

Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales

INSTITUTO TURRIALBA  
DIRECCION

RECIBIDO

DESARROLLO DE SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
PARA EL TROPICO

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza  
Turrialba, Costa Rica

Noviembre de 1974

# DESARROLLO DE SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA PARA EL TROPICO

## Introducción y Antecedentes

La baja producción de alimentos en los trópicos se atribuye en gran parte al uso de sistemas de producción agrícola poco eficientes. Se entiende por sistema de producción agrícola la secuencia anual o arreglo espacial de uno o varios cultivos y barbechos utilizados en una determinada unidad de producción (finca) y su interacción con los recursos y tecnología disponibles, lo cual determina su grado de eficiencia.

La mayoría de los alimentos básicos del área centroamericana provienen de agricultores pequeños que usan sistemas de cultivo tradicionales, muchos de los cuales son modalidades derivadas de la agricultura migratoria. Estos sistemas no permiten una producción económica estable, particularmente en suelos químicamente pobres, como los latosoles.

Dentro de los sistemas de producción agrícola se han practicado varias modalidades en diferentes partes del trópico americano, como sucesión de monocultivos, cultivos mixtos y cultivos múltiples alternados o sobrepuestos. Los cultivos más generalizados en estos sistemas han sido el maíz, el frijol, el arroz, varias especies de cucurbitáceas, el camote y la yuca.

En los países tropicales americanos se ha hecho poca investigación encaminada a estudiar y mejorar los sistemas de cultivo tradicionales utilizados por los pequeños agricultores; de ahí la necesidad de investigar la eficiencia de éstos y de nuevos sistemas agrícolas que se adapten mejor a las condiciones ecológicas, sociales y económicas de estos países.

Tradicionalmente la investigación agrícola en los trópicos ha seguido patrones de los países templados, concentrando esfuerzos en cultivos específicos o disciplinas y produciendo en algunos casos mejoras notables en la productividad de ciertos cultivos, tales como maíz, arroz, café, cacao, caña de azúcar, banano y otros. Este éxito, sin embargo, se fundamenta en el uso de prácticas basadas en patrones tecnológicos de otras áreas ecológicas que, a su vez, requieren de grandes inversiones en terrenos, maquinarias y productos agroquímicos. Por esta razón, este tipo de investigación ha beneficiado principalmente a aquellos agricultores que tienen buena capacidad económica y grandes áreas de tierra. Los pequeños agricultores, que constituyen la mayoría de la población rural de América Latina, no han podido incorporarse al uso de este tipo de tecnología de insumos, por lo que no se ha mejorado significativamente la producción de los cultivos alimenticios básicos, principalmente maíz, frijoles y raíces.

Los antecedentes principales que justifican una acción tendiente a estudiar los sistemas de agricultura más adecuados para el trópico y particularmente para el pequeño productor, son:

1. En América Central, datos censales muestran que existe una gran concentración de población en el sector rural y la gran mayoría de los agricultores poseen pequeñas extensiones de terreno; aproximadamente el 60% de las unidades de producción son de 5 hectáreas o menos y un 80% son de 20 hectáreas o menos, predominando aquellas unidades menores a 5 hectáreas (Cuadro 1, Apéndice A).

Además, en el sector rural hay excedentes de mano de obra todo el año o en forma estacional, una baja capacidad de

endeudamiento, alta carga familiar y un bajo nivel de vida, lo cual ha promovido las migraciones a las ciudades (Cuadros 2 y 3, Apéndice A).

2. En Centroamérica existe poca información acerca de las técnicas adecuadas para utilizar mejor los sistemas agrícolas del pequeño agricultor o sistemas nuevos que utilicen adecuadamente los recursos de tamaño de propiedad, capital y mano de obra disponibles y las condiciones ecológicas de cada región.
3. Al no disponer de técnicas adecuadas que beneficien directamente a los pequeños agricultores, los Servicios de Extensión ven limitada su acción en proyectos de fomento de la producción. El agricultor pequeño se muestra poco receptivo a adoptar formas de producción sofisticadas que involucran el uso de insumos de costo elevado, que están fuera de su alcance.
4. En el trópico existe una cantidad abundante y constante de energía radiante que podría utilizarse eficientemente a través de los cultivos, si se desarrollaran técnicas económicas que permitieran un reciclaje sostenido y orientado de las varias fuentes de energía disponibles.
5. Las instituciones nacionales de investigación y de fomento cuentan con escaso personal técnico especializado para conducir investigaciones en sistemas de producción y para dirigir programas de producción de alimentos y de desarrollo rural.

