iniciado, desde principios de la década del 70, esfuerzos dirigidos a generar tecnología "apropiada" a las circunstancias del pequeño agricultor, de tal manera que se produzca una rápida adopción de las técnicas alternativas. Este enfoque se conoce generalmente bajo el nombre de "farming systems research" (FSR) y, comúnmente, incluye no solo el estudio de las condiciones del agricultor, sino el desarrollo de opciones tecnológicas a nivel de fincas y la transferencia de dichas alternativas al pequeño agricultor.

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), ha trabajado con este enfoque desde 1974 en su región de influencia: Centroamérica, Panamá y, recientemente, República Dominicana. El Departamento de Producción Vegetal (DPV) en cooperación con diferentes organizaciones internacionales y

entidades nacionales de investigación <sup>1/</sup> está desarrollando una metodología de trabajo que ha generado resultados promisorios, especialmente en incrementos en la productividad y ganancias netas en sistemas de cultivos alimenticios específicos.

El objetivo de este trabajo es presentar el estado de la metodología del DPV del CATIE en su desarrollo conceptual y su aplicación con pequeños agricultores en un caso concreto, como ejemplo del esfuerzo institucional del CATIE en su área de influencia.

Para efectos de presentación, este documento ofrece una visión resumida de la organización institucional con énfasis en algunas definiciones de trabajo para sistemas de cultivos. Posteriormente se presenta una discusión de la metodología para generar alternativas tecnológicas (FSR), incluyendo una breve descripción de los rasgos sobresalientes de cada fase de esta metodología. Los resultados empíricos de la aplicación de la metodología en una área de Costa Rica se relata a continuación de acuerdo a las fases de implementación. Finalmente, se hace mención de otros trabajos que se adelantan en el área de influencia del CATIE.

## ORGANIZACION INSTITUCIONAL

CATIE es una asociación civil sin ánimo de lucro, constituida como un centro regional dedicado a la investigación, enseñanza y cooperación técnica en la producción agrícola, animal y forestal, con el propósito de brindar alternativas a las necesidades del trópico americano, particularmente a los países de Centroamérica y del Caribe. Su actual configuración jurídica fue iniciada en 1973, pero sus orígenes datan de 1942 en Turrialba, con la creación del Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola (IICA) de la Organización de los Estados Americanos (OEA), el cual es hoy un miembro constitutivo del CATIE.

---

<sup>1/</sup> Algunas de las entidades que colaboran con este Departamento son: Centro Nacional de Tecnología Agraria (CENTA) de El Salvador; Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de Costa Rica; Ministerio de Investigación y Reforma Agraria (MIDINRA) de Nicaragua; Instituto de Investigación Agropecuaria (IDIAP) de Panamá; Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) de Guatemala; Secretaría de Recursos Naturales (SRN) de Honduras.

Para dar cumplimiento a sus objetivos, el Centro está organizado en tres departamentos técnicos: Producción Vegetal, Producción Animal y Recursos Naturales Renovables los cuales realizan actividades de investigación y enseñanza en cooperación con los pequeños agricultores y las instituciones nacionales.

Una alta proporción del presupuesto (aproximadamente U.S.\$12 millones) proviene de contribuciones de agencias internacionales de financiamiento en forma de proyectos de investigación y enseñanza de mediano y largo plazo. En el caso específico del DPV, estos proyectos están dirigidos a trabajos directos en sistemas de producción de cultivos o acciones que sirvan de soporte directo a los trabajos de FSR a través de investigación de apoyo, adiestramiento, cubrimiento logístico y manejo de información.

Para la producción de cultivos, la investigación en FSR se ha orientado según las características ecológicas más predominantes dentro del área de influencia del CATIE. Como se muestra en el cuadro 1, la zona de trópico húmedo-seco alberga una mayor proporción de la población del área y en ella se concentran más las unidades de producción. Sin embargo, todas las zonas son considerablemente importantes, no solo por estas características, sino por las implicaciones de dependencia que el ambiente impone a los sistemas de producción agrícola que allí se desarrollan.

Cuadro 1. Distribución de tierra, población y fincas en Centroamérica según zonas ecológicas.

Zonas ecológicas	Tierra	P o b l a c i ó n		F i n c a s	
	%	%	Por km <sup>2</sup>	%	Por km <sup>2</sup>
Trópico húmedo-seco ( THS )	37	50	47	53	6.6
Trópico semi-árido ( TSA )	23	28	44	77	3.5
Trópico húmedo-bajo ( THB )	40	22	19	20	1.9

Fuente: Avila H., L.A. Navarro and J. Lageman (1)

Las condiciones ambientales del THS permite una amplia gama de sistemas

de producción de cultivos que incluye maíz, frijol, arroz, hortalizas, café y caña de azúcar. En este ambiente se concentra una alta proporción de la población del área. Las zonas de TSA presentan una fuerte limitante en cuanto a disponibilidad de agua en el suelo. Debido a la distribución de lluvia, los sistemas de cultivo imperante son generalmente conformados por especies y cultivares tolerantes a sequía (maíces precoces, sorgo, Cajanus y praderas) y la producción es estacional. El ambiente del THB, en contraste, es abundante en agua y lluvias, favoreciendo los sistemas de producción basados en especies perennes (banano, cacao, palmáceas) y raíces tropicales. Es un área de alta producción de biomasa, con un ecosistema frágil; es el más recientemente incorporado a la producción (1).

El subsector de pequeños agricultores (unidades menores de 35 ha) en estas zonas ecológicas posee aproximadamente 25% de la tierra en fincas, utiliza menos del 20% de los gastos de producción agrícola y genera un ingreso per-cápita menor de U.S\$100/año. Este subsector provee 2/3 de la fuerza de trabajo y produce alrededor del 80% de los productos alimenticios, excluyendo arroz (1).

Si bien esta diversidad ecológica señala la organización de trabajo del DPV la división política del área de mandato implica una estrategia logística que compatibilice ambos requerimientos. Por esta razón, se ha mantenido una red externa a Turrialba, con técnicos en cada país que colaboran con las entidades nacionales en trabajos en fincas de agricultores en más de un ambiente ecológico y, al mismo tiempo, un equipo de apoyo en Turrialba que proporciona soporte científico y adiestramiento a los equipos nacionales. Estas acciones se complementan con una labor de coordinación de acción externa del Departamento.

## DEFINICIONES Y METODOLOGIA

La metodología desarrollada por el CATIE y las instituciones nacionales de la región se basa en las experiencias del trabajo con pequeños agricultores; su conformación y conceptualización es una síntesis del trabajo en fincas. Consecuentemente, es un conjunto de pasos muy flexible y dinámico en proceso de ajuste y mejoramiento. En respuesta a la variabilidad de ambientes ecoló-

gicos y condiciones socioeconómicas, esta metodología se ha formulado en términos amplios que permitan su adaptación a las distintas áreas y condiciones específicas de la región de influencia del CATIE.

Una representación estática de las diferentes fases que conforman la metodología para generar alternativas tecnológicas en áreas específicas aparece en la figura 1. Las fases de selección de áreas, caracterización y seguimiento dinámico se refieren especialmente al estudio y conocimiento de las condiciones y limitantes de las actividades productivas, en tanto que las fases de diseño de alternativas, investigación en fincas y validación enfatizan el desarrollo de alternativas tecnológicas compatibles con las circunstancias del pequeño agricultor. Las actividades de investigación de apoyo y extrapolación refuerzan el desarrollo de las alternativas tecnológicas.

La aplicación de esta metodología se enfoca hacia el sistema finca (unidad productiva), aunque la concentración del desarrollo de tecnología es el subsistema de producción. Esta metodología se ha dirigido principalmente a sistemas de producción de cultivos alimenticios, pero su aplicabilidad no se limita a estos sistemas de producción; igualmente, las experiencias acumuladas son con pequeños agricultores, pero no hay razones para pensar que no pueda ser aplicable con medianos y grandes productores.

El proceso de selección de áreas que es aplicable a regiones de un país o a áreas específicas dentro de una región, implica ordenar y comparar como requisitos para la selección. En consecuencia, exige el establecimiento de criterios que permitan ordenar las diferentes posibilidades.

El concepto general de área se refiere a zonas que se caractericen por concentrar pequeños agricultores (11). Adicionalmente, se establecen criterios específicos cuya desagregación y ponderación puede variar según cada caso particular. Estos grandes criterios se refieren a las prioridades nacionales (políticas agropecuarias nacionales y regionales), el potencial del área para el mejoramiento tecnológico y económico de los sistemas de producción de cultivos y a las posibilidades de extrapolar los resultados de la investigación aplicada (representatividad ecológica y socioeconómica).

