

## LOS SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA EN AMERICA TROPICAL

Jorge Soria V.\*

### I. INTRODUCCION

Los países de América Tropical no producen la cantidad suficiente de alimentos básicos para satisfacer las necesidades de su creciente población. Los gobiernos han dado prioridad al mejoramiento de la eficiencia de producción de alimentos, mediante campañas con cultivos específicos o establecimiento de proyectos de producción en áreas seleccionadas en cada país. Se ha partido de las premisas --generalmente aceptadas-- de que existen técnicas eficientes para cultivos específicos, desarrolladas por las Instituciones nacionales o los centros internacionales de investigación, pero que hacen falta: un proceso eficaz de transferencia de tecnología, apoyo crediticio y mejor mercadeo de los productos. Sin embargo, los diversos esfuerzos realizados a través de planes de desarrollo, con base en cultivos alimenticios, han revelado que el verdadero problema es que la tecnología existente no es directamente transmisible a los pequeños y medianos agricultores, quienes producen entre el 70 y 80% de los alimentos. Las tecnologías disponibles no son transferibles debido a que, principalmente, no se ajustan a: a) sus sistemas de cultivos; b) los recursos humanos y de capital que poseen; y c) las condiciones ecológicas de sus áreas.

Los resultados de la investigación por cultivos específicos han sido útiles para los grandes productores o empresas; algunas veces y en menor escala, han beneficiado a los medianos productores.

---

\* Jefe del Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

La mayor parte de la investigación agrícola en América Tropical ha seguido patrones usados en los países desarrollados de climas templados, que tienen estaciones relativamente cortas de cultivo, y cuyas estructuras económicas permiten la aplicación de insumos y maquinaria de alto costo. Bajo estos patrones, se ha pretendido aumentar la productividad de cultivos específicos, en una agricultura basada principalmente en el monocultivo, mediante la investigación concentrada de diferentes especialidades. Debido también a que la formación de nuestros investigadores se ha realizado bajo este patrón y, a que hemos comprobado la eficiencia relativa de ese enfoque en nuestras estaciones experimentales, los resultados de la investigación no han sido fácilmente aceptados por el pequeño agricultor, quien no maneja un solo monocultivo al año, sino más bien sucesiones de distintas especies en monocultivos, y más frecuentemente, asociaciones o sobreposiciones de dos o más especies. Esta situación ha sido agravada porque se ha tratado de hacer transferencia directa de la tecnología de monocultivos desde la estación, sin mediar una etapa de investigación práctica en las áreas ecológicas de los agricultores, bajo sus propias condiciones de manejo económico y cultural. Cabe aquí recordar algo que no es nuevo en los países tropicales: las condiciones ecológicas y de clima pueden cambiar notablemente en distancias cortas, lo cual hace aún más necesaria la prueba de tecnologías en diferentes condiciones ecológicas, antes de transferirlas al agricultor.

Las consideraciones anteriores, analizadas independientemente en diversas áreas tropicales del mundo por distintos grupos de científicos con amplia experiencia en agricultura tropical (IRRI-Filipinas, CATIE-Costa Rica, IITA-Nigeria)\*, han mostrado claramente que las instituciones de investigación de los países tropicales deben re-orientar la investigación hacia el estudio y mejoramiento de la

---

\* IRRI = "International Rice Research Institute"  
IITA = "International Institute of Tropical Agriculture".

roducción agropecuaria, en base a los sistemas de agricultura que se adapten con mayor facilidad a las condiciones ecológicas, socio-económicas y culturales de los agricultores.

## II. LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN EL TROPICO

Existen varias definiciones de sistemas. En general, "un sistema es un conjunto de componentes que interaccionan entre sí y con otros factores externos, de tal manera que cada conjunto se comporta como una entidad".

Un sistema que incluya la producción global de la finca constituye un "Sistema de Finca" --que según Hardwood (4)-- es un conjunto de procesos biológicos y de actividades de manejo del agricultor, organizados para usar ciertos recursos de la finca en la obtención de productos de plantas y animales. Los recursos de la finca son físicos (suelo, agua, luz) y socio-económicos (capital, mano de obra, fuentes de energía, mercados). Los sistemas de fincas pueden incluir subsistemas, tanto de plantas como de animales, separada o conjuntamente.

Debe tenerse en cuenta que al establecer los límites de un sistema de finca, principalmente se busca hacer una definición. Se fijan estos límites con el fin de separar funciones y tecnologías orientadas básicamente a la producción, las cuales difieren de aquellas relacionadas con el manejo secundario y con el procesamiento de los productos de la finca o con el desarrollo de infraestructura en una área rural.

Dentro del contexto anterior y dependiendo de los componentes fundamentales, el sistema de finca incluiría varios subsistemas o sistemas secundarios. Por ejemplo, los sistemas de cultivos, que comprenden a su vez subsistemas para cultivos anuales, para cultivos perennes y subsistemas mixtos. Igualmente, los

sistemas de producción animal se pueden dividir en: subsistemas de producción

de bovinos para leche, para carne o de doble propósito; subsistemas de producción de cerdos, de otros animales menores y de aves. Bajo este contexto también se pueden citar los sistemas de producción forestal. El conjunto de todos los subsistemas de una finca que incluya los componentes agrícolas pecuario y forestal, se ha denominado últimamente como sistema agro-silvo-pastoril.

La investigación agrícola basada en el patrón de los países desarrollados se ha concentrado en el estudio de los llamados sistemas de producción de cultivos específicos, cuyos resultados son plenamente útiles si el sistema de la finca depende principalmente de un sólo cultivo, y si el agricultor dispone de los recursos y los conocimientos necesarios para aplicar una tecnología especializada. Tal es el caso de los grandes productores. Pero estos sistemas tienen menos aplicación en el caso de los pequeños y medianos productores, quienes generalmente utilizan sistemas de cultivos múltiples y cuentan con menos recursos.

En la producción agrícola, el "sistema de cultivos" se define como la distribución espacial en el terreno y la distribución cronológica, que conlleva fechas de siembra y cosecha de uno o más cultivos, bajo un manejo determinado, en una unidad de superficie durante el año agrícola y las inter-acciones que se producen entre las entidades biológicas integrantes del sistema, y el medio ambiente externo físico y socio-económico.

### III. CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION DE FINCAS

Entre los principales factores que --con ciertas limitaciones-- determinan la clasificación en grandes grupos de los sistemas de producción agrícola en el trópico, están los siguientes: tamaño de finca, fertilidad del suelo, disponibilidad de agua (lluvia y/o riego), de mano de obra y capital (en efectivo y/o crédito), precio de los productos agrícolas y mercadeo de los insumos usados en la producción, nivel cultural del agricultor y existencia de tecnología.

Tomando en cuenta la disponibilidad o escasez de los factores mencionados, se puede adoptar con ciertas adaptaciones a América Tropical, la clasificación general de Benneth (3), y Okigbo y Greenland (7) para África.

#### A. Sistemas Tradicionales y de Transición

Estos sistemas se caracterizan por un uso intensivo del suelo y se practican en fincas de tamaño pequeño (<5 Ha) con suelos de buena fertilidad, de origen aluvial (costas del Atlántico y del Pacífico de América Central, y de Sur América) o de origen volcánico reciente (altiplanos de América Central y de Los Andes), los cuales son utilizados con agricultura de tipo permanente. El mantenimiento de la fertilidad de estos suelos es variable, dependiendo de la fertilidad natural y de diferentes grados de reciclaje de nutrientes, provenientes de residuos de cosechas y de estiércol animal. También se encuentran estos sistemas en suelos de baja fertilidad, en donde se practica agricultura migratoria, como en los oxisoles de la hoya amazónica y de algunas áreas del trópico bajo de América Central. Los sistemas de cultivos tradicionales de naturaleza permanente incluyen cultivos múltiples, rotaciones de dos o más monocultivos o asociaciones de diversas especies de cultivos anuales, con o sin barbechos. Parte importante del sistema de cultivo permanente es el solar o huerto que rodea la casa de la finca, que comprende una variedad de árboles frutales, medicinales, de condimentos y ornamentales; lo mismo que parcelas de cultivos de valor comercial, tales como: café, cacao, caña de azúcar, algodón, etc., que crecen solos o mezclados completamente con las otras especies.

