

CATIE



TURRIALBA

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales

DESARROLLO DE SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA,

UNA NECESIDAD PARA EL TROPICO

Rufo Bazán
Jorge Soria
Gilberto Páez
Antonio Pinchinat
Nicolás Mateo

Turrialba, Costa Rica

1974

DESARROLLO DE SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA,

UNA NECESIDAD PARA EL TROPICO

Rufo Bazán*
Jorge Soria**
Gilberto Páez***
Antonio Pinchinat****
Nicolás Mateo*****

La producción deficiente de alimentos en los trópicos para mantener a su creciente población se ha atribuido a la falta de sistemas de producción agrícola más eficiente que los métodos actuales.

Entre los sistemas existentes, algunas modalidades de la agricultura migratoria son de uso común en las áreas tropicales bajas, pero no permiten una producción económica y estable, particularmente en los suelos químicamente pobres, como los latosoles. Tienen más estabilidad en los suelos de origen volcánico y aluvial, pero aún en estos los niveles de producción son bajos.

No se ha hecho mucho esfuerzo en América Tropical para mejorar los sistemas de producción; de ahí la necesidad de investigar nuevos sistemas agrícolas ajustados a las condiciones ecológicas, sociales y económicas del área.

La investigación agrícola tradicional en los trópicos se ha concentrado primariamente en cultivos específicos o disciplinas, dando en algunos casos considerables mejoras de productividad físicas en ciertos cultivos como maíz, arroz, café, cacao, bananas, caña de azúcar, palma de aceite y otros. Este éxito, sin embargo, se fundamenta en el uso de una tecnología especializada que, a su vez, requiere grandes inversiones. De esta

* Ph.D. Edafólogo, CATIE

** Ph.D. Jefe del Depto. de Cultivos y Suelos Tropicales, CATIE

*** Ph.D. Estadístico, CATIE. Actualmente Espec. en Evaluac. IICA-Costa Rica

**** Ph.D. Genetista, CATIE. Actualmente Director Regional, IICA-Rep. Dominic.

***** M.S. Agrónomo, CATIE. Actualmente siguiendo estudios para doctorado en la Universidad de Florida, Gainesville, Florida, EE.UU.

forma, este tipo de investigación ha beneficiado a aquellos agricultores que tienen buena capacidad económica y ha tenido poco o ningún impacto al nivel de los pequeños productores, que constituye la mayoría de la población rural de América Latina y tiene las condiciones más precarias de vida.

Los antecedentes fundamentales que motivan una acción en este problema son:

1. En América Central, datos censales muestran que existe una gran concentración de tierra en el sector rural y que los pequeños productores constituyen alrededor de un 75% del total de unidades de producción. Además, en el sector rural y en particular a nivel del pequeño productor existe un excedente de mano de obra de casi un 50%, baja capacidad de endeudamiento, alta carga familiar y bajo nivel de vida.
2. No existen en el área programas de investigación dirigidos a la utilización adecuada de los recursos Tierra, Capital y Mano de Obra, que guarde simetría directa con el nivel del productor.
3. En el trópico existe una inecuación entre la abundante y constante cantidad de energía natural disponible y la energía utilizada para la conversión de la misma en productos económicos.
4. Es posible subsanar la inecuación mencionada aumentando la eficiencia de conversión de energía y equilibrar el sistema productivo a través de un reciclaje sostenido y orientado en esa energía disponible.

Consciente de los aspectos antes enunciados, el Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales del CATIE, desde junio de 1973, ha concentrado sus actividades en el proyecto de Desarrollo de Sistemas Agrícolas del Trópico Americano y particularmente de los países del área centroamericana

y del Caribe, estudiando en condiciones de campo una amplia gama de sistemas, que permitirán encontrar aquella explotación que optimice el sistema en términos de rentabilidad y productividad sostenidas.

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 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.

METODOLOGIA

Descripción del área experimental

El área experimental se encuentra localizada dentro de los límites del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica (9°53' Latitud N y 83°39' Longitud O), y una elevación de aproximadamente 602 m. s. n. m.

El clima es húmedo-caliente con una temperatura media mensual de 22.3°C (máx. 27.0°C y mín. 17.0°C) y una precipitación media anual de 2682 mm con un promedio de 251 días anuales de lluvia. El brillo solar diario es de 4.5 horas de sol y la humedad relativa diaria es de 88% en promedio.

Los suelos son de origen aluvial fluvio-lacustre pertenecientes a la serie Instituto Arcilloso, fase normal (Inceptisol, Typic Distropepts). El drenaje varía de normal a impedido. Su fertilidad es de mediana a baja.