En la fase de caracterización se identifican, describen, cuantifican y evalúan las condiciones y restricciones físicas, biológicas y socioeconómicas

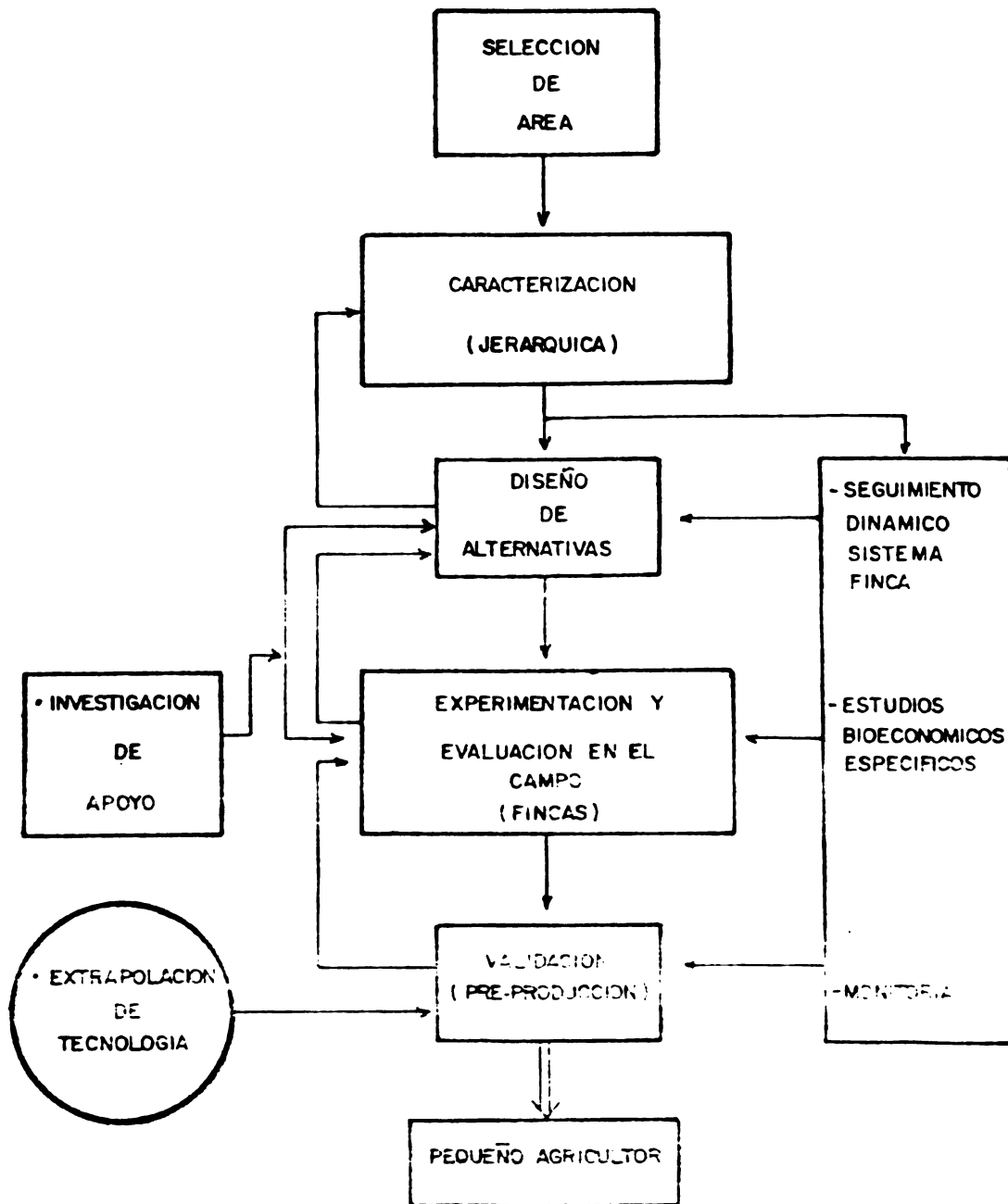


FIGURA 1. FASES DE LA METODOLOGIA DE INVESTIGACION EN SISTEMAS DE FINCAS

que afectan al sistema finca, así como los sistemas de cultivos más relevantes dentro de la finca.

En esta fase se analiza información de fuente primaria y secundaria estableciendo una jerarquía o niveles de sistemas, cuyo foco es el sistema finca. Con este concepto se estudia: a) el nivel de área o región (características y limitantes macro), b) el nivel de finca y c) los sistemas de producción de cultivos específicos que se pretendan modificar.

La caracterización jerarquizada termina en un diagnóstico de las condiciones técnicas de producción, el ambiente en que esta producción ocurre y factores que limitan su desarrollo, y el potencial incorporando los avances y acumulación de conocimiento que se haya desarrollado en la zona. Dependiendo el grado de elaboración e información disponible, la caracterización puede incluir modelos de sistemas de fincas o sistemas de cultivo que permitan el planteamiento de hipótesis de trabajo más completos y, adicionalmente, desagregar el área en subáreas más homogéneas en las cuales se puedan concentrar las fases posteriores de la metodología.

El diseño de alternativas tecnológicas es una fase de tipo conceptual en la que se utilizan los conocimientos técnicos especializados disponibles para formular cambios a los sistemas de producción de cultivo del agricultor analizados en el diagnóstico de la fase anterior. Este diseño busca plantear alternativas de producción (hipótesis) dirigidos a optimizar la utilización de los recursos disponibles a nivel del sistema finca.

De la comparación de los requerimientos y limitantes del sistema del agricultor, por una parte, y los conocimientos técnicos del equipo de especialistas por la otra, se proponen modificaciones al sistema del agricultor que dan origen a las pruebas de campo en fincas, que constituyen la siguiente fase de esta metodología. Sin embargo, estas propuestas requieren una evaluación ex-ante que generalmente es de carácter agroeconómica y comparativa frente a los limitantes y reacciones del agricultor. Esta evaluación está más dirigida hacia la cuantificación de los posibles cambios que se introducirían al sistema del agricultor, analizando sus inmediatas consecuencias, que hacia la factibilidad de producir las modificaciones señaladas al sistema del agricultor.



La fase de pruebas de campo constituye la aplicación empírica de las modificaciones al sistema del agricultor diseñadas en la fase anterior. Estas pruebas se cumplen en las fincas de los pequeños agricultores y generalmente se aplican como ensayos o pruebas experimentales que pueden ser de tipo exploratorio o analítico. En todos los casos, el agricultor es el principal ejecutor de estos ensayos y el propietario de los productos; los insumos y algunas prácticas de manejo (toma de decisiones) están a cargo del equipo técnico encargado del trabajo.

Los resultados de las pruebas de campo se evalúan de acuerdo a su comportamiento agronómico, un análisis de costos y ganancia neta, su comparación con los factores limitantes a nivel de área y finca y por la reacción del propio agricultor.

La evaluación de resultados usualmente genera una retroalimentación hacia la fase de diseño, formando un ciclo en el que se utilizan los resultados empíricos para reformular modificaciones que pasan, seguidamente, a nuevas pruebas en fincas. Este ciclo se enriquece con información proveniente del seguimiento dinámico del sistema finca y de las actividades de investigación de apoyo (Figura 1).

Esta investigación de apoyo se realiza bajo condiciones más controladas y está dirigida a conocer algunas relaciones fundamentales de los sistemas de producción del agricultor o de los cambios propuestos al diseñar alternativas. Su objetivo es mejorar la capacidad de diseño de los equipos técnicos que implementan trabajos de generación de tecnología en áreas específicas, por ello se realiza por un equipo de especialistas en forma permanente. Este equipo se dedica a una área específica si existe un problema que así lo demande; de lo contrario su actividad de investigación se planifica según las zonas ecológicas en que se ha clasificado Centroamérica.

La fase de validación o pruebas de pre producción se inicia una vez se tengan resultados promisorios del ciclo diseño-prueba de campo, de acuerdo a la evaluación del mismo. La validación es la prueba final en la cual el manejo de la producción está a cargo de los productores que, para este efecto, se incrementan en número. Las alternativas que alcanzan esta fase se establecen en parcelas mayores a las utilizadas para los ensayos, de tal manera que se puedan observar algunos indicadores de comportamiento a mayor escala.

Operativamente, los agricultores reciben instrucciones y demostración de las modificaciones que se quieren validar y los insumos adicionales a la práctica común. Los agricultores evalúan cada paso del proceso de producción e informan acerca de los coeficientes técnicos de dicho proceso.

La evaluación de la validación de una alternativa se realiza a dos niveles: a) como un sistema de producción de cultivos alternativo: se analiza su comportamiento agroeconómico en comparación con el sistema que intenta sustituir. La evaluación del propio agricultor es parte importante de este nivel de evaluación, así como las razones de rechazar o introducir cambios a las recomendaciones originales. b) como componente de producción del sistema finca: se analiza la compatibilidad y viabilidad operativa con otros componentes del sistema finca y las consecuencias inmediatas de introducir la alternativa, especialmente en términos de los recursos disponibles. Este nivel de evaluación se alimenta de la información del sistema finca recolectada durante el seguimiento dinámico (Figura 1).

Dependiendo del resultado de la evaluación, se retroalimenta a las fases de diseño y prueba de campo para un mayor refinamiento de la alternativa, o se procede a la difusión masiva de la alternativa a los agricultores dentro del dominio de recomendación de tal alternativa. El CATIE, como institución, no implementa directamente esta actividad, sino la entidad nacional que ha colaborado desde la misma selección del área de trabajo. Con la información obtenida en la fase de validación se estiman costos y requerimientos de la campaña de difusión; posteriormente, con la información de la monitoría, se podrán hacer estimaciones de la adopción potencial, según características y agrupación de los pequeños agricultores.

El seguimiento dinámico de la finca es una fase paralela a las anteriores y se inicia una vez se completa la caracterización del área que permite decidir la homogeneidad de las zonas, los sistemas de finca más comunes y otros factores de diferenciación que impliquen estratos de la población de pequeños agricultores a los que debe hacerse el seguimiento.

En esta fase se busca entender el funcionamiento del sistema finca en cuanto hace a sus flujos de insumos, productos y actividades; las estrategias y el proceso de toma de decisiones, así como las interacciones entre los sub-

sistemas de producción. Como se representa en la figura 1, esta fase provee información para mejorar la capacidad de diseño, conocer el manejo del agricultor en su sistema de producción, evaluar la alternativa al nivel del sistema finca y, mediante la acción de monitoría, estimar y clasificar grupos de posibles adoptantes. En un sentido amplio, puede decirse que esta fase consiste en la construcción de un banco de datos sobre el sistema finca para alimentar el proceso de generación de tecnología y permitir evaluar si ésta es apropiada a las condiciones del sistema finca.

Con el afán de generalizar los resultados obtenidos se está trabajando en el desarrollo de una metodología de extrapolación de las alternativas tecnológicas. Este método, que aún se encuentra en estudio, trata de trasladar tecnología de una área a otras que presenten características de similitud ecológica, de variables de manejo asociadas con el sistema de producción y similitud en algunas condiciones socioeconómicas.

El perfeccionamiento de un método de extrapolación permitirá iniciar pruebas de validación en una área específica, una vez se haya completado la fase de caracterización. Dependiendo de los resultados, se retroalimentarán el ciclo diseño-prueba de campo-validación que, a su vez, se nutre de la información del seguimiento dinámico.

