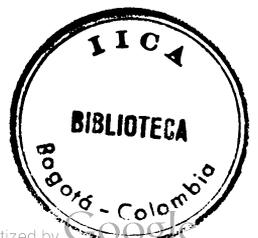


DESARROLLO DE LA PEQUEÑA FINCA

Richard R. Harwood



RESERVA
NO PUEDE SACARSE
DE BIBLIOTECA



DESARROLLO DE LA PEQUEÑA FINCA

SERVICIO EDITORIAL IICA

DESARROLLO DE LA PEQUEÑA FINCA

Richard R. Harwood

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA
San José, Costa Rica
1986

© para la edición en inglés, International Agricultural Department Service-IADS- 1979.

© para esta primera edición en español, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura —IICA— 1986.

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin la autorización del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Diseño de cubierta	Mario Loaiza
Composición de texto	Giselle Madrigal
Editora de la obra	Teresa Oñoro
Editor de la Serie	Michael J. Snarskis

IICA
LME-78 Harwood, Richard R.
Desarrollo de la pequeña finca. — San José,
Costa Rica : IICA, 1986.
xii, 170 p. — (Serie de Libros y Materiales
Educativos / IICA ; no. 78)

ISBN 92-9039-115-4

Título original : Small farm developing.

1. Explotación agrícola. I. Título. II. Serie.

AGRIS
E15



DEWEY
074.5

Serie de Libros y Materiales Educativos No. 78

Este libro fue publicado por el Servicio Editorial del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura —IICA—. La Serie de Libros y Materiales Educativos tiene como fin contribuir al desarrollo agrícola del continente americano.

San José, Costa Rica, 1986

CONTENIDO

	Pág.
<i>Indice de figuras y cuadros</i>	<i>i</i>
<i>Prólogo a la edición en inglés</i>	<i>ii</i>
<i>Prefacio</i>	<i>iii</i>
Primera Parte	
Desarrollo de la Pequeña Finca	
CAPITULO 1. UNA NUEVA PROPUESTA	9
Un enfoque diferente del desarrollo	10
Un método de desarrollo efectivo	11
CAPITULO 2. ETAPAS DE LA EVOLUCION DE LA PEQUEÑA FINCA	15
Etapa I. Fase primitiva del cazador-recolector	17
Etapa II. Producción animal y cultivos de subsistencia	18
Etapa III. Consumidores tempranos	19
Etapa IV. Mecanización incipiente	22
Efectos del desarrollo	22
Desarrollo y crecimiento	23
CAPITULO 3. METAS PARA EL DESARROLLO DE LA PEQUEÑA FINCA	27
Usos de la mano de obra	29
Metas a largo y a corto plazo	29
Aspiraciones culturales	30
Ponderación de las metas	32

This One



5E1E-8R2-G461

ogle

CAPITULO 4.	INDICADORES DEL BIENESTAR DE LOS PEQUEÑOS AGRICULTORES	33
	Necesidad de indicadores	34
	Flujo de caja como indicador	35
	Indice global del bienestar	35
CAPITULO 5.	INVESTIGACION PARA EL DESARROLLO DE LA PEQUEÑA FINCA	37
	El enfoque de la estación experimental	37
	El enfoque del agricultor	38
	La filosofía de la investigación participativa	39
	La investigación en la finca	43
 Segunda Parte		
Factores Críticos del Desarrollo de la Pequeña Finca		
CAPITULO 6.	LIMITACIONES FISICAS DE LA INTENSIDAD DEL CULTIVO	49
	Un ejemplo: el agua	51
	Patrón potencial de cultivo y disponibilidad de agua	54
	Importancia de la topografía en el manejo del agua	60
	Sistemas de clasificación ambiental	64
CAPITULO 7.	DETERMINANTES ECONOMICOS DEL TIPO DE COSECHA Y DE LA INTENSIDAD DE LOS CULTIVOS	67
	Mano de obra	68
	Capacidad de manejo	70
	Energía	71
	Dinero disponible	73
	Disponibilidad de mercados y producción de subsistencia. .	74
	Factores secundarios	75
CAPITULO 8.	NECESIDADES DE RECURSOS DE LOS CULTIVOS MULTIPLES	81
	Secuencia de cultivos	82

Cultivos de relevo	88
Cultivos intercalados	90
Cultivos perennes	94
CAPITULO 9. LOS ANIMALES EN LOS SISTEMAS AGRI- COLAS MIXTOS	99
El aporte animal a los sistemas mixtos.	100
Fuentes de alimento animal	101
Manejo de los animales	103
Ventajas de los sistemas mixtos	105
CAPITULO 10. EMPRESAS NO COMERCIALES DE LA FINCA	107
El patio como centro de producción	107
Cercas vivas	109
CAPITULO 11. NECESIDADES DE NUTRIMENTO EN LOS SISTEMAS INTENSIVOS DE CULTIVO	113
Fertilizantes comprados	113
Nutrimentos recolectados fuera de la finca	114
Residuos reciclados	114
Nutrimentos reciclados dentro de cada cultivo	116
CAPITULO 12. USO EFICIENTE DE LOS RECURSOS DE LA FINCA	121
Prioridades del agricultor en el uso de los recursos	121
Fertilizante	122
Energía	122
Diversidad de cultivos y manejo	123
CAPITULO 13. NECESIDADES DE MECANIZACION	127
Mecanización primaria	127
Mecanización secundaria	129
Transporte	131
Energía y uso de los recursos de la finca	131

CAPITULO 14. ESTABILIDAD DE LOS SISTEMAS AGRICOLAS	135
Estabilidad biológica	136
Estabilidad de manejo	138
Estabilidad de producción.....	139
Estabilidad económica	139

APENDICES

A: Fuentes de información sobre sistemas agrícolas.....	143
B: Terminología de los sistemas agrícolas.....	147
C: Nombres botánicos de los cultivos mencionados	153

Bibliografía

Bibliografía anotada	157
Indice de materias	169

INDICE DE FIGURAS Y CUADROS

Figura	Pág.
1. En Nepal los agricultores usan intensivamente su escasa tierra. Las áreas vecinas a las viviendas tienen huertos de hortalizas y árboles frutales muy bien atendidos. Los árboles que bordean los campos cultivados proporcionan "compost", forraje y leña	13
2. Productividad de la mano de obra, número de empresas de la finca, inversiones de capital y destrezas requeridas en las diferentes etapas del crecimiento agrícola, cuando los mercados para las cosechas de alto valor son limitados.	16
3. Campo recién limpiado mediante "corta y quema"; contiene una combinación de taro, yuca, maíz y árboles frutales jóvenes. La productividad y estabilidad de este sistema dependen de la prontitud con que el agricultor logre establecer los cultivos perennes	19
4. Modelo conceptual de un sistema de producción de finca en una colina de Nepal	24
5. Siembra familiar de maíz en América Latina. El mayor de los niños guía los bueyes, el padre maneja el arado, un tío riega el fertilizante en los surcos, la madre echa las semillas, el niño más pequeño tapa las semillas con tierra. La mano de obra familiar se caracteriza por diferentes niveles de fuerza, destreza y capacidad de manejo. Un sistema de finca eficiente usa todos los tipos de mano de obra	30
6. Estos agricultores, participantes voluntarios del trabajo de investigación, escuchan al técnico que describe un nuevo patrón de cultivo.	34
7. Los científicos saben poco sobre combinaciones importantes, como la de arroz y repollo, que permiten a los agricultores usar su tierra y mano de obra más eficientemente y con menos riesgo.	40
8. Categorías en una clasificación de pluviosidad para áreas arroceras de Asia. (El número de meses con más de 200 mm de precipitación aparece entre paréntesis)	52
9. Disponibilidad de agua y patrones de cultivo para fincas de arroz de secano en Batangas oriental, Filipinas	55

10.	Patrones alternativos de cultivo para Batangas oriental, Filipinas. . . .	56
11.	Posibles patrones de cultivo en áreas de arroz inundado que cuentan con tres a cinco meses de lluvia suficiente.	59
12.	Clasificación fisiográfica de campos de arroz inundado	61
13.	Rendimientos de frijol mungo en relación con la precipitación entre la siembra y la primera cosecha. (Datos de ensayos en Batangas, Filipinas)	65
14.	Marido y mujer transplantando millo. Los agricultores en pequeña escala pueden aumentar la productividad usando métodos impracticables a gran escala	69
15.	Relación entre el tamaño de la finca y el tipo de cultivo, en áreas del sudeste asiático que tienen una estación de crecimiento para dos cultivos (ocho meses) y acceso a mercados para hortalizas de alto precio. Se supone que la familia es la fuente primaria de mano de obra	76
16.	Cambio en la productividad total de la finca por medio de la adición de varias fuentes de energía, en un área donde la estación de crecimiento es de seis a ocho meses.	77
17.	Relación esquemática entre el tamaño de la finca y la fuente de energía común en las fincas desarrolladas del sudeste asiático.	78
18.	Siembra intercalada compleja de pepinos, frijoles, apio y cebollinas en China	89
19.	Un agricultor indonesio y su campo con arroz de secano, maíz y yuca	92
20.	Cuando los animales de la finca pastan libremente terminan con los cultivos, con excepción de los que no son aprovechables por su mal sabor, por lo que las fuentes de alimento potencial para la familia se reducen considerablemente	104
21.	Una joven nepalesa acarrea materiales vegetales para alimento animal y para "compost" hacia el huerto de la casa. La circulación de nutrientes de las áreas de pastoreo a los campos de cultivo es esencial para la productividad de los cultivos en la agricultura intensiva de las colinas de Nepal	110

22.	Los pequeños agricultores reciclan eficientemente los nutrientes, haciendo "compost" con los desperdicios domésticos y el estiércol animal.	115
23.	Retribución monetaria de la mano de obra en relación al método de suplir los requerimientos de nutrientes del cultivo.	16
24.	Ciclo de los nutrientes en los sistemas de cultivo.	118
25.	Relación energía — mano de obra para diferentes sistemas de cultivo.	123

CUADROS

1.	Características de las etapas del desarrollo agrícola (en fincas que tienen un nivel relativamente alto de uso de los recursos para su etapa de desarrollo)	26
2.	Tipos de patrones de cultivo usados comúnmente en Asia: necesidades de energía y características de productividad	97

PRÓLOGO A LA EDICIÓN EN INGLÉS

Cuando se observa el paisaje desde lejos en una gran parte del mundo tropical, no se ven áreas uniformes de cereales ondulantes sino un conjunto de pequeños campos con diferentes combinaciones de cultivos. Y aún en las regiones en donde los cultivos como el trigo o el arroz dominan el terreno durante algunos meses, es posible que, inmediatamente después de la cosecha, los agricultores siembren un cultivo totalmente diferente o una combinación de ellos. El pequeño agricultor de los trópicos emplea complejos sistemas de manejo de fincas a fin de acomodarse a los cambios estacionales de temperatura y precipitación, las condiciones de mercado y la disponibilidad de mano de obra familiar. Con estos sistemas logra hacer frente a los factores impredecibles de su medio ambiente.

Las interacciones en los sistemas agrícolas del trópico son muy complejas. Un pequeño cambio en un componente puede desencadenar fuertes alteraciones en todo el sistema. La ciencia tiene mucho que aportar a estos sistemas agrícolas pero, para hacerlo, los investigadores deben aprender a ver el mundo desde el punto de vista del agricultor.

Tal como lo sugiere el subtítulo, este libro intenta ayudar a los técnicos agrícolas a comprender los sistemas de cultivo de los trópicos húmedos de manera tal que ello conduzca a su mejoramiento. Los recursos mundiales de tierra no cultivada disminuyen; los alimentos para las futuras generaciones se obtendrán, principalmente, haciendo más productivas las tierras sembradas actualmente. Esa mayor

productividad se logrará, no sólo usando variedades con un potencial de rendimiento más alto sino aprovechando, mediante cultivos económicos, una mayor cantidad de la luz solar y el agua de lluvia, y fomentando las sutiles interacciones naturales entre animales y cultivos y entre los cultivos mismos, que contribuyen a la obtención de rendimientos más altos y más estables.

Richard Harwood tiene una larga experiencia con los patrones de siembra de las pequeñas fincas de los trópicos, pues ha trabajado como investigador en cultivos para la Fundación Rockefeller en Tailandia, como jefe del Proyecto de Cultivos Múltiples en el Instituto Internacional de Investigaciones en Arroz (IRRI, Filipinas), y como asesor en sistemas de cultivo en el trópico. La edición en inglés de este libro es parte de la serie de literatura técnica del Servicio Internacional del Desarrollo Agrícola (International Agricultural Development Service —IADS—).

La preparación de la edición en inglés fue financiada por una donación de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.

A. Colin McClung
Oficial Ejecutivo, IADS

PREFACIO

Debido a nuestra impaciencia con los pequeños agricultores "atrasados" y a nuestra prisa por "comercializarlos", hemos ignorado aquellos aspectos claves de sus sistemas agrícolas que podrían contribuir a los esfuerzos por aumentar su producción de alimentos y por mejorar el bienestar rural. Para lograr el desarrollo de un mayor número de pequeñas fincas en el mundo es necesario modificar nuestro enfoque, nuestra investigación tecnológica y nuestras comunicaciones con los agricultores.

El tema central de este libro es el análisis de aquellos aspectos de los sistemas de producción de las pequeñas fincas que incrementan la eficiencia cuando los recursos de producción de los pequeños agricultores son limitados. La combinación deliberada de tecnologías tradicionales y modernas bien puede constituir la clave para encaminar a los agricultores menos favorecidos hacia un desarrollo más acelerado.

Una mejor comprensión de los sistemas de las pequeñas fincas estimulará inversiones racionales y cambios de infraestructura que darán por resultado esfuerzos de desarrollo más eficaces. Este libro es de naturaleza conceptual y pretende influir en el enfoque del desarrollo, más que servir de guía práctica.

Los cinco capítulos de la primera parte presentan una visión general de la pequeña finca y de sus opciones de cambio. Los capítulos uno a cuatro resumen los tipos de pequeñas fincas y sus sistemas de producción, en tanto que el capítulo cinco sugiere un esquema de

trabajo conjunto entre científicos, extensionistas y agricultores, tanto para desarrollar como para dar a conocer tecnología apropiada para fincas pequeñas con escasos recursos.