Para buscar soluciones a las deficiencias antes mencionadas, el Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales del CATIE, desde junio de 1973 ha concentrado sus actividades en el Proyecto de Desarrollo de Sistemas de

Producción Agrícola para el Trópico y más específicamente para los países de América Central y del Caribe. Para realizar este tipo de investigación se adoptó un sistema interdisciplinario de trabajo, dedicando los esfuerzos de todos sus especialistas, en forma de equipo, al mismo objetivo. Sin embargo, la magnitud del problema y las limitaciones de recursos y personal no han permitido estudiar varios factores de primordial importancia que permitirían acelerar la consecución de las metas.

### Objetivos

1. Comparar la eficiencia de producción de los diferentes sistemas tradicionales y sus modificaciones y desarrollar nuevos sistemas de agricultura, con el fin de seleccionar aquellos que permitan mejorar considerablemente los ingresos y el bienestar general de los agricultores y en particular del pequeño productor.
2. Identificar los cultivos más útiles y adaptados para las diferentes regiones y sistemas de cultivo.
3. Identificar y estudiar los factores físicos, bióticos y ecológicos del medio, que actúen favorable o adversamente en la producción y buscar las soluciones para controlar los factores negativos.
4. Estudiar los aspectos socioeconómicos de los sistemas de cultivo recomendados, particularmente en lo relacionado con la utilización de mano de obra y rentabilidad de la empresa.
5. Entrenar personal técnico a varios niveles, en investigación y extensión sobre sistemas de producción.

### Metas

1. En América Central los promedios de producción de maíz, frijol, arroz, yuca y camote, considerados como monocultivos y a nivel del agricultor, son de 940, 570, 1464, 3440 y 2700 Kg/ha, respectivamente, según la FAO\* (Cuadro 4, Apéndice A).

Experimentalmente y bajo las condiciones ecológicas de Turrialba y del Pacífico Sur de Costa Rica, se espera elevar esos promedios individuales hasta un 30%. Sin embargo, la meta del Proyecto de Sistemas de Producción no puede compararse directamente con la información existente sobre producciones, puesto que bajo el enfoque de sistemas de producción se hace especial hincapié en una producción sostenida a lo largo del año y no en monocultivos sino con varios cultivos, buscando un aprovechamiento óptimo del recurso tierra.

2. Datos recientemente recopilados por ROCAP\*\* en Centroamérica indican que el desempleo en las zonas rurales de la región varía desde un 6% en Costa Rica hasta el 50% en Honduras, considerando solamente la mano de obra masculina. Además, el desempleo rural es estacional; en El Salvador, por ejemplo, el porcentaje de desempleo rural es de menos de 2 en noviembre pero más de 64 en octubre.

Por lo tanto, se buscará desarrollar sistemas que, aplicados, podrían optimizar el uso de mano de obra disponible, reduciendo por lo menos en un 50% el desempleo rural en los diferentes meses del año.

---

\* FAO. Anuario de Producción, Vol. 25. Roma, FAO, 1971.

\*\* REGIONAL OFFICE FOR CENTRAL AMERICAN PROGRAMS. A preliminary assessment of rural economic development in Central America. Guatemala, RRDR, ROCAP, 1974. 81 p.

### Estrategia

La etapa inicial del proyecto se realiza en Costa Rica. En el CATIE, Turrialba, se están estudiando sistemas de producción para el trópico húmedo. Dado el financiamiento adecuado, en otras áreas ecológicas de Costa Rica se espera estudiar el comportamiento de sistemas de producción especialmente diseñados para aquellas. Estos núcleos satélites del Centro de Turrialba se establecerán en instituciones nacionales de investigación y promoción agropecuaria.

Usando los conocimientos, experiencia y tecnología desarrollados en el Centro de Turrialba y núcleos de experimentación de Costa Rica, se probarán otros sistemas, o los mismos, en diferentes áreas ecológicas de América Central con la colaboración de instituciones nacionales. Para cumplir esta finalidad se están adelantando gestiones con la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) para un proyecto de alcance centroamericano que propugna el establecimiento de estudios de sistemas de producción agrícola en otras áreas de América Central. La selección de estas áreas se hará en base a condiciones ecológicas, concentración de agricultores, cultivos y mercados.

