

2, 11

**CATIE**  
**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA**  
**Programa de Cultivos Anuales**

**UNA FINCA DE HONDURAS COMO UN SISTEMA: ESTUDIO DE CASO PARA LA**  
**INVESTIGACION AGRICOLA BAJO EL ENFOQUE DE SISTEMAS**

Robert D. Hart

Traducción de: One farm system in Honduras: a case study in farm systems research, presentado en el Taller "Farming Systems Research and Development" auspiciado por el Consortium for International Development. Fort Collins, Colorado, USA, August 2-4, 1979.



Turrialba, Costa Rica  
1980

UNA FINCA DE HONDURAS COMO UN SISTEMA: ESTUDIO DE CASO PARA LA  
INVESTIGACION AGRICOLA BAJO EL ENFOQUE DE SISTEMAS

Robert D. Hart\*

Recientemente, los investigadores agrícolas han reconocido que los agricultores del trópico siembran frecuentemente sus cultivos de tal forma que existe interacción entre las especies cultivadas. Varias instituciones de investigación tanto nacionales como internacionales están estudiando estos sistemas de producción en que intervienen varias especies. El éxito de estos programas ha demostrado el potencial de la investigación que se preocupa usando unidades mayores de investigación que el cultivo individual.

Una de las razones del éxito de la investigación en sistemas puede ser que se concentra en una unidad que coincide con la unidad que maneja el agricultor, y así, la tecnología generada por el programa de investigación puede ser adoptada directamente por aquél. Este no es necesariamente el caso de la investigación dirigida hacia cultivos específicos. El agricultor mismo deberá integrar esta tecnología de cultivo específico dentro de su sistema de producción antes que pueda adoptarla.

Si la compatibilidad entre la unidad investigada y la que maneja el agricultor es importante para el éxito de la adopción de tecnología nueva, el estudio de la finca como un todo (la unidad mayor manejada por el agricultor) parecería ofrecer un gran potencial. Sin embargo, las fincas son sistemas agrícolas muy complejos, en los que puede haber interacción, no solo entre los cultivos y los animales, sino también entre sistemas de animales.

---

\* Ph. D., Agrónomo, Especialista en Sistemas de Producción, CATIE.

Hasta el momento, la investigación en sistemas de finca está en una etapa de desarrollo tanto conceptual como metodológico.

El estudio de caso que se presente en este trabajo fue parte de una investigación en sistemas de finca llevada a cabo en Yojoa, Honduras desde 1976 a 1979. Como los sistemas de finca crean el ambiente en el cual funcionan los sistemas de producción de cultivos, uno de los objetivos de este estudio fue el describir la estructura y el funcionamiento de un sistema de finca dominante en el área de Yojoa para luego usar esa información como guía de la futura investigación. Otro objetivo importante fue evaluar los conceptos y la metodología que se emplearon. Aun cuando este trabajo incluye un resumen de los datos colectados, esta información se presenta primordialmente para ilustrar los conceptos y los métodos usados en el estudio.

### Métodos

Yojoa es un pueblo pequeño de Honduras con una población de aproximadamente 200 familias que se dedican a la agricultura. El tamaño promedio de las fincas es de ocho hectáreas pero, las más frecuentes son de tres a cinco hectáreas. Yojoa está ubicada a 100 metros sobre el nivel del mar, tiene un promedio de precipitación anual de 1500 mm que están distribuidos en forma bimodal con máximas que se registran en junio y en setiembre. Lluvia muy poco de febrero a mayo. Los cultivos se plantan generalmente en junio y en noviembre. El maíz, el arroz y el frijol son los cultivos más importantes de la zona.

En febrero de 1976 se realizó una encuesta con el propósito de identificar y descubrir los sistemas de cultivos más importantes en esa área. También se colectaron datos socio-económicos. Esos resultados se usaron para describir una finca representativa y posteriormente se soli-

citó a un agente local de extensión agrícola que identificara cinco agricultores que coincidieran con ese criterio. Luego de entrevistar a los cinco agricultores preseleccionados, se seleccionó al señor Aureliano Alvarado para este estudio de caso.

Se elaboró un cuestionario (Cuadro 1) basado en un modelo cualitativo de finca (Figura 1). En el modelo, se conceptualizó una finca como un sistema con un subsistema socio-económico (la casa y todos los otros componentes sociales y económicos) y con uno o más agroecosistemas (un sistema de cultivo y suelos, malezas, insectos y enfermedades que interactúan con él).

Se supuso que el sistema de finca tiene entradas y salidas de dinero, materiales, energía e información. El dinero (representado por la línea punteada) siempre fluye en dirección opuesta a los materiales y a la energía. Por ejemplo, si un agricultor compra fertilizantes, el material entra y el dinero sale (es lo que el agricultor paga). Si el agricultor vende maíz, el material sale y el dinero entra (es el pago que recibe). El modelo incluye también la posibilidad de comprar dinero con dinero, en el caso del agricultor que paga interés por un crédito.

Los materiales, la energía la información fluyen también entre el subsistema socio-económico y los diferentes agroecosistemas, y entre los agroecosistemas. El dinero no se incluyó como flujo entre los subsistemas de la finca, ya que se supuso que las transacciones económicas ocurren solamente entre la finca y el exterior dentro de los subsistemas de la finca.

Durante un año, a partir del 31 de mayo de 1976 se entrevistó al señor Alvarado cada semana, llenando, cada vez, el cuestionario elaborado. Al finalizar las 52 semanas se analizaron los datos obtenidos.

Cuadro 1. Bosquejo del cuestionario usado para un estudio de caso de una finca en Yojoa, Honduras, 1976-1977.

---

I. Entradas y salidas al sistema de finca

A. Salida de dinero

1. Gastos relacionados con los cultivos
2. gastos relacionados con los animales
3. gastos de la casa
4. otros (deudas, regalos, viajes, etc.)