La segunda parte (capítulos seis a catorce) profundiza en ciertos aspectos críticos del desarrollo de las pequeñas fincas que son generalmente inadvertidos, o que reciben poco énfasis en los programas de desarrollo.

Los Apéndices ofrecen fuentes de información adicional y definen términos; la bibliografía anotada presenta referencias seleccionadas.

En este libro hay mucha influencia de la experiencia del autor en Asia tropical, pero también incluye ejemplos de otras zonas en los trópicos húmedos; los principios descritos son de aplicación universal. Las discusiones se refieren directamente a las áreas tropicales con una precipitación anual superior a los 1000 mm.

Agradezco a los muchos colegas y pequeños agricultores del mundo en desarrollo que contribuyeron a ampliar mi experiencia directa con la agricultura de las pequeñas fincas durante los últimos 10 años. Mi participación estuvo orientada hacia la gente, para el enriquecimiento de mi propia vida. Mi reconocimiento a los programas del Instituto Internacional de Investigaciones en Arroz (IRRI, Filipinas), y al Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID, Canadá), cuyo financiamiento e interés facilitaron gran parte de este trabajo. La Fundación Rockefeller y el Servicio Internacional de Desarrollo Agrícola —IADS— hicieron posible que escribiera este libro.

Al Dr. Raymond Borton mi agradecimiento por las muchas horas de trabajo editorial y por sus comentarios críticos.

Richard R. Harwood
Emmaus, Pennsylvania, EUA

PRIMERA PARTE

DESARROLLO DE LA PEQUEÑA FINCA

CAPÍTULO 1

UNA NUEVA PROPUESTA

Los factores que restringen la producción de alimentos en las pequeñas fincas en todo el mundo son virtualmente ilimitados en número y clase. El pequeño agricultor carece de tierra suficiente para producir más, la mano de obra familiar es escasa o su familia siente la necesidad urgente de ingresos monetarios provenientes de actividades no agrícolas: las posibilidades son inagotables. En casi todas las regiones el primer factor limitante es la tierra: más del 90 % de las fincas tropicales tiene un área menor de cinco hectáreas. Los promedios nacionales de Asia indican menos de tres hectáreas, como en Filipinas, o de una a dos hectáreas, como en Bangladesh. La baja fertilidad del suelo y su estructura deficiente, las semillas de mala calidad, la escasez de agua, las temperaturas extremas, la falta de acceso a insumos y mercados, todos son factores que reducen la capacidad de producción de alimentos del pequeño agricultor de los trópicos y subtrópicos.

Un enfoque diferente del desarrollo

Enfrentados a tantas limitaciones, —cada una de las cuales constituye un formidable problema— los programas de desarrollo agrícola tienden inevitablemente a concentrar sus esfuerzos en unos pocos factores que parecen cruciales en la producción de alimentos pero que, también, son los más fáciles de superar. Los avances resultantes —el desarrollo de variedades de alto rendimiento para granos básicos, la proliferación de sistemas de riego y la amplia introducción de fertilizantes y otros insumos— han contribuido a mantener la producción de alimentos de los países en desarrollo más o menos a la par de la creciente demanda. Sin embargo, hasta el momento estos incrementos en la producción han venido, en gran parte, de las áreas agrícolas más favorecidas, o sea aquellas en que las restricciones a la producción son relativamente pequeñas. No obstante, la continua necesidad de mayor producción de alimentos y la preocupación creciente por el bienestar de los pequeños agricultores, quienes en general no se han visto favorecidos por las nuevas tecnologías, están orientando la atención hacia los problemas propios de los pequeños agricultores de los países en desarrollo de las áreas tropicales y subtropicales.

Cuando los recursos son limitados, la clave para la productividad agrícola y, por lo tanto, para el bienestar de las familias en las fincas, es la interacción de empresas diversas pero complementarias. Sin embargo, el análisis de estas interacciones ha sido enfocado tradicionalmente hacia las grandes fincas, poniéndose el énfasis en la productividad de la mano de obra y en la rentabilidad de las inversiones como variables críticas. El pequeño agricultor de los trópicos pocas veces disfruta de la oportunidad de diversificar su capital.

Por otra parte, los programas tradicionales de desarrollo frecuentemente han tenido como objetivo un solo producto básico. No es sorprendente entonces que estos programas hayan tenido más éxito en aquellas situaciones en que los agricultores dependen de un solo cultivo y en las que hay un mercado altamente remunerativo para su producción. A menudo el pequeño agricultor encuentra tales programas inaplicables o inaceptables debido a que no abarcan las diversas combinaciones de cultivos y de ganado que constituyen su preocupación diaria, y a que lo colocan a merced de presiones de mercado que él no puede controlar y que, probablemente, no comprende.

Esto conduce a la distinción entre el concepto de desarrollo agrícola tal como se propone en este libro, y el de uso corriente en los programas actuales de desarrollo. La expresión “desarrollo agrícola” se considera generalmente como sinónimo de comercialización,

y el objetivo más frecuente de los programas actuales de desarrollo es el incremento de los ingresos de la finca; otros indicadores del desarrollo son el monto de los insumos monetarios y la participación de los agricultores en programas de crédito. La suposición que sirve de base a esto es la de que un mayor flujo de caja a través de los límites de la finca (aumento de la comercialización), es un indicador verdadero del aumento de la productividad agrícola y, por tanto, de una mejora en el bienestar de la familia.

La incapacidad de los enfoques actuales para convertir a una gran proporción de los pequeños agricultores del mundo en productores comerciales, y los efectos dudosos de tal intento sobre el bienestar familiar, conducen a un concepto más global del desarrollo de las pequeñas fincas. La expresión "desarrollo agrícola", tal como se usa aquí, significa encaminarse hacia un uso más eficiente y más productivo de los recursos limitados de la finca y, frecuentemente, implica un aumento en la productividad de la mano de obra y un incremento en la calidad o cantidad de la producción de alimentos o fibras por finca. En una primera etapa probablemente no incluye comercialización.

En contraste con los enfoques tradicionales, el análisis y la acción propuestos en el libro se basan en los sistemas agrícolas que realmente usan los pequeños agricultores de las áreas tropicales. Un sistema agrícola es una serie de procesos biológicos y de actividades administrativas organizados a partir de los recursos disponibles, para la obtención de productos derivados de plantas y de animales. Los recursos del agricultor incluyen factores físicos, como suelo, luminosidad solar y agua, así como factores económicos y sociales, dinero en efectivo y crédito, mano de obra, energía y mercados.

En este libro los límites del análisis son estrictos: el agricultor mismo y los recursos con que cuenta en su pequeña extensión de tierra. Consecuentemente, el análisis incluye actividades de mercadeo solamente hasta el momento en que el producto llega al primer intermediario fuera de la finca. Sólo se incluyen actividades de elaboración cuando el cultivo requiere preparación para la primera etapa de mercadeo, como es el caso del tabaco, que debe secarse, o de los granos, que es necesario trillar.

Un método de desarrollo efectivo

El proceso analítico descrito en los capítulos siguientes es evolutivo y debe adaptarse a cada ambiente y sistema agrícolas al que se aplique. No es un sistema ideal matemático, de medida precisa e in-

terpretación literal; un sistema tan académico necesariamente resultaría inaplicable a la situación del pequeño agricultor.

El análisis de los sistemas agrícolas comienza propiamente con la identificación de las interacciones significativas: personas con plantas, plantas con animales, plantas con otras plantas, y así sucesivamente. Cada interacción promueve otras; el problema del analista es seleccionar los diversos productos de los diferentes procesos, definir los que son significativos y hacerlos coincidir con las metas del agricultor. Para llevarlo a cabo debe ordenar la variedad y complejidad características de los sistemas agrícolas tropicales por cuanto el objetivo del proceso es identificar las situaciones en que se hace un uso ineficiente de los recursos agrícolas existentes. El proceso tendrá éxito en cuanto formule cambios para el sistema agrícola que resulten en aumentos de la productividad.

Para entender el sistema agrícola de un granjero el analista debe clasificar los diversos factores ambientales a los que responde el agricultor e identificar algunas fincas locales en las que esos factores estén expresados en grados variables. Los factores básicos para el análisis son suelo y clima; los datos de producción animal y de cultivos locales son también importantes. Estos factores deben verse en términos de los objetivos y prioridades del agricultor, los cuales tienen tanto valor como las consideraciones objetivas, físicas y biológicas, en sus decisiones sobre el manejo de la finca. Su necesidad de alimentos, la urgencia de ingresos monetarios, su *status* en la comunidad, el deseo de estabilidad y seguridad, la motivación para conservar energía u otros recursos, son valores percibidos subjetivamente pero que se consideran como factores en la ecuación agrícola del agricultor.

Sólo después de haber recopilado esta información y de haber comprendido su significado para el agricultor, el analista podrá planificar cambios apropiados en el sistema agrícola. Este proceso de planificación involucra al científico y al agricultor al decidir cuáles modificaciones e innovaciones ensayar, y en él, cada uno aporta su propia perspectiva y conocimiento. El agricultor contribuye con el conocimiento directo, frecuentemente tácito, de su propia situación y de los factores que influyen en la productividad; el científico posee la información objetiva derivada de sus mediciones y observaciones, además de estar familiarizado con tecnologías de producción alternativas de otras áreas. El científico y el agricultor colaboran en la planificación y ejecución de los cambios y miden los resultados de acuerdo con las metas mutuamente acordadas. La documentación cuidadosa de su experiencia con nuevas tecnologías y sistemas en ambientes bien definidos permite extrapolar los resultados a otras situaciones similares en cualquier parte del mundo.

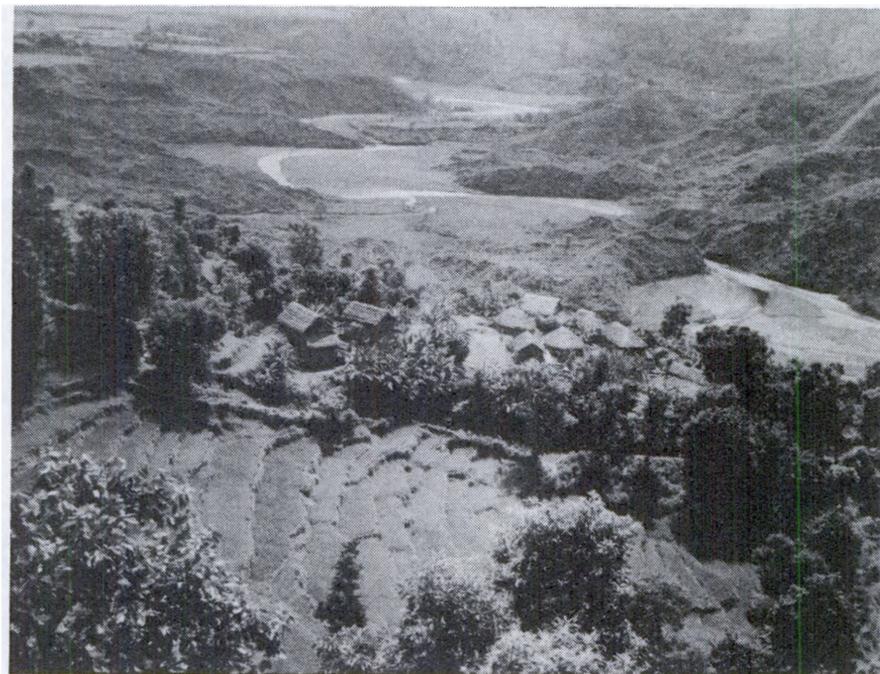


Fig. 1. En Nepal los agricultores usan intensivamente su escasa tierra. Las áreas vecinas a las viviendas tienen huertos de hortalizas y árboles frutales muy bien atendidos. Los árboles que bordean los campos cultivados proporcionan "compost", forraje y leña.

Este enfoque depende, en gran parte, de un trabajo en equipo entre científicos cuyas disciplinas son altamente especializadas y aisladas, y que no están acostumbrados a actuar conjuntamente en problemas comunes. El procedimiento propuesto en este libro requiere de agrónomos que laboren con científicos en cultivos y suelos, con especialistas en animales, con economistas agrícolas, con nutricionistas y con educadores. La colaboración interdisciplinaria es decisiva para el proceso y el equipo debe incluir un coordinador cuya tarea específica sea dirigir los diversos conocimientos y habilidades de los diferentes especialistas hacia el problema del incremento de la producción del pequeño agricultor.

CAPÍTULO 2

ETAPAS DE LA EVOLUCIÓN DE LA PEQUEÑA FINCA

Adjetivos de uso corriente como "pequeño", "subdesarrollado" o "desfavorecido", aplicados a un agricultor o a un grupo de agricultores, no aportan mucha información útil. En realidad, confunden más que aclaran; las distinciones críticas se pierden. Tales eufemismos no consiguen especificar las diferencias esenciales entre los agricultores que se proponen describir y aquellos más favorecidos; tampoco describen la diversidad y complejidad que caracterizan la agricultura de la pequeña finca.

La clasificación descriptiva de los sistemas agrícolas usada en este libro se basa en etapas o niveles de desarrollo, de acuerdo con el ambiente físico del sistema, los hábitos alimenticios locales, la disponibilidad de insumos y de mercados, y algunos otros factores (Fig. 2).

En esta clasificación cada una de las etapas puede caracterizarse por medio de cualquier combinación de cultivos y ganadería, y los ejemplos se ofrecen con carácter ilustrativo y no exhaustivo.