La rápida revisión de las distintas fases de la metodología permite señalar varias características de este método de trabajo, además de su generalidad y adaptabilidad a situaciones específicas, como se mencionó anteriormente. Tal es el caso de su carácter de investigación aplicada y adaptativa a problemas particulares detectados entre los pequeños agricultores; a la investigación de apoyo que también participa de ese carácter adaptativo debe añadirse la condición de trabajo a nivel de finca, bajo las circunstancias y factores limitantes existentes. Finalmente, otra característica muy importante es el requerimiento de un equipo multidisciplinario en su sentido más amplio: investigadores (físicos, biólogos, agrónomos, economistas), extensionistas y agricultores.

#### UN CASO ESPECIFICO: EL ATLANTICO NORTE DE COSTA RICA

El caso que se ha escogido para ilustrar la aplicación de la metodología

corresponde a un trabajo conjunto entre el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG), el CATIE y los pequeños agricultores de la región. De este trabajo surgieron muchas ideas para configurar la metodología en el estado en que se encuentra en el presente (Figura 1). Por esa razón, algunos pasos de la metodología se implementaron con cierto desfase en el tiempo (i.e.; seguimiento dinámico, monitoría).

#### . Selección de Areas

La zona del Atlántico Norte de Costa Rica fue identificada por el Ministerio de Agricultura como prioritaria para generar alternativas tecnológicas para pequeños productores. Mediante acción conjunta con el personal del MAG en la zona se establecieron criterios de concentración de pequeños agricultores, frecuencia y producción de cultivos alimenticios, potencialidad de mejoramiento tecnológico, representatividad ecológica y su potencial de extrapolación, facilidades de crédito a los productores y facilidades de acceso. Una vez ponderados esos criterios, se seleccionaron los cantones de Guácimo y Pococí como áreas de trabajo.

#### . Caracterización

La jerarquización para caracterizar se estableció a nivel de área, el sistema finca y el sistema de producción de maíz, señalado como el más frecuente y con mayor potencial cuando se analizaron los datos para la selección del área.

A nivel del área se encuentra una topografía plana con elevaciones de 40 a 300 m.s.n.m. El clima es húmedo con una precipitación anual con un rango entre 3200 y 5000 m.m. (Figura 2) y temperaturas entre 25° y 27°C. Los suelos se agrupan en dos categorías generales: aluviales, que son potencialmente más fértiles y latisoles que presentan una menor fertilidad potencial.

Los principales sistemas de cultivos del área son maíz, yuca, maíz-yuca, arroz, plátano, piña, frijoles, pejibaye, cacao y banano. Este último se cultiva en grandes extensiones por compañías multinacionales que dedican la

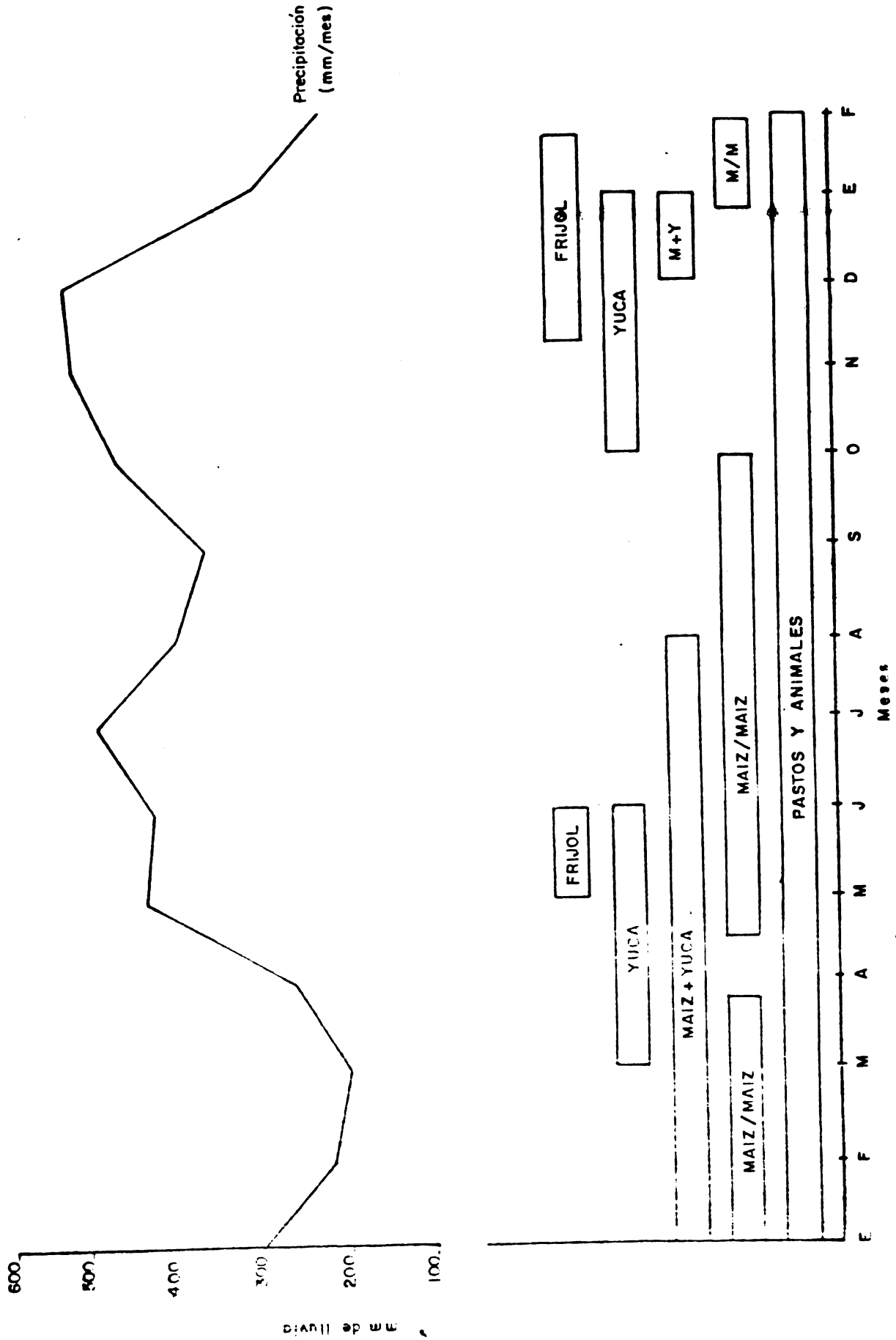


Figura 2. Distribución de lluvias y patrón general de sistemas de producción en Guácimo y Pococí, Costa Rica.

totalidad del producto a los mercados exteriores. La ganadería de doble propósito constituye el sistema de producción animal más frecuentemente encontrada.

Una característica del área es una frontera agrícola en expansión que, en combinación con las tierras dedicadas al banano y algunas unidades ganaderas, resulta en una alta concentración de la tierra (coeficiente de Ginni: 0.771). Al mismo tiempo existe un subsector importante de pequeños agricultores (65% de las fincas son menores de 20 has), con un tamaño promedio de 17.4 has (6).

El recurso mano de obra para la producción agrícola aparece como un factor limitante crítico para la producción regional debido a la demanda de mano de obra de las plantaciones bananeras. Esta limitación se refleja a nivel del sistema finca y tiene un efecto directo sobre el área dedicada a la producción. Tal como los patrones de cultivo, la intensidad de uso de la mano de obra está correlacionada con la distribución de la precipitación (Figura 3).

Al nivel del sistema finca, existen varias fuentes de información sobre el uso de la tierra (4,6,9,11). Información detallada de 32 agricultores indican que, aproximadamente, 32% del área de la finca se encuentra en pastos, 39% en áreas de descanso o no explotadas, 12% en cultivos permanentes y 17% en cultivos anuales. Dentro de esta categoría, el 77% del área está dedicada a maíz, con una extensión promedio sembrada de 3.6 ha durante el primer semestre y 1.2 ha durante el segundo (9).

A nivel de la finca, la mano de obra familiar cubre, alrededor de 50% del total utilizado. Las labores de los cultivos anuales requieren el 72% del total de mano de obra y la ganadería un poco menos del 20% (11)

El uso de crédito también se refleja en el patrón de uso de los otros recursos: el 66% de los productores utiliza crédito y de ellos el 50% lo dedica a cultivos anuales, el 33% a cultivos permanentes y 17% a explotaciones ganaderas (11).

A nivel del sistema de producción de maíz se encuentran niveles de tecnología muy diversos, quizás como una consecuencia del reciente desarrollo agrícola del área que involucra agricultores inmigrantes de distintas zonas ecológicas del país. Sin embargo, el maíz y otros sistemas que incluyen maíz como componente representa cerca del 58% del ingreso neto de la finca, lo que hace