Bajo estos sistemas, la producción depende básicamente de la lluvia, del uso intensivo de mano de obra familiar, y por carecer de capital y acceso al crédito, depende poco de los insumos de alto costo. La mayoría de los agricultores son productores individuales, no organizados, con producción dispersa y no

cuentan con mercados seguros. Los sistemas tradicionales se practican particularmente con cultivos anuales, aunque también incluyen algunas modalidades de explotaciones perennes. De acuerdo con Hardwood (4 y 5), la evolución relativa de la agricultura tradicional en fincas de 3 a 5 Ha en los trópicos, atraviesa las siguientes etapas evolutivas:

1. Agricultura extractiva del bosque no manejado y de la caza. No existe propiedad individual de la tierra, y la explotación es extractiva mediante la colección de los productos nativos. Es una actividad netamente de subsistencia, que a veces se combina con algún tipo de agricultura tradicional. Esta forma de explotación se practica en áreas selváticas del Amazonas, con la extracción de madera, caucho, castaña del Pará, babaçu, aguaje y otros productos de la selva.
2. Agricultura de subsistencia, basada principalmente en cultivos. Se trata de un manejo limitado de cultivos y animales, siendo la mayoría del producto (+ 90%) consumido por la familia. Tienen poca participación en el mercado y el producto de sus ventas restringidas lo usan para adquirir productos que suplementen sus necesidades mínimas de alimentación y vivienda (sal, azúcar, iluminación, vestido). Esta clase de agricultura se practica en comunidades aisladas en Los Andes y en algunas áreas de Centro América. En Los Andes por ejemplo, los pequeños agricultores usan sistemas de cultivos múltiples en forma de monocultivos o asociaciones de dos o más especies de consumo local, como: la papa, el maíz, la oca (Oxalis tuberosa), la mashua (Trepeolum tuberosum), el ulluco o melloco (Ullucus ullucus), la quinoa (Chenopodium quinoa), el tarui o chocho (Lupinus mutabile), la cebada, el trigo y algunas leguminosas de grano. También mantienen en la finca unas pocas vacas y bueyes, llamas o burros, cerdos, cuyes (Cavia porcellus),

Los animales, además de ofrecerles servicios o productos útiles, constituyen el único capital de reserva y son utilizados para producir estiércol, que es incorporado a los terrenos de cultivo.

**3. Agricultura de consumo inicial.** Se caracteriza por una participación inicial en el mercado, mediante la venta de una pequeña parte de los productos de la finca, para la adquisición de algunos bienes y servicios.

Esta etapa constituye un avance en relación con la anterior y aquí aparecen nuevas alternativas, ya que se hace mejor uso de la productividad de la mano de obra familiar. Esta fase abarca además de cultivos alimenticios, el uso de cultivos de mayor valor comercial, particularmente algunas especies perennes, como: café, caña de azúcar, cacao, frutales, tabaco, algodón y hortalizas; se mantiene el componente animal y se emplea ya alguna tracción animal o de cierto equipo para labranza, y para control de plagas y enfermedades.

Comienza en pequeña escala el uso de insumos de producción (agro-químicos) y aumenta la necesidad de mayores habilidades. La gran mayoría de los medianos y parte considerable de los pequeños agricultores de América Central, de Los Andes y de otras áreas de América Tropical, podrían contemplarse dentro de este grupo de fincas y practican generalmente sistemas de cultivos múltiples.

**4. Agricultura migratoria** puede conceptuarse dentro del sistema de agricultura de subsistencia (Nº2), o de mercadeo inicial (Nº3). Se caracteriza por el uso intensivo, durante 2 - 3 años, con cultivos anuales bajo sistemas de cultivos múltiples en suelos generalmente de poca fertilidad, que antes estuvieron cubiertos de vegetación natural, y por el abandono del área para dar lugar a pastos o regeneración natural por un período más o menos largo, hasta restablecer alguna fertilidad. Este tipo de agricultura mantiene bajos niveles de riesgo y poco uso de capital e insumos.

5. Agricultura con etapas primitivas de mecanización. Este es un estado de transición hacia los sistemas modernos de producción. Se caracteriza por una mayor productividad de la labor familiar y mejores ingresos. Esto permite hacerle frente a riesgos de préstamos para adquirir o alquilar equipo mecánico. Aumentan las habilidades técnicas y comerciales del agricultor, e induce a cambios radicales de sistemas. El uso de mecanización dependerá del tamaño de la finca, de si hay limitación en la disponibilidad de mano de obra y según el tipo de sistema de cultivos. Aún prevalece el uso de sistemas de cultivos múltiples, pero se inicia la predominancia de monocultivos perennes más remunerativos.
6. Agricultura de alta productividad y gran uso de la mano de obra. Son los sistemas hortícolas que incluyen verduras, de cultivos perennes, o las empresas de producción ganadera. Estos ya son sistemas más avanzados.

#### B. Sistemas Modernos de Agricultura y sus Adaptaciones Locales

Estos sistemas tienen como base la disponibilidad de extensas áreas de suelos, generalmente fértiles, de agua de lluvia y/o riego, capital y crédito suficientes para adquirir insumos y maquinaria, poco uso de la mano de obra, mejor acceso al mercado, y un nivel cultural y capacidad de organización muy avanzados. La investigación agrícola de los países desarrollados ha servido como fundamento para generar nuevas tecnologías que aseguren la eficiencia del sistema, en base al correcto y adecuado manejo de las entradas energéticas del sistema (mecanización, agua, agro-químicos, manejo del agricultor, etc.).

En esta categoría deben agruparse los siguientes tipos de fincas:

- Fincas grandes para producción de cultivos anuales, con base en lluvia y/o en irrigación. Por ejemplo: arroz, algodón.

- Fincas de plantaciones extensivas de cultivos perennes para exportación. Por ejemplo: café, palma de aceite, cacao, caucho, caña de azúcar, etc.

- Fincas hortícolas: a) verduras para mercado fresco o procesamiento; b) frutales tropicales para mercado de fruta fresca, o para procesamiento.

- Fincas ganaderas extensivas.

- Fincas de producción animal intensiva (cerdos, gallinas, ganado de leche).

- Fincas mixtas, con áreas de cultivos y de ganadería; con cultivos y bosques; o con ganadería y bosques.

En la mayoría de los sistemas de agricultura modernos se practica el monocultivo, como en el caso de: arroz, trigo, sorgo, maíz, soya, algodón, oleaginosas, caña de azúcar, banano, palma de aceite, etc. Sin embargo, en muchas áreas de América Tropical, el cultivo del café, del cacao y de otros productos se hace en asociaciones, con varias especies de cultivos alimenticios durante la etapa inicial del establecimiento. Se usan maíz, yuca, gandul, plátano y otras especies para proveer sombra inmediata a las plantas jóvenes, produciendo así algún beneficio económico y dando protección al suelo. En su etapa final, los cultivos quedan asociados con árboles de sombra permanente. Estos árboles son generalmente especies de leguminosas, por la idea de que fijan nitrógeno al suelo (aún no se tienen evidencias de ello), o árboles de valor comercial como: laurel (Cordia alliodora), saman (Pithecolobium saman), cocobolo (Dalbergia sp.), etc. La función principal de estos árboles es regular la actividad fotosintética del cultivo y proveer un limitado reciclaje de nutrientes, a través de la descomposición de los residuos de ramas, hojas y flores. Estos

sistemas se usan especialmente cuando no se realiza un manejo intensivo de fertilizantes, y control de plagas y enfermedades.