Selección de cultivos

Los cultivos y variedades inicialmente seleccionados para el experimento son los siguientes:

Frijol (Phaseolus vulgaris) var. Jamapa

Arroz (Orizae sativa) var. C. R. 1113

Maíz (Zea mays) var. local

Camote (Ipomoea batatas) var. cuarenteno

Yuca (Manihot esculenta) var. Valencia

Estos cultivos se consideran como representativos de los componentes básicos de la dieta alimenticia de un alto porcentaje de la población rural y urbana, además del valor nutritivo en proteína (frijol) y carbohidratos (los restantes). Además representan una amplia gama de especies cultivadas en una diversidad de condiciones ecológicas y por consiguiente, son susceptibles de ser substituidas en otras áreas por ejemplo el frijol por la soya (Glycine max), frijol de costa (Vigna sinensis) y el frijol de palo (Cajanus cajan), el arroz y maíz por trigo (Triticum vulgare) y finalmente el camote y yuca por una serie de tubérculos y raíces.

Densidad, espaciamiento y modalidad de siembra

En este experimento, se tomarán densidades promedio, que permitan establecer asociaciones realistas eliminando posibilidades de "excesos de población" que podrían repercutir en grados superlativos de competencia y consecuentemente efecto detrimental en el desarrollo de los cultivos.

Las distancias y modalidades de siembra se ajustan a prácticas efectivas y en uso actual por el agricultor. Un aspecto importante es que, tanto densidad como distancias se mantienen uniformes independientemente de las asociaciones establecidas mientras que la modalidad de siembra es susceptible de cambio según el grado de tecnología a aplicarse en el sistema.

Las densidades y distancias de siembra consideradas son las siguientes:

Frijol	100.000 pl/ha (0.50 x 0.20 m)
Arroz	40 Kg/ha (1.500.000 pl/ha) (0.50 x 0.30 y 0.50 a chorro continuo)
Maíz	40.000 pl/ha (1 x 1 m y x 0.50)
Camote	50.000 pl/ha (0.50 x 0.40 m)
Yuca	20.000 pl/ha (1.0 x 0.50 m)

Principios del sistema de producción

El diseño del Sistema de Producción Agrícola se basa en los siguientes aspectos:

- Gradiente de drasticidad o presión de uso del suelo, que representa el aumento de la presión de uso de la tierra en la pequeña unidad de producción.
- Reciclaje rápido y eficiente de energía.

Se entiende por gradiente de drasticidad o presión de uso del suelo a la condición de exigencia o demanda que ejerce un cultivo o asociación de cultivos en determinado suelo y bajo determinadas condiciones ambientales y de manejo.

Ambos aspectos serán estudiados a través de los factores que los definen y que son:

- a. Tipo de cultivo
- b. Duración del ciclo vegetativo
 - 1) Monocultivos
 - 2) Asociaciones de cultivos
- c. Grado de tecnología en prácticas culturales a aplicarse. En el diseño aquí aplicado la presión de uso del suelo se mantiene entre cultivos y sus asociaciones. En base en sus características nutricionales y de ciclo vegetativo, la gradiente de presión por cultivo será en forma ascendente, frijol, arroz, maíz, camote, yuca.

El grado de tecnología es determinante para definir la gradiente de presión de uso en los subtratamientos.

Diseño de tratamientos y arreglo experimental

El experimento comprende 54 tratamientos principales con 4 subtratamientos cada uno, totalizando 216 subtratamientos. Los tratamientos representan una amplia gama de sistemas que van desde el testigo (vegetación natural) hasta las asociaciones de dos, tres, cuatro y cinco cultivos, distribuidos en secuencia o superpuestos en grado variable y a realizarse en el período de un año. Los subtratamientos representan grados de tecnología aplicada o a épocas de siembra, según se representa en el diagrama adjunto.

Diseño de campo

El diseño de campo es de tipo bloque pseudo-aleatorio y comprende dos repeticiones:

- a. Repetición con arreglo sistemático de tratamientos y subtratamientos, representando en orden creciente la gradiente de presión de uso en tiempo y espacio, con grado variable de tecnología.
- b. Repetición con arreglo aleatorio de tratamientos y subtratamientos.

El tamaño de la parcela experimental es de 600 m² con subparcelas de 150 m² cada una. El área experimental total es de 6 ha. El experimento tendrá una duración de 3 a 5 años, con evaluaciones periódicas por cultivo (a la cosecha) y por sistema (al final del ciclo anual).

Experimentos satélites

Como parte integral del experimento central, se proyecta la instalación de experimentos satélites con la finalidad de investigar en mayor detalle aspectos relevantes ~~que no contemplados~~ en el experimento central, o que surgen en el transcurso del ensayo. Los ensayos satélites generan información comparable con la proporcionada por el experimento madre.

Información de calibración

Serán considerados como tales aquellos datos obtenidos de ensayos llevados a cabo en condiciones de invernadero o de laboratorio, cuyos objetivos serán los de proporcionar información adicional y básica sobre problemas o aspectos específicos relacionados con el experimento central o con los experimentos satélites.