Dentro de estos sistemas de producción se probarán especialmente variedades mejoradas, precoces y fotoneutras, desarrolladas por los centros de investigación de cultivos específicos (CIMMYT, CIAT, IRRI, CATIE y otros) o variedades locales conocidas por su adaptabilidad y uso en las regiones.

Para cada sistema se adaptarán las técnicas ya desarrolladas en los centros de investigaciones que incluirán aspectos de época y densidad de

siembra, fertilización, control de plagas, enfermedades y malas hierbas y prácticas de manejo de cultivos y suelos.

Se pondrá especial consideración a aquellas prácticas de manejo de cultivos que sin involucrar insumos de costo elevado permitan una producción económica y sostenida a lo largo del año.

La información obtenida de los sistemas más eficientes de producción agrícola será transmitida a las organizaciones de promoción agropecuaria o extensión agrícola de los países para que, a su vez, la trasmitan a los agricultores locales.

#### Descripción del Proyecto

El estudio y desarrollo de sistemas de producción se diseñaron en base a gradientes de presión de uso de suelo y un uso eficiente de las fuentes de energía disponible.

Se entiende por presión de uso de suelo el grado de exigencia que ejerce un cultivo o asociación de cultivos en un determinado suelo y bajo condiciones específicas de manejo. Esta exigencia está dada por el tipo de cultivo, la duración del ciclo vegetativo en cultivos solos y asociados, el intervalo de barbecho y el grado de tecnología aplicado al cultivo. El objetivo central es utilizar al máximo el terreno y los recursos disponibles en tiempo y en espacio.

En el primer ciclo del ensayo principal o central, iniciado en noviembre de 1973 y concluido en noviembre de 1974, se probaron en Turrialba 54 tratamientos con 4 subtratamientos cada uno. Los tratamientos representan una amplia gama de sistemas que van desde monocultivos, asociaciones de dos, tres y cuatro cultivos, distribuidos en secuencia o sobrepuestos en

grados variables. Los cultivos utilizados fueron frijol, arroz, maíz, camote y yuca, los que a su vez son la base de la alimentación de la población tropical. Los subtratamientos representan diferentes grados de tecnología aplicada y épocas de siembra. En el segundo ciclo, que se inicia en noviembre de 1974, se probarán solamente 24 tratamientos con 2 subtratamientos cada uno, que representan los sistemas que ofrecen más promesa, como consecuencia del estudio del primer ciclo. En este segundo ciclo se eliminó el arroz, hasta encontrar una variedad que muestre buena adaptación a las condiciones de Turrialba. Se redujeron los subtratamientos a un grado de tecnología mínima que permita obtener cosecha y una tecnología más avanzada para los cuatro cultivos. En el diseño se mantienen sistemas de monocultivos, asociaciones de dos, tres y cuatro cultivos, en secuencias o sobrepuestos en varios grados. Se usará un diseño de bloques aleatorios, con 4 repeticiones de parcelas de  $180 \text{ m}^2$  y subparcelas de  $90 \text{ m}^2$  cada una.

Dentro de Costa Rica se han iniciado ensayos de agrosistemas de producción en San Isidro de El General, que representa un área de regímenes alternos de lluvias y en la Estación Experimental de Los Diamantes en clima húmedo cálido. En ambos lugares se prueban los cultivos y sistemas más usados localmente y los nuevos sistemas más promisorios probados en Turrialba.

Además del ensayo central se conducen ensayos denominados satélites y complementarios. Los primeros permiten mejorar aspectos de manejo y tecnología de los sistemas encontrados como más promisorios en el ensayo central, en aspectos como cambios de variedades, densidades y épocas de siembra, fertilizantes, control de plagas y enfermedades, entre otras. Los ensayos complementarios permiten investigar aspectos específicos que están relacionados con la producción.

Un buen número de los ensayos satélites y complementarios son conducidos por los estudiantes graduados y especiales, como investigación para tesis de grado o como problemas especiales.