Los sistemas tradicionales han recibido poco apoyo por parte de la investigación, en los países tropicales de América y en otras regiones del mundo. Posiblemente ello se debe a que se les ha considerado de enfoque tecnológico primitivo y que necesitan ser reemplazados por los sistemas modernos. Sin embargo, la persistencia de su uso entre los agricultores de escasos recursos y su adaptación a las diversas condiciones ecológicas del trópico, han inducido a varios grupos de técnicos en agricultura tropical a iniciar estudios tendientes a mejorar la eficiencia de la producción de los sistemas tradicionales. Los resultados preliminares obtenidos han llevado a la conclusión de que estos sistemas son los más eficientes, dadas las limitaciones climáticas, culturales y económicas de los agricultores; y que además, es posible lograr mejoras substanciales mediante la aplicación de algunas técnicas modernas.

#### IV. INVESTIGACION REALIZADA EN EL CATIE, SOBRE SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA PARA PEQUEÑOS AGRICULTORES DEL TROPICO AMERICANO

##### A. Antecedentes

Hasta 1973, el Centro como dependencia del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA (IICA), tenía como función principal la enseñanza de posgrado y conducía investigación bajo el modelo tradicional, en base a cultivos y por especialidades, como apoyo a la enseñanza.

Al efectuarse el cambio institucional del CATIE en 1973 y convertirse en una Institución Regional Centroamericana dedicada a la investigación, adiestramiento y asistencia técnica para apoyar los programas de desarrollo agrícola de la región, el Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales adoptó un cambio

radical en su enfoque, que es más acorde con las necesidades de los países. En el año 1972, ya los países habían definido su política agrícola hacia el mejoramiento de la eficiencia de la producción de los alimentos básicos.

Utilizando datos de varias fuentes secundarias (censos agropecuarios, estudios del sector agropecuario realizados por la SIECA y ROCAP,\* e investigaciones del mismo CATIE), se determinó que una alta proporción (80%) de los alimentos de mayor consumo por el pueblo centroamericano provenía de pequeños y medianos productores; que el 75% de las unidades de producción tenía menos de 5 Ha; que los agricultores de fincas pequeñas no utilizaban la llamada tecnología moderna, sino métodos tradicionales; que este agricultor usaba diferentes sistemas de cultivos, más complejos que los comúnmente estudiados en las estaciones experimentales. Además, se encontró que en el año agrícola, estos sistemas incluían monocultivos, asociaciones, sobreposiciones y rotaciones con monocultivos o asociaciones de distintas especies. No podían adoptar las tecnologías modernas de cultivos debido principalmente a que estos agricultores carecían de capital o acceso al crédito, y a que no las manejaban eficientemente por falta de preparación técnica adecuada, a pesar de disponer de suficiente mano de obra familiar.

Los extensionistas transmiten la tecnología moderna disponible, pero al no ser aceptada, dejan sin asistencia a este grupo de productores. Por otro lado, también las casas comerciales de productos agro-químicos ofrecen asesoría directa al agricultor, sin contar con una base firme de investigación, aplicable a los sistemas que éste utiliza.

Durante los últimos años se ha manifestado una marcada preocupación a nivel mundial, por la falta de adopción de las tecnologías modernas por parte de los

---

\* SIECA = Secretaría Permanente del Tratado General de Integración Económica Centroamericana.

ROCAP = "Regional Office for Central American Programs".

pequeños productores. En algunas esferas ya se está reconociendo que las tecnologías no fueron desarrolladas de acuerdo con las características ecológicas del trópico, los sistemas de producción usados y las condiciones socio-económicas del productor.

Tomando en cuenta todos los factores enunciados, desde 1973 el Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales concentró sus actividades en el desarrollo de tecnologías dirigidas a mejorar la producción de los sistemas de cultivos de los pequeños productores, teniendo en consideración las características socio-económicas y culturales del agricultor, y la ecología del lugar. Esta investigación trata de desarrollar lo que actualmente se denomina como tecnologías intermedias. No se pretende producir una revolución, sino promover una evolución en el mejoramiento de la producción, mediante la remoción gradual --en orden de importancia-- y con los recursos del agricultor, aplicados en sus propios sistemas de cultivos.

El Departamento adoptó como su problema y Programa de Investigación, el estudio y mejoramiento de los sistemas de cultivos del pequeño agricultor y no el estudio de los sistemas de producción de cultivos específicos, que en el caso del pequeño agricultor son parte o componentes de sus sistema de producción.

Este programa está establecido como una red regional de investigación en América Central, bajo el título de "Sistemas de Cultivos para el Pequeño Agricultor".

#### B. Objetivos

1. Identificar los sistemas de cultivos tradicionales y los factores que afectan su producción.
2. Generar alternativas para mejorar los sistemas tradicionales y ofrecer nuevos sistemas.

3. Elevar el ingreso y el nivel de vida del pequeño agricultor.

C. Estrategias

T. General

El cliente al que se dirigen las acciones, es el pequeño agricultor centroamericano. Estas acciones son orientadas, coordinadas y ejecutadas conjuntamente con las instituciones nacionales de investigación y extensión agrícola.

El CATIE ha suscrito Convenios con las instituciones nacionales de investigación o con los Ministerios de Agricultura de Costa Rica, Nicaragua, Honduras, Guatemala, y El Salvador, para realizar investigación y ofrecer asesoramiento en el área de sistemas de cultivos.

En cada país se ha integrado un Comité Asesor Nacional y un equipo técnico nacional ejecutor. A nivel regional opera un Comité Regional, que define las políticas regionales de investigación en sistemas de cultivos.

La investigación se lleva a cabo fuera de las estaciones experimentales, en áreas de pequeños agricultores seleccionadas por su importancia en cuanto a concentración de agricultores, condiciones ecológicas y prioridad en los planes de desarrollo agrícola.

2. Investigación

Se realizan dos niveles de investigación: aplicada, en los terrenos de pequeños agricultores; y fundamental de apoyo, en el CATIE, o en las estaciones experimentales. Ambos tipos cumplen el siguiente procedimiento (2):

- a) Encuestas a los agricultores y estudios sobre datos básicos de cada región. Estos tienen como finalidad, identificar los cultivos y los sistemas utilizados en cada área. También se determinan los factores biológicos,

ecológicos y socio-económicos que limitan la producción de los sistemas. Se establecen gradientes de los factores tales como: lluvia, temperatura, fertilidad y pendiente del suelo, incidencia de plagas e insectos, etc.

- b) Planificación de la investigación. En base a la información del aparte a), se planean los experimentos tomando como punto de comparación el o los sistemas locales, introduciendo tecnologías compatibles con los recursos y capacidad cultural del agricultor.
- c) Implementación de la investigación. Los ensayos se establecen en terrenos de agricultores cooperadores, son manejados por el agricultor y los técnicos responsables.
- d) Recopilación de información y evaluación. Durante el ciclo de cultivo, se recogen los datos necesarios para la evaluación de los sistemas en estudio. Estos comprenden: i) Aspectos agronómicos relacionados con los componentes de los sistemas: suelo, planta, clima y sus inter-relaciones. La evaluación contempla: la producción total de alimentos, producción de biomasa, eficiencia en el uso de fertilizantes, índices de eficiencia de producción, incidencia y control de plagas y enfermedades. ii) Aspectos económicos referentes a la economía de la producción de los sistemas, en cuanto a: costos de insumos, uso de mano de obra, herramientas y equipo, los beneficios de producción por cultivo, del sistema total por área y año agrícola. iii) Aspectos sociales que miden la distribución y uso de mano de obra, durante el período de permanencia del sistema en el campo; el valor nutricional que un sistema puede ofrecer a la familia, particularmente en la producción de proteínas, grasas y carbohidratos.