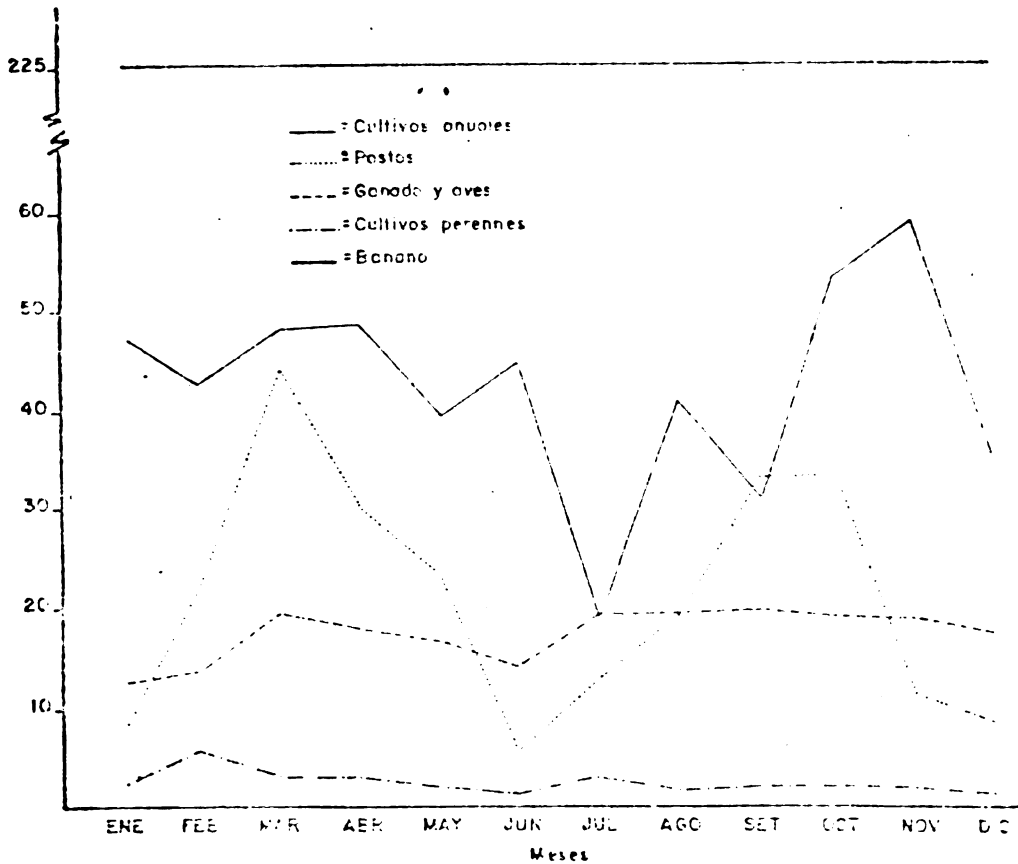
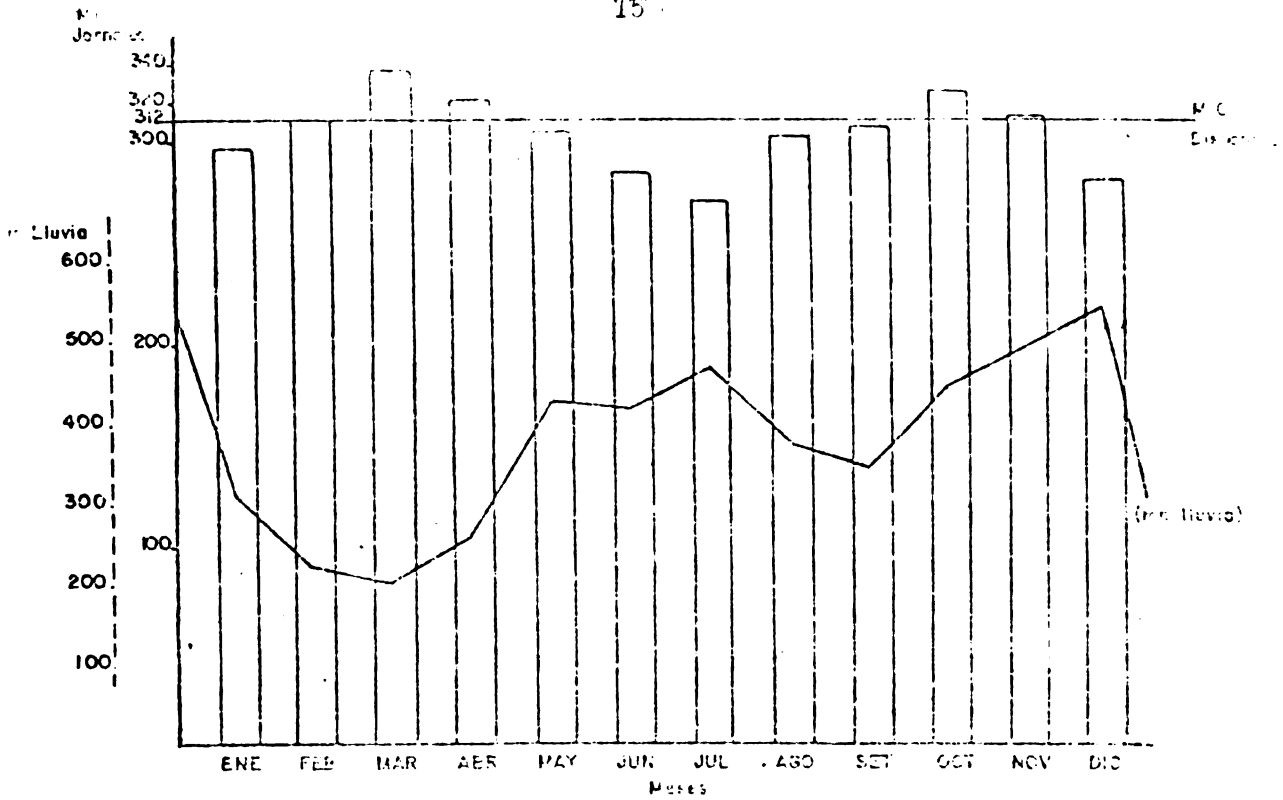


Figura 3 Distribución del uso de mano de obra y nivel de área (gráfico superior) y según las actividades principales de las fincas (gráfico inferior) Cantones de Pícol y Gúrdimo, Costa Rica, 1963.

evidente su importancia a este nivel.

Dentro de un rango amplio de uso de insumos y distintas modalidades de manejo se puede deducir que un factor fundamental que afecta el sistema de producción, a las estrategias de manejo y nivel de insumos es la precipitación, especialmente durante el segundo semestre (11).

El manejo de la vegetación y el control de malezas son, aparentemente, el mayor limitante técnico a la producción de maíz: aproximadamente 45% de la mano de obra utilizada en este sistema se dedica a controlar malezas y el 40% de los gastos en efectivo se utilizan en herbicidas. Los agricultores señalaron pérdidas por insectos como un problema para la producción, así como la comercialización del producto. No todos estos factores fueron corroborados por el equipo técnico encargado de la caracterización, pero se incorporaron otros factores limitantes como la mano de obra.

#### . Diseño de Alternativas

El diagnóstico realizado en la fase de Caracterización sugirió concentrar esfuerzos en algunos componentes como manejo de vegetación, control de malezas y preparación del suelo, que dentro de la tecnología usualmente utilizada por el agricultor está relacionada con el control de malezas.

La estrategia para mejorar el rendimiento agroeconómico del sistema de producción teniendo en cuenta los factores limitantes establecidos implicaba aumentar la productividad de la mano de obra mediante prácticas de preparación y control de malezas que no aumentaron los requerimientos de mano de obra, pero sí la productividad y los ingresos netos. Este criterio se mantiene durante las fases metodológicas posteriores, pero a través de la retroalimentación de los resultados de campo, posteriormente se exploran otras modificaciones al sistema, tales como niveles de fertilización, material genético, control de insectos del suelo, densidad de siembra y segunda cosecha en el mismo terreno. Algunos de esos cambios en componentes se incorporan dentro de las alternativas para los sistemas de maíz y maíz-yuca.

El resultado inmediato de la fase de diseño es el planteamiento de hipótesis sobre cómo y cuáles son los cambios en los componentes seleccionados que cumplen con el objetivo a un costo bajo, tratando de introducir cambios



de fácil implementación para los agricultores y con resultados suficientemente estables sobre sitios y el tiempo. Estas hipótesis se generan cada vez que se obtiene información para repetir esta fase de diseño y son evaluadas ex-ante mediante una comparación frente a los factores limitantes determinados en la fase de caracterización.

. Experimentación en el campo

Siguiendo la fase de diseño, se procedió a la prueba empírica de las hipótesis; inicialmente a nivel de cada componente y posteriormente integrando el sistema de cultivo. Estas pruebas se llevaron a cabo en las fincas de los agricultores y, en algunos pocos casos, en la Estación Experimental del Ministerio de Agricultura en la región.

Para las pruebas de manejo de vegetación y control de malezas se agruparon los agricultores según predominaran en sus fincas malezas anuales o perennes. Posteriormente se agregaron otros criterios como la forma de preparación del terreno (mecanizado y no mecanizado) y la clasificación de suelos a nivel de orden.

La información que se presenta en esta sección pretende servir de ejemplo del tipo de trabajo en esta fase metodológica. En consecuencia, se muestran pruebas específicas en lugar de interacciones más complejas que dificultan la ilustración.

El cuadro 2 es una muestra de los tratamientos y los resultados de la prueba de algunas hipótesis en relación a la preparación del suelo y el control de malezas. Una evaluación parcial que incluye costos del tratamiento y su comparación con la tecnología de los agricultores que colaboraron en estas pruebas provee información muy básica para evaluar los resultados. Si los resultados agronómicos se consideran suficientemente atractivos y estables, se procede a una evaluación económica más estricta y a la comparación con las condiciones y restricciones del agricultor.

Los análisis de este tipo de ensayos sirvieron para detectar correlaciones entre los tratamientos con cobertura y el complejo de malezas predominante: la población de malezas (gramíneas) se reduce en 60-70% cuando se usa cobertura,

Cuadro 2. Rendimiento promedio de maíz en distintas modalidades de preparación de terreno y control de malezas, costo absoluto del control y su comparación con la tecnología del agricultor. Fincas en Cariari con predominio de malezas anuales. Agosto 1977 y Enero 1978.

Tratamientos <sup>1/</sup>	Rendimiento (kg/ha)		% Aumento		Costo control <sup>2/</sup> malezas (¢/ha)	Costo relativo al tratamiento agricultor (%)
	1977	1978	1977	1978		
Arado+control manual 25 DDS	2277	4280	66	15	770	107
Arado+Atrazina pree (2.0 kg/ha)	2414	-	76	-	729	101
Arado+Paraquat 25 DDS (.5 kg/ha)	2626	4431	92	19	719	100
Cobertura+control manual 25 DDS	2613	4302	91	16	630	88
Glifosato 8 DAS (1.3 kg/ha)	3177	4669	132	29	645	90
Paraquat 8 DAS (.75 kg/ha)	2487	4381	82	18	342	48
MSMA 8 DAS (5.0 kg/ha)	1831	4117	34	11	378	53
Paraquat 8 DAS y 25 DDS (.% kg/ha c/)	-	4563	-	23	561	78
CV %	19.0	10.0				
DMS (.05) kg	202	n.s.				