B. Entrada de dinero

1. cosecha vendida
2. animales y productos animales vendidos
3. trabajo remunerado
4. otros (crédito, regalos, etc.)

C. Ahorros

II. Flujos entre subsistemas

A. Consumo humano

B. Consumo animal

C. Producción de cultivos

1. insumos
2. productos
3. cantidad almacenada

D. Producción animal

1. insumos
2. productos
3. cantidad almacenada

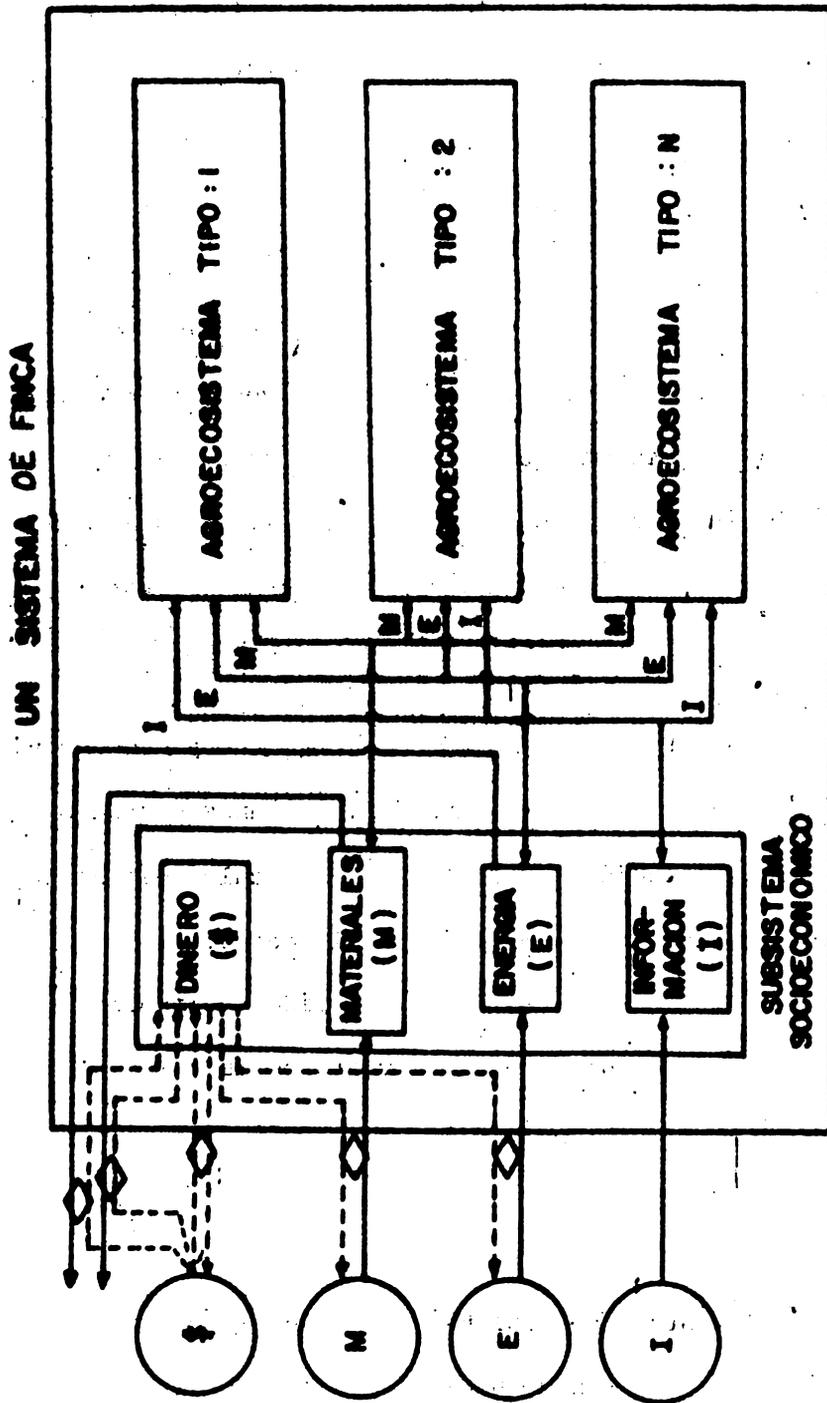


Fig. 1 Modelo generalizado cualitativo de un sistema de finca con subsistemas socioeconómicos y agroecosistemas, con insumos, productos y con flujos de dinero, materiales, energía e información entre subsistemas

El modelo cualitativo (Figura 1) se modificó para incluir los agroecosistemas y los flujos de dinero, material, energía e información que se habían identificado durante el estudio. Se calcularon los totales anuales de estos flujos y se dibujó un modelo cuantitativo (diagrama). Se inspeccionó cada flujo para ver si era estático, es decir, de baja variabilidad semanal o dinámico, de alta variabilidad semanal. Los flujos dinámicos se inspeccionaron gráficamente.

El modelo cuantitativo y los flujos dinámicos se usaron para definir la estrategia general de manejo de la finca del señor Alvarado. Se entrevistaron además, a otros quince agricultores vecinos del área de Yojoa para determinar si el sistema que se había analizado era representativo del área. A partir de este momento se desarrollaron las pautas para la investigación en sistemas de cultivos en el área de Yojoa.

### Resultados

En el modelo cuantitativo de la figura 2 se representa una visión general del sistema de finca que se analizó. Algunas entradas, tales como, alimentos no producidos en la finca y artículos del hogar, se han combinado para disminuir la complejidad del modelo.

La mayoría de los flujos de entradas y salidas se asociaron al flujo de dinero. La entrada resultante de la venta de maíz, arroz, huevos, trabajo de la familia y del alquiler de bueyes y de una carreta llegó a ser un total de US\$830,00. El total de la salida de dinero, incluyendo US\$75 en crédito, fue de US\$1,905.