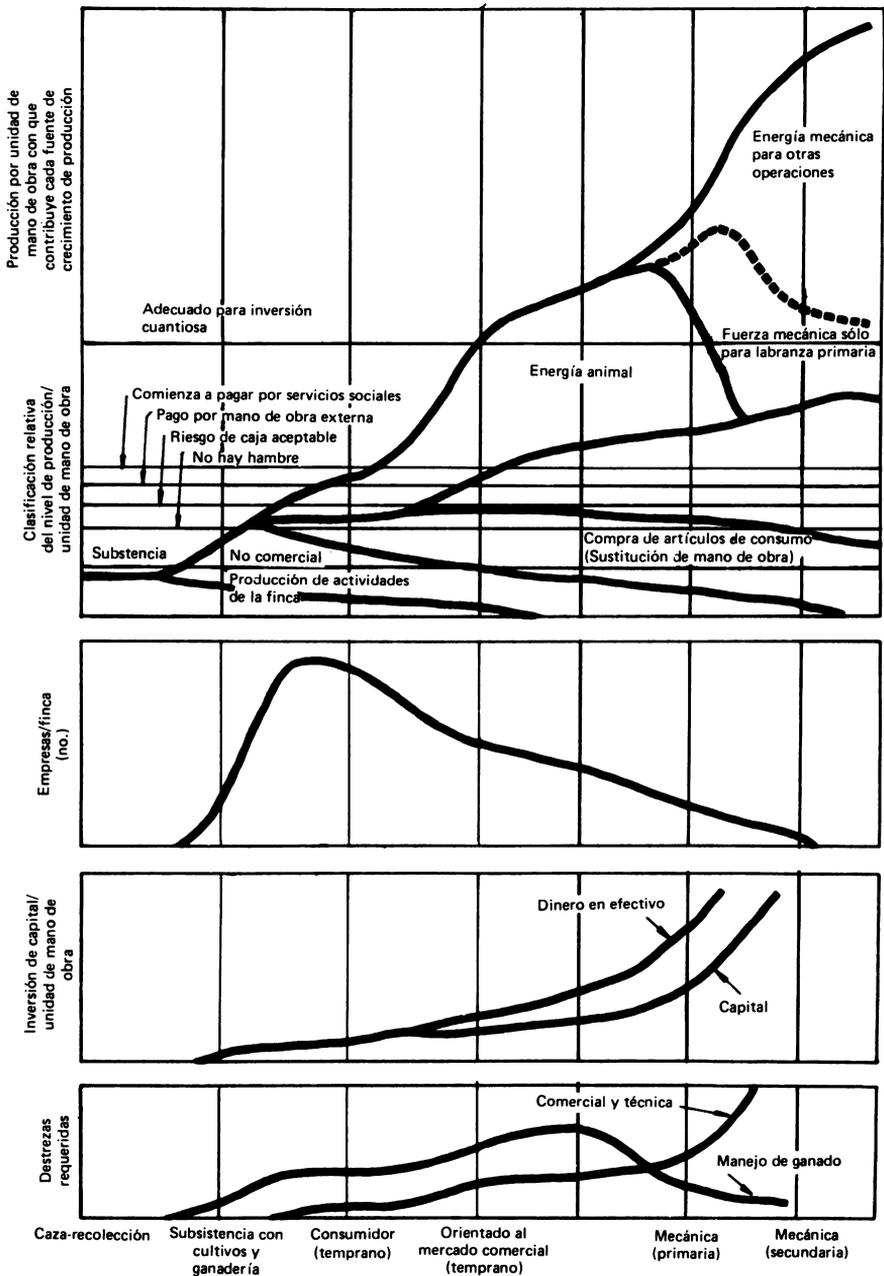


Fig. 2. Productividad de la mano de obra, número de empresas de la finca, inversiones de capital y destrezas requeridas en las diferentes etapas del crecimiento agrícola, cuando los mercados para las cosechas de alto valor son limitados.

Una taxonomía descriptiva como ésta reconoce que el desarrollo agrícola se lleva a cabo mediante una serie definida de etapas de crecimiento, aunque no siempre a un ritmo estable o incluso continuo. El patrón de desarrollo cambia según si la producción básica consiste en cultivos de ciclo corto, cultivos arbóreos o ganado. Dado que los cultivos de ciclo corto proveen la mayor parte de los productos de la finca, se les trata con mayor detalle en este análisis; pero no debe olvidarse que en los trópicos una finca típica de tres a cinco hectáreas incluye siempre una combinación de cultivos de ciclo corto, animales y cultivos arbóreos.

Etapas I. Fase primitiva del cazador-recolector

Hasta el reciente descubrimiento de la Tribu Tasaday de Mindanao, en Filipinas, se creía que la etapa del cazador-recolector, como único medio de subsistencia, se había extinguido. Sin embargo, en muchas sociedades aún se encuentran sistemas que están parcialmente en esta fase. En realidad, la mayoría de los agricultores que viven muy alejados de los mercados depende de la caza y de la recolección para obtener parte de su producción de alimentos. En todo el sudeste asiático, por ejemplo, las tribus de las colinas, como la Rhade, de Vietnam, combinan los cultivos y la ganadería con la recolección de raíces y frutas de la selva. La dieta de la tribu Rhade incluye también, ocasionalmente, un animal salvaje, así como insectos, ranas, cangrejos de río y roedores pequeños.

La fase del cazador-recolector, como elemento de un sistema agrícola más avanzado, se encuentra también entre los agricultores nepaleses de las colinas, quienes recogen hojas de los bosques vecinos para hacer mezclas con estiércol animal y convertirlas en abono para sus cultivos intensivos. La mano de obra necesaria para tales actividades es suficientemente variada y emplea a miembros de la familia de todas las edades, incluyendo niños y personas muy mayores que de otra manera permanecerían desocupadas.

A pesar de su aparente simplicidad, la etapa del cazador-recolector puede destruir la base natural del recurso cuando la presión de la población excede la capacidad del medio ambiente para renovarse. En ciertas zonas de la India, por ejemplo, se arrancan todas las hojas de los árboles vivos —los que están siendo reducidos aceleradamente— para disponer de forraje para las poblaciones nuevas de ovejas y cabras. Cuando esta etapa alcanza tal grado de agotamiento del recurso,

la productividad de la mano de obra requerida es muy baja, especialmente si se le mide en términos del valor monetario o del costo del tiempo invertido por unidad de producción.

Etapa II. Producción animal y cultivos de subsistencia

La agricultura de subsistencia es todavía muy común en áreas remotas. En este nivel, más del 90 % de la producción agrícola es consumida directamente en la finca, quedando muy poco para la venta o el intercambio. Estos sistemas agrícolas no comerciales están excluidos de todo proceso de desarrollo o de los programas que incluyan ingreso monetario, mercadeo de productos agrícolas o compra de insumos.

Entre las fincas asiáticas de subsistencia, el número de fincas de agricultura migratoria (que cubren aproximadamente el 40 % del área total de cultivos de Asia) es más o menos igual al número de fincas permanentes. En los sistemas migratorios el área de tierra por finca es mayor, la intensidad en el uso de la tierra menor, y hay menos interacciones de cultivos y animales que en los sistemas de subsistencia fijos. Estos últimos, por su parte, se han adaptado a mayores presiones de población sobre la tierra y han aumentado la eficiencia en el uso de los recursos mediante una mayor "estructura" en los sistemas de las fincas.

Los agricultores de subsistencia se caracterizan por producir una gran variedad de cultivos y animales. En las áreas monzónicas asiáticas, con más de 1 500 mm de precipitación anual, no es raro encontrar hasta 20 y 30 cultivos arbóreos, 30 ó 40 cultivos anuales, y cinco o seis especies de animales en una sola finca. Un grupo de agricultores de subsistencia de la Isla de Mindoro, en Filipinas, depende regularmente de un total de 430 especies de plantas para su alimentación. Asimismo, la agricultura de subsistencia se caracteriza por necesidades muy diversas de mano de obra. Habiendo surgido para producir alimentos durante todo el año, el sistema proporciona empleo continuo a trabajadores inexpertos para atender los cultivos y el ganado.

Por lo general el agricultor de subsistencia siembra cultivos, por ejemplo arroz, que gozan de la preferencia de la comunidad pero que implican altos riesgos. El agricultor disminuye estos riesgos sembrando también varios otros cultivos de menor valor pero más seguros, por ejemplo yuca. En los climas monzónicos con niveles de precipitación muy variables, el agricultor de subsistencia asegura una produc-

ción estable con cultivos de raíces de ciclo largo, cultivos arbóreos y animales. Aunque carece del potencial necesario para producir un excedente comercializable, y así disponer de medios que permitan un nivel de vida más alto a la familia rural, la agricultura de subsistencia tiene fuerzas reales. Las combinaciones de cultivos y animales realizadas por los agricultores de subsistencia, a menudo pueden adaptarse para aumentar la productividad de las fincas más desarrolladas y que tratan de hacer frente a las limitaciones de recursos.

Etapa III. Consumidores tempranos

En la etapa del consumidor temprano, el agricultor comercializa entre el 20 y el 30 % de su producción, por lo que el ingreso monetario obtenido permite a su familia proveerse de artículos y servicios que van un poco más allá de sus necesidades esenciales. Además de



Fig. 3. Campo recién limpiado mediante "corta y quema"; contiene una combinación de taro, yuca, maíz y árboles frutales jóvenes. La productividad y estabilidad de este sistema dependen de la prontitud con que el agricultor logre establecer los cultivos perennes.

sal y aceite para cocinar o encender la lámpara, la familia puede comprar telas en lugar de tejerlas, o adquirir platos de porcelana en vez de los utensilios de alfarería hechos en la misma casa. El ingreso proveniente del sobrante de la producción de alimentos puede también reinvertirse en implementos agrícolas y otras mejoras importantes. C.R. Wharton ha estimado que el 60 % de los agricultores en el mundo comercializa menos de la mitad de lo que produce.

El consumo de la familia de la finca se paga durante esta etapa con la producción de la mano de obra familiar. La productividad se incrementa de varias maneras: introduciendo cultivos arbóreos, como coco o café, que producen bien con relativamente poca mano de obra; sembrando cultivos valiosos para el mercado, como tabaco u hortalizas y usando fuerza animal para acelerar la labranza del suelo, el transporte y la cosecha.

Como ejemplo del paso de una etapa a otra puede citarse el cambio de arroz de secano a arroz inundado, con el que se produce un excedente comercializable por medio del uso de fuerza humana y animal, y de mejoras en el riego y en la labranza.

Para convertirse en consumidora, aún a este bajo nivel, la familia rural debe superar primero el umbral de supervivencia y estar en capacidad de acumular un excedente de producción que pueda convertirse en ingreso monetario. La familia aumenta gradualmente sus habilidades agrícolas y ganaderas y, por lo general, practica la diversificación hacia varias empresas. La necesidad creciente de ingresos monetarios se convierte en un motivo poderoso para que concentre su trabajo y sus insumos en cultivos para el mercado. Hay un cambio progresivo de la mano de obra hacia empresas más productivas, aún cuando los desembolsos monetarios reales pueden ser bastante pequeños. La mano de obra que ya no se dedica a tejer telas rústicas o a hacer artículos de barro en la casa, se orienta hacia la producción de excedente agrícola para el mercado. Estos cambios ocurren aún cuando persistan elementos de las etapas anteriores.

La etapa del consumidor temprano comienza formalmente cuando los agricultores invierten los ingresos monetarios provenientes de la venta de excedentes, en insumos destinados a aumentar aún más la producción. Por lo general los agricultores vacilan en arriesgar tales ingresos mientras no se den ciertas condiciones básicas:

- a. el agricultor tiene una cantidad adecuada de alimentos de calidad aceptable para su propia familia;
- b. confía en sus propias habilidades técnicas, agrícolas y comerciales;

- c. el sistema agrícola está listo para responder a insumos adicionales;
- d. el agricultor posee la tecnología para convertir los insumos en aumento de producción;
- e. tiene acceso a los mercados y a la economía monetaria.

En resumen, un agricultor debe disfrutar de cierto nivel de bienestar antes de pasar a la etapa de consumidor temprano. El umbral de este nivel varía un poco entre culturas y áreas, y su determinación es uno de los aspectos básicos del análisis de cualquier sistema agrícola. En la isla Filipina de Siargao, por ejemplo, los estudios revelaron que las mejoras en el cultivo de arroz estaban relacionadas con el nivel de alimentación de la familia rural. Sin una alimentación adecuada no había margen extra de energía humana para combate de malezas, preparación mejorada del suelo y labores de transplante. Además, aunque los agricultores de la isla conocían los fertilizantes y sus ventajas, y supuestamente los habrían empleado, no tenían excedentes de producción, provenientes de su agricultura de subsistencia, para venderlos y obtener dinero para la compra de tales insumos.

Un prerrequisito para llegar a la etapa de consumidor temprano y superarla, es el potencial de los elementos críticos del sistema para responder al esfuerzo y a los insumos adicionales. Si el agua es un factor limitante, probablemente ninguna inversión en fertilizantes o pesticidas resultará provechosa. Las variedades mejoradas de plantas deben adaptarse a las condiciones particulares del área. La disponibilidad de agua y las condiciones climáticas deben ser confiables para minimizar el riesgo. Cada uno de estos elementos es un componente vital del sistema agrícola total, y a cada uno de ellos debe conferírsele su valor real en cualquier análisis pertinente.

A menudo se afirma que la falta de crédito para adquirir insumos oportunamente es uno de los principales factores limitantes de la productividad de la pequeña finca. Aquí se sugiere, sin embargo, que el desarrollo de la finca debe haber alcanzado cierto grado de progreso para que el crédito sirva para incrementar la producción. La disponibilidad de energía —animal o mecánica— es otra condición previa al desarrollo, aún cuando con frecuencia se subestima su importancia. Sin energía, el agricultor está limitado en cuanto a los tipos de empresas que pueden recompensar su trabajo en forma apreciable, a menos de que disponga de un buen mercado para sus cultivos especiales de alto valor. Ante la falta de energía adecuada, el agricultor puede dedicarse a cultivos que requieren poca mano de obra, como cocos, palma de aceite o caucho.

Etapa IV. Mecanización incipiente

El agricultor alcanza la etapa de mecanización incipiente cuando alquila o compra una fuente de energía mecánica. La mecanización y la agricultura comercial marchan a la par, acompañadas por un número de cambios paralelos. El número y la diversidad de las empresas de la finca disminuyen, después de su proliferación durante las etapas previas. Junto con esta simplificación viene una reducción en el número y la variedad de las destrezas de producción de la familia rural. Sin embargo, simultáneamente, aumenta bastante la necesidad de habilidad comercial y de destrezas técnicas por parte del agricultor. La producción agrícola no comercial declina conforme el capital y la mano de obra disponibles se invierten en mayor grado en cultivos comerciales.