### Acciones del Primer Año

#### Acciones del CATIE

Las actividades del personal técnico actual y recursos del CATIE permitirán producir en el primer año un incremento de hasta 20% de la meta. Los trabajos se concentran en estudios y corrección de los problemas de fertilidad y física de suelos, manejo de cultivos, agronomía, mejoramiento genético, fisiología de la nutrición, horticultura y fitopatología, con un total de 7 técnicos de alto nivel y el mínimo posible de apoyo de mano de obra e insumos para su trabajo (Cuadro

#### Acciones con la contribución del BID y justificación para la solicitud de apoyo

Para alcanzar la meta de aumentar hasta un 10% la producción de los cultivos individuales en el Proyecto de Sistemas de Producción Agrícola, en comparación con los promedios nacionales, se necesitaría reforzar trabajos en las siguientes áreas que actualmente son insuficientemente estudiadas y para las cuales se requiere de apoyo económico:

##### 1. Especialista en Producción

Problema: Alteraciones de la eficiencia fotosintética de los cultivos que afecten su producción cuando crecidos en el campo como asociaciones o sucesiones. Al no tener un especialista en este campo, no se tienen los conocimientos fundamentales para mejorar la producción de algunos sistemas.

Contribución a la meta del primer año: 2%.

## 2. Agrónomo - Malezas

Problema: La mayor parte de la mano de obra se consume en eliminar las malezas de los cultivos, particularmente en la primera etapa de las siembras, llegando en muchos casos a ser insuficiente para realizar un control adecuado. Hasta el momento no se han hecho estudios de métodos más eficientes y económicos para realizar esta labor por falta de un especialista en este campo.

Contribución a la meta del primer año: 2%.

## 3. Economista (1/3)

Problema: Las ganancias netas de los pequeños agricultores son muy bajas por la baja rentabilidad de sus sistemas. Es necesario evaluar la rentabilidad de los sistemas de producción mejorados que están bajo estudio actualmente y el CATIE carece de un economista para realizar dicha evaluación. Se están recogiendo los datos económicos básicos.

Contribución a la meta del primer año: 1%.

## 4. Estadístico - Sistemas (1/3)

Problema: No se conocen las interacciones de los diferentes factores que afectan la eficiencia del funcionamiento de los sistemas agrícolas en el trópico. Se están recogiendo datos biológicos, físicos y climatológicos de las variables que inciden en la producción de todos los cultivos alimenticios en el estudio del CATIE, pero no tenemos un estadístico que permita una utilización y análisis adecuado de los sistemas para poder seleccionar y/o simular nuevas alternativas que se ajusten a las necesidades y condiciones del pequeño agricultor.

Contribución a la meta del primer año: 1%.

5. Entomólogo - Apoyo

Problema: Entre los principales limitantes de la producción de cultivos alimenticios en los trópicos están los insectos. El Gobierno Británico ha ofrecido pagar el salario de un entomólogo pero no incluye costos de operación, por lo que la provisión de fondos para la labor adecuada de este especialista permitiría un mejor control de las plagas.

Contribución a la meta del primer año: 1%.

6. Mano de Obra - Auxiliar y Obrera

Problema: El estudio simula la situación del pequeño productor y requiere de considerable mano de obra. Por tanto, es necesario contratar el número adecuado de trabajadores de campo para apoyo de todas las unidades.

Contribución a la meta: 0.5%.

7. Equipo de Campo y Laboratorio

Problema: Para resolver algunos problemas técnicos es indispensable el uso de equipos especializados que actualmente no están disponibles en el CATIE, como tractores pequeños, instrumentos de campo, secadoras de grano, balanzas, integradores de área foliar, cámaras de crecimiento, planímetros y otros.

Contribución a la meta: 0.5%.

8. Materiales de Laboratorio y Campo y Suministros

Problema: Con la crisis de energía se han vuelto muy costosos toda clase de suministros y particularmente los productos agroquímicos y de laboratorio, especialmente fertilizantes y pesticidas. Estos productos son necesarios en cantidades adecuadas en todo momento para resolver los problemas de campo y laboratorio, y el aporte del BID daría la disponibilidad adecuada.

Contribución a la meta: 0.5%.

#### 9. Viajes y Transporte

Problema: Es de primordial importancia que el personal técnico que trabaja en el programa tenga oportunidad de visitar las principales áreas de producción de cultivos en los países de la región y otras similares, para tener un entendimiento cabal de los problemas y para que puedan asesorar a los programas nacionales. Además, es necesario que el personal participe en reuniones y seminarios internacionales en donde se discuten los problemas de producción. El personal técnico del CATIE no tiene recursos para realizar las funciones descritas.