El total de los gastos fue US\$1,648. Artículos del hogar, (en especial ropa) y alimentos representaron el gasto mayor (45%). Los gastos relacionados con la producción agrícola, es decir, productos químicos

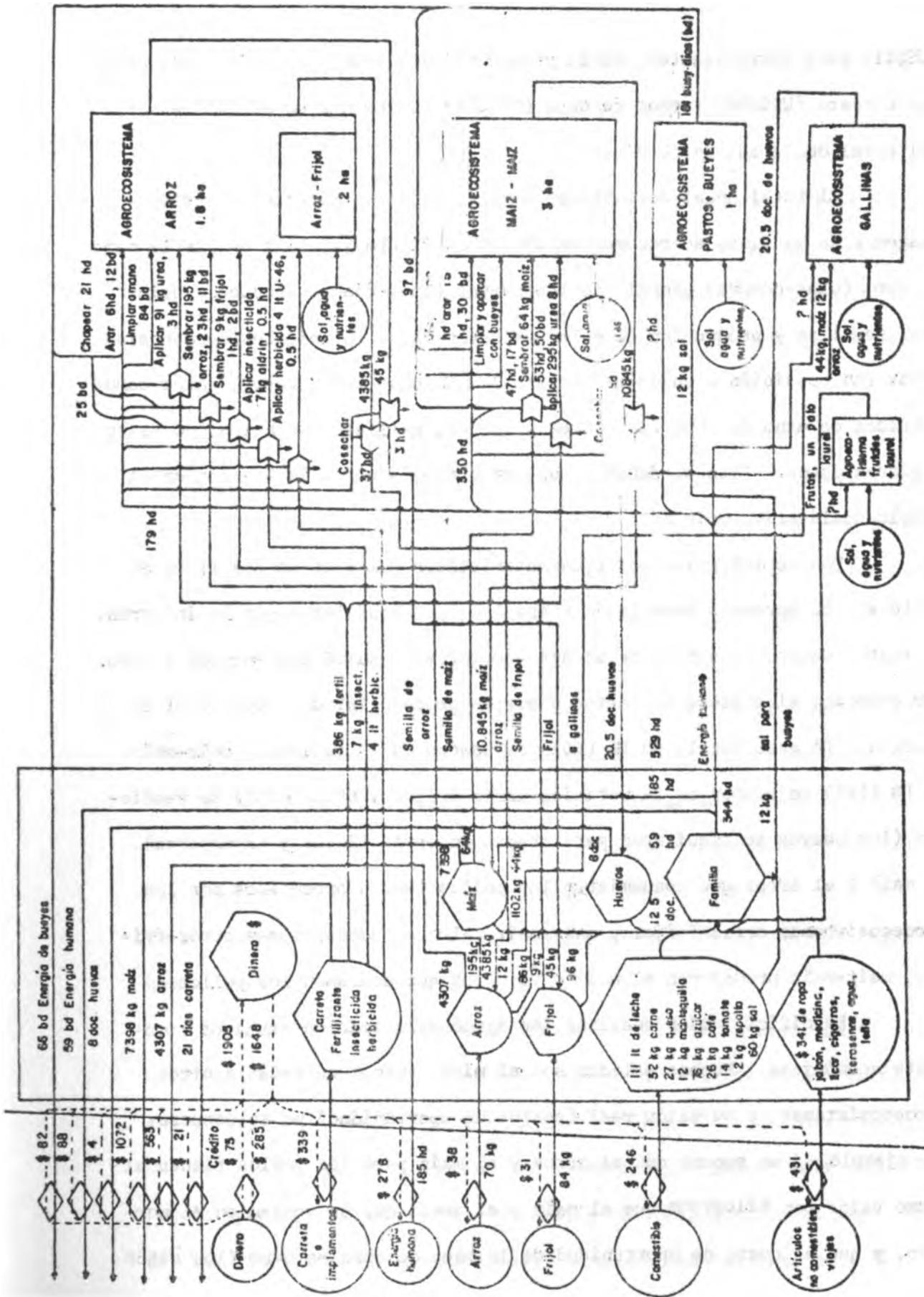


Figura 2: Modelo cuantitativo de un sistema de finca en Yojoa, Honduras, con insumos, productos y flujos entre sub-sistemas representados como totales anuales. (Simbología tomada de Odum, 1971).

(US\$117 para fertilizantes, US\$11 para herbicida y US\$2 para insecticida), una carreta (US\$200) y mano de obra (US\$278) representaron el 55% restante del total de la salida de dinero.

El total anual de entradas y salidas de los diferentes agroecosistemas de la finca se resume también en la figura 2. El total de la mano de obra (días-hombre) energía de los bueyes (huey-días), productos químicos, semillas y producción de cultivos están dadas en unidades/agroecosistemas (en oposición a unidades/hectárea). En unos pocos casos, tales como entradas de mano de obra los pastos y bueyes, gallinas y árboles, no se recogieron datos. Esto se debió a que estos flujos no se incluyeron en el modelo cualitativo original.

Una de las principales características del sistema de finca resultó ser su marcada interacción entre los agroecosistemas que lo integran. En muchos casos, la salida de un agroecosistema resultó una entrada a otro. Por ejemplo, el sistema de pastos y bueyes produjo 181 días-buey (DB) de energía. De este total, 90 DB (50%) se usaron en la secuencia maíz-maíz, 25 DB (14%) se usaron en la rotación arroz-frijol y 66 DB (36%) se vendieron (los bueyes se alquilaron para aradas en otras fincas y transporte). El maíz y el arroz que consumieron los pollos fueron producidos por los agroecosistemas arroz-frijol y maíz-maíz. Los agroecosistemas arroz-frijol, maíz-maíz produjeron el maíz y el arroz que consumen los pollos.