En los casos en que la escasez de mano de obra limita la producción, la introducción de energía mecánica para reforzar el trabajo humano puede ser la clave para un mayor desarrollo. En algunos casos, la mecanización puede dejar mano de obra libre para trabajos fuera de la finca, los que proporcionan tanto un estímulo para aumentar la productividad como los ingresos monetarios para comprar o alquilar la fuerza mecánica necesaria.

Los recientes incrementos mundiales en el costo de la energía cuestionan la oportunidad de una mayor dependencia de la maquinaria agrícola, como sustituto de la energía animal o humana. El costo real de la energía por unidad de producción, medida en calorías, es aproximadamente igual para mano de obra humana, fuerza animal o fuerza mecánica. Por lo tanto, ante la creciente escasez de combustibles fósiles puede ser que la fuerza animal, más que la mecánica, resulte la mejor opción para el futuro inmediato en muchas de las pequeñas fincas del mundo.

Generalmente en las pequeñas fincas se usa primero la maquinaria para transporte y luego para la labranza primaria; el riego y el trillado son también candidatos a la mecanización. El cultivo mecanizado, la siembra, la cosecha y la elaboración vienen luego, en la etapa secundaria de mecanización.

Efectos del desarrollo

De la breve descripción de las etapas del desarrollo que acaba de hacerse se desprende claramente que los avances en el desarrollo están estrechamente correlacionados con los incrementos en la productividad de la mano de obra (Fig. 2). Sin embargo, aunque esencial, la productividad de la mano de obra no puede usarse como índice del

bienestar general de los agricultores, sin hacer referencia a otros factores importantes. Un agricultor que tiene una productividad por mano de obra relativamente alta, pero que debe comprar todos los alimentos de su familia, especialmente en lugares remotos donde los precios de los alimentos son altos, puede tener un nivel de vida mucho más bajo que un agricultor menos productivo pero que cultiva todos o la mayor parte de los alimentos de su familia. El típico pequeño productor de caucho del sudeste asiático, por ejemplo, disfruta de una productividad relativamente alta, pero tiene que hacer frente a altos costos de vida y, por tanto, tiene un ingreso neto relativamente bajo.

Desarrollo y crecimiento

Una de las hipótesis fundamentales de este libro es que el desarrollo puede darse tanto dentro como a través de las etapas del crecimiento económico. El supuesto generalizado de que desarrollo es sinónimo de comercialización es el gran error que conduce a que se haga caso omiso de la mayoría de los agricultores pobres. Antes de que comience el proceso de comercialización puede haber, y a veces hay, un desarrollo importante.

Los agricultores de las colinas de Nepal oriental, por ejemplo, están sumamente aislados. Casi no tienen mercado a su alcance, y no hay insumos de producción a la venta. La corta estación de producción y las familias numerosas fuerzan al máximo los recursos productivos de las pequeñas fincas. Estos sistemas no comerciales de producción son interacciones altamente organizadas de cultivos con otros cultivos, y de cultivos con animales, siendo las interacciones decisivas para la eficiencia productiva. La intensidad del manejo de los cultivos ha aumentado hasta el punto en que la fertilidad del suelo se torna el principal factor limitante. A su vez, el componente animal del sistema es crítico para la productividad; los animales contribuyen al reciclaje de los nutrimentos, así como a la energía de la finca y al suministro de alimentos para la familia (Fig. 4).

Debido al marcado aislamiento de las fincas (ubicadas a distancias de hasta 1 000 km de un camino) se hace difícil alterar los componentes básicos del sistema, pero un mejor manejo del bosque y de las tierras de pastoreo, y la introducción de variedades mejoradas, podrían ayudar a la producción. El siguiente paso consistirá en la organización de mercados para vender los productos excedentes y utilizar el dinero obtenido en la compra de fertilizantes con que complementar el *compost*. Pero en muchos lugares de Nepal donde se han

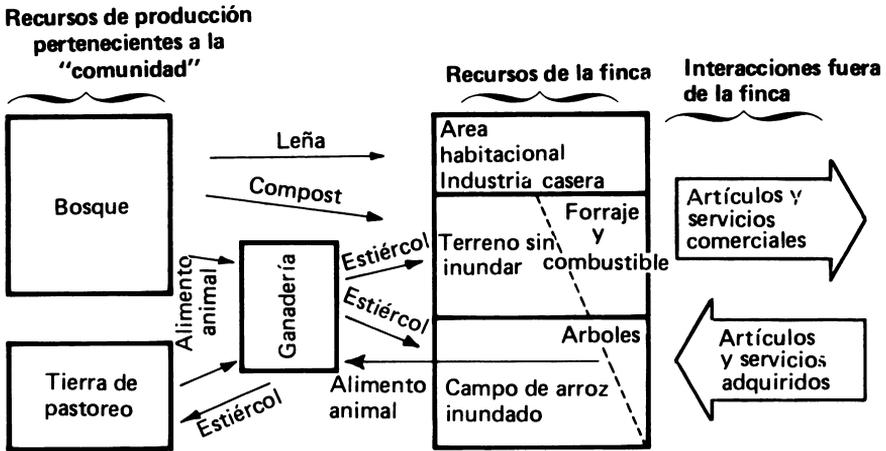


Fig. 4. Modelo conceptual de un sistema de producción de finca en una colina de Nepal.

construido caminos y hay disponibilidad de fertilizantes, los agricultores han sido renuentes al uso de insumos comerciales. Quizás el paso de una agricultura de subsistencia a la agricultura comercial requiera una transición gradual a través de la etapa de consumidor, con un incremento en el flujo de caja para artículos de consumo, antes de que el agricultor esté dispuesto a invertir dinero en insumos comerciales. Hasta que el sistema no genere un excedente monetario, la disponibilidad de caminos e insumos no trae por sí solo el desarrollo del área.

En contraste con los nepaleses, los agricultores de subsistencia de las áreas remotas de gran parte del sudeste asiático tienen menos habilidades productivas. Lo corriente es la agricultura migratoria, con sus prácticas desgastadoras de recursos y su falta de equilibrio biológico. Casi no hay apoyo para las relaciones simbióticas entre animales y cultivos; más bien los animales, errantes y sin cuidado, impiden el crecimiento de muchos cultivos de hortalizas y frutales en los alrededores de los hogares. A pesar de contar con tierras y climas mucho más favorables, el agricultor de las áreas remotas del sudeste asiático tiene un sistema mucho menos estable y menos productivo que su contraparte de las áreas remotas de Nepal. Debido a su poca estructuración y a la carencia de interacción entre componentes, el sistema migratorio hace un uso mucho menos eficiente de los recursos limitados que el sistema sedentario de subsistencia del agricultor nepalés. Por causa de la baja productividad de la mano de obra, el agricultor migratorio también dispone de menos tiempo para realizar mejoras en el hogar, que aumenten su bienestar.

El Cuadro No. 1 ilustra el cambio que se produce en la estructura del sistema agrícola cuando la agricultura migratoria se desarrolla a través de la etapa sedentaria de subsistencia hacia la etapa comercial con recursos limitados. Cuando se hace un uso más intensivo de la tierra aumenta la interacción de las empresas de la finca. La interacción de cultivos y animales alcanza el máximo en los sistemas no comerciales permanentes; con la comercialización, las interacciones disminuyen en importancia.

La mayoría de los comentarios anteriores ha incluido los cambios obvios que ocurren a través de las etapas de desarrollo previas a la comercialización en fincas con un alto nivel en el uso de recursos. Hay diferencias obvias igualmente grandes en el uso de estos recursos y en la productividad dentro de cada etapa de desarrollo. Por ejemplo, son pocos los agricultores sedentarios de subsistencia que han alcanzado el nivel superior de bienestar que se encuentra en las mejores fincas. Pero las posibilidades de crecimiento dentro de las etapas tempranas del desarrollo son mayores que lo que se ha hecho creer. El mejoramiento en el bienestar rural es posible antes de que el desarrollo masivo de la infraestructura requerida para la comercialización se convierta en realidad.

Cuadro 1. Características de las etapas del desarrollo agrícola (en fincas que tienen un nivel relativamente alto de uso de los recursos para su etapa de desarrollo).

	Agricultura migratoria	Agricultura permanente (Subsistencia)		Fincas familiares comerciales	Fincas estatales o colectivas
		Ventas menos del 10%	Ventas 10-50%	Ventas más de 50%	
Proporción de fincas involucradas		más del 40%		menos de 50%	menos de 3%
Actividades laborales predominantes					
Limpieza de la tierra	x				
Labranza manual	x	x	x		
Labranza con animal		x	x	x	
Labranza mecánica				x	x
Cuidado de animales		x	x	x	
Cuidado de cultivos	x	x	x	x	x
Circulación de nutrimentos		x	x		
Cosecha	x	x	x	x	x
Comercialización			x	x	
Tipos de sistemas agrícolas					
Monocultivos	no	sí	sí	sí	sí
Siembras intercaladas	sí	sí	sí	raramente	no
Animales de tiro	ninguno	sí	sí	sí	ninguno*
Cerdos sin vigilancia	sí	no	no	no	ninguno*
Aves sin vigilancia	sí	sí	sí	sí	ninguna*
Complementación de interacciones entre cultivos y entre cultivos y animales	ligera**	muy alta	alta	moderada	ligera
Importancia de la casa hacienda en la nutrición de la familia	ligera	muy alta	alta	moderada	ligera

* Los animales y los cultivos generalmente no se mezclan en las fincas colectivas de los trópicos.

** Negativa cuando los animales compiten con la gente por alimentos.

CAPÍTULO 3

METAS PARA EL DESARROLLO DE LA PEQUEÑA FINCA

El análisis de los sistemas agrícolas propuesto en este libro exige la identificación de las metas del agricultor, como paso previo a la formulación de alternativas para alcanzarlas. Sin embargo, esas metas son complejas, variadas y generalmente tácitas; no hay unanimidad entre los especialistas —e incluso entre los pequeños agricultores— con respecto a cuáles son las metas de desarrollo, cuáles deberían ser, y cómo alcanzarlas. Las ciencias agronómicas básicas, de las que depende esencialmente el desarrollo agrícola, tampoco definen las metas que debe perseguir este desarrollo.

El propósito básico de asegurar suficientes alimentos para la comunidad y para la familia es común a los agricultores de todas las sociedades rurales.

Más allá de la satisfacción de las necesidades primarias de alimentación, las metas de las familias y las sociedades se vuelven individuales y variadas. Este libro se ocupa de las metas del agricultor y de su

familia inmediata; poco se dirá aquí sobre el tema crucial del acuerdo entre las metas personales y las de la nación o la sociedad. No obstante, es importante reconocer desde el principio que el éxito en el desarrollo de la pequeña finca con frecuencia depende, justamente, de la coincidencia de las metas del individuo con las de la sociedad. O la sociedad responde a las metas personales de sus miembros individuales, o el individuo es motivado para que reconozca las metas de la sociedad como las suyas propias.

Los especialistas en desarrollo económico están llegando rápidamente a la conclusión de que los agricultores tienden a hacer máximas las utilidades y toman decisiones que consideran beneficiosas para ellos. Sin embargo, a menudo resulta difícil definir y cuantificar el concepto de utilidades que tiene el agricultor. El que la utilidad sea sinónimo de ganancia, en el sentido tradicional, depende del grado en que cada agricultor reconozca y participe de los valores comerciales. Si se pretende ser útil al gran número de agricultores que está fuera del sector comercial, no debe dependerse mucho del beneficio económico como motivación.

La búsqueda de metas no comerciales puede llevar al agricultor a tomar algunas decisiones más por el prestigio que ellas devengan que por el beneficio económico. Puede decidirse a producir miel de abeja, mantequilla, nueces o cerveza en lugar de renglones más comerciales, elaborar vestidos de seda, lino, piel de cabra, de angora o de casimir y luego, puede intercambiar estos artículos o cualquier otro excedente de producción con los agricultores vecinos: el alfarero, el herrero, el curtidor u otros; el intercambio puede hacerse por bienes o por servicios. Los intereses no comerciales del agricultor pueden incluir también aspectos tales como ofrendas religiosas, elaboración de utensilios domésticos, construcción y decoración de casas, acumulación de alimentos y artículos para dotes, y el acatamiento de ritos de nacimiento, muerte, matrimonio, circuncisiones, confirmaciones u otros.

Para alguien de fuera, la estabilidad parece ser el valor más difícil de estimar en el pequeño agricultor no comercial. El agricultor aprecia la seguridad contra el hambre o contra el fracaso de los cultivos, y valora negativamente los riesgos innecesarios. La tendencia a evitar gastos adicionales o a no comprometer recursos, que a veces se describe como una característica del agricultor, es realmente un intento por preservar la estabilidad. El sentimiento de seguridad del agricultor se refuerza escogiendo lo conocido sobre lo desconocido, y buscando la conservación de energía y recursos. La tendencia del pequeño agricultor, que en las mejores circunstancias apenas sobrevive,

a conceder excesivo valor a la seguridad y a la estabilidad, es algo que deben tener en cuenta quienes planifican cambios para mejorar su condición.

Usos de la mano de obra

El pequeño agricultor sigue ciertas pautas para transformar su tiempo y su mano de obra en productos agrícolas que se consumen directamente, se venden o se cambian por bienes y servicios. La decisión del agricultor para invertir su mano de obra en cierta forma, privándose de alguna comodidad o de una actividad alternativa, está regida tanto por su proximidad al nivel mínimo de vida como por las normas culturales y las presiones sociales. Un agricultor que apenas sobrevive posiblemente estará dispuesto a invertir su mano de obra a cambio de una retribución relativamente baja. Sin embargo, conforme aumenta su capacidad para producir excedentes, el agricultor bien puede afirmarse en la pretensión de una recompensa relativamente mayor antes de acceder a utilizar su mano de obra. En los niveles más bajos de subsistencia el único castigo por no hacer una nueva inversión de mano de obra es más hambre; el agricultor no tiene nada que perder. Al nivel de excedente el agricultor se arriesga a perder el respeto de su vecino.