1/ DAS = días antes de la siembra  
 DDS = días después de la siembra  
 pree = preemergente

2/ US\$1 = ¢8.54

Fuente: Shenk, M.D. et al (15)

en comparación con el terreno arado. De la misma manera, se encontró que los daños causados por insectos al maíz se reducen con preparación no mecanizada que incluye la cobertura del terreno; se presume que el mantillo vegetal interfiere con los estímulos visuales y químicos de algunos insectos, en contraste con maneras de preparación mecanizadas o sin cobertura (15).

Adicionalmente, se reconocen algunas relaciones entre terrenos preparados sin labranza y la eficiencia en el uso de algunos fertilizantes: se detectaron mayores rendimientos de maíz con dosis bajas de nitrógeno durante la época menos lluviosa, en comparación con parcelas aradas.

Los datos de tres años sugieren que adoptando permanentemente prácticas de no labranza, los primeros dos a cuatro ciclos de producción de maíz pueden requerir mayores aplicaciones de nitrógeno, pero después se establecerá un equilibrio con las microfloras que permitiría reducir las dosis de aplicación de nitrógeno (15).

El ciclo de retroalimentación entre las pruebas en fincas y los ejercicios de diseño de alternativas dirigió la investigación aplicada hacia la integración de los componentes estudiados en el sistema de producción. Con este enfoque se llegó a pruebas como las que se ilustran en la figura 4. Los resultados unidos por una línea corresponden a aquellos que dominan a los otros, según los beneficios netos/ha y el monto de los costos variables. De nuevo se visualizan las ventajas de la preparación del terreno no mecanizada (M<sub>2</sub>) y el efecto de controlar los insectos de suelo. Las dosis de nitrógeno no muestran diferencias significativas en este caso particular.

El cuadro 3 es una muestra del tipo de evaluación económica de los resultados de ensayos que se consideran agrónomicamente promisorios. Esta evaluación no pretende ser exhaustiva y de hecho se complementa al confrontar los requisitos de la alternativa potencial con las disponibilidades del agricultor (i.e.; costos en efectivo, mano de obra, acceso al crédito, función objetivo, etc). En este caso específico, los comparadores son, justamente, los tratamientos sin control de insectos y sin uso de fertilizantes (M<sub>1</sub>I<sub>1</sub>F<sub>1</sub> y M<sub>2</sub>I<sub>1</sub>F<sub>1</sub> para terrenos mecanizados y con no labranza, respectivamente).

Como conclusión del ciclo prueba de campo-diseño de alternativas, en el área del Atlántico de Costa Rica se completaron tres opciones para dos sistemas de producción de maíz que son comunes entre los pequeños agricultores:

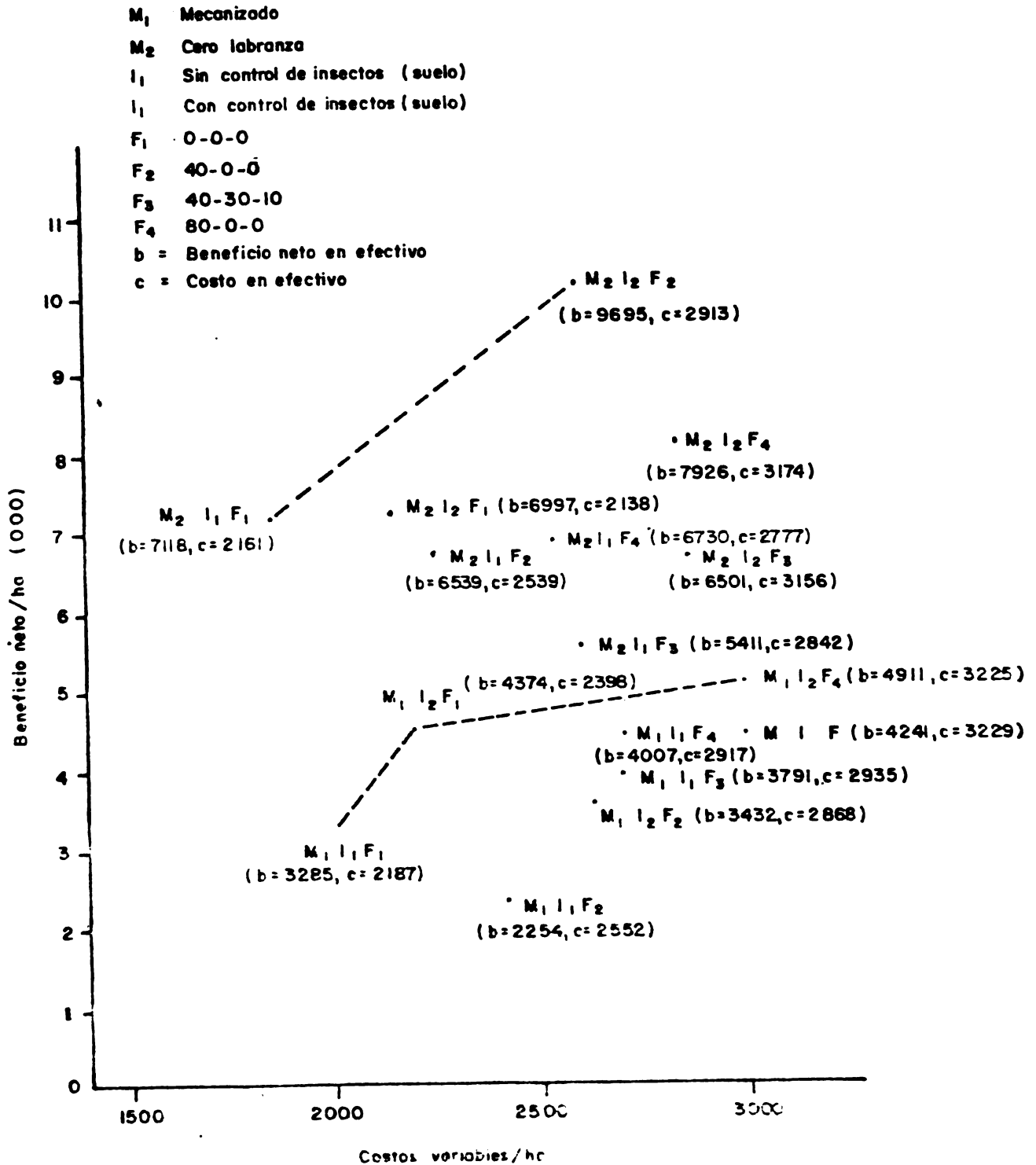


Figura 4. Curvas de beneficio neto por tratamientos según beneficios y costos variables en Guácimo. Precios del primer semestre, 196...

Cuadro 3. Algunos indicadores económicos de los tratamientos dominantes en ensayos de preparación de terreno, fertilización y control de insectos en maíz. Guácimo. Precios primer semestre 1981.

INDICADORES	$M_1 I_1 F_1$	$M_1 I_1 F_1$	$M_1 I_2 F_4$	$M_2 I_1 F_1$	$M_2 I_2 F_2$
Rendimiento (kg/ha)	1824	2257	2712	3093	4203
Mano de obra (hombres-días)	29	32	34	29	31
Ingreso bruto, (₡)	5472	6771	8136	9279	12609
Ingreso neto en efectivo (₡)	4457	5545	6262	8127	10882
Retorno total mano de obra (₡)	3683	4751	5406	7340	10041
Retorno a hombre-día (₡)	126	149	160	258	329
Retorno a gastos en efectivo (₡)	2067	3595	4232	5642	8985
Tasa de retorno a gastos (%)	257	293	225	490	521
Retorno a 1 ha. (₡)	3111	4079	4654	6920	9421
Retorno a gastos totales (₡)	3284	4273	4910	7107	8821
Tasa de retorno a gastos totales (%)	184	211	180	367	344

a) manejo de vegetación y control de malezas para el sistema de producción de maíz, en ambos semestres; b) alternativa maíz-maíz para los cultivadores de maíz; c) alternativa maíz-yuca para este sistema de producción. La razón de generar dos opciones para el sistema de producción de maíz en monocultivo se encuentra en la dinámica misma del enfoque: el esfuerzo dirigido hacia los factores técnicos limitantes, según prioridades establecidas, permite trabajar en aproximaciones sucesivas en una gradiente de complejidad, según los requerimientos del sistema de producción que se busca mejorar. Este es el caso de una alternativa relativamente sencilla como la de manejo

de vegetación y control de malezas, que es luego ampliada a una segunda aproximación en la que se incluyen en otros componentes del sistema como densidad de población, control de insectos y niveles de fertilización.

### Validación

Esta fase de la metodología se inició después de configurar las distintas alternativas que se desarrollaron experimentalmente en las fincas de los agricultores. Metodológicamente se amplió el número de agricultores que validaron las alternativas, se sembraron parcelas de 1000 m<sup>2</sup> y, dadas las explicaciones detalladas sobre los cambios introducidos en las opciones, las parcelas de validación quedaron bajo el absoluto control y manejo de los agricultores.

Durante esta fase se recolectó información semanalmente no solo de coeficientes técnicos de los insumos y productos, sino de la reacción de los agricultores con relación a las modificaciones, los cambios en el manejo introducidos por los propios productores y los motivos de rechazo de algunas prácticas, si hubiera lugar a ello.

Los cambios introducidos en cada alternativa se resumen en el cuadro 4. También se incluye el número de agricultores que participó durante todo el ejercicio de validación y suministró información completa para ser analizada.

Los resultados agroeconómicos más sobresalientes se presentan en el cuadro 5. Debe advertirse que los indicadores económicos para la alternativa de control de malezas fueron estimados con precios de 1981; los de la alternativa maíz-maíz según precios de 1982; los correspondientes a la alternativa maíz-yuca con precios de 1983. Esta sucesión en el tiempo responde al trabajo por aproximaciones en la generación de las alternativas.