Es difícil poder analizar los agroecosistemas en términos puramente económicos. Muchas salidas son al mismo tiempo entradas a otros agroecosistemas, y su valor real (costos de oportunidad) no se conocen. Por ejemplo, si se supone que el arroz y el maíz para los pollos tienen el mismo valor por kilogramo que el maíz y el arroz que se venden en el mercado, y que el costo de oportunidad de la mano de obra es cero (los niños

se hacen cargo de las gallinas, generalmente), las entradas y salidas para el sistema de gallinas tendrían un valor de US\$8 y US\$10 respectivamente. Sin embargo, si el maíz y el arroz con el que se alimentaron los pollos no tuviere valor en el mercado o no fuera de calidad comestible por el hombre como muchas veces sucede, el valor de las entradas sería menor. Además, el valor de tener pollos disponibles para la venta en caso de inesperada crisis económica (reducción del riesgo) es aún más difícil de cuantificar.

Aún cuando la entrada de mano de obra al agroecosistema pastos y bueyes no se cuantificó el hecho de que los niños de la familia cuidaran de los animales, indica que el costo de oportunidad de este trabajo fue relativamente bajo. Los 12 kg/año de sal suministrados a los bueyes costaron solamente US\$1.50. Tomando un precio de 1.33 D\$ la salida de 181 DB del sistema vale US\$240/ha.

Los agroecosistemas maíz-maíz y arroz-frijol produjeron retornos netos de US\$287/ha y US\$115/ha respectivamente (restando el valor en el mercado de las entradas del valor de las salidas en el mercado). Una de las razones de la baja ganancia obtenida del sistema arroz-frijol, fue que solo se sembró frijol en un 10% del área sembrada con arroz en tanto que el sistema maíz-maíz se sembró en el 100% de las tres hectáreas usadas para el agroecosistema.

Mientras el modelo cuantitativo de la figura 2 da una visión general del sistema de finca, éste no incluye las fluctuaciones cronológicas del sistema. Muchos de los flujos tuvieron fluctuaciones bimodales. Una inspección de los datos semanales indica que dinero, maíz y precipitación fueron, probablemente, los flujos que determinaron en mayor medida, las fluctuaciones cronológicas generales en ese sistema de finca.

Las entradas, el almacenaje y las salidas de dinero del sistema aparecen en la Figura 3. En octubre y marzo se produjeron los dos períodos altos de entrada de dinero (ganancia bruta). Durante el máximo que se presenta en octubre ocurrió también una salida grande de dinero (gastos de la finca), pero ésta fue menor que el ingreso, así, los ahorros de la finca aumentaron. En el máximo de marzo ocurrieron menos gastos y los ahorros aumentaron más, aún. Al final del estudio, el ahorro de dinero resultó mucho más alto que al comienzo.

Las fluctuaciones bimodales de las entradas se debieron a la cosecha y venta tanto de maíz como de arroz en setiembre y octubre (primer período de cosecha del año); y a la cosecha de maíz en marzo (segundo período de cosecha). Estos dos períodos de cosecha son sin duda el reflejo del patrón de precipitación en el área (Figura 4). La entrada de dinero correspondiente a marzo puede haber sido mayor que la normal para esa época del año debido a una producción de maíz mejor que el promedio, que fue consecuencia de la alta precipitación que ocurrió en los meses de enero y febrero. La práctica más usada en Yojoa es sembrar menos maíz y usar menos fertilizante durante el segundo período, ya que este ofrece un alto porcentaje de riesgo debido a la sequía. Durante el año anterior al estudio, muchos agricultores de Yojoa, incluyendo al señor Alvarado, perdieron totalmente la segunda cosecha de maíz. A este hecho puede deberse la diferencia de dinero ahorrado en el período comprendido entre el comienzo y el final de este estudio.

Un aspecto importante de la estrategia de manejo del agricultor es el almacenaje de cantidades grandes de maíz. Aproximadamente un 50% del maíz se vende inmediatamente después de la cosecha. El 50% restante se almacena en la casa. El agricultor usa este maíz almacenado como una