El factor esencial en el desarrollo de la pequeña finca es el mejoramiento de la eficiencia de la mano de obra del agricultor, pero la capacidad para medir esta eficiencia depende de la disponibilidad para comprender los objetivos del agricultor, su escala de valores diferente, así como su sentido de las utilidades, que él trata de aprovechar al máximo.

Metas a largo y a corto plazo

Otro aspecto importante de la conducta seguida por el agricultor para el logro de sus objetivos es su elección entre metas a corto y a largo plazo. Es fácilmente comprensible que los agricultores con niveles de subsistencia sumamente bajos tiendan a pensar más en términos de recompensas inmediatas y menos en términos de resultados en un futuro lejano. Por ejemplo, la temeraria explotación de la fertilidad del suelo característica de la agricultura migratoria tradicional satisface la necesidad de alimento para sobrevivir a corto plazo, a expensas del mantenimiento del recurso a largo plazo. En contraste con esto, la siembra intercalada de cultivos perennes con cultivos anuales después de la tala y quema del bosque demuestra que el agricultor tiene en cuenta ciertas consideraciones a largo plazo. En forma pare-

cida, la transformación de la selva tropical en una plantación de caucho, de palma de aceite o de coco, requiere un grado aún mayor de visión y compromiso a largo plazo que el pequeño agricultor no se puede permitir. La vida a nivel de subsistencia, o nivel similar, desanima al agricultor para sacrificar parte de su potencial de producción por la posibilidad de una producción más alta en el futuro. Sin embargo, el pequeño agricultor con frecuencia puede satisfacer ambas metas mediante el paso gradual a cultivos de larga duración como parte de su combinación tradicional de cultivos.



Fig. 5. Siembra familiar de maíz en América Latina. El mayor de los niños guía los bueyes, el padre maneja el arado, un tío riega el fertilizante en los surcos, la madre echa las semillas, el niño más pequeño tapa las semillas con tierra. La mano de obra familiar se caracteriza por diferentes niveles de fuerza, destreza y capacidad de manejo. Un sistema de finca eficiente usa todos los tipos de mano de obra.

Aspiraciones culturales

Además de sus necesidades fundamentales de alimentos, vestido y vivienda, el pequeño agricultor tiene deseos y necesidades determinados por su cultura. El adorno, el entretenimiento, el culto a una o varias deidades, pueden incluirse en las aspiraciones de todas las familias, aún las más pobres. La satisfacción de tales aspiraciones se concretará mediante compra o trabajo en el hogar, dependiendo del costo, de la disponibilidad y de otros factores. En todo caso, representan metas hacia las cuales se desviará mano de obra.

Algunas culturas conceden gran valor a la contemplación, la meditación y otras actividades pasivas, ya sea por parte del individuo o de un sector de la sociedad —sacerdotes, gurús, maestros— que se dedican a tales actividades. En los lugares en donde las escuelas son accesibles, la educación de los niños a menudo se convierte en una fuerte aspiración cultural. La satisfacción de esas necesidades y aspiraciones puede llegar a ser una parte importante en la vida del pequeño agricultor, a pesar de la presión por atender sus necesidades básicas de sobrevivencia. A menudo su patrón de producción agrícola está diseñado para alcanzar estos valores culturales, tanto como alimentos, vestido y vivienda. Para evaluar las ofrendas florales que el agricultor lleva al templo, o el tiempo que pasa observando una procesión ritual, o el valor de una alfombra tejida para orar, el observador foráneo debe superar los conceptos tradicionales del comercio y de la economía que miden los valores en términos de precio y cantidad.

Para alcanzar sus metas culturales en un área de oportunidades comerciales limitadas, el agricultor puede confiar en su propia capacidad de producción doméstica. Así, puede aumentar intencionalmente el núcleo familiar, de modo que pueda prescindir de una hija en las actividades agrícolas, y dedicarla a aprender las danzas del templo, o enviar un hijo a la escuela o a un monasterio, o traer a la casa un pariente que sepa tejer las alfombras para la oración.

Para el agricultor es prácticamente imposible satisfacer todas sus metas culturales en el mercado comercial y, probablemente, esto es indeseable desde el punto de vista cultural. La mayor parte de las metas culturales se satisfará forzosamente a expensas de cierta cantidad de producción agrícola potencial; cualquier programa exitoso de desarrollo agrícola debe estar de acuerdo con este aspecto no comercial de la vida. Los análisis de sistemas agrícolas esbozados en esta obra intentan conceder todo su valor a las metas culturales del agricultor. Las alternativas de desarrollo derivadas de este análisis toman en cuenta necesidades muy sentidas por el agricultor y que van más allá de las básicas: participar en la comunidad, cultivar árboles y plantas que proporcionen comodidad, variedad, belleza y privacidad, participar en actos rituales y religiosos. El aumento de los excedentes de cultivos vendibles, que permitan al agricultor satisfacer algunas de estas necesidades por medio de canales de comercialización adecuados, es apenas un aspecto en un plan de desarrollo realista y apropiado. Cuando la producción potencial del agricultor es limitada, es posible que no se logre un gran excedente comercializable, y el agricultor permanecerá dependiendo de su propio sistema agrícola para lle-

nar casi todas sus necesidades: alimentación, vivienda, combustible, comodidad, gratificación cultural, así como su magro ingreso monetario.

Ponderación de las metas

El especialista en desarrollo agrícola debe estar conciente y en guardia contra la tendencia natural a superponer sus propios valores a los del agricultor. La realidad del agricultor que hace frente a la existencia con apenas media hectárea de terreno sólo puede ser comprendida, apreciada —y mejorada— si se la ve tal como él la percibe.

Esta perspectiva puede conducir a la conclusión de que el mejoramiento de la subsistencia de la familia rural es lo máximo a lo que puede aspirarse razonablemente, a pesar del establecimiento de mercados para cultivos de alto valor y de otras innovaciones. La subsistencia puede ser lo mejor que el pequeño agricultor logre, hasta que el desarrollo fuera de la finca ofrezca una alternativa a su media hectárea, para el sostenimiento de su familia.

El agricultor mayor puede fácilmente beneficiarse de las oportunidades de mercado, desviar sus recursos hacia cultivos más remunerativos y en los cuales es más eficiente la mano de obra, y emplear su ingreso monetario en insumos y necesidades familiares.

CAPÍTULO 4

INDICADORES DEL BIENESTAR DE LOS PEQUEÑOS AGRICULTORES

Los estándares usados normalmente para evaluar el manejo de la finca: ingreso, ganancia en la inversión, flujo de caja y otros, resultan inapropiados o engañosos, debido a que muchos pequeños agricultores operan casi o completamente fuera del sector comercial. Incluso la medición del rendimiento del cultivo resulta difícil cuando el pequeño agricultor usa una combinación compleja de cultivos, y no tiene sentido medir el rendimiento cuando él concede más valor a la reducción al mínimo de los riesgos que al incremento máximo de la producción. En igual forma, los indicadores usados comúnmente para valorar la eficacia de los programas de extensión —número de agricultores participantes o número de contactos con agricultores por extensionista— no son fiables en áreas remotas ni pueden interpretarse fácil y comparativamente en evaluaciones del bienestar general de las familias rurales, el mejoramiento de cuyo nivel de vida es el objetivo final del desarrollo agrícola.

Necesidad de indicadores

Si el éxito de los programas de desarrollo de la pequeña finca ha de evaluarse en términos del bienestar de las familias rurales, es necesario disponer de estándares precisos y objetivos que midan los diferentes factores que conforman la situación del agricultor. También es preciso saber si las nuevas tecnologías que se van desarrollando son lo suficientemente adecuadas a la situación del agricultor, y si son superiores a sus propios métodos, para adoptarlas. Asimismo, los logros deben medirse con relación a las metas, fijadas en forma explícita y junto con el agricultor.

Al definir los indicadores debe tenerse en cuenta que, probablemente, en el futuro más próximo la mayor parte de las fincas del trópico serán pequeñas unidades con severas limitaciones de recursos y que la principal ocupación de los pequeños agricultores tropicales será una agricultura de subsistencia, complementada por la producción doméstica de otros bienes y servicios no comerciales, para satisfacer las necesidades de la familia.



Fig. 6. Estos agricultores, participantes voluntarios del trabajo de investigación, escuchan al técnico que describe un nuevo patrón de cultivo.

Flujo de caja como indicador

En el contexto de una agricultura no comercial las evaluaciones del éxito de los programas y del bienestar de los agricultores no solamente son arduas sino también fácilmente engañosas. Un agricultor nómada de Nigeria del Sur, un agricultor de las colinas de Nepal y un miembro de las brigadas de producción chinas pueden tener ingresos monetarios similares, pero estándares de vida y niveles de bienestar sumamente diferentes. Por otra parte, el pequeño productor de caucho de Malasia puede tener un ingreso monetario más alto que cualquiera de los anteriores, pero está obligado a gastar la mayor parte de su ingreso en la compra de alimentos a precios muy altos.

Índice global del bienestar

Se requieren estándares de evaluación que sean objetivos, uniformes y claramente definidos, pero que a la vez respondan a valores y circunstancias locales. La siguiente lista de factores indicativos del bienestar del agricultor, formulada originalmente para un estudio antropológico en la región Andina de América del Sur (tesis de Peter H. Gore, sin publicar) puede adaptarse a pequeños agricultores no comerciales de cualquier parte:

- a. Prácticas domésticas
- b. Prácticas sanitarias
- c. Artefactos y adornos
- d. Construcción de casas y amoblamiento
- e. Riqueza agrícola: posesión de animales
- f. Riqueza agrícola: capacidad de almacenar alimentos
- g. Riqueza agrícola: potencial de producción
- h. Experiencia en comunicaciones: contactos con la gente, transferencia de información
- i. Participación social: reuniones y ritos
- j. Actitudes

Esta lista de factores debe ser corregida y adaptada para que se ajuste a cada situación en particular; en algunas áreas, por ejemplo, la variación y adecuación de la dieta pueden ser un índice más sensible y significativo del bienestar que el vestido o el adorno personal.

Para transformar la lista en herramienta de medida debe construirse una escala de valores con diez puntos para cada categoría. Ante la ausencia de datos veraces provenientes de reconocimientos, los que raramente existen en las áreas de pequeñas fincas de los países en desarrollo, la escala de valores debe ser calibrada por investigadores muy familiarizados con las normas locales y nacionales. Además, las categorías mismas deben ponderarse de manera que reflejen su importancia relativa en el contexto local del agricultor. Tanto la calibración como la ponderación de las escalas de diez puntos pueden ser distorsionadas debido a juicios subjetivos; es necesario estar muy atento para evitar la sutil influencia de los valores del investigador.

Sin embargo, el hecho de que la mayoría de los pequeños agricultores de los trópicos subsista casi o completamente fuera del sector comercial, no debe opacar la importancia de la agricultura comercial como una meta del desarrollo. Además, los programas nacionales e internacionales de desarrollo agrícola consideran el aumento de la actividad comercial como un índice de progreso y requieren información sobre la participación de los agricultores en el sector comercial para la evaluación de los programas que ellos apoyan. Para producir esta clase de información la lista de categorías con que se mide el bienestar del agricultor debe complementarse con indicadores tradicionales, tales como producción total, rendimiento de productos básicos, flujo de caja, ingresos de fuera de finca, ingreso neto y la fracción de la producción total que el agricultor vende, cambia o regala.

Por último, debe subrayarse que las nuevas tecnologías diseñadas para recomendar a los agricultores de recursos limitados, y que deben aplicarse con escaso margen de error, deben evaluarse honesta y cabalmente en cada etapa de desarrollo y de prueba. Por lo tanto, es de capital importancia aplicar estándares de evaluación que resulten apropiados a las condiciones de trabajo y de vida de los pequeños agricultores y que puedan ser adaptados y ejercitados por profesionales que trabajan en este nivel del desarrollo agrícola en todo el mundo.

INVESTIGACION PARA EL DESARROLLO DE LA PEQUEÑA FINCA

Para mejorar la habilidad productiva y el bienestar del pequeño agricultor de los trópicos se necesita una modalidad de investigación nueva, tanto en la orientación como en el alcance. Esta nueva forma de investigación debe basarse en una real comprensión de los sistemas agrícolas y de la forma en que estos se insertan en los ambientes sociales y físicos, lo que es esencial si la investigación pretende contribuir a la modificación de los sistemas, a fin de que estos promuevan el logro de los objetivos de los agricultores.

El enfoque de la estación experimental

Hasta el momento los programas nacionales de investigación en los trópicos han seguido patrones propios de los programas de los países desarrollados y los nuevos científicos de los países en desarrollo han estudiado con sistemas usados en Australia, Europa y Estados Unidos de América. No debe extra-

ñar entonces que su trabajo profesional se haya orientado hacia investigaciones básicas, llevadas a cabo en estaciones experimentales bien equipadas, con un descuido total de las investigaciones prácticas, en las condiciones reales de los campos de los agricultores. Tanto la calidad como la cantidad de su trabajo han sido evaluadas con base en el número de artículos publicados, o de ponencias realizadas en reuniones de alcance nacional, regional e internacional, más que por la contribución que ese trabajo haya hecho al bienestar de los pequeños agricultores.

Como resultado, cada vez es más frecuente encontrar en los países en desarrollo modernas estaciones experimentales que usan las técnicas más modernas y productivas mientras que, literalmente al otro lado de la cerca, los agricultores tradicionales continúan cultivando en la forma en que lo han hecho durante siglos. Este marcado contraste se atribuye frecuentemente a deficiencias en la extensión agrícola, pero esto es sólo parcialmente válido; la raíz del problema está en la falta de investigación adecuada.

En los países desarrollados el sistema de investigación resulta apropiado para sus comunidades de agricultores razonablemente educados, que disponen de una industria agrícola privada muy elaborada, agresiva y de vanguardia, con grandes inversiones en investigación. Un complejo sistema de comunicaciones brinda los canales a través de los cuales los agricultores reciben información abundante y actualizada. Además, los agricultores de los países desarrollados a menudo disfrutan del lujo de poder escoger entre una variedad de cultivos, combinaciones de insumos y oportunidades de inversión. En esta realidad se justifica el apoyo público al énfasis en la investigación básica.