Contribución a la meta: 1%.

#### 10. Biblioteca y Publicaciones

Problema: Se hace necesario tener textos y publicaciones en general como material de consulta específico en Sistemas de Producción Agrícola, para una mejor orientación tanto en los trabajos de investigación como de entrenamiento. En la actualidad la disponibilidad que tenemos de material de consulta es muy limitada.

Contribución a la meta: 0.5%.

APENDICE A

Cuadro 1. Unidades de producción en América Central

País	Grupo Convencional			Estimados a 1972		
	Finca	Tamaño ha	Superficie ha %	N° de fincas %	Superficie total ha	Número total fincas
Guatemala	Pequeña	0-5	14.60	80.33	3.893.178,7	463.251
	Mediana	5-20	14.96	14.61		
	Grande	> 20	70.44	5.06		
El Salvador	Pequeña	0-5	15.64	85.19	1.878.014,1	251.854
	Mediana	5-20	13.67	9.92		
	Grande	> 20	70.69	4.89		
Honduras	Pequeña	0-5	9.79	59.98	2.735.333,3	197.968
	Mediana	5-20	18.40	27.32		
	Grande	> 20	71.81	13.70		
Nicaragua	Pequeña	0-5	3.12	42.06	4.315.463,6	133.443
	Mediana	5-20	5.86	25.88		
	Grande	> 20	91.02	32.06		
Costa Rica	Pequeña	0-5	2.18	45.75	3.020.068,2	108.549
	Mediana	5-20	7.38	24.92		
	Grande	> 20	90.44	29.33		
					15.751.057,9	1.135.065

Cuadro 2. Centroamérica: Importancia relativa de los países en algunas variables principales del sector agrícola, 1970 (porcentajes)<sup>1/</sup>

VARIABLES	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Centroamérica
1. Superficie en fincas	25.8	12.0	16.4	27.0	18.8	100.0
2. Población agrícola	37.7	21.1	18.2	12.7	10.3	100.0
3. Ingreso agrícola	33.2	20.3	15.5	14.5	16.5	100.0
4. Estrato bajo dentro de la población agrícola	42.5	24.6	15.0	9.5	8.4	100.0
5. Fuerza de trabajo agrícola	42.3	24.3	14.6	11.1	7.7	100.0
6. Excedente de fuerza de trabajo agrícola	41.2	24.7	14.9	11.3	7.9	100.0

Fuente: Cálculos con base en datos de GAFICA.

\* Trabajadores sin tierra y minifundistas.

<sup>1/</sup> Tomado de:

SIECA. El desarrollo integrado de Centroamérica en la presente década. Bases y propuestas para el perfeccionamiento y la reestructuración del Mercado Común Centroamericano. Estudio N° 4: Programa de Desarrollo Agrícola Integrado. Guatemala, SIECA, Octubre 1972. 304 p.

Cuadro 3. Centroamérica: Relaciones entre algunas variables del Sector Agrícola, por países, 1970 (porcentajes)<sup>1/</sup>

	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Centroamérica
1. Población agrícola/población total	62.5	53.8	62.0	55.3	48.9	57.8
2. Estrato bajo*/población agrícola	81.5	84.1	59.4	53.8	59.2	72.3
3. Estrato bajo/población total	50.9	45.2	36.8	11.5	19.0	41.8
4. Fuerza de trabajo/población agrícola	32.3	32.0	30.0	32.8	28.7	31.6
5. Excedente de fuerza de trabajo/fuerza de trabajo	52.3	58.3	42.5	21.5	14.7	44.4
6. Excedente de fuerza de trabajo/población agrícola	16.9	18.7	13.0	7.0	4.2	14.0
7. Superficie en fincas/superficie total	34.4	82.6	62.1	30.1	54.0	34.3

Fuente: Cálculos con base en datos de GAFICA y de otras fuentes.

\* Trabajadores sin tierra y propietarios de minifundios.

<sup>1/</sup> Tomado de:

SIECA. El desarrollo integrado de Centroamérica en la presente década. Bases y propuestas para el perfeccionamiento y la reestructuración del Mercado Común Centroamericano. Estudio N° 4: Programa de Desarrollo Agrícola Integrado. Guatemala, SIECA, Octubre 1972. 304 p.