La interpretación de los resultados del cuadro 5 debe tener en cuenta información adicional y observaciones directas en las fincas de los participantes. De esta forma se detectó que la alternativa maíz-maíz no fue incorporada por los agricultores como estaba diseñada (maíz seguido de maíz en el mismo terreno). Por el contrario, el agricultor continuó con su sistema tradicional de manejo, sembrando el maíz del segundo semestre en un lote distinto al que utilizó con el maíz del segundo semestre.

Cuadro 4. Modificaciones introducidas por las alternativas tecnológicas para los sistemas de producción de maíz y maíz-yuca. Número de agricultores participantes en la fase de validación. 1981-1982.

Alternativa	Nº de Agricultores		Cambios a la tecnología del agricultor
	Semestre A	Semestre B	
Maíz. Control de malezas	17	22	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Preparación de terreno: no labranza</li> <li>. Dosificación de herbicidas ya conocidos</li> <li>. Uso de una pantalla de aplicación de herbicidas</li> </ul>
Maíz-maíz	25	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Preparación de terreno</li> <li>. Dosificación de herbicidas y uso de la pantalla</li> <li>. Control de insectos del suelo</li> <li>. Arreglo espacial</li> <li>. Dosificación y frecuencia de fertilización</li> </ul>
Maíz-yuca	27	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Preparación del terreno</li> <li>. Control de insectos del suelo</li> <li>. Arreglo espacial</li> <li>. Dosificación y frecuencia de fertilización.</li> </ul>

Así mismo, el agricultor continuó su propia estrategia de manejo para disminuir substancialmente el área sembrada en maíz durante el segundo semestre. Esta reducción de área va acompañada de algunos cambios en la tecnología de producción, ya que disminuye el uso de algunos insumos como fertilizantes y herbicidas y se aumenta el uso de mano de obra, el cual se compensa, a su vez, con la reducción del área sembrada.

Por otra parte, la alternativa control de malezas también sufrió alteraciones en cuanto hace al uso de mano de obra para realizar algunas labores. Sin embargo, el hecho más sobresaliente es la diferenciación entre semestres (cuadro 5), ya que en la segunda siembra se pierde cualquier ventaja agroeconómica. Un análisis más detallado mostró diferencias importantes en las relaciones económicas de la alternativa, según el tipo de malezas predominante en

cuadro 5. Algunos resultados agroeconómicos de la validación de opciones tecnológicas para los sistemas de producción maíz - maíz y maíz - yuca. 1981, 1982 y 1983. Pococf y Guácimo.

Alternativas	S E M E S T R E			A			S E M E S T R E			B	
	Rendimientos (kg/ha)	Mano de Obra (horas/hombre)	Costo Efectivo (¢/ha)	Ingreso Neto (¢/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Mano de Obra (horas/hombre)	Costo Efectivo (¢/ha)	Ingreso Neto (¢/ha)	Ingreso Neto (¢/ha)	Costo Efectivo (¢/ha)	Ingreso Neto (¢/ha)
1. Maíz Control de malezas <sup>1/</sup>	3075 <sup>a</sup>	197 <sup>a</sup>	2819 <sup>a</sup>	3605 <sup>a</sup>	2486 <sup>a</sup>	244 <sup>a</sup>	1186 <sup>a</sup>	3644 <sup>a</sup>			
Tecnología agricultor	2617 <sup>b</sup>	198 <sup>a</sup>	1959 <sup>b</sup>	3258 <sup>a</sup>	2032 <sup>b</sup>	255 <sup>a</sup>	548 <sup>b</sup>	3560 <sup>a</sup>			
2. Maíz - maíz <sup>2/</sup>	3443 <sup>c</sup>	409 <sup>c</sup>	3729 <sup>c</sup>	12973 <sup>c</sup>	2145 <sup>c</sup>	310 <sup>c</sup>	6255 <sup>c</sup>	10375 <sup>c</sup>			
Tecnología agricultor	1438 <sup>d</sup>	282 <sup>d</sup>	1070 <sup>d</sup>	5477 <sup>d</sup>	1289 <sup>d</sup>	211 <sup>d</sup>	3124 <sup>d</sup>	6282 <sup>d</sup>			
3. Maíz - yuca <sup>3/</sup>	-	-	-	-	2151(m)	116 <sup>e</sup>	4643 <sup>e</sup>	25711 <sup>e</sup>			
Tecnología agricultor	-	-	-	-	17442(y)	100 <sup>f</sup>	2304 <sup>f</sup>	20251 <sup>f</sup>			

1/ Precios de 1981

2/ Precios de 1982

3/ Precios de 1983

Para cada alternativa, letras diferentes en cada columna significa diferencia estadísticamente significativa a  $\alpha = 0.05$  o menor entre la alternativa y la tecnología del agricultor.

Fuente: Adaptado de (2), (3) y (8)



las fincas: mientras los rendimientos se incrementan significativamente con la alternativa, la tecnología del agricultor produce mayor ingreso en efectivo por unidad de área, en fincas donde predominan malezas anuales (validación). Este es el resultado de cambios bruscos en el precio relativo de algunos herbicidas.

Tanto los cambios introducidos por el agricultor, el rechazo de algunas prácticas, como los resultados no atractivos para el productor constituyen los elementos de la retroalimentación de esta fase metodológica hacia las fases de diseño y pruebas de campo, según sea el caso. En este ejemplo específico, el tratamiento de malezas perennes requiere más investigación (investigación de apoyo) para utilizar productos o sistemas con resultados equivalentes, a menor costo. Así mismo, la alternativa maíz-maíz se convierte en maíz en primer y segundo semestre; la alternativa para la segunda parte del año requiere todavía algunos ajustes debido a los cambios de manejo del agricultor y, potencialmente, puede ser sujeto de más pruebas de campo y otra ronda de validación.

La evaluación de una alternativa que en la validación resulta promisorio no se limita al análisis de beneficios netos y retorno a factores de producción. Si se espera que la alternativa sea adoptada por los agricultores, es necesario conocer otras características de eficiencia, variabilidad, riesgo y, posteriormente, compatibilidad con los otros subsistemas de producción que conforman el sistema finca. El cuadro 6 es un ejemplo del análisis de eficiencia económica y estructura de producción que se completó para la alternativa de control de malezas únicamente con los participantes en el primer semestre, debido a las restricciones mencionadas en los párrafos precedentes.

Este tipo de análisis busca comparar la eficiencia técnica y económica de la alternativa y la tecnología del agricultor probando algunas hipótesis de igualdad de los índices de eficiencia ( $m_j$ ), manteniendo el supuesto que la tecnología de mayor eficiencia será más fácilmente adaptable por parte del pequeño agricultor. En este caso se encontró que el uso de mano de obra en ambas posibilidades de producción está en el punto óptimo, como es de esperarse del manejo de un factor limitante. Por otra parte, se estimó que la alternativa mejora la eficiencia del uso de herbicidas, en comparación con la tecnología del productor. Otros análisis adicionales sugieren el uso de los niveles de herbicidas recomendados en la alternativa tecnológica introducen un cambio



Cuadro 6. Resumen de los coeficientes de regresión para evaluar cambios en la estructura de la producción, y algunas hipótesis sobre la eficiencia económica relativa entre la alternativa de combate de malezas y la tecnología del agricultor. Semestre I. 1981.

Variables	Combate Malezas	Tecnología Agricultor	Muestra Total	Hipótesis	t Calculado
Constante (A)	1.472	2.806*	1.963**	$\bar{V}_i = \bar{\alpha}_i$	F = 58.44* (3)
Densidad de siembra ( $\alpha D$ )	.064	.074	.051	$V = A$	26.89*
Valor de fertilizante ( $\alpha F$ )	.033*	.046*	.035*	$\frac{V}{F} = m F$	5.082
Valor de herbicida ( $\alpha H$ )	.167*	.022	.109*	$\frac{V}{H} = m H$	2.442
Valor de insecticida ( $\alpha I$ )	.035**	.020	.028*	$\frac{V}{I} = m I$	.775
Valor de mano de obra ( $\alpha M$ )	.507*	.616*	.512*	$\frac{V}{M} = m M$	1.004
Valor otros gastos ( $\alpha G$ )	.068*	.066**	.061**		.946
$R^2$	.920	.951	.863		
F	17.28*	32.66*	27.39*		
N	16	17	33		

\* Significativo a  $\alpha = .01$

\*\* Significativo a  $\alpha = .05$

$\bar{V}_i$  = coeficiente para la alternativa tecnológica (V), y la tecnología adicional (T), respectivamente

$\alpha_i$  = índice de eficiencia económica en el que el punto óptimo se obtiene cuando  $m_i = 1$

(3) Esta hipótesis evaluó con el estadístico F porque se utilizó la prueba de Chow para su evaluación

Fuente: Adaptado de Escobar, G. y H.D. Shonk ( 3 ).

en la pendiente de la función de producción, lo que hará más eficiente la alternativa porque permitirá, después de un cierto nivel de insumos, producir más unidades de maíz con la misma cantidad de insumos utilizados por el agricultor (8).

### Seguimiento dinámico

Aún cuando la fase de seguimiento dinámico se propone paralelamente a las fases de desarrollo de tecnología a partir de la caracterización (Figura 1), en el caso del Atlántico de Costa Rica se realizó durante la fase de validación. Este desfase en el tiempo se debe al desarrollo mismo de la metodología que ha sido muy dinámico en su retroalimentación de las experiencias empíricas. Por estas circunstancias, la información generada no se utilizó para alimentar las fases de generación de tecnología (diseño-prueba de campo-validación), sino para evaluar las opciones tecnológicas dentro del contexto del sistema finca.

La información se recolectó durante dos semestres seguidos consignando todas las entradas y salidas de cada sistema de producción de la finca, así como las actividades productivas fuera de la finca. El siguiente semestre se visitaron tres veces los mismos agricultores con el fin de establecer un control de monitoría sobre las actividades recomendadas en la alternativa de control de malezas, con miras a conocer la adopción de tales prácticas a nivel comercial.