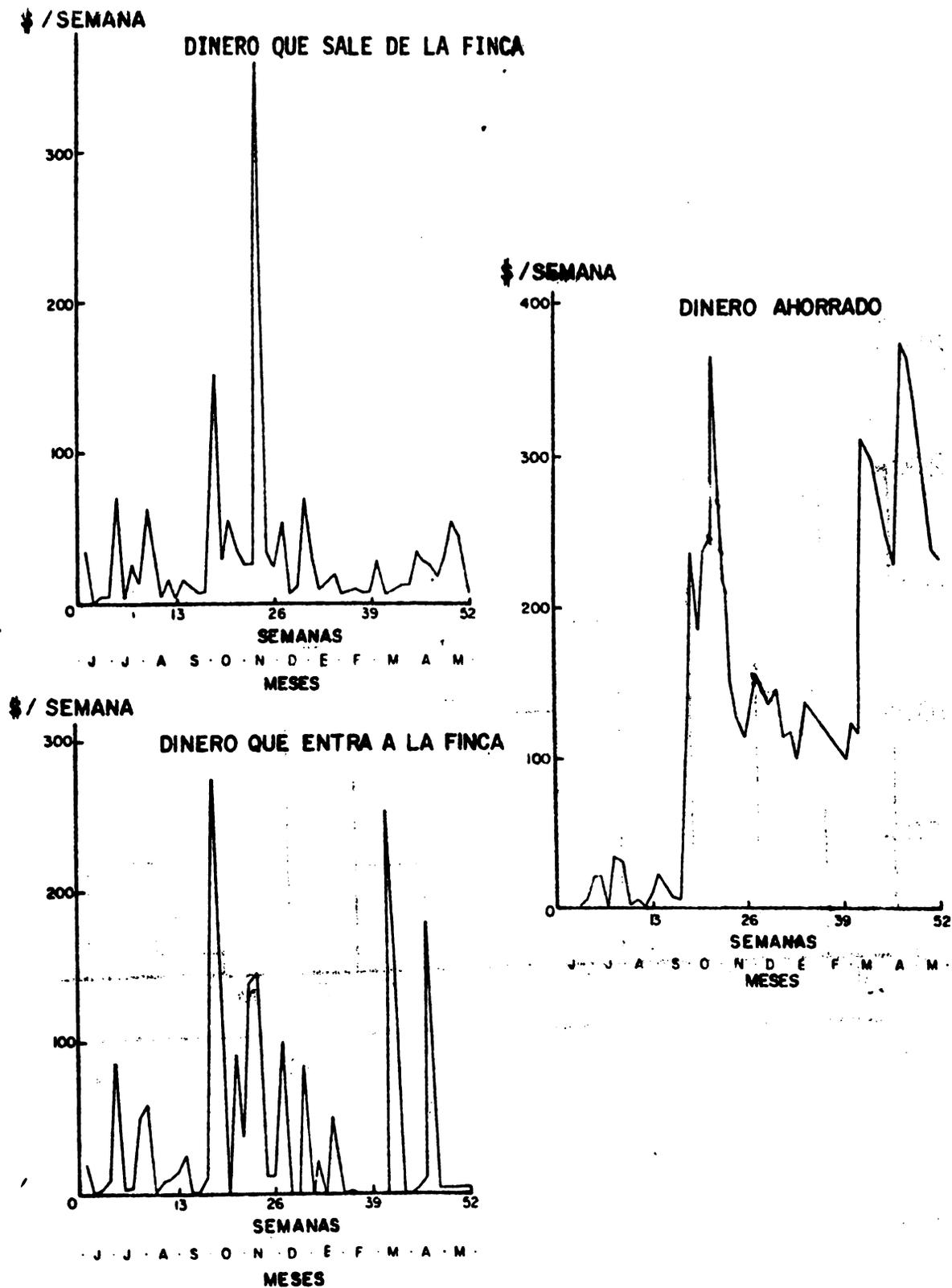


Figura 3. Entradas y salidas de dinero y ahorro semanal durante un año en una finca de Yojoa, Honduras.

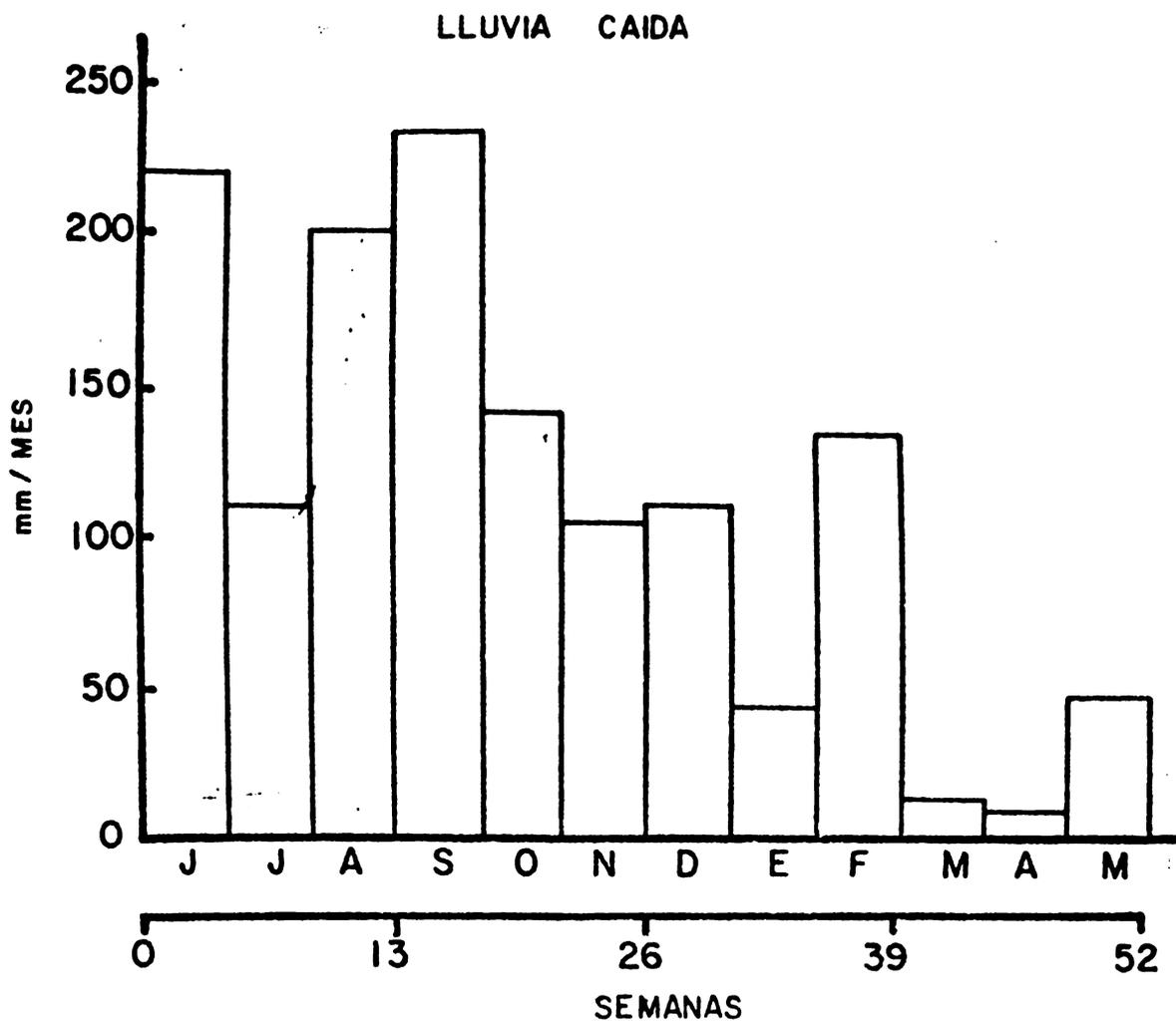


Figura 4. Precipitación mensual en Yojoa, Honduras, durante el período comprendido entre junio 1976 y mayo 1977.