- e) Trabajo en equipo. Los especialistas de los diferentes campos técnicos trabajan en equipo, buscando conjuntamente la solución del problema único, que es el mejoramiento de la producción de los sistemas bajo estudio. Las acciones en cada especialidad deben ser consultadas y coordinadas unas con otras. Para los especialistas de formación clásica, este tipo de trabajo requiere una re-adaptación mental y firme decisión de abandono a sus intereses personales, además de una adaptación a la producción de resultados globales del equipo de técnicos.

### 3. Tipos de Investigación

- a) Fundamental. Tendiente al desarrollo de metodologías para el estudio de los sistemas, que sirvió de entrenamiento al personal técnico y se está realizando en la sede del CATIE, a través de: i) un Experimento Central, que prueba la eficiencia relativa de varios sistemas; ii) los Experimentos Satélites, que perfeccionan aspectos específicos en los sistemas más promisorios (nuevas variedades, densidades, fertilizantes, etc.); y iii) los Experimentos Complementarios, que ofrecen información básica para mejorar sistemas.
- b) Investigación aplicada a nivel del agricultor, en cooperación con las instituciones nacionales de investigación. Mediante el apoyo financiero de AID/ROCAP, se iniciaron experimentos cooperativos en áreas de pequeños agricultores --con la participación de ellos-- para mejorar la producción de sus sistemas de cultivos. Hasta la fecha, se han establecido experimentos en dos áreas de Costa Rica, dos en Nicaragua, y cuatro en Honduras. En cada país participante, el CATIE destaca un técnico, quien trabaja con los técnicos nacionales. Por otra parte, un equipo multidisciplinario de técnicos de alto nivel académico y en varias especialidades, apoya --desde la sede-- los Programas en las áreas de pequeños agricultores.

#### 4. Algunos Resultados Experimentales

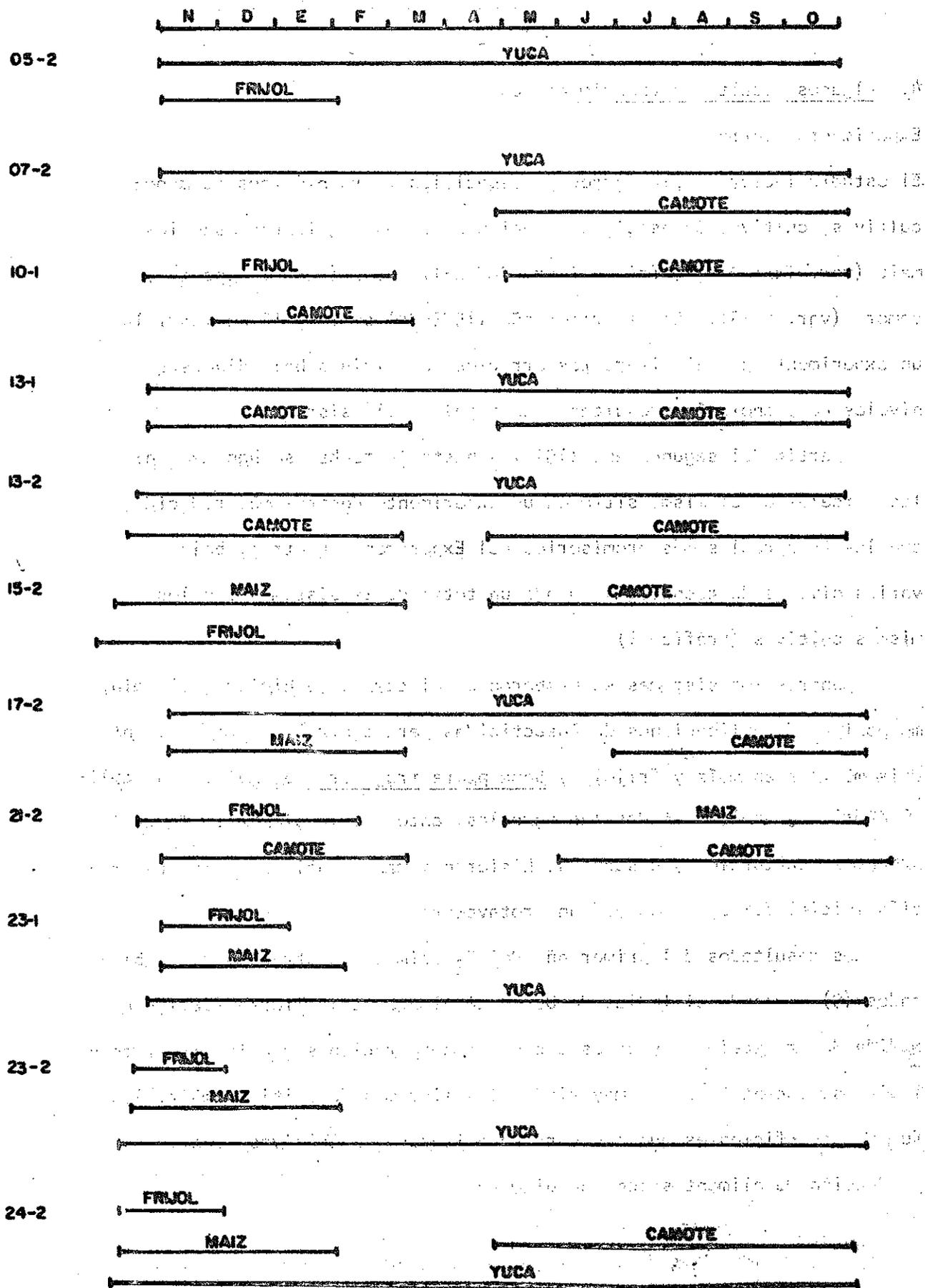
##### a) Experimento Central

El estudio incluye varios arreglos espaciales y cronológicos de monocultivos, cultivos en asocio y rotaciones de las siguientes especies: maíz (var. Tuxpeño-1), frijol (var. CATIE-1), yuca (var. Valencia) y camote (var. C-15). En el primer año (1973-74) se instaló en Turrialba un experimento con 54 diferentes arreglos de cultivos bajo diversos niveles de tecnología, resultando un total de 216 sistemas.

A partir del segundo año (1974) y hasta la fecha, se han mantenido las parcelas en el mismo sitio en un Experimento Central más reducido, con los 48 arreglos más promisorios del Experimento Central, bajo varios niveles de tecnología, dando un total de 24 sistemas con los mismos cultivos (Gráfico 1).

Mientras los sistemas se probaron en el campo, se hicieron el mínimo posible de aplicaciones de insecticidas para controlar principalmente Crisomélidos en maíz y frijol, y Spodoptera frugiperda en maíz. Se aplicó Aldrín al suelo de todas las parcelas, antes de la siembra. Todas las prácticas culturales y cosecha se hicieron a mano. Sólo para la preparación inicial del suelo se usó un "rotavator".

Los resultados del primer año del Experimento Central fueron publicados (9). Usando el Índice de Uso Equivalente de la Tierra (UET) --una medida de producción-- y en este caso en comparaciones con la alta tecnología, se encontró que la mayoría de los sistemas de cultivos múltiples fueron más eficientes que los correspondientes monocultivos, tanto en producción de alimentos como en biomasa.