El cuadro 7 es una muestra del tipo de análisis que puede desarrollarse para evaluar unos subsistemas de producción alternativos dentro del sistema finca. Es claro que esta herramienta no es la única posibilidad ni es completamente satisfactoria debido a sus propias limitaciones. Para este caso en particular no se incluyen los sistemas de producción de cultivos permanentes que existen en las fincas queriendo evitar la multiperiodicidad del modelo, dado que este tipo de agricultura no es fácilmente reemplazable por otras actividades, cuando se trata de pequeños agricultores. Sencillamente, se establecieron promedios para las fincas que participaron en el seguimiento y se consideraron actividades estables que no se introdujeron al modelo.

Por otra parte, la diversidad que existe en tamaño y dedicación al siste-

Cuadro 7. Modelo de optimación para actividades anuales. Atlántico de Costa Rica, 1904.

	Actividades de producción 5 tradicionales 3 opciones tecnológicas	12 Actividades de contratación de mano de obra	6 Actividades de compra de insumos	10 Actividades de venta de productos	2 Actividades de financiamiento	B
Función objetivo		- C	- C	$P_1$ ..... $P_{10}$	- C	
1 Restricción de tierra	1 ..... 8					$C_1$
12 Requerimientos de mano de obra	$n_{1,1}$ ..... $n_{1,6}$ $n_{12,1}$ ..... $n_{12,6}$	- 1				$n_{1,1}$ ..... $n_{12,6}$
6 Requerimientos	$n_{1,1}$ ..... $n_{1,6}$ $n_{6,1}$ ..... $n_{6,6}$		- 1			$n_{1,1}$ ..... $n_{6,6}$
8 Ecuaciones de rendimiento	$R_1$ ..... $R_8$			1		$R_1$ ..... $R_8$
2 Restricciones de capital			- 1		1	$K$

ma de producción ganadera de doble propósito es, quizás, una debilidad de la información disponible. Para lograr mantener un modelo de maximización simplificada se establecieron límites para representar los valores modales encontrados entre los agricultores que tienen esta actividad dentro de sus fincas.

Un resumen de los resultados se muestra en el cuadro 8. La selección de las alternativas de control de malezas y maíz-yuca reflejan cuán apropiadas resultan estas opciones para ser compatibles con las condiciones de todo el sistema. Por otra parte, el uso de mano de obra familiar y asalariada está reflejando otra vez el papel crítico de este factor de producción a nivel de área y finca. Esta situación también se trasluce en el costo del insumo dentro de la estructura de la producción.

Debido a la forma de construcción del modelo los costos en efectivo de algunos insumos, los animales y la mano de obra contratada son potencialmente financiables con el crédito disponible para los pequeños productores. El monto de ₡20000 resulta muy consecuente con las cantidades utilizadas en la zona y con otros análisis para la misma área de estudio (10).

La información correspondiente a la monitoría de los agricultores que participaron en la fase de validación también da lugar a varios análisis relacionados con la adopción de las prácticas que probaron con las alternativas tecnológicas. Este tipo de análisis es de utilidad para planear las tareas de difusión masiva que por no ser una actividad de investigación, requiere una estrategia bastante definida para ser eficiente no solo en el sentido de motivar adopción entre los agricultores, sino en el aspecto de los costos asociados con la actividad, que son ordinariamente de magnitud considerable.

Para el caso del Atlántico de Costa Rica se han analizado los datos de los agricultores que participaron en la validación de la alternativa de control de malezas, debido a su sencillez y a la dificultad metodológica para manejar muchas fuentes de variación a la tecnología del agricultor a un mismo tiempo. Catalogando a los agricultores según la adopción parcial o total de los cambios en la alternativa, se practicó un análisis discriminante que permitió delimitar cuatro grupos de agricultores, desde aquellos que no adoptaron ninguna práctica (grupo 1), hasta los que adoptaron toda la alternativa (grupo 4). Posteriormente, mediante el ajuste de una función discriminante lineal, se llegó a estimar coeficientes para las variables que explicaban la

Cuadro 8. Actividades, costos y valor de la función objetivo del modelo de optimización de Ingreso Neto. Atlántico de Costa Rica. 1983.

Actividades	Area (has)	Producción total (kg/ha)	Ingreso Bruto
Alternativa para control de malezas	1.16	4034.15	11699.03
Yuca	7.53	87306.6	56749.3
Alternativa Maíz - yuca	2.0	18876.0	21822.4
Pastos (no mejorados)	2.5	3.37 novillos 2240 botellas leche (consumo)	11250
Cacao	2.5		1347
Pejibaye	1.4		10742.1
<b>INGRESO BRUTO TOTAL</b>			<b>113609.73</b>
<b>COSTOS</b>			
Insumos			13781.0
Mano de obra contratada (590 jornales/año)			24780
Intereses sobre el capital			3000
<b>TOTAL DE COSTOS</b>			<b>41561.0</b>
<b>INGRESO NETO</b>			<b>72048.7</b>
<b>CREDITO UTILIZADO</b>			<b>20000.0</b>
<b>MANO DE OBRA UTILIZADA:</b>			
Contratada		590 jorn.	
Familiar		490 jorn.	

mayor variabilidad entre los grupos de adoptantes (cuadro 9). (9)

Las variables clasificatorias de los grupos de adopción incluyen algunas características de sitio, disponibilidad de los factores de producción, con cierta especificidad en el uso de la tierra y la disponibilidad de mano de obra y algunas características personales del agricultor. Los coeficientes para cada grupo permiten asignar probabilísticamente cada agricultor del área a un grupo de adopción, una vez se tengan los valores de cada variables explicativa (9).

Otros análisis adicionales tendientes a determinar algunas características del comportamiento económico de los agricultores se presentan en la figura 5. Los agricultores en grupos de mayor adopción (grupos 3 y 4) aparentemente obtienen un mayor retorno a la mano de obra familiar a nivel de todo el sistema finca y del sistema de producción de maíz. Así mismo, estos agricultores logran la mayor relación entre beneficios y costos también a nivel de finca y de la producción de maíz. Esta información es consecuente con la determinación de factores limitantes en la fase de caracterización y con la evaluación económica de la alternativa de control de malezas en la fase de prueba de campo.

#### ACCION DEL DPV EN EL AREA DE MANDATO DEL CATIE

El trabajo empírico que se ha resumido para el caso del Atlántico Norte de Costa Rica no es exclusivo, en cuanto se refiere a la acción del Departamento de Producción Vegetal del CATIE en su región de mandato. Por el contrario, como aparece en el cuadro 10 la aplicación de la metodología se encuentra en diferentes fases en los proyectos que se adelantan según la clasificación por áreas ecológicas.

Debe mencionarse que el estado de cubrimiento de las fases metodológicas, no necesariamente implica una repetición sistemática de los análisis y desarrollo de tecnología. En contraposición, existe un rango amplio en la aplicación del método tal como lo exige la necesidad de adaptar las fases metodológicas a las condiciones propias de las zonas ecológicas, la organización y recursos institucionales de cada país, la conformación de los equipos técnicos, el estado y nivel de conocimiento acumulado en cada área específica y, principalmente, el

Cuadro 9. Coeficientes de clasificación estimados mediante una función Discriminante lineal para grupos de adopción de tecnología. 1983.

	Grupos de Adopción			
	1	2	3	4
Constante	-267.80846	-230.57911	-222.51695	-284.61239
Mano de obra familiar total	0.10829	0.15127	0.11904	0.17799
Mano de obra familiar disponible para trabajos en la finca	0.28009	0.24106	-0.22885	-0.31250
Cooperación anterior en las pruebas de campo en fincas	39.68600	32.01305	35.63871	39.46563
Edad del agricultor	0.96902	1.05934	0.99616	1.
Educación formal del agricultor	6.04192	6.02222	5.32911	5.91789
Area total de la finca	-2.93848	-2.63946	-2.95110	-3.26676
Proporción del área en cultivos anuales	1.45123	1.40304	1.36002	1.54060
Proporción del área en cultivos permanentes	0.58101	0.53955	0.57957	0.65434
Valor estimado del ganado	-0.00078	-0.00064	-0.00066	-0.00076
Precipitación (distrito)	151.27279	139.89251	136.18418	153.89574
Distancia al centro de mercado más cercano	2.85151	2.20146	2.39774	2.84959
Indice de fertilidad de suelo	19.48735	18.44050	18.08689	21.81511

Fuente: Escobar, G., J. Henao and M.D. Shenk ( 9 )