especie de cuenta bancaria; vende periódicamente pequeñas cantidades para hacer frente a varios gastos pequeños (ocurrieron 13 ventas de menos de 50 kg durante el año) y, cantidades mayores para solventar también, gastos mayores del manejo de la finca (9 ventas de más de 200 kg). Parte de ese maíz almacenado, se usa como alimento diario (3 kg/día, es decir, 0.4 kg/día/persona) y otra parte se usa como semilla.

En la Figura 5 pueden observarse las fluctuaciones en la cantidad de maíz almacenado, durante el período de un año. La tasa con que disminuyó el maíz almacenado, es el reflejo de las necesidades económicas y nutricionales. Esa tasa de disminución, también puede haber sido el reflejo de la percepción del agricultor con respecto al rendimiento potencial de su maíz en el campo. Si las condiciones ambientales fueran favorables, el agricultor esperaría buenos rendimientos (una alta entrada a su área de almacenamiento), y esto lo llevaría a vender cantidades mayores más rápidamente que si él esperara rendimientos más bajos.

La figura 6 representa un resumen de la fluctuación dinámica en entradas y salidas de mano de obra y del uso de mano de obra en la finca. En general, se contrató más mano de obra durante el período de la primera cosecha que durante la segunda, debido a la gran necesidad de personal para desmalezar el arroz. Para los cultivos de maíz y arroz se contrató aproximadamente la misma cantidad de mano de obra, aún cuando se sembraron solamente dos hectáreas de arroz y seis (tres hectáreas se sembraron dos veces) de maíz. Los meses con menor demanda de mano de obra fueron setiembre, octubre, diciembre, enero y abril. La mayor demanda, como se esperaba, ocurrió durante los períodos que corresponden a siembra y cosecha.

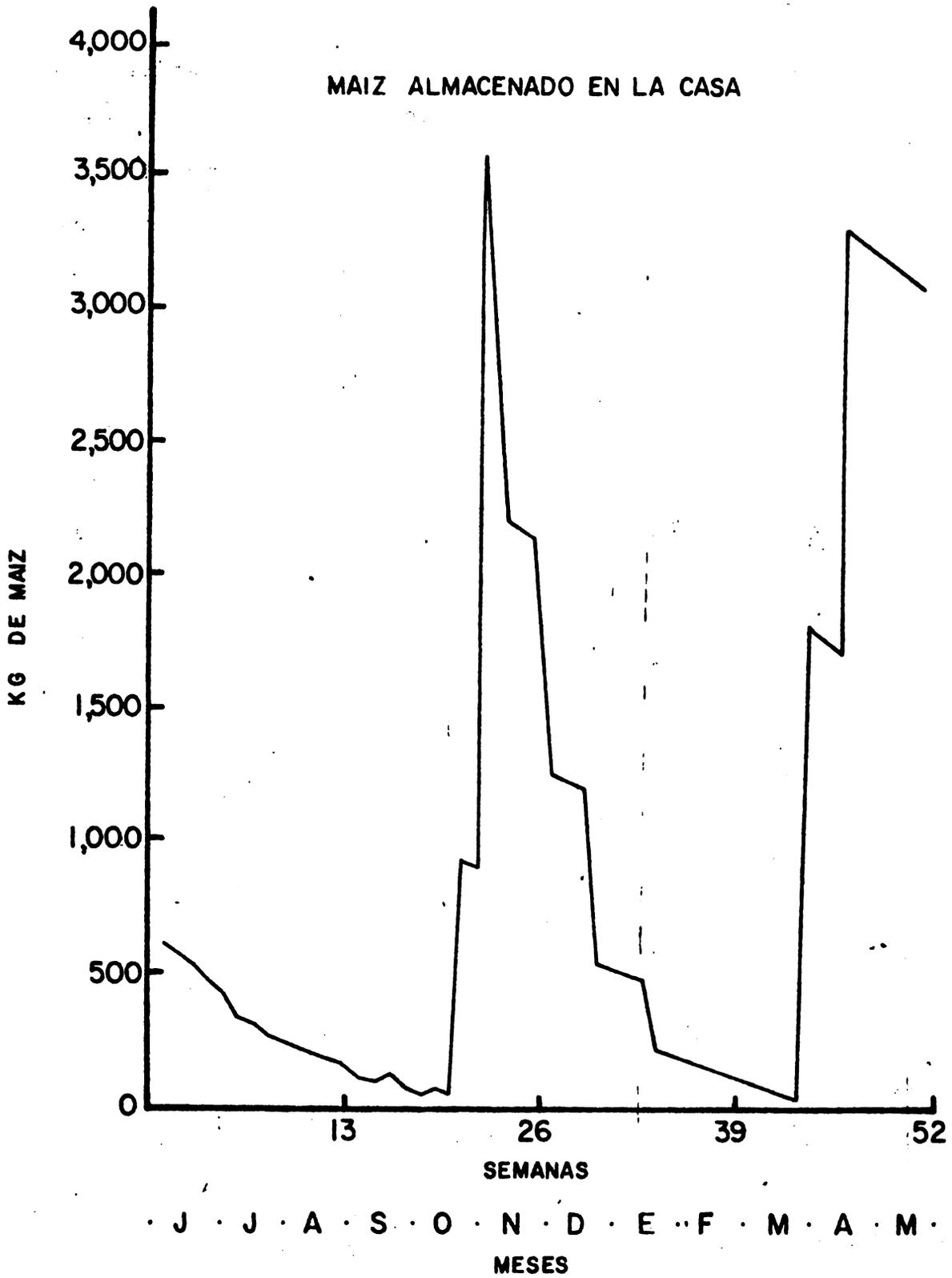


Figura 5. Cantidades semanales de maíz en almacenaje por el subsistema socio-económico de una finca en Yojoa, Honduras.