El enfoque del agricultor

Sin embargo, los agricultores de los países en desarrollo necesitan investigaciones dirigidas a los problemas prácticos del desarrollo agrícola y en armonía con las circunstancias reales de sus vidas. El método propuesto en este capítulo incluye cierta cantidad de investigación básica en el mejoramiento de variedades, combate de enfermedades e insectos, fitofisiología y fertilidad del suelo. Pero pone el énfasis en la investigación de la producción, planeada y llevada a cabo por y con los agricultores, en sus propios campos. Este nuevo procedimiento no es ni un sustituto de la investigación básica ni un desarrollo tecnológico continuo. Más bien es una manera de asegurar que los frutos del conocimiento y de la tecnología se compartan con los pequeños agricultores, los cuales con frecuencia quedan excluidos de los programas de mejoramiento agrícola.

El esbozo del sistema de investigación propuesto carece de recetas detalladas para su ejecución. Se presenta así para que pueda ser fácilmente adaptado a las condiciones locales, en una amplia diversidad de áreas. Esta adaptación local es la clave para el éxito del sistema; recomendaciones más específicas podrían resultar contraproducentes. Al final del libro se ofrece una bibliografía de trabajos actuales sobre este sistema, realizados sobre todo en Asia. En el Apéndice A aparece una lista de fuentes de información para quienes estén interesados en incorporar este procedimiento a sus programas agrícolas.

La filosofía de la investigación participativa

El sistema de investigación esbozado aquí tiene grandes similitudes con el sistema japonés de localizar estaciones experimentales en cada unidad política menor: prefectura, condado, parroquia y subdistrito. El asentamiento de las estaciones experimentales es un factor importante en el desarrollo agrícola pues facilita la adaptación local de los resultados de investigación transferidos desde otras áreas. Esta práctica ha demostrado ser extremadamente eficaz en la adaptación de los resultados de la investigación nacional e internacional a las condiciones agrícolas locales.

Otros dos sistemas de desarrollo agrícola innovadores han contribuido al método descrito en este libro. Uno comenzó en la década de los años 60 en el Instituto Internacional de Investigaciones en Arroz --IRRI--, y consiste en el uso de los campos de los agricultores para la prueba de paquetes de semillas y de materiales. El otro es el requisito de la República Popular China de que los científicos vivan y trabajen por largos períodos con los campesinos a fin de que se familiaricen en forma directa con sus circunstancias y con su sabiduría empírica. El procedimiento anterior ha tenido considerable éxito en áreas parcialmente comercializadas, donde el aumento en las ventas de plaguicidas y fertilizantes ha conducido a notables incrementos en la producción. El éxito de la agricultura china ha hecho ver a la comunidad internacional de investigación que el contacto estrecho entre científicos y agricultores es beneficioso para ambos.

El creciente interés por estos sistemas de investigación que tienen como centro a la finca ha inducido a los científicos del Programa de Sistemas Agrícolas del Instituto de Investigaciones en Arroz --IRRI-- a llevar a cabo una evaluación de los conocimientos y recursos propios de los sistemas agrícolas tradicionales. En 1972 los científicos comenzaron a documentarse sobre algunos de estos conocimientos seculares y a medir la eficiencia del uso de los recursos en estos



Fig. 7. Los científicos saben poco sobre combinaciones importantes, como la de arroz y repollo, que permiten a los agricultores usar su tierra y mano de obra más eficientemente y con menos riesgo.

sistemas tradicionales. El resultado de dichas investigaciones ha hecho crecer el respeto por el agricultor tradicional, y ha impulsado un nuevo esfuerzo para combinar los conocimientos y destrezas de la agricultura tradicional con las ideas y el método experimental del científico investigador.

Los primeros experimentos de colaboración entre agricultores y científicos comenzaron en 1973; se planearon diversos ensayos con los agricultores y fueron puestos en parcelas de 0.1 hectárea, en terrenos del agricultor, usando materiales suministrados por la extación experimental. Regularmente los agricultores y los científicos visitaban juntos los campos, pero el manejo diario y el cuidado de las parcelas estaban a cargo de los agricultores.

A los cinco años estos ensayos demostraron su valor. Los resultados ampliaron rápidamente la comprensión de los sistemas por parte de los científicos, y científicos y agricultores desarrollaron un respeto mutuo que los ha beneficiado. Los agricultores mostraron aptitudes para adoptar las tecnologías experimentales más exitosas de los ensayos.

De esta experiencia surgieron algunos requisitos importantes para el éxito del nuevo sistema de investigación, descritos a continuación:

- a. el primer paso hacia la selección de las tecnologías apropiadas que serán ensayadas es una descripción completa del sitio, incluyendo buena información ambiental sobre suelos y clima; esta información puede ser utilizada posteriormente para extender los resultados experimentales a otras áreas con condiciones similares;
- b. el personal de investigación debe tener experiencia agrícola y capacidad para ser respetado por los agricultores;
- c. tanto agricultores como investigadores han de mantener una actitud de aprendizaje cooperativo. La actitud pedante de maestro-alumno, característica de muchos programas de extensión, no tiene cabida en este esfuerzo de investigación participativa;
- d. el agricultor debe ser parte del grupo de investigación, involucrarse en la formulación de planes y decisiones en todos los niveles y etapas, y compartir el crédito por los resultados;

- e. el agricultor no debe recibir pago por su participación. Sin embargo, los materiales pueden ser suministrados por el programa y se le puede garantizar al agricultor alguna compensación en especie en caso de que las parcelas experimentales fracasen por completo;
- f. los agricultores participantes deben ser escogidos cuidadosamente. Una vez seleccionados se les debe dar la libertad de que tomen sus propias decisiones de producción y de que hagan el trabajo ellos mismos, con la ayuda de sus familias. Se prefiere a los agricultores de mediana edad, y aún mayores, debido a su larga experiencia y porque es menos probable que ellos se mantengan al borde de la subsistencia por las demandas de una familia creciente. Es probable que estos agricultores estén más inclinados a experimentar, y el plan de investigación debe estimular esa tendencia en todas las formas posibles;
- g. debe haber contacto constante entre el agricultor y los investigadores. Un investigador asistente debe visitar diariamente el campo en compañía del agricultor, y el investigador principal debe hacerlo semanalmente;
- h. resulta útil que la sede del equipo de investigación sea una estación experimental en que los científicos realicen trabajos de investigación, tanto básica como práctica. El intercambio de ideas resultante será valioso tanto para los agricultores como para los científicos;
- i. después de que el equipo de investigación haya trabajado exitosamente, por lo menos durante un año, se puede incluir en él a los extensionistas;
- j. para demostrar el valor del nuevo procedimiento es importante incluir en el programa suficientes agricultores, a fin de que puedan hacerse comparaciones estadísticas significativas de los resultados experimentales.

El trabajo conjunto de científicos y agricultores, que constituye el sello característico de este sistema, tiene como resultado la motivación mutua para superarse. El disfrute y la satisfacción de experimentar, compartidos por ambos grupos, es una fuerza importante para

poner el programa en marcha y para hacerlo llegar a conclusiones satisfactorias. Durante el proceso los agricultores aprenderán la ciencia de la medición y comparación precisas, mientras que los científicos ganarán comprensión y experiencia en el mundo real del agricultor.

Sin embargo, no es necesario que todos los científicos participen directamente en la investigación en el campo. Deben evitarse los excesos del sistema chino, que envía a cada uno de los científicos a los campos de los agricultores durante un año completo y mediante un proceso de selección racional. Los agrónomos de producción, los especialistas en control de plagas, en suelos, en manejo de fincas, y los científicos sociales tales como sociólogos y antropólogos, se beneficiarán enormemente con la experiencia de campo. Los mejoradores de plantas y los fitofisiólogos pueden dedicar más provechosamente su tiempo y sus esfuerzos a la investigación básica, la que debe realizarse bajo las condiciones cuidadosamente controladas de la estación experimental y el laboratorio.

La investigación en la finca

La metodología sugerida para la investigación en la finca se lleva a cabo siguiendo una lógica secuencia de pasos:

- a. Selección del área de trabajo. La metodología será más eficaz en un área en que los pequeños agricultores constituyan un segmento importante de la población. La observación y descripción detallada de los sistemas agrícolas existentes requerirá encuestas socioeconómicas e inventarios de tecnologías, si no han sido hechos.
- b. Descripción del ambiente. La recolección de información completa y precisa sobre clima, suelos y otros aspectos sobresalientes del ambiente físico, es decisiva. Dependiendo de la disponibilidad de datos confiables ya existentes —circunstancia relativamente rara en la mayoría de los países en desarrollo— este proceso puede consistir solamente en un rápido análisis o en la concienzuda colección y análisis de datos originales de clima, reconocimientos de agricultores locales, fotografías aéreas, clasificación y mapeo de suelos.
- c. Diseño de tecnologías alternativas. Trabajando de cerca con los agricultores escogidos, los científicos planifican las pruebas que puedan ser hechas para alcanzar los objetivos

mutuos con los recursos disponibles. Las metas individuales de cada agricultor pueden describirse en una escala de objetivos como la sugerida en el Capítulo 4; debe hacerse una lista exacta de los recursos individuales, incluyendo sus características especiales y sus limitaciones. Los investigadores determinarán el ámbito de posibles tecnologías con base en el conocimiento del área y de su potencial de producción, y, sin embargo, el agricultor debe decir la última palabra en cuanto a cuáles innovaciones se harán en su parcela. El agricultor y el investigador deben estimar conjuntamente los efectos que esperan de cada tecnología en la producción de los cultivos.

- d. Prueba de las nuevas tecnologías. La planificación conjunta de los experimentos debe incluir acuerdos en cuanto a la distribución del tiempo, la supervisión, el suministro de semillas, plantas, animales e insumos externos, y el cuidado de las parcelas. La supervisión y la atención diarias son vitales para la prueba, a fin de que los problemas se resuelvan de inmediato y se puedan llevar buenos registros. Si se pone un número grande de ensayos, un científico asistente puede encargarse de las visitas diarias, con visitas semanales de los científicos principales. Sin embargo, es necesario que el agricultor acompañe siempre al observador.
- e. Evaluación y afinamiento. Cuando termina la cosecha, o cuando la producción animal alcanza un nivel sostenido, el científico y el agricultor deben realizar conjuntamente la evaluación de los ensayos. En esta etapa, es especialmente importante dar todo el peso a los valores y objetivos personales del agricultor, para quien un aumento espectacular en el rendimiento podría acarrear problemas que el científico no puede ponderar. Por ejemplo, en Filipinas, un agricultor que multiplicó su ingreso monetario quince veces con la siembra de tomates resistentes a las enfermedades, estuvo sujeto a tales presiones sociales por parte de su familia y vecinos menos exitosos, que renunció a sembrarlos nuevamente al año siguiente. En este caso, el espectacular éxito comercial resultó prácticamente inaceptable para el agricultor; un buen aumento en la producción de alimento para el consumo del hogar habría resultado mejor. En esta etapa deben hacerse los ajustes en el diseño experimental

que resulten de la confrontación de las evaluaciones de los resultados de los primeros ensayos, realizados por el científico y el agricultor.

- f. **Continuación de los ensayos.** La mayoría de los experimentos debe ser repetida durante varias estaciones para demostrar la adaptación de las nuevas tecnologías a las diversas condiciones agroclimáticas del área. Los científicos deben permitir que sea el agricultor quien decida si se aumenta el tamaño del experimento; el criterio del agricultor se convierte en parte de la evaluación que hace el científico sobre el valor del experimento. Si el experimento da resultados positivos puede incluirse extensionistas en el segundo y tercer ensayos para que conozcan el nuevo sistema y sus resultados, a fin de que los integren en sus futuros trabajos con agricultores. Es importante evitar la participación de aquellos extensionistas que, por estar muy aferrados a las tecnologías y procedimientos establecidos, se resistirán a cualquier innovación, aún cuando ésta sea demostrablemente valiosa.
- g. **Evaluación final.** La evaluación final de la nueva tecnología sólo puede hacerse con base en la experiencia de varias estaciones. Sin embargo, la necesidad científica de una evaluación a largo plazo no debe impedir, y probablemente no impida, la adopción temprana de una innovación que los agricultores perciban como beneficiosa. Los cambios introducidos por las innovaciones deben ser comparados con las metas originales del bienestar del agricultor, establecidas antes de que el experimento comenzara. Asimismo, las ganancias en algunas áreas pueden ser neutralizadas por las pérdidas en otras; si la producción de granos alimenticios se expande a costa de las hortalizas, por ejemplo, las proteínas al alcance de las familias pueden ciertamente disminuir tanto en calidad como en cantidad. Tal efecto paradójico no se pondría de manifiesto si el bienestar se midiera solamente en términos de ingresos de la finca o de producción total de alimentos. Las adiciones al hogar del agricultor son fácilmente medibles pero la evaluación también debe tomar en cuenta cambios más sutiles en salud, contactos con la comunidad y fuera de ella, y aspiraciones para los niños, cambios que sólo pueden evaluarse

cuando se ha hecho mediciones cuidadosas y sensibles en la línea de base, con una escala bien definida, antes de iniciar los experimentos.

Cuando la evaluación final ha terminado, los cambios exitosos en los sistemas tradicionales de los agricultores pueden extenderse a otros agricultores del área, por medio de los canales normales de extensión.

Además, las mismas tecnologías y sistemas pueden ser introducidos con confianza para su adaptación local y para ensayos en otras áreas de condiciones agroclimáticas y culturales similares. Este procedimiento se basa en elementos críticos que son omitidos en gran parte o por completo en la mayoría de los sistemas actuales de investigación y desarrollo agrícolas:

- 1) clasificación detallada de factores ambientales,
- 2) planificación y manejo participativo de ensayos por científicos y agricultores,
- 3) evaluación de los resultados experimentales junto con el agricultor y en relación a sus objetivos.