**Fig. 1** Sistemas de cultivos seleccionados por eficiencia relativa.  
 (Reproducido de referencia N° 1)

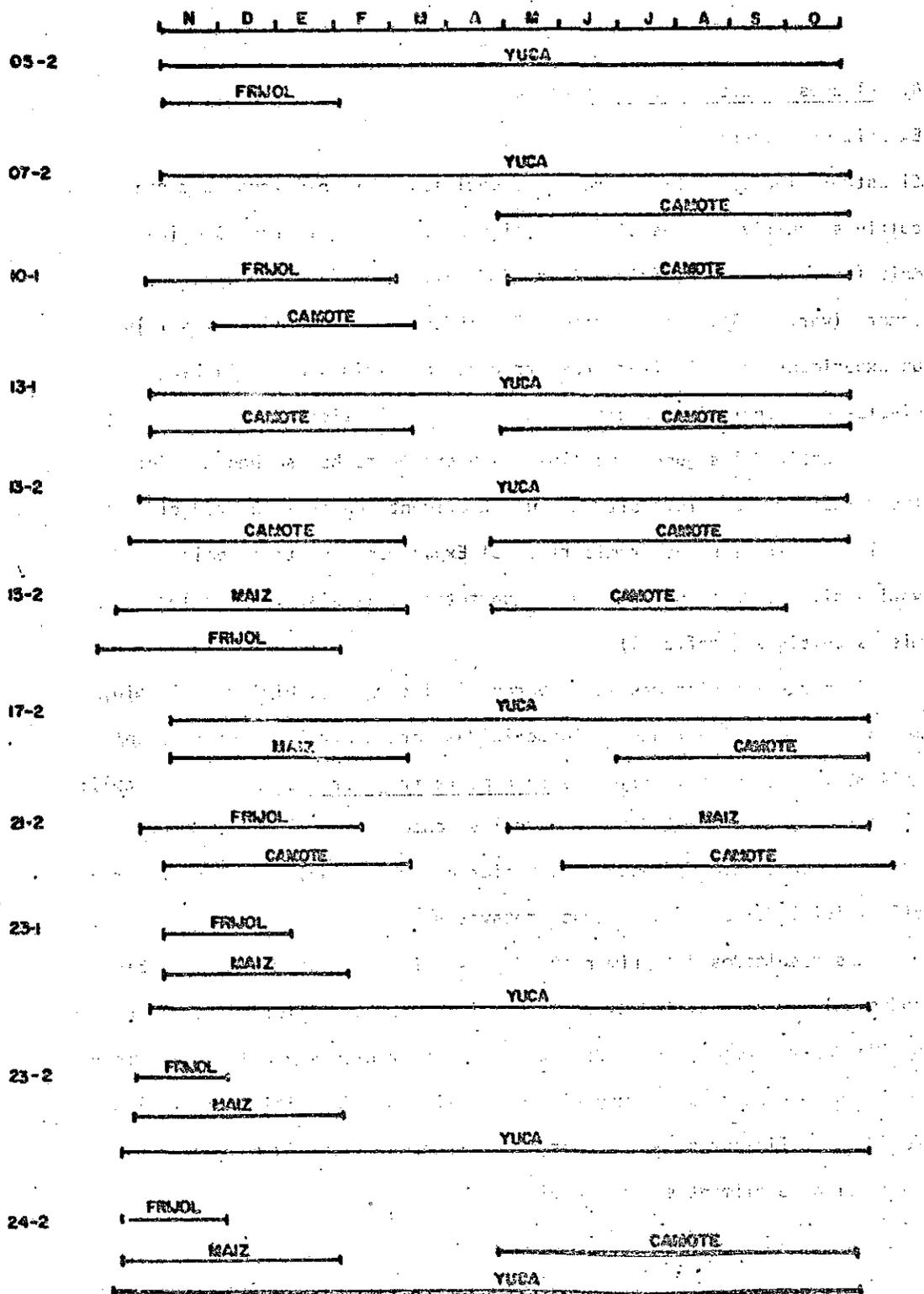


Fig. 1 Sistemas de cultivos seleccionados por eficiencia relativa.  
 (Reproducción de referencia N° 1)

Cuadro 1. RENDIMIENTO Y ENERGIA TOTAL PROVENIENTE DE LAS PROTEINAS, CARBOHIDRATOS Y GRASAS CONTENIDOS EN LA PORCION ALIMENTICIA DE 24 AGROSISTEMAS. VALORES PROMEDIOS DE 4 REPETICIONES. AÑO 1975. (Reproducido de referencia N°8)

N°	Tratamiento y Sub-tratamiento	Arreglo de los Cultivos*	Tecnología**	Rendimiento por Cultivo (Tm/Ha)				Energía Total Mcal/Ha/año	UET
				F	M	C	Y		
1	01-1	Y	B				18.6 d	26377	0.79
2	01-2	Y	A				23.6 d	33502 e	1.00
3	02-1	F-M	A	1.2 a	2.3			11786	1.43
4	02-2	M+F°	A	0.3	3.4			12832	0.68
5	03-1	F-C°	A	1.1 a		9.0		13841	1.31
6	03-2	F+C	A	1.2 a		3.6		8044	1.15
7	04-1	M-C	A		2.4	10.9 c		20430	0.93
8	04-2	M+C°	A		2.5	0.2		8917	0.47
9	05-1	F-Y	A	1.1 a			8.6	16041	1.28
10	05-2	F+Y	A	1.3 a			20.2 d	32764 e	1.97
11	06-1	M+Y°	A		2.6		10.3	23645	0.93
12	06-2	M+Y	A		2.2		11.6	23988	0.91
13	07-1	C+Y	A			4.9	14.7	26340	0.84
14	07-2	Y+C°	A			5.2	22.4 d	37649 e	1.18
15	08-1	C-C	B			21.2 c		23737	0.93
16	08-2	C-C	A			22.6 c		25274	1.00
17	09-1	F-M	A	1.2 a	2.4			12272	1.45
18	09-2	F+M-M	A	0.8	4.8 b			19127	1.58
19	10-1	F-C-C	A	1.2 a		15.0 c		20636	1.66
20	10-2	F+C°-C	A	1.1 a		12.3 c		17549	1.46
21	11-1	C-M+C°	A		2.2	10.0		18786	0.86
22	11-2	M+C°-C	A		2.1	11.3 c		20108	0.90
23	12-1	M-M+C°	A		4.3 b	3.5		18748	1.02
24	12-2	M+C°-C	A		4.6 b	0.2		16194	0.87
25	13-1	C+Y+C°	B			15.1 c	11.1	32747 e	1.14
26	13-2	C+Y+C°	A			14.1 c	12.3	33335 e	1.14
27	14-1	M+Y-Me	B		3.5		9.5	25606	1.06
28	14-2	M+Y-Me	A		4.3 b		8.9	27356	1.19
29	15-1	F-C-Me	A	1.3 a	2.0	5.6		17439	1.71
30	15-2	F+M-C	A	0.9	3.3	9.8		25334	1.80
31	16-1	F+Y-Me	B	0.9	1.2		11.2	23219	1.64
32	16-2	F+Y-Me	A	1.1 a	2.2		17.8 d	36525	2.08
33	17-1	M+C+Y	A		2.7	0.8	8.4	22149	0.89
34	17-2	M+Y+C°	A		2.4	6.8	13.3	34778 e	1.31
35	18-1	M-M	B		4.6 b			15736	0.86
36	18-2	M-M	A		5.3 b			18357	1.00
37	19-1	M+C°-M+C°	B		4.9 b	3.9		21113	1.09
38	19-2	M+C°-M+C°	A		4.5 b	3.3		19299	0.99
39	20-1	M+F°-M+C°	B	0.009	4.7 b	4.3		21028	1.08
40	20-2	M+F°-M+C°	A	0.02	4.7 b	3.8		20395	1.06
41	21-1	F+C°-M+C°	B	1.0 a	2.1	6.9		18226	1.56
42	21-2	F+C°-M+C°	A	1.1 a	2.3	6.8		19129	1.65
43	22-1	F+M+C°-M	B	0.6	4.1	0.2		16326	1.27
44	22-2	F+M+C°-M	A	0.7	5.0 b	0.3		20007	1.50
45	23-1	F+M+C°-C	B	0.7	2.1	19.7 c		31893 e	2.39
46	23-2	F+M+C°-C	A	0.8	2.4	13.8 c		26601	1.73
47	24-1	F+M+Y+C°	B	0.6	1.9	8.1	6.3	26892	1.48
48	24-2	F+M+Y+C°	A	0.7	2.6	7.2	9.5	33171 e	1.79

Dentro de cada cultivo, los números con igual letra son estadísticamente iguales y superiores a los demás.