DIAS-HOMBRE/SEMANA

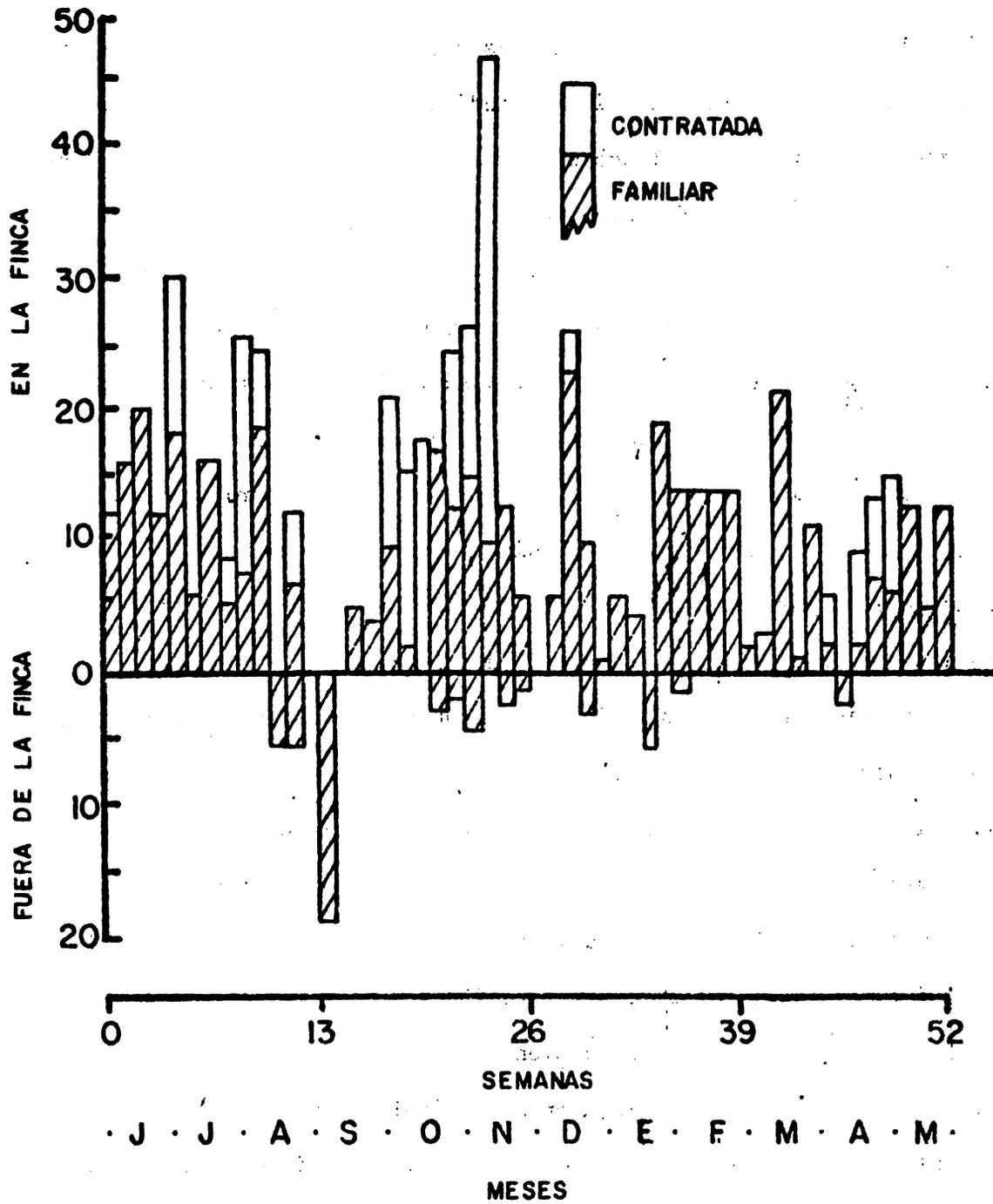


Figura 6. Insumo semanal de mano de obra al sistema de finca y mano de obra familiar en la finca y fuera de ella.

### Pautas para la Investigación en Sistemas de Cultivos

Antes de intentar usar los resultados del sistema estudiado como guía para la investigación en Yojoa, se comparó la estrategia general de manejo del señor Alvarado, con la de sus vecinos. A causa de la importancia del maíz en el sistema de finca estudiado, la costumbre de almacenarlo en grandes cantidades y luego usarlo paulatinamente en siembra, alimentación o como fuente de efectivo para cubrir los gastos de la finca, se usó como un indicador de comparación. En una muestra de 15 agricultores tomada al azar, a partir de 40 que asistieron a un día de campo, el 60% usaba la misma estrategia del señor Alvarado. El 40% restante solo difería en la cantidad de maíz vendido para pagar gastos de la finca. Este último grupo vendió cantidades grandes solamente para cubrir gastos de finca, no para usos domésticos. En ningún caso el precio del maíz en el mercado influyó para la venta, aún cuando durante el año del estudio la variación del precio llegó a ser hasta del 100%.

La siguiente, es una lista de algunas conclusiones generales y pautas resultantes del estudio.