La verdadera participación del agricultor en el planeamiento, ejecución y evaluación de la investigación debe distinguirse claramente de la simple investigación en los campos del agricultor, iniciada y controlada completamente por científicos. Este procedimiento sólo proporciona una prueba de componentes tecnológicos en diversos ambientes de las fincas. Los resultados pueden ser de valor para los científicos pero no ponen de manifiesto lo bien que la nueva tecnología puede operar bajo el manejo del agricultor o cómo se integra dentro de su sistema agrícola; tales resultados no estimulan la adopción de innovaciones exitosas por parte del agricultor participante. Es decisivo que la organización de la investigación aprecie el valor del planeamiento, prueba y evaluación de cambios tecnológicos realizados conjuntamente por el agricultor y el científico.

Al investigador le resulta difícil aceptar la crítica del agricultor o el rechazo de sus métodos favoritos o de las nuevas variedades, por cuanto ello incluye tanto su orgullo personal como profesional. Pero si se ignora la opinión del agricultor, si se desestima o se ridiculiza, se romperá la débil conexión entre agricultor e investigador, sobre la cual descansa todo el sistema.

SEGUNDA PARTE

FACTORES CRÍTICOS DEL DESARROLLO DE LA PEQUEÑA FINCA

CAPÍTULO 6

LIMITACIONES FÍSICAS DE LA INTENSIDAD DEL CULTIVO

El potencial de la intensidad de cultivo de cualquier sistema agrícola depende de varios factores físicos que el planificador de desarrollo debe tener en cuenta al estimar la producción potencial del ambiente. Se esbozan a continuación los factores limitantes, ejemplificando los más importantes.

En cualquier lugar geográfico los factores limitantes —por ejemplo, la disponibilidad de agua— son variables y complejos. El planificador debe ordenar esta variabilidad y complejidad de manera que pueda usar los datos sobre el ambiente para orientar los esfuerzos del desarrollo agrícola, para interpretar los resultados de la investigación y para extrapolar esos resultados a áreas similares. Para que el sistema de clasificación de la información ambiental sea realmente útil debe tener ciertas características:

- a. la clasificación debe sostenerse por sí misma y no ser específica para una localidad en particular;

- b. los factores limitantes del ambiente deben ser tratados como si siguieran una gradiente continua de un lugar a otro. Muchos factores, tales como precipitación, temperatura y fisiografía, son continuos por naturaleza. Otros, como el tipo de suelo, varían bruscamente de un lugar a otro y son más difíciles de clasificar;
- c. al ponderar los factores deben incluirse solamente los aspectos que tienen un efecto significativo en el crecimiento y el manejo del cultivo;
- d. la descripción del clima, factor primario, debe ser cuantitativa, para permitir que el planificador calcule las probabilidades estadísticas y, en último término, determine el riesgo del agricultor;
- e. la descripción de los factores del ambiente físico debe ser lo suficientemente simple como para permitir una fácil identificación y una selección racional de las áreas a ser desarrolladas;
- f. los factores limitantes que cambian gradualmente sobre áreas relativamente grandes deben representarse en mapas, pero no es necesario hacerlo con aquellos que, como la profundidad de inundación o la capacidad de labranza, cambian de campo a campo y aún en un mismo campo. Aunque probablemente un mapa detallado de estos cambios es muy difícil de justificar por el esfuerzo que requiere, para los fines del planeamiento es importante conocer la magnitud de los cambios en cada localidad, por cuanto ello afecta seriamente la capacidad de producción.

Reconociendo la variabilidad y complejidad del ambiente natural, el planificador evalúa el potencial de producción agrícola del área de trabajo. Sin embargo, con excepción de las áreas relativamente grandes, que tienen gradientes ambientales graduales, el planeamiento de cada parcela debe hacerlo el agente local de extensión. Este debe trabajar en estrecha colaboración con cada agricultor, quien posiblemente sea el mejor experto en los factores ambientales altamente localizados, como la profundidad de inundación y la necesidad de labranza. Juntos pueden determinar la clasificación de la parcela, de acuerdo con cada factor sobresaliente, y de esa manera llegar a una estimación razonable del potencial agrícola del campo.

Un ejemplo: el agua

Se ilustrará el desempeño del sistema de clasificación propuesto examinando con cierto detalle uno de los factores limitantes: la disponibilidad de agua. Las principales fuentes de agua son: lluvia, irrigación, humedad e inundación del suelo. Aunque el fitopatólogo puede considerar esencial el conocimiento de la humedad del aire, y aunque otros especialistas necesiten medir otras fuentes, estos cuatro son los elementos primarios de la disponibilidad total del agua en lo que afecta al potencial de cultivo. Cualquiera que sea su fuente, la disponibilidad se mide como cantidad de humedad por unidad de tiempo. Para el cultivo tiene poca diferencia que el agua provenga del riego o de lluvia, con la salvedad de que si la fuente es muy variable se necesitará considerablemente más agua para asegurar la suficiencia.

Como ejemplo de la forma en que opera un sistema de clasificación puede observarse el esquema propuesto por el Instituto Internacional de Investigaciones en Arroz —IRRI—. Para clasificar la disponibilidad de agua en las zonas tropicales húmedas en que se cultiva arroz, el IRRI decidió hacer una distinción básica entre áreas con más de 200 mm de precipitación mensual y áreas con una precipitación menor. El nivel de 200 mm identifica generalmente las necesidades del arroz cultivado en parcelas inundadas; sin embargo, que este nivel corresponda o no exactamente a las necesidades de agua de un área en particular no es una cuestión crítica; 200 mm es un punto de referencia que puede correlacionarse con el potencial de crecimiento y manejo del cultivo. Los niveles de 100 mm, y hasta de 50 mm en áreas más secas, pueden también ser subcategorías importantes de la clasificación propuesta.

En la mayor parte de los casos los datos de pluviosidad mensual son adecuados para los efectos de la clasificación y tienen la ventaja de encontrarse disponibles en forma resumida para períodos largos, en la mayoría de los países, y de ser menos variables que los datos de intervalos más cortos. Sin embargo, los datos semanales son más útiles para clasificar otros factores, por cuanto se corresponden adecuadamente con los períodos usuales de los estudios de manejo de las fincas.

La Fig. 8 ilustra las principales categorías de disponibilidad de agua usadas en este sistema de clasificación. Sujeta a condiciones especiales, cada categoría corresponde a un potencial específico del cultivo del arroz.

Categoría I. En estas áreas, con menos de tres meses con 200 mm de precipitación, puede cultivarse arroz transplantado solamente

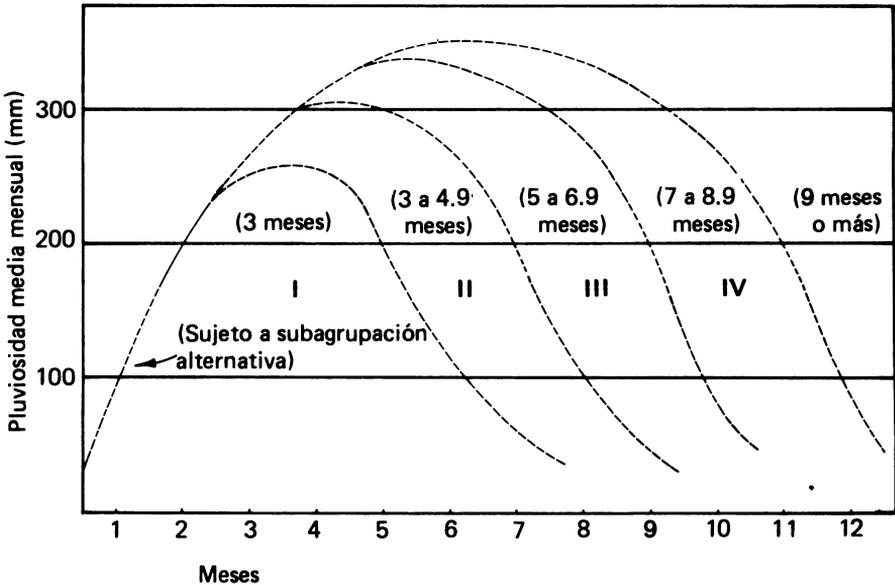


Fig. 8. Categorías en una clasificación de pluviosidad para áreas arroceras de Asia. (El número de meses con más de 200 mm de precipitación aparece entre paréntesis).

cuando el suelo se enloda fácilmente (el enlodamiento es el cultivo del suelo anegado para modificar su estructura) y, por tanto, es muy impermeable a la percolación del agua y si hay disponibilidad de agua de escorrentía proveniente de campos más altos o de parcelas inundadas; la producción es riesgosa.

Categoría II. Estas áreas, con 200 mm de precipitación durante tres a cinco meses, son las mejores para una sola cosecha anual de arroz transplantado.

Categoría III. En áreas con 200 mm de precipitación durante cinco a siete meses, pueden hacerse dos siembras de arroz de maduración temprana, en parcelas inundadas. A menos que la estación lluviosa comience abruptamente, la primera siembra debe hacerse directamente en el campo, sin enlodar el suelo.

Categoría IV. Con siete a nueve meses de 200 mm de precipitación pueden hacerse dos siembras de arroz transplantado.

Categoría V. Las áreas con más de nueve meses con 200 mm de precipitación pueden producir arroz permanentemente.

Además de la disponibilidad de agua, hoy otros factores de manejo que limitan la producción de arroz, a saber:

- a. **Labranza.** Las características de la labranza de los suelos usados corrientemente para arroz de secano requieren 100 mm de precipitación mensual para una buena preparación de las sementeras, a menos que se disponga de equipo de labranza accionado por tractor. Esta necesidad de agua es válida tanto para cultivos de secano como para arroz sembrado directamente en suelo seco. Para cambiar de arroz de secano a arroz inundado se requieren 300 mm de lluvia mensual, para cambiar de arroz inundado a arroz de secano la precipitación debe ser inferior a los 100 mm por mes, excepto en los suelos arenosos de los malecones de los ríos, donde es posible hacer el cambio en condiciones de mayor pluviosidad. Sin embargo, si la precipitación supera los 200 mm mensuales, el control mecánico de las malezas en el suelo sin enlodar en algunas épocas resultará ineficaz.
- b. **Requisitos de siembra.** La siembra directa de arroz en suelo sin enlodar requiere por lo menos 100 mm de precipitación mensual, pero no más de 200 mm en la época de siembra. Una precipitación mayor satura el suelo por períodos prolongados, reduciendo la germinación.
- c. **Requisitos de cosecha.** En fincas pequeñas el arroz puede ser cosechado hasta con 300 mm de lluvia mensual si se cuenta con terreno sin inundar donde extenderlo para que seque; en áreas con más de 300 mm de precipitación las lluvias son demasiado frecuentes como para permitir el secado al sol y se requiere secado mecánico. Para aprovechar al máximo la época de crecimiento debe rotarse el arroz con otros cultivos. Es posible acercarse al potencial de cultivo teórico de la tierra al rotar con otros cultivos con diferentes demandas de lluvia. Entre los más adecuados están el maíz, el sorgo, el caupí, el frijol mungo, el camote, el maní y la soya, los que tienen amplias diferencias en cuanto a los requisitos ambientales y son, después del arroz, los cultivos alimenticios más explotados en los trópicos húmedos. La determinación teórica y empírica del potencial de rendimiento de estos cultivos puede servir para estimar el comportamiento de muchos otros con requisitos ambientales semejantes (en Burma y Bangladesh a la lista de cultivos alternativos debe agregarse el yute y el ajonjolí; en América Latina, el frijol negro).

Las necesidades de agua de todos esos cultivos son de unos 100 mm o más de precipitación mensual. Si el cultivo, por ejemplo maíz o sorgo, se siembra en un suelo que contenga menos de un 10 % de agua aprovechable, se necesitan de 150 a 200 mm de precipitación mensual en las primeras etapas del crecimiento. Durante la siembra y las dos primeras semanas de crecimiento el maíz, el frijol mungo, el camote y el caupí pueden tolerar un rango más amplio de humedad y, generalmente, se desarrollan bien con una precipitación semanal de 10 a 80 mm. El sorgo debe recibir entre 10 y 50 mm de lluvia semanal, y la soya y el maní no más de 40 mm.

La abundancia de lluvia hace que el buen drenaje del suelo sea un factor crítico en el éxito de estos cultivos. En general el drenaje del suelo y su capacidad de retención de humedad son más importantes en la época de siembra que durante la cosecha. En Filipinas el maíz puede cosecharse como grano seco durante el período monzónico, hasta con 300 mm de precipitación mensual (hasta 50 mm semanales, con una probabilidad del 0.5). El camote, el frijol mungo, la soya, el maní y especialmente el sorgo, deben recibir menos de 100 mm de lluvia por mes (10 mm por semana con una probabilidad del 0.5) para poder ser cosechados con los métodos usados en las fincas pequeñas.

Las secadoras mecánicas de granos aumentan considerablemente el ámbito de pluviosidad aceptable durante la cosecha en el caso del maíz y el arroz, pero no en el del sorgo y las leguminosas, los cuales no tolerarán niveles altos de humedad en las semanas que preceden a la cosecha, aún cuando se disponga de secadoras mecánicas para el grano cosechado. Muchas siembras de sorgo de Filipinas, Tailandia y Vietnam han fracasado por haber ignorado este hecho.

Patrón potencial de cultivo y disponibilidad de agua

La provincia de Batangas, en Filipinas, ilustra el uso del sistema de clasificación de la pluviosidad para escoger entre los posibles cultivos alternativos que se rotarán con el arroz (Fig. 9).

La precipitación del área corresponde a la categoría III: 200 mm de lluvia mensual durante cinco a siete meses; cerca del 25 % de las Filipinas, y el 75 % de Bangladesh están dentro de esta misma categoría. La temperatura media varía de 18°C a 23°C y no constituye un factor limitante para el potencial de cultivo. El suelo es un limo arcilloso bien drenado que no representa limitación fisiográfica alguna para cultivos de secano, por lo menos en Batangas oriental.