Cuadro 4. Producción promedio de varios cultivos en Centroamérica

Kg/ha.

	Maíz	Frijol	Arroz	Yuca	Camote
Costa Rica	1200	410	1420	4500	
El Salvador	1000	810	1690	2800	
Guatemala	800	470	1180	3000	
Honduras	700	440	1640	3400	2700
Nicaragua	1000	720	1390	3500	
$\bar{x}$	940	570	1464	3440	2700

Fuente: FAO. Anuario de Producción, Vol. 25. Roma, FAO, 1971.

APENDICE B

## INFORME PRELIMINAR CONDENSADO SOBRE EL PROGRAMA DE SISTEMAS DE PRODUCCION DE CULTIVOS

En las condiciones de Turrialba (Trópico Húmedo) se probaron 54 sistemas de producción con los cultivos alimenticios frijol, maíz, arroz, yuca y camote. Los sistemas representan monocultivos, asociaciones de dos, tres, cuatro y cinco cultivos, distribuidos en secuencia o sobrepuestos en grados variables.

En monocultivos se probaron varios niveles de tecnología. El más bajo representaba el practicado por el pequeño agricultor y el alto, el uso de la mejor tecnología conocida.

En la mayoría de cultivos múltiples (asociados y/o rotaciones) se usó un nivel de tecnología capaz de asegurar cosecha y consistió en la aplicación de fertilizantes como para satisfacer las necesidades del cultivo más exigente, cuando se trataba de asociaciones de dos o más cultivos, además de las prácticas corrientes de control de plagas y malezas.

En el Cuadro 1 se presentan los resultados en TM/ha y en índices de producción relativa\* de 16 sistemas, seleccionados como promisorios entre todos los probados en el año agrícola de noviembre de 1973 a octubre de 1974. Aún no se han efectuado las últimas cosechas en algunos sistemas, por lo que los datos son parciales y provisionales.

De los datos contenidos en el cuadro y de las experiencias obtenidas en el primer año de investigación y a la luz de las producciones medias

---

\* Índice de Producción: Es la suma de valores de la relación de producción de los cultivos individuales del sistema con la producción máxima del respectivo monocultivo.

centroamericanas (Cuadro 4, Ap. A) de 570, 940, 2700 y 3440/Kg/ha/año para frijol, maíz, camote y yuca, respectivamente, se pueden anotar las siguientes observaciones:

1. Los rendimientos de los monocultivos bajo tecnología alta fueron, con excepción de la yuca, muy superiores a la tecnología del pequeño agricultor centroamericano y su simulación en el ensayo. Los insumos más importantes para la alta producción con alta tecnología fueron los fertilizantes y pesticidas, que significan la mayor parte del costo económico de la producción.
2. Aunque la producción individual por cultivo en los sistemas policulturales con asociaciones de dos, tres y sucesiones de cultivos no fue tan alta como en los monocultivos experimentales tecnificados, las producciones totales por unidad de superficie fueron siempre muy superiores, como se deduce de los índices de producción que en varios casos superan al 200%.
3. Aun sin tomar en cuenta la última cosecha, hay varios sistemas de asociaciones de dos y tres cultivos que muestran una alta eficiencia de producción en toneladas de producto comercial. Los más promisorios son:
  - a. Las asociaciones de frijol y yuca plantados juntos en la primera cosecha (código 13, 42, 43, 45, 46) y seguidos de rotación de un cultivo adicional diferente, además de la excelente producción total en peso, significan una buena mejoría en la dieta, por la mayor proporción de proteína que aporta el frijol y las ventajas agronómicas adicionales siguientes:
    - i. En la siembra conjunta, el frijol crece y produce normalmente por el comienzo lento de la yuca, la cual aparentemente no compite por luz, agua o nutrimentos.