1. El maíz es un componente importante desde el punto de vista agronómico, económico y social de los sistemas de finca de Yojoa. Cualquier cambio que se sugiera con el propósito de mejorar el sistema debe requerir la sustitución del maíz por otro cultivo, o una reducción en su rendimiento;
2. Los rendimientos de maíz, arroz y frijoles son altamente variables y debe hacerse un esfuerzo para diseñar sistemas que puedan reducir el riesgo asociado con estos cultivos;
3. Los frijoles no están ecológicamente adaptados al ambiente de Yojoa; y deben examinarse otras leguminosas para ver si pueden sustituir al frijol común;

4. el control de malezas en arroz demanda demasiada mano de obra, por lo tanto debe probarse herbicidas para reducir el costo de mano de obra;
5. los sistemas existentes usan menos mano de obra durante los meses de agosto, diciembre y abril, por lo tanto debendiseñarse sistemas alternativos para poder tomar ventaja de este excedente de mano de obra;
6. en esta área se producen y consecuentemente consumen pocas hortalizas. Deben diseñarse entonces, sistemas que contengan componentes hortícolas o en otro caso considerar el diseño de huertas familiares;
7. en esta área no se siembran cultivos de valor industrial o de alto valor comercial y deberá estudiarse su potencial.

La experimentación realizada en las fincas de agricultores se concentró en la búsqueda de alternativas a los sistemas maíz-maíz y arroz-frijol (analizados en el estudio de caso) y al sistema maíz intercalado con ayote, el cual es un sistema común en Yojoa, aunque no formó parte de la finca estudiada. Luego de tres años de investigación en arreglos espaciales, modificaciones en variedades y en fertilizantes, las mejores alternativas generadas fueron:

- 1) Caupí (vigna) en relevo entre dos cultivos de maíz sembrados en secuencia,
- 2) arroz y maíz intercalados seguidos por caupí,
- 3) maíz intercalado con pipián (una cucurbitacea con alto valor comercial en el área) sembrada dos veces en un año. Los datos recogidos en el estudio de la finca se usaron para comparar el potencial de estas alternativas con los sistemas que los agricultores usan actualmente.

Estas alternativas y los experimentos llevados a cabo en Yojoa, desde 1976 a 1979 se describen en las publicaciones mimeografiadas del CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (1), (2), (3)).

### Implicancias conceptuales y metodológicas

Un objetivo muy importante del estudio realizado en Yojoa fue el de evaluar el concepto general de sistema de finca (Figura 1) y la metodología usada. Considerando el tiempo total dedicado a llevar a cabo el estudio (1 hora/semana/52 semanas), la cantidad y calidad de los datos obtenidos fue muy satisfactoria.

Para controlar la calidad de la información se midió el dinero y el maíz almacenado por el agricultor, usando dos cálculos diferentes. Cada semana se le pidió al agricultor, un cálculo aproximado de su dinero ahorrado y maíz almacenado. Estos datos también se calcularon agregando entradas y restando salidas. Al final del estudio los dos cálculos de dinero ahorrado diferían en menos de US\$150 (13% del total de las transacciones monetarias). Los cálculos en cuanto a maíz difirieron en 1300 kg (12% del total de las transacciones con maíz).

El cuestionario para este estudio se diseñó con base en un modelo de sistema de finca generalizado (Figura 1) y en algunas ideas preconcebidas de la importancia de algunos de los componentes del sistema. El estudio podría haberse mejorado bastante usando un modelo cualitativo del sistema de finca específico que estaba bajo estudio, en vez de usar un modelo generalizado. Se podría haber formulado un modelo específico después de unas pocas visitas al agricultor.

Es posible que, después de unos cuantos estudios en sistemas de este tipo, en una área específica, sea probable identificar y separar los flujos estáticos de los dinámicos. Los cálculos de los flujos estáticos pueden hacerse en forma menos frecuente y de este modo reducir el tiempo de la entrevista.

Aunque los sistemas de finca son, sin duda, complejos, la conceptualización de un sistema de finca como un conjunto de subsistemas con entradas, salidas y flujos entre subsistemas, como se usó en este estudio, sirvió para simplificarlo. La formulación de modelos estáticos cualitativos y cuantitativos y la inspección de flujos dinámicos importantes representó una metodología exitosa, y la utilidad de los datos recogidos en este estudio demuestra sin duda alguna el potencial de la investigación en sistema de finca.

#### AGRADECIMIENTOS

Los resultados que se presentan en este trabajo fueron parte del Proyecto de Sistemas de Cultivos para Pequeños Agricultores conducido por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y el Ministerio de Recursos Naturales (MRN) del Gobierno de Honduras, bajo el financiamiento de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos, Oficina Regional para los Programas de Centro América.

Las entrevistas, de los últimos seis meses, cuya duración total fue de un año, fueron hechas por José Nery Mayorga, Agrónomo del MRN. También se agradece la participación de los técnicos del Programa de Cultivos Anuales del CATIE que colaboraron estrechamente en la fase de investigación de este estudio.

## LITERATURA CITADA

1. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Descripción y evaluación del sistema de cultivos (maíz + arroz) - frijol de costa: una alternativa para el sistema arroz-frijol practicado por los agricultores de Yojoa, Honduras. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 135 p.
2. \_\_\_\_\_ . Descripción y evaluación del sistema de cultivos maíz/ frijol de costa-maíz: una alternativa para el sistema maíz-maíz practicado por los agricultores de Yojoa, Honduras. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 117 p.
3. \_\_\_\_\_ . Descripción y evaluación del sistema de cultivos (maíz + pipián)-(maíz+pipián): una alternativa para el sistema (maíz + ayote)-(maíz+ayote) practicado por los agricultores de Yojoa, Honduras. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 114 p.
4. ODUM, H. T. Environment, power and society. New York, Wiley, 1971. 331 p.

Enero 1980  
FITO 954-80  
RDH/gma