\* F = Frijol; M = Maíz; C = Camote; Y = Yuca; (+) = Cultivo asociado; (-) = Cultivo en rotación; (°) = Siembra atrasada.

Algunos de los sistemas más sobresalientes fueron: una asociación de maíz y frijol, seguida con rotación de maíz (UET = 262); una rotación de frijol, seguida de dos cosechas de maíz (UET = 322); una asociación de frijol y yuca, en rotación con maíz (UET = 289); maíz asociado con yuca, seguido de camote (UET = 463); y una asociación de camote y yuca, seguida de camote (UET = 365).

El Cuadro 1 presenta los resultados del Experimento Central del segundo año (8). Los rendimientos de cada cultivo en cada sistema se expresan en Tm/Ha; la energía producida por cada sistema es expresada en Megacalorías/Ha/año y en UET. Los datos climáticos de febrero, marzo, abril y mayo de 1975 dieron un balance hídrico negativo, lo cual produjo escasez y competencia de agua en los cultivos que fueron sembrados en estos meses, lo cual también pudo haber incluido en sus rendimientos.

Nuevamente, la mayoría de los sistemas de cultivos múltiples del año anterior, más algunas modificaciones de estos mismos sistemas, fueron más eficientes que los respectivos monocultivos, medidos en UET y en Mcal/Ha/año. Los más eficientes en base a UET fueron: las asociaciones en alta y baja tecnología de frijol, maíz y camote, seguidas de camote; las asociaciones en alta y baja tecnología de frijol y yuca, seguidas de maíz; las asociaciones en alta y baja tecnología de frijol, maíz y yuca, seguidas de camote; las asociaciones de frijol y maíz, seguidas de camote; las asociaciones de frijol y camote --en rotación con una asociación de maíz y camote-- y la rotación de frijol, camote y maíz.

Las producciones de frijol oscilaron entre 0.009 y 1.3 Tm/Ha/año.

Los sistemas que produjeron más frijol fueron el monocultivo y aquellos en que el frijol estuvo asociado con yuca, maíz o camote, cuando éstos

Cuadro 2. ANALISIS ECONOMICO\* DE 24 SISTEMAS DE CULTIVO (COLONES DE COSTA RICA\*\*/HA/AÑO). VALORES PROMEDIO DE DOS REPETICIONES. AÑO 1975. (Reproducido de referencia N°8).

N°	Tratamiento y Sub-tratamiento	Arreglo de los Cultivos	Tecnología	Ingreso		Margen Bruto MB***	Ingreso Familiar I F	Relación IF/CM***
				I	N			
1	01-1	Y	B	5307		6778	9121	21.8
2	01-2	Y	A	6458		7939	10705	16.3
3	02-1	F-M	A	3960		5448	8557	9.8
4	02-2	M+F°	A	2208		3677	5885	7.6
5	03-1	F-C	A	5234		6765	11809	12.0
6	03-2	F+C°	A	1280		2818	8230	6.6
7	04-1	M-C	A	3547		5086	10542	10.3
8	04-2	M+C°	A	- 2319		- 793	4077	3.1
9	05-1	F-Y	A	3823		5332	9388	12.5
10	05-2	F+Y	A	10755		12254	15896 Δ	21.9
11	06-1	M+Y°	A	2616		4131	8465	10.0
12	06-2	M+Y	A	- 190		1335	6141	7.6
13	07-1	C+Y	A	2624		4147	8871	10.9
14	07-2	Y+C°	A	6143		7687	13367	13.5
15	08-1	C-C	B	3438		5004	11659	15.8
16	08-2	C-C	A	2050		3624	10672	9.2
17	09-1	F-M	A	5070		6577	10561	12.6
18	09-2	F+M+M	A	6354		7884	12874	12.7
19	10-1	F-C-C	A	3621		5247	14684	14.8
20	10-2	F+C°-C	A	1820		3445	12883	8.1
21	11-1	C-M+C°	A	2124		3685	10120	10.0
22	11-2	M+C°-C	A	59		1657	9814	5.6
23	12-1	M-M+C°	A	1529		3083	9220	8.6
24	12-2	M+C°-M	A	- 1642		- 76	6639	4.1
25	13-1	C+Y+C°	B	6543		8135	16013 Δ	21.0
26	13-2	C+Y+C°	A	4464		6067	14442	12.7
27	14-1	M+Y+Me	B	2185		3721	9014	16.2
28	14-2	M+Y+Me	A	3188		4725	10061	9.7
29	15-1	F-C-Me	A	3833		5423	13203	13.6
30	15-2	F+M-C	A	7024		8583	14923	12.4
31	16-1	F+Y-Me	B	5235		6768	11970	24.1
32	16-2	F+Y-Me	A	10013		11551	16987 Δ	16.8
33	17-1	M+C+Y	A	- 610		947	7239	7.7
34	17-2	M+Y+C°	A	4738		6317	13621	11.9
35	18-1	M-M	B	2003		3506	7279	12.9
36	18-2	M-M	A	2129		3640	7767	7.6
37	19-1	M+C°-M+C°	B	- 816		794	9514	7.4
38	19-2	M+C°-M+C°	A	- 1807		- 191	8774	5.4
39	20-1	M+F°-M+C°	B	1294		2872	10110	13.4
40	20-2	M+F°-M+C°	A	585		2160	9234	8.2
41	21-1	F+C°-M+C°	B	3447		5057	13767	11.4
42	21-2	F+C°-M+C°	A	2853		4482	14091	8.7
43	22-1	F+M+C°-M	B	846		2433	10063	8.2
44	22-2	F+M+C°-M	A	1963		3563	11797	7.8
45	23-1	F+M+C°-C	B	8031		9648	18662 Δ	13.2
46	23-2	F+M+C°-C	A	3034		4664	14294	7.4
47	24-1	F+M+Y+C°	B	3964		5560	13646	12.6
48	24-2	F+M+Y+C°	A	6054		7660	16169 Δ	13.1

\* Precio de los cultivos en colones de Costa Rica por kilogramo: Frijol = 4,89; Maíz = 1,63; Camote = 0,65; Yuca = 0,43; Elote = 1,63.

\*\* US\$ dólar = 8,54 colones de Costa Rica

\*\*\* CT = Costos de mano de obra + costos de materiales + costos fijos.  
 CM = Costos de materiales; MB = IB - costos de mano de obra - costos de materiales

se intercalaron entre las hileras de frijol aproximadamente un mes después de la siembra. En todos los sistemas en que se incluyó frijol, este se sembró una sola vez al año.

Las producciones de maíz fluctuaron entre 1.2 a 5.3 Tm/Ha/año. Los sistemas que dieron mayor producción de maíz fueron aquéllos que provenían de dos siembras al año, la mayoría de ellas con asociaciones de frijol, yuca o camote.

La producción de camote osciló entre 0.2 a 22.6 Tm/Ha/año. Las mayores producciones, al igual que en el maíz, provenían de sistemas con dos cosechas de camote al año.

Los rendimientos de la yuca oscilaron entre 6.3 a 23.6 Tm/Ha/año. Las mayores producciones se obtuvieron en sistemas de monocultivo, de yuca asociada con frijol, o con camote, plantado un mes después de la yuca.

Los sistemas que produjeron más energía total fueron aquéllos conteniendo yuca y camote en su integración. Los sistemas que tuvieron mayor aporte de energía de proteínas fueron aquéllos que incluyeron frijol y maíz.

En el Cuadro 2 se reproduce (8) un análisis de los aspectos económicos más importantes en los sistemas estudiados. Aunque el Ingreso Neto (IN) es el índice económico más aceptado, el Margen Bruto (MB) parece ser más relevante para el pequeño agricultor. Más aún y en vista de que la mayoría de la mano de obra proviene de la familia, la comparación de los sistemas debería basarse en el Ingreso Familiar (IF). En este caso, además de maximizar el ingreso, también se provee de trabajo a los miembros de la familia. Los diez mejores sistemas bajo este concepto son: 45, 32, 48, 25, 10, 30, 19, 26, 46 y 42. Estos sistemas, aparte de incluir los de mayor Ingreso Neto (sistemas 10 y 32), también coinciden con los de mayor índice UET.

Considerando los cultivos, el frijol aunque produce en tonelaje menos que los otros cultivos, es quizá el principal determinante del Ingreso en los sistemas, debido a que cuenta con precios garantizados en Costa Rica. Sin embargo, es un cultivo riesgoso desde el punto de vista agronómico.

El camote también fue un contribuyente importante en los sistemas en que participó. Los precios del camote en Costa Rica son muy variables, pero como cultivo, es agronómicamente menos riesgoso.

El maíz y la yuca tuvieron menos influencia en el ingreso de los sistemas; sin embargo, son cultivos fundamentales en la dieta del campesino y de menor riesgo agronómico.

Los sistemas con mejores ingresos fueron aquellos que abarcaron dos o más cultivos al año, lo cual indica que los sistemas policulturales promueven un aprovechamiento superior de los recursos y una disminución de los riesgos, al asegurar un mínimo de éxito en las cosechas.

La alta tecnología influyó claramente en el Ingreso, aunque significó mayores gastos en insumos, particularmente fertilizantes. Los fertilizantes estuvieron entre los factores más importantes que determinaron la producción en los sistemas con alta tecnología. La eficiencia de los principales nutrientes, medida según la relación entre la cantidad de nutriente aplicado y la cantidad de alimento producido fue  $K > N > S > P$ .

Los cultivos múltiples fueron más eficientes que los monocultivos en la reducción de la biomasa de malezas. Algunas enfermedades diseminadas por el aire fueron más evidentes en monocultivos, que en los cultivos asociados.

#### b) Experimentación Práctica en Areas de Pequeños Agricultores.

Durante el período comprendido de diciembre de 1975 a marzo de 1976, se practicaron encuestas a pequeños agricultores de las comunidades escogidas para realizar investigación en Costa Rica, Nicaragua y Honduras. Las

localidades seleccionadas son representativas de las principales zonas climáticas de América Central: a) las tierras húmedas y bajas del Atlántico de Costa Rica, en Guácimo y Cariari (Limón); y en Honduras, en El Progreso (San Pedro Sula); b) zonas de elevación moderadas del Pacífico en Costa Rica, en Platanares y Pejibaye (San Isidro de El General) y en Nicaragua, en San Ramón y Trinidad (Matagalpa) con estaciones seca y lluviosa, alternadas; c) las zonas de elevación media, predominantemente húmedas de Costa Rica, en Guayabo (Turrialba); y en Honduras, en Yojoa; y d) la zona de la Meseta Central de Costa Rica, con estaciones seca y lluviosa, en Itiquis (Alajuela). Las encuestas permitieron determinar los sistemas de cultivo predominantes en cada área, los factores físicos, económicos y sociales limitantes de la producción y los grados de tecnología usada en los sistemas de producción. Los resultados (6) evidencian que el tamaño de las fincas muestreadas varió de una zona a otra, desde un promedio mayor de 17.7 Ha en Guácimo (Costa Rica) a 6.52 Ha en San Ramón (Nicaragua). La mayoría de las fincas de las otras regiones estudiadas se enmarcaron dentro del rango de 8 a 10 Ha. Los cultivos alimenticios más prevalecientes en todas las áreas fueron maíz y frijol. Estos dos cultivos constituyen la base de la alimentación en América Central. En todas las áreas aparecieron con casi igual nivel de importancia que los anteriores, algunos cultivos perennes o de mercado, principalmente y según las zonas: café, caña de azúcar, tabaco y cítricos. Otros cultivos alimenticios básicos fueron: arroz, yuca, plátano, sorgo, ayote y algunas hortalizas. Los cultivos alimenticios son manejados primordialmente como monocultivos, y en segundo término, como asociaciones y en rotaciones con otros monocultivos o con asociaciones. El café crece en asociación con plátano, mientras

que la caña de azúcar y el tabaco se manejan como monocultivos. Los

niveles de tecnología variaron entre zonas y países. La preparación del suelo se hace a mano (Costa Rica, Nicaragua y Honduras), con bueyes (Nicaragua y Honduras) y hasta con tractores (Honduras y Costa Rica).

Sin embargo, las labores de siembra y de cultivo en general se realizan a mano. En algunas áreas como Itiquis (Costa Rica) y El Progreso (Honduras), la mayoría de los agricultores utilizan uno o varios agroquímicos. En otras áreas, usan los insumos con cierta lógica y se guían esencialmente por el factor limitante.

Durante el año 1976 se llevaron a cabo varios experimentos en terrenos de pequeños agricultores en las regiones donde se practicaron encuestas, usando como testigo el sistema o sistemas locales. Los tratamientos fueron diseñados en forma simple, tendiendo a mejorar la eficiencia del sistema mediante la corrección del o los factores más limitantes. Así por ejemplo, en Nicaragua, siendo la fertilidad de suelos el factor crítico, se hicieron experimentos de optimización del uso de fertilizantes; en Costa Rica, control de plagas y enfermedades; y en Honduras, manejo de cultivos dentro de los sistemas. Ya se dispone de resultados parciales en los experimentos del primer año (1). En el Cuadro 3 se presentan los resultados de un experimento en Yojoa (Honduras), con los sistemas predominantes de maíz y arroz en monocultivos, y en asociaciones con varias disposiciones de hileras.

En la segunda época y en las parcelas sembradas con maíz, el agricultor siembra frijol, cosecha que es riesgosa, dependiendo de un exceso o cantidad adecuada de lluvias. No se dispone aún de los datos referentes al frijol, para evaluar el sistema total.

**Cuadro 3. PRODUCCION DE LA PRIMERA EPOCA EN Kg/Ha E INDICE DE USO EQUIVALENTE DE TIERRA (UET), EN UN ENSAYO CON MAÍZ Y ARROZ, EN YOJOA (HONDURAS), 1975. (Reproducido de referencia N°1)**

Tratamiento	Hileras de		Producción Kg/Ha		UET %
	Maíz	Arroz	Maíz	Arroz	
1	1	2	3.60	.608	117
2	1	4	2.66	.362	79
3	1	6	2.11	.317	65
4	2	3	3.57	.389	96
5	2	5	3.21	.475	98
6	3	2	4.86	.337	113
7	3	4	3.89	.371	100
8	3	6	3.75	.382	99
9	4	3	4.26	.317	101
10	4	5	4.45	.328	105
11	6	0	6.00	0	100
12	0	18	0	1.056	100

Los resultados revelan que algunas disposiciones (tratamientos 1 y 6) ofrecen un mejoramiento en la eficiencia de la producción, sobre el monocultivo solo.

## V. DISCUSION

Tomando el sistema del agricultor, la eficiencia de su producción (salidas del sistema) depende del manejo adecuado de los recursos (ingresos de energía al sistema) físicos de suelo, agua y luz, y socio-económicos como el capital para uso de fuentes de energía (equipo mecánico, fertilizantes, pesticidas, mano de obra, etc.), mercadeo o infraestructuras. La investigación realizada en las estaciones experimentales, bajo el enfoque de investigación prevaleciente en América Tropical, de desarrollo de subsistemas de producción por cultivos, ha producido tecnologías relativamente eficientes para cultivos específicos bajo la modalidad de monocultivo. Se cuenta con variedades mejoradas, con recomendaciones para el uso adecuado de fertilizantes, control de plagas y enfermedades, irrigación y empleo de equipos y maquinarias, que ahorran la utilización de mano de obra. Este sistema de agricultura es eficiente en manos del agricultor que dispone de recursos adecuados o abundantes, de tierra y capital. No está al alcance del agricultor de escasos recursos, o sea el pequeño y mediano productor.

Para agravar la situación, los pequeños agricultores ocupan en general los suelos más pobres y ubicados en pendientes, lo que agudiza los problemas de conservación de suelo y agua.

Los estudios socio-económicos realizados por otras instituciones, muestran que el pequeño agricultor no adopta las tecnologías modernas, básicamente por limitaciones económicas y educacionales. El pequeño agricultor conserva los sistemas tradicionales de cultivos asociados, como una medida aprendida por su propia experiencia de muchos años, para minimizar riesgos. Sin embargo, los

resultados de la investigación en varios lugares del mundo, incluyendo nuestras propias experiencias en Centro América, indican que además de ser una práctica protectora de riesgos, los sistemas de cultivos múltiples --particularmente las asociaciones-- son ecológicamente más eficientes en condiciones del trópico. El balance biológico del ecosistema natural del trópico se basa en la diversidad biológica y mientras más uniformidad genética se induce en las poblaciones, de plantas o animales, más frágil se vuelve al ataque de plagas y enfermedades. Estas evolucionan y se multiplican a mayor velocidad que los huéspedes, gracias a los factores climáticos favorables durante todo el año, a diferencia de las condiciones de los ecosistemas de las regiones templadas.

En repetidas ocasiones, los ecólogos han llamado la atención en el sentido de que la eficiencia de los sistemas agrícolas de los trópicos debe basarse en cultivos perennes y de variada composición genética. Se ha observado que la agricultura de cultivos anuales, solamente puede realizarse bajo condiciones de alta fertilidad de suelos y utilizando sistemas de manejo acordes con el medio ecológico. Lamentablemente, en el trópico aún no se han estudiado los mejores sistemas de agricultura que se adapten a cada condición ecológica. Quizá los propios agricultores del trópico más que los científicos, han identificado los sistemas mejor adaptados a cada sitio. Tal vez por influencia de la eficiencia de los sistemas agrícolas de las zonas templadas, los científicos hemos tratado de adaptar estos sistemas a las condiciones del trópico. El grado de éxito ha sido variable, pero la experiencia muestra que el monocultivo en condiciones del trópico, conlleva grandes riesgos y la necesidad de un trabajo continuo de investigación para solucionar los repetidos problemas. Ejemplos clásicos son los daños causados por las enfermedades al banano, al cacao, al

café y al caucho; lo mismo que los fracasos por las plagas del algodón, del cacao y de otros cultivos.

Es hora de que los países revisen sus políticas de investigación agrícola con miras a buscar los mejores sistemas de explotación de la tierra, tomando en cuenta los parámetros climáticos, de uso adecuado de suelos, de las necesidades de producción de los países y de las condiciones socio-económicas de los productores.

No debe olvidarse que gran parte de la eficiencia actual de la alta tecnología, es peligrosamente dependiente del petróleo y de sus derivados. Este es un recurso que cada vez se torna más escaso y caro, y más oneroso para los países en desarrollo. Debemos buscar nuevas alternativas tecnológicas para reemplazar la energía de los hidrocarburos, particularmente en los países tropicales cuya economía se base en la agricultura. Es hora de desarrollar sistemas agrícolas que maximicen y promuevan un reciclaje natural de nutrientes, a partir de los residuos de los mismos cultivos, del uso de abonos verdes y de otros residuos vegetales y de desecho animal. Estos deberían complementarse con un mínimo de agro-químicos de alto costo. Se conoce poco, pero existen suficientes y promisorias posibilidades de utilizar mejor la eficiencia de muchos micro-organismos de suelos tropicales, que ayuden a fijar elementos nutritivos para las plantas.

Debemos estudiar métodos de control integrados de plagas y enfermedades que optimicen el uso de resistencias genéticas, rotaciones de cultivos, control biológico y tantas otras medidas que pueden minimizar el abuso en el uso de pesticidas.

Se debe hacer énfasis en la selección y desarrollo de variedades de cultivos por su eficiencia fotosintética y en menor grado por su respuesta al uso de fertilizantes, como es la tendencia actual. Igualmente, se deben desarrollar variedades resistentes o tolerantes a la alta o baja disponibilidad de agua, según los regímenes de lluvias predominantes en la zona. Es un reto que los científicos del agro en el trópico debemos tomar, y muy seriamente, si queremos que las generaciones futuras puedan mantener un nivel de vida decoroso, si continuamos dependiendo de nuestra agricultura.

#### LITERATURA CITADA

1. A SUMMARY OF SOME OF THE PRELIMINARY RESULTS FROM EXPERIMENTS CARRIED OUT by the Small Farmers Cropping System Project in Central America, 1976. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales, Turrialba, Costa Rica, 1977. 34 p.
2. BAZAN, R. et al. 1976. Un programa de investigación en sistemas de agricultura para el pequeño agricultor. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 26 p.
3. BENNETH, G. 1972. Systems of agriculture in tropical agriculture. Econ. Geogr. 48(3):245-257.
4. HARWOOD, R. R. 1976. Toward the well-being of the small tropical farmer. International Agricultural Development Service, New York, Draft copy. 165 p.
5. \_\_\_\_\_ and PRICE, E. C. 1976. Multiple cropping in Tropical Asia. In Multiple Cropping. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. ASA special publication N°27:11-40.

6. INFORME RESUMIDO DE LA ENCUESTA PRELIMINAR EN COSTA RICA, NICARAGUA Y Honduras. Proyecto de Investigación en Sistemas de Cultivos para Pequeños Agricultores. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 1976. 23 p.
7. OKIGBO, B. N. and GREENLAND, D. J. 1976. Intercropping systems in Tropical Africa. In Multiple Cropping. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. ASA special publication N°27:63-101.
8. SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA PROBADOS EN EL CATIE, TURRIALBA. Aspectos Agronómicos y Económicos. In Reunión Anual del PCCMCA, 22a. San José, Costa Rica, 26-29 julio, 1976. San José, MAG/IICA/Fundación Rockefeller, v.3. pp. K1-K11, 1976.
9. SORIA, J. et al. 1975. Investigación en sistemas de producción agrícola para el pequeño productor del trópico. Turrialba 25:283-293.

18 de mayo de 1977  
JS/VJ/oca/mpf