- ii. El sistema ahorra mano de obra en deshierbas, ya que con una sola deshierba al frijol, se eliminan las deshierbas adicionales a la yuca. Al momento de la cosecha del frijol, la yuca ya sombrea el suelo y no permite crecer las malezas.
  - iii. Al arrancar las raíces en la cosecha de la yuca se produce remoción del suelo, ahorrando en gran parte labranza de preparación de suelo para el siguiente cultivo.
- b. Los sistemas maíz-yuca sembrados juntos (código 15) y maíz-yuca juntos seguidos de camote (código 45), también mostraron rendimientos excelentes. En estas asociaciones, la planta de maíz domina a la yuca, la cual por competencia de luz crece notablemente en altura.
  - c. Los sistemas de maíz-frijol juntos (código 8) y maíz-frijol juntos seguidos de camote (código 39), demuestran ser también de los mejores. El primero está entre los de uso más común por el pequeño agricultor y el segundo tiene la ventaja de incluir una cosecha adicional de camote que aumenta su eficiencia y la cantidad de producto alimenticio utilizable.
  - d. El sistema de cuatro cultivos, sembrando maíz, frijol y yuca juntos en la primera cosecha y camote en la segunda, también parece un sistema bueno para el trópico húmedo.
4. Los sistemas de cultivos asociados o sobrepuestos aparentemente utilizan más eficientemente los fertilizantes, ya que en la mayoría de los casos, los cultivos individuales muestran producciones muy aceptables, pero en conjunto muestran más eficiencia de cosecha que los cultivos tecnificados aislados.



En los sistemas de monocultivos, los rendimientos obtenidos (Cuadro 1) corresponden en baja tecnología a la no aplicación de fertilizantes y en alta tecnología a la aplicación promedio de 133 Kg N/ha, 200 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y 90 Kg K<sub>2</sub>O/ha.

En los sistemas policulturales (dos o más cultivos) la cantidad de fertilizantes aplicada no guarda relación directa con el número de cultivos del sistema. Por ejemplo, en los sistemas de dos cultivos (código 8, 9, 12, 13, 15, 16) el aumento promedio de fertilizante con relación al monocultivo fue de 23% en N, 17% en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 21% en K<sub>2</sub>O; sin embargo, los índices de producción en cada sistema fueron bastante elevados.

En los sistemas de tres cultivos, el aumento promedio de fertilizante fue de 90% en N, 44% en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 82% en K<sub>2</sub>O; y los índices de producción en cada sistema son igualmente elevados, pese a que en todos estos sistemas faltan aún los datos de rendimientos en maíz o en camote, de la última cosecha.

Los datos presentados muestran que en los sistemas policulturales las cantidades de fertilizantes aplicados se encuentran muy por debajo del nivel teórico, o sea 200%, 300% y 400% en el caso de dos, tres y cuatro cultivos, respectivamente, en relación con el monocultivo.

5. Los sistemas policulturales representan un uso de mano de obra para labores de aplicación de fertilizantes, control de plagas y malezas, ya que el mismo costo cubre dos o más cultivos.
6. Entre los factores más importantes que limitaron la producción de todos los cultivos en las condiciones húmedas de Turrialba, fueron las plagas, el drenaje superficial defectuoso de algunos lotes y las enfermedades. El arroz no prosperó en las condiciones de Turrialba

por efecto de enfermedades, particularmente Helminthosporium y Rhynchosporium y por ataques de insectos a las raíces. Todos los otros cultivos fueron severamente afectados en el período de julio a setiembre por insectos del suelo del género Phyllophaga.

7. Los síntomas de algunas enfermedades diseminadas por el viento son aparentemente menos evidentes en cultivos crecidos en asocio con otra especie que en las parcelas de monocultivos.
8. Los cultivos más eficientes en competencia por espacio aéreo y sobrevivencia en asociaciones fueron el maíz y el camote, seguidos en su orden por yuca y frijol.
9. A mediados de noviembre de 1974 se inició la siembra del nuevo ensayo para el año agrícola 1974-1975. Los tratamientos seleccionados como más promisorios fueron 24 y se prueban bajo dos niveles de tecnología: la mínima capaz de producir cosecha y la alta, que incluye la mejor tecnología conocida en cada cultivo.

Los resultados aquí reportados son parciales y de ninguna manera incluyen toda la información de los otros sistemas, por lo cual, después del análisis completo del ensayo, los conceptos aquí vertidos podrían modificarse.