ACTIVIDADES

En cada parcela del ensayo se recogen datos periódicos de diferentes variables del medio físico (clima y suelo) y de las especies en cultivo, que influyan en la respuesta. Las principales actividades se enumeran a continuación:

A. Estudios de Química y Fertilidad de Suelos

1. Reciclaje de nutrimentos

- a. Análisis de caracterización inicial y periódicos durante o al final del ciclo vegetativo de los cultivos, para pH, M. C., P, Ca, Mag. K y elementos menores.
- b. Análisis de composición mineral de la parte aérea y raíces, en relación a Ca, Mg, K y P.
- c. Saldo de nutrimentos expresado en términos de tasas, reciclaje, balance y capacidad.

2. Ensayos de fertilización

En ensayos "satélites" se estudiarán: Niveles de fertilización, épocas de fertilización, técnicas de aplicación de fertilizantes y uso de fertilizantes de solubilidad lenta.

B. Estudios de Física y Conservación de Suelos y Agua

1. Se estudiarán los elementos del clima y el suelo y para evaluar evapotranspiración y el balance hídrico; la intensidad y el índice erosivo de la lluvia y la erodabilidad del suelo.

2. Se estudiará la succión de agua en la zona radical y la humedad del suelo. Se medirá la resistencia a la penetración por las raíces de la zona radical.
3. Se establecerá el balance de los elementos del clima, del suelo y de los cultivos en relación a su efecto en los cambios físicos del suelo.

C. Estudios de la Eficiencia Fotosintética y Económica de los Cultivos

1. Análisis de información climática relacionada con la eficiencia fotosintética: radiación, temperaturas, precipitación, humedad relativa y poder evaporativo del aire.
2. Producción de biomasa de cada cultivo: incremento de peso seco cada 21 días, incremento en área foliar cada 21 días y producción de peso seco de la parte alimenticia de cada cultivo a la cosecha.
3. Se establecerá el balance entre la energía incidida y la producida en forma de biomasa y de producto útil.

D. Estudios Agronómicos

1. Datos fenológicos: velocidad de emergencia, tasa de desarrollo, ciclo de cultivo, arquitectura general de la planta y sus modificaciones a través del ciclo de cultivo.
2. Datos de cosecha: rendimiento por cosecha en términos de carbohidratos, grasa y proteína por unidad de superficie y tiempo; componentes primarios del rendimiento e índice de cosecha, eficiencia de producción, rendimiento anual, índice de cultivo.
3. Evolución de las poblaciones de malas hierbas durante el ciclo de cultivo: peso seco de muestras tomadas en parcelas.

E. Estudios Fitosanitarios

1. Identificación, estudio de evolución y control de las principales enfermedades que afecten a cada cultivo.
2. Identificación, estudio de la evolución y control de las principales plagas de insectos que afecten a cada cultivo.
3. Saldo de incidencia y económica de control.

F. Estudios Económicos

1. Estudios de la economía de la producción en los sistemas, en relación con costos de insumos, mano de obra, herramientas, equipo, valor de la tierra y los beneficios de producción por cultivo específico y total de cultivos por área y año.
2. Estudios de movimiento de los productos (uso local y comercialización) y de las implicaciones económico-social de la aplicación de los nuevos sistemas: balance del presupuesto familiar, ocupación de mano de obra, minimización de riesgo en la producción, etc.

RESUMEN

La baja productividad de los cultivos de subsistencia en los trópicos se atribuye a la falta de sistemas agrícolas de producción, adaptado a las condiciones ecológicas y de los cultivos propios de la región.

El éxito obtenido con algunos cultivos se basa en una tecnología que requiere altas inversiones y grandes extensiones de tierra, pero que no está al alcance de los pequeños agricultores que hacen la mayoría de la población campesina y que dispone únicamente de abundante mano de obra y pequeñas áreas de tierra.

Con el fin de desarrollar sistemas de agricultura intensivos y económicos adoptados a las necesidades de los pequeños agricultores, se inició un proyecto de investigación que incluye la comparación de 54 sistemas diferentes. Los sistemas consideran una gradiente de presión de uso de suelo con especies alimenticias de primera importancia, como frijol, arroz, maíz, yuca y camote, sembrados como monocultivos, asociaciones con varios grados de sobreposición de dos, tres, cuatro y cinco especies a la vez. Dentro de cada sistema se prueban varios grados de tecnología.

Se recogen datos sobre la productividad biológica y económica y la influencia de los sistemas en la fertilidad, desarrollo y control de plagas, enfermedades y malezas. También se registran datos económicos de la empresa.

MESES DEL AÑO

N D E F M A M J J A S O N

Monocultivo

Frijol

Sistema de dos cultivos

Frijol
Maíz

Sistema de tres cultivos

Frijol
Arroz
Maíz

Sistema de cuatro cultivos

Frijol
Arroz
Maíz
Camote

Sistema de cinco cultivos

Yuca	Arroz
Maíz	Camote
Frijol	