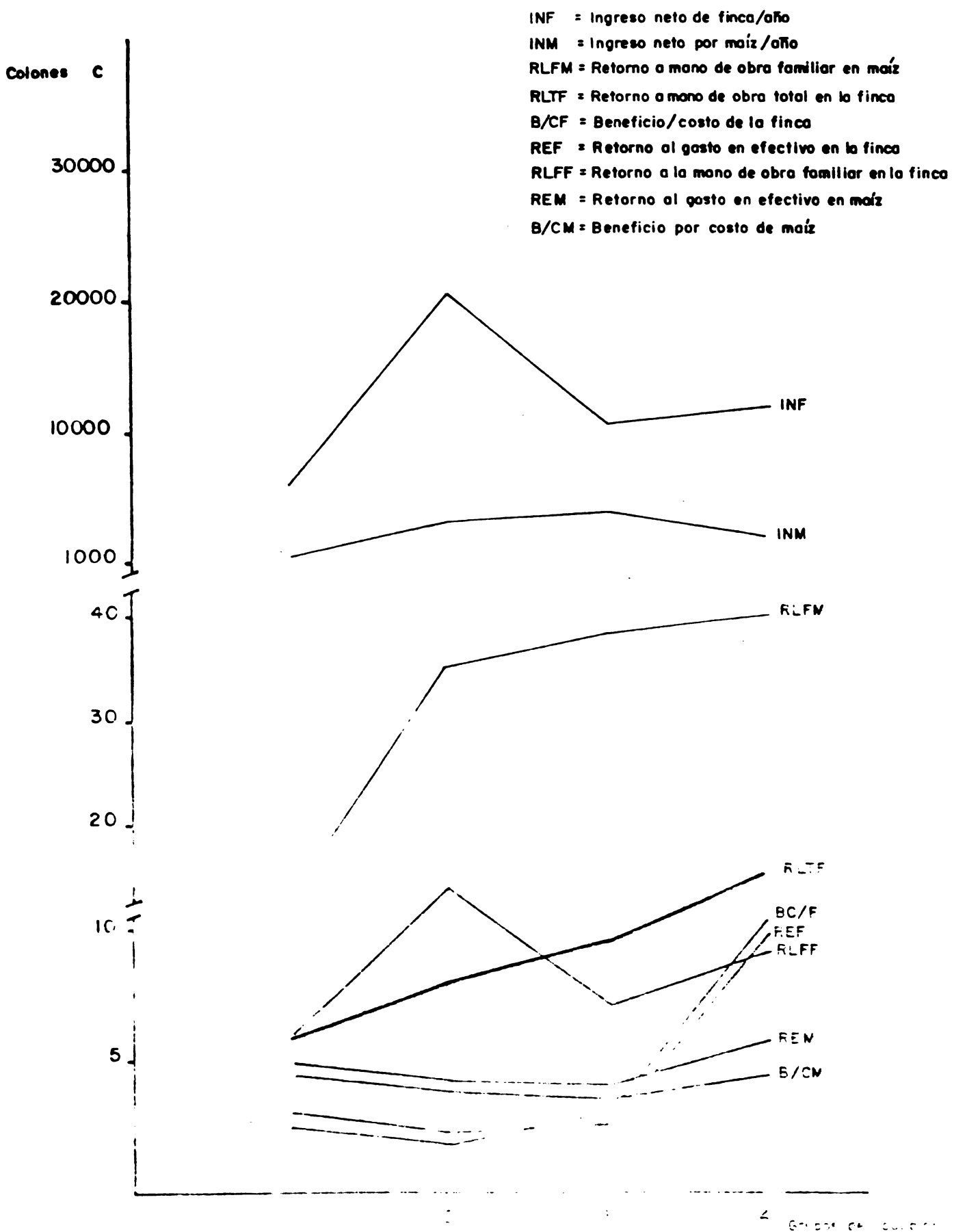


Figura 3. Beneficio por mano de obra familiar en la finca y en el maíz, 1972-1973. Fuente: FAO, *El maíz en América Latina y el Caribe*, 1973.

Fuente: FAO, *El maíz en América Latina y el Caribe*, 1973.

grado de organización y desarrollo tecnológico de los agricultores recipientes.

La investigación de apoyo y los esfuerzos por desarrollar un método de extrapolación de tecnología están concentrados en la sede del DPV en Turrialba, Costa Rica. Esto obedece a las facilidades de las estaciones experimentales del CATIE, laboratorios, oficinas y la biblioteca especializada en agricultura tropical. Estas actividades no se limitan, sin embargo, al centro experimental; una alta proporción de la investigación de apoyo y la totalidad del trabajo experimental en extrapolación ocurre en las fincas de los agricultores y en estaciones experimentales de las instituciones nacionales, situados en las áreas específicas seleccionadas.

La investigación de apoyo por tener un carácter más fundamental se complementa con la investigación en producción vegetal del programa para graduados, que está bajo la supervisión técnica del equipo del DPV. Se trata de trabajos especiales y de tesis de grado a nivel de M.S. que continuamente se están elaborando y que generan información que mejorará la capacidad de diseño de alternativas a nivel de área específica de trabajo.

Las acciones de campo, por otra parte, se realizan conjuntamente con los equipos técnicos de las entidades nacionales dedicadas a la investigación agrícola. Esta relación entre el DPV y los técnicos de los países se refuerza con un programa considerablemente intensivo de entrenamiento. Esta capacidad va desde cursos cortos de una semana a tres meses, hasta los cursos de graduados, con duración de dos años. El entrenamiento corto se realiza la mayoría de veces en los lugares de trabajo, bien sea sobre aspectos específicos y disciplinas de apoyo o sobre la implementación de la metodología; en este último caso, el entrenamiento se realiza por fases de acuerdo al desarrollo del trabajo, tomando las acciones mismas como el ejercicio práctico del entrenamiento.

## COMENTARIOS FINALES

La anterior revisión del estado de la metodología para la investigación y generación de tecnología y de algunos resultados de su aplicación empírica permite generalizar algunos puntos que sintetizan estas experiencias, como

Cuadro 10. Ubicación y estado de desarrollo de las áreas de generación de tecnología del DPV en el área de mandato del CATIE.

Zona Ecológica	Países	Áreas Específicas	Fases Metodológicas
Trópico Húmedo-seco	Panamá	Los Santos	S, C, D-E, I
		Guarumal	S, C, D, E, V, I
		Progreso	S, C, D, E, V
	Nicaragua	Estelf I	S, C, D-E
		Estelf II	S, C, D, E, V, Ex, I
		Matagalpa	S, C, D, E, V
	El Salvador	Guaymango	Ex
	Honduras	La Esperanza	S, C, D-E, I
		Comayagua	S, C, D, E, V, Ex
		Flores	S, C, D-E, I
San Jerónimo		V	
Yojoa		S, C, D-E	
Guatemala	Chimaltenango	S, C, D, E, V	
	Nueva Concepción	S, C, D, E, V	
Costa Rica	San Isidro	S, C, D-E	
Trópico Semi-árido	Nicaragua	Limay	D-E, I
	Honduras	Choluteca	S, C, D-E, Ex, I
	El Salvador	Tejutla	S, C, D, E, V
		Candelaria de la Frontera	S, C, D, E, V
Jocoro	S, C, D-E		
Trópico Húmedo-bajo	Panamá	Ocú	S, C, D-E
	Costa Rica	Guápiles	S, C, D, E, V, I
		San Carlos	S, C, D-E, I
		Guayabo	I
Turrialba	CATIE	I	

- S = Selección de área  
 C = Caracterización  
 D = Diseño de alternativas  
 E = Prueba de campo  
 V = Validación  
 Ex = Extrapolación  
 I = Investigación de apoyo

sigue:

- Existe una metodología de trabajo aplicada a nivel de productor que genera alternativas de producción apropiadas a las condiciones del agricultor. Esta metodología ha mostrado su aplicabilidad a diferentes sistemas de producción de cultivos, así como sus posibilidades de implementación por equipos nacionales.
- Esta metodología se caracteriza, entre otras cosas, por la dinamicidad que la hace adaptable a muchas condiciones; la integración de investigadores, extensionistas y agricultores en un equipo de trabajo a nivel de finca, la transmisibilidad a técnicos de instituciones nacionales para asegurar la estabilidad de la investigación y el fortalecimiento institucional no solo como método de trabajo, sino como medio de mejorar la capacidad de diseño para enfrentar los problemas de la producción agropecuaria.
- El estado de desarrollo tanto de la metodología como de su implementación representa únicamente la síntesis de una experiencia corta en la investigación en sistemas de producción agrícola y generación de tecnologías apropiadas. Esto quiere decir que el estado actual debe seguirse mejorando en su conceptualización y, especialmente, su aplicación y evaluación, que son la fuente de experiencia para mejorar este esfuerzo.

## BIBLIOGRAFIA

1. Avila, M., L.A. Navarro, and J. Lageman "Improving the small farm production systems in Central America". Paper prepared for the XVIII International Conference of Agricultural Economist, Jakarta, Indonesia. August 24-Sept 2, 1982. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1982.
2. Centro Agrónomico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1984.
3. Centro Agrónomico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1984.
4. Centro Agrónomico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) "Investigación aplicada en sistemas de producción de leche. Informe técnico final del proyecto CATIE-BID 1979-1983". CATIE. Departamento de Producción Animal. Turrialba, Costa Rica. 1983.
5. Centro Agrónomico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG). "Descripción de una alternativa para el sistema de cultivo maíz-maíz practicado por los agricultores de Pococí y Guácimo. Costa Rica" CATIE. Programa de Cultivos Anuales. Turrialba, Costa Rica. 1979.
6. Escobar, G. "Delimitación y cuantificación del área de trabajo en el Atlántico Norte de Costa Rica" CATIE. Documento interno de trabajo. IPPC/CA-333. Turrialba, Costa Rica. 1981.
7. Escobar, G. y M.S. Shenk "Validación de dos opciones tecnológicas para el sistema de producción maíz-maíz utilizado por los pequeños agricultores del Atlántico de Costa Rica". CATIE. Serie Técnica. Boletín Técnico Nº23. Turrialba, Costa Rica. 1981.
8. Escobar, G. y M.D. Shenk "Validación de tecnología en control de malezas para pequeños agricultores: Análisis de eficiencia económica relativa" Desarrollo Rural en las Américas 15(1): 1-11. 1983.
9. Escobar G., J. Henao, and M.D. Shenk "Assessing Adoption of technology among small farmers: classification and profile analysis" Documento presentado en: Third annual Farming Systems Research Symposium, Manhattan, Kansas State University. Oct 31-Nov 2. 1983.
10. Meseguer Quesada, M. "Costo Real del Crédito agrícola para pequeños agricultores en dos áreas de Costa Rica" Tesis Mag. Sc. UCR/CATIE. Turrialba, Costa Rica. 1981.
11. Moreno, R. "Desarrollo de Tecnología con agricultores en el Trópico bajo húmedo de Costa Rica". En impresión. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 1984.

12. Plucknett, D.L., E.J. Rice, L.C. Berril, and H.H. Fisher "Approaches to weed control in cropping systems" in "Proceedings, symposium on cropping systems research and development for the Asian rice farmer. 21-24 Sept. 1976". International Rice Research Institute (IRRI). Los Baños, Philippines, 1977.
13. Secretaría Permanente del Tratado General de Integración Económica Centroamericana (SIECA) "El desarrollo agrícola y la integración económica centroamericana (Experiencias, situación y perspectivas). SIECA/CAN-VI/D. T,2 Guatemala. 1974.
14. Secretaría Permanente del Tratado General de Integración Económica Centroamericana (SIECA) "Política y planificación científica y tecnológica en Centroamérica" (Informe presentado a la UNESCO) SIECA. DCYT/SGA/2-81. Guatemala, 1981.