Por todo esto la determinación del potencial de cultivo del área tanto para el arroz como para el cultivo en rotación es relativamente

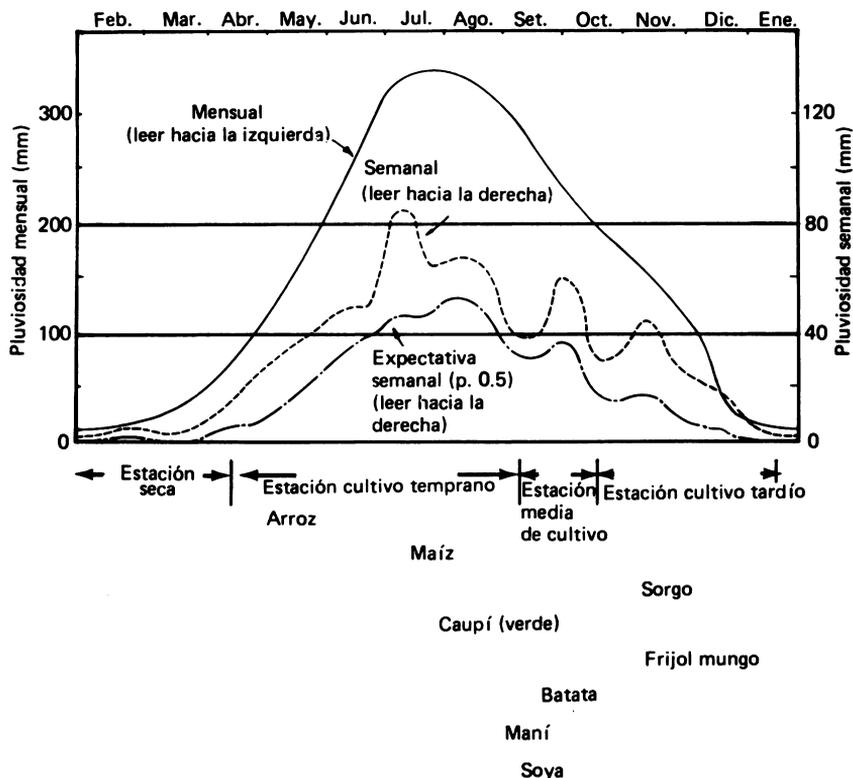


Fig. 9. Disponibilidad de agua y patrones de cultivo para fincas de arroz de secano en Batangas oriental, Filipinas.

sencilla. Como el promedio de percolación del suelo es muy alto y la napa freática muy baja para permitir el enlodamiento sin irrigación, el arroz sólo puede sembrarse como cultivo de secano, por medio de la siembra directa en el suelo. Dado que no es posible el enlodamiento, ésta, que podría ser un área de dos cosechas de arroz inundado, se convierte en un área de doble cultivo de secano.

La Fig. 9 muestra las fechas apropiadas de siembra para estos cultivos cuyos rendimientos, con un buen manejo, se puede esperar que alcancen el 50 % o más de los mejores rendimientos en las condiciones de la estación experimental. En las zonas donde el potencial de rendimiento es inferior a este nivel el cultivo se considera inadecuado. Las fechas de siembra para Batangas, derivadas de la clasificación de la pluviosidad del área, han sido validadas por ensayos llevados durante tres años en fincas bajo manejo de los agricultores.

La etapa media de crecimiento es la que posibilita el menor número de cultivos alternos, mientras que la etapa tardía, con dos meses de 100 a 200 mm de precipitación, permite el mayor número. El arroz no puede ser cultivado después de junio porque la abundancia de lluvias dificulta la siembra directa de la semilla y porque el arroz que madura después de setiembre tiene rendimientos bajos. Por otra parte, el maíz puede sembrarse y cosecharse en cualquier estación, pero la cosecha verde de setiembre es la más fácil. El maíz que se siembra después de noviembre se usa principalmente para forraje y las cañas secas se almacenan para alimento animal durante la estación seca, cuando la producción de granos es limitada. El maíz que se destina a cañas secas curadas y a su almacenamiento no puede sembrarse antes de mediados de octubre debido a la alta probabilidad de que llueva durante la cosecha. Por la misma razón el sorgo, el maní, el frijol mungo y la soya no pueden sembrarse antes de las fechas indicadas en la Fig. 10.

Por lo tanto, los patrones alternativos de cultivo apropiados para Batangas son: en la estación temprana, arroz de secano, maíz o caupí; en la estación media, camote maíz o caupí, y en la estación tardía, los cultivos indicados en las Figs. 9 y 10. Hay otros cultivos posibles; la caña de azúcar es una alternativa. El yute y el kenaf pueden tener un buen crecimiento pero probablemente no resultarán económicamente competitivos; otras hortalizas que crecerían bien en el ambiente de Batangas se verían afectadas por las abundantes lluvias de agosto y setiembre.

El modelo de Batangas trabajará igualmente bien en otras áreas de Filipinas en donde las temperaturas y las condiciones de drenaje

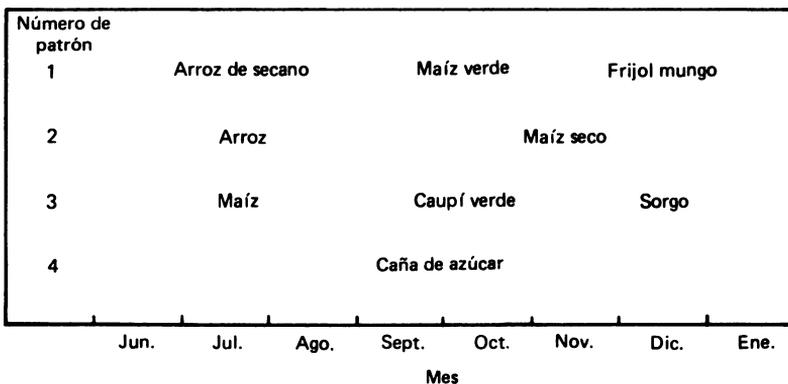


Fig. 10. Patrones alternativos de cultivo para Batangas oriental, Filipinas.

del suelo no sean factores limitantes. Las diferencias regionales en la cantidad y duración de las lluvias simplemente alteran la longitud de los períodos de siembra temprana, media y tardía. Por lo tanto el potencial de cultivo de la mayoría de las áreas de arroz de secano de Filipinas puede estimarse con bastante precisión, a pesar de las variaciones locales de pluviosidad, si se conocen las opciones de cultivos múltiples.

El patrón de cultivo específico escogido por cada agricultor en particular depende de varios factores económicos y de manejo, comentados detalladamente en los capítulos siguientes. Pero antes de que estos factores entren en juego debe clasificarse el terreno con base en la precipitación. Tal como lo ilustra el caso de Batangas, la clasificación de la pluviosidad tiene estas características:

- a. es discontinua. Un área particular puede caer en una categoría promedio, pero cada año puede ser clasificada en forma bastante diferente, y es esta clasificación inmediata la que es operativa para el agricultor. En tanto el potencial de cultivo de cierta área dependa sólo de la pluviosidad, será el mismo que el de otras áreas que tengan la misma precipitación anual, a pesar de que haya otras diferencias entre ellas. La producción de cultivos de un área específica en un año dado depende más de la clasificación de la pluviosidad del área que de su localización;
- b. la clasificación de la pluviosidad es continua. Al hacer un mapa debe incluirse siempre un área de categoría III entre las categorías II y IV;
- c. las mediciones cuantitativas del sistema de clasificación permiten calcular la frecuencia y probabilidad de las lluvias;
- d. el número limitado de categorías en el sistema de clasificación puede correlacionarse con las diferencias principales en el potencial de cultivo.

En las zonas de tierras bajas, donde el suelo se puede enlodar, podrán hacerse clasificaciones similares de disponibilidad de agua, agregando la acumulación de agua como un factor adicional.

El transplante de arroz inundado requiere generalmente que el agua haya sido estancada de tres a cuatro semanas antes del transplante; el agua debe permanecer en el campo hasta dos o tres semanas

antes de la cosecha. Cuando se siembra directamente con semillas el agua debe permanecer estancada por dos o tres semanas si la siembra se hizo en suelo enlodado, y cuatro si fue en suelo seco. Estos requisitos de siembra deben considerarse preferiblemente como mínimos para el cultivo, con fines de planificación. Como norma práctica, debe haber un 80 % de probabilidad de que existirá anegamiento en el momento deseado; el campo no debe quedar sin agua estancada durante más de una semana cada vez, antes de que comience la siembra.

Con los métodos usados actualmente en Asia el arroz transplantado requiere por lo menos de dos semanas de agua estancada en el campo antes del transplante, a fin de permitir una completa preparación de la tierra. Si el terreno tiene muchas malezas u otros materiales orgánicos, este período de inundación previo a la siembra puede extenderse hasta por un mes. Se requiere un período similar de inundación antes del transplante cuando el suelo tiene un pH bajo y un alto contenido de compuestos de hierro: la descomposición química de los ácidos orgánicos y de los dañinos compuestos de hierro en los suelos sumergidos impedirá la inhibición del crecimiento de las plantas. El agua estancada debe permanecer en el campo de arroz hasta dos semanas antes de la cosecha, para evitar pérdidas de rendimiento.

Actualmente no hay buenos métodos para el control de malezas durante los 30 días posteriores a la siembra directa del arroz. Por esto no deben dejarse pasar más de 30 días, a partir de la fecha de siembra, para efectuar la primera inundación del campo.

En la Fig. 11 se presenta un patrón hipotético de precipitación y de agua estancada que es similar al de una parte del área arroceras de Luzón Central, en Filipinas. Esta tiene una precipitación superior a los 200 mm por cuatro meses, lo que es suficiente para que haya agua estancada en los campos de arroz durante dos y medio a cuatro meses al año. La decisión del agricultor sobre cuándo drenar su campo marca el final de la inundación (suponiendo que el agricultor tiene un campo con lados altos, tal como se describe luego).

En un año de lluvia promedio esta área tendrá potencial para un solo cultivo de arroz, y potencial limitado para cultivos alternativos de secano. Los recientes intentos de realizar dos cosechas de arroz sin riego suplementario no han tenido éxito debido a la escasa disponibilidad de agua. Áreas más húmedas —las que tienen por lo menos cinco meses con más de 200 mm de lluvia y, por tanto, cinco meses con agua estancada en los campos— muestran potencial para dos cosechas de arroz de maduración temprana. Estas condiciones son frecuentes en algunas áreas arroceras que dependen de la lluvia.

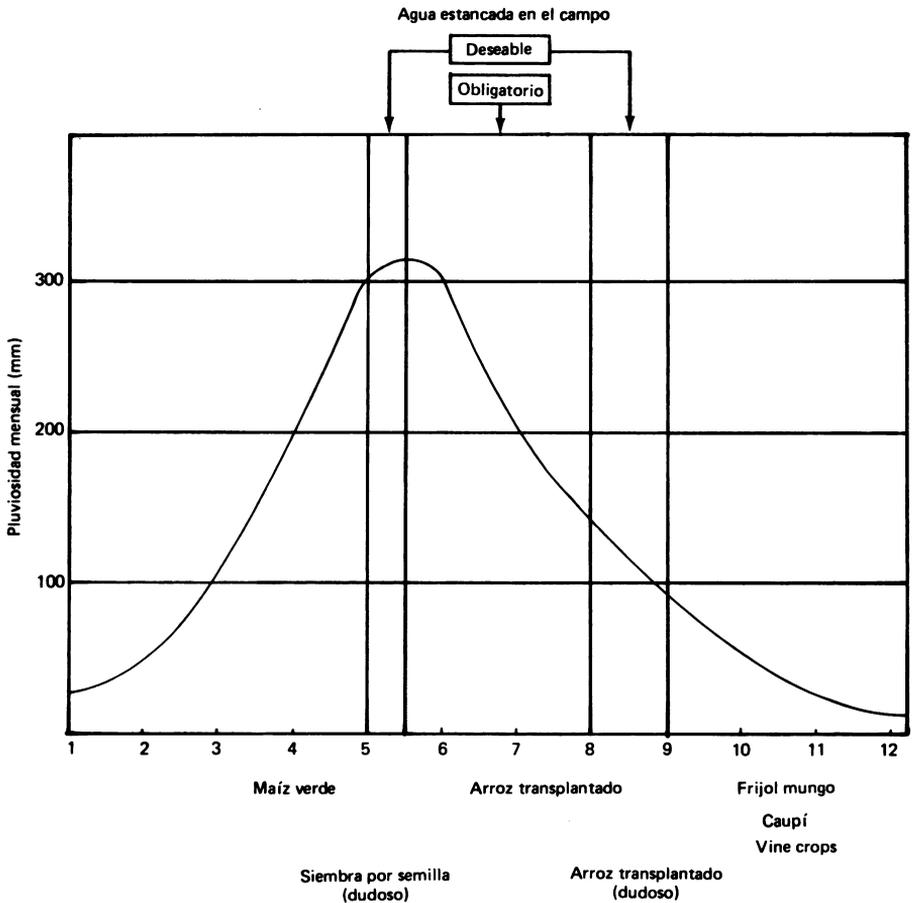


Fig. 11. Posibles patrones de cultivo en áreas de arroz inundado que cuentan con tres a cinco meses de lluvia suficiente.

Los cultivos de la rotación que preceden al arroz deben madurar en 70 días o menos y deben cosecharse en meses con 200 mm de precipitación o más; estas condiciones limitan severamente el potencial de cultivo del agricultor promedio. La mayor parte de los agricultores son incapaces de controlar el drenaje de sus campos, lo que es esencial para los cultivos anteriores al arroz.

Después de la cosecha del arroz los cultivos con más posibilidades son las leguminosas tolerantes a la sequía, que requieren un mínimo de preparación de la tierra y de aplicación de nitrógeno. En los

suelos arroceros típicamente pesados de Asia, con excepción posiblemente de los suelos arenosos de los malecones de los ríos, no puede hacerse ningún cultivo de secano hasta que la precipitación haya descendido a menos de 100 mm por mes. Después del arroz puede sembrarse sandía, pepino y zapallo, si se dispone de un mínimo de irrigación suplementaria; en suelos más livianos el melón es una alternativa potencial.

Importancia de la topografía en el manejo del agua

Con irrigación suplementaria en muchos casos la inundación puede prolongarse por cinco o seis meses, lo que permite dos cosechas de arroz. Incluso con irrigación es difícil cultivar maíz después