Cuadro 1. Rendimientos e índices de producción de sistemas seleccionados de producción, en Turrialba, Costa Rica (Noviembre de 1973 a Noviembre de 1974)

Código N°	Sistema de Cultivo	Rendimiento (ton/ha)				Índice de Producción %
		Frijol	Maíz	Camote	Yuca	
2a	Frijol en baja tecnología	0.78				36
2b	Frijol en alta tecnología	2.15				100
49a	Maíz en baja tecnología		1.14			36
49b	Maíz en alta tecnología		3.21			100
20a	Camote en baja tecnología			9.86		46
20b	Camote en alta tecnología			21.57		100
6a	Yuca en baja tecnología				10.88	74
6b	Yuca en alta tecnología				14.71	100
8	Frijol** - Maíz	1.07	4.19			181
9	Frijol - Camote	1.46		14.57		136
13	Frijol - Yuca	0.87			27.86	229
12	Maíz - Camote		0.97	16.43		106
15	Maíz - Yuca		2.89		21.43	236
16	Camote - Yuca			7.50	-*	35*
39	Frijol - Maíz***, Camote	0.79	4.02	-*		162*
42	Frijol - Yuca, Maíz	1.31	-*		20.74	202
43	Frijol - Yuca, Camote	1.61		-*	18.60	201*
45	Maíz - Yuca, Camote		3.64	-*	10.43	184*
53	Frijol - Maíz - Yuca, Camote	0.63	0.85	-*	18.08	173*

\* Cultivo que se cosechará próximamente.

\*\* - Indica asociación.

\*\*\*, Indica sucesión.

APENDICE C

ACCION Y RELACIONES DEL DEPARTAMENTO DE  
CULTIVOS Y SUELOS TROPICALES CON LOS PAISES DEL AREA  
Y CON OTROS PROGRAMAS INTERNACIONALES

El Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales continúa cooperando con el programa de investigación del IICA en la Zona Norte y el Caribe, participando anualmente en las reuniones de planificación de la investigación sobre leguminosas de grano del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). En la programación del presente año en Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua, se incluyó ya investigaciones sobre cultivos asociados de leguminosas con maíz.

Igualmente, se continúa prestando apoyo al Programa IICA/Trópicos. Varios técnicos del Departamento han participado activamente en reuniones internacionales organizadas por el Programa, tendientes a delinear proyectos en Sistemas de Agricultura apropiados para el área amazónica.

En Costa Rica, varios técnicos del Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales participan en los comités nacionales de leguminosas de grano, de suelos y fertilizantes, de horticultura y de cacao.

Mediante un convenio del CATIE con el Programa de Investigación en Suelos de la Universidad de Carolina del Norte, EE. UU., se conducen varios experimentos de fertilidad y manejo de suelos con cultivos alimenticios, como maíz, frijol, soya, arroz y sorgo en varias áreas de Costa Rica y El Salvador, trabajando en cooperación con las instituciones nacionales de investigación de dichos países.

También a través de convenios con la Tennessee Valley Authority (TVA) de los Estados Unidos y la empresa Fertilizantes de Centroamérica

(FERTICA), el CATIE realiza pruebas de nuevas formulaciones de productos fertilizantes para probar eficiencia, métodos y épocas de aplicación en cultivos alimenticios, pastos, cacao y banano.

El Centro colabora con los programas nacionales de cacao del área, como Panamá, Costa Rica, Honduras y República Dominicana, mediante visitas de asesoría técnica a los programas de investigación y fomento agropecuario. También produce y distribuye anualmente cerca de 70.000 semillas híbridas de cacao para los programas de replantación de dichos países.

Debido a que el CATIE tiene las mayores colecciones de café del hemisferio y ésta incluye líneas con resistencia a la roya del café, en los tres últimos años se ha distribuido semillas de las variedades resistentes a todos los países productores de café de América Tropical.

También se distribuye a los países de América Tropical semillas del banco de germoplasma de leguminosas de grano, que incluyen unas 2000 variedades de frijol, soya y frijol frijol de costa.

Están adelantadas negociaciones entre la Oficina Regional para Centroamérica y Panamá (ROCAP) de AID para iniciar un proyecto de investigación sobre sistemas de producción agrícola de cultivos alimenticios básicos en los cinco países de América Central. El proyecto se denomina "Development of Improved Farming Systems for Small Farm Income Generation". Este proyecto se llevará a cabo en colaboración directa con las instituciones nacionales de investigación de los países del área, para lo cual los gobiernos ya han manifestado su consentimiento oficial. Constituye un proyecto de "outreach" del CATIE pero no ofrece refuerzo al programa básico del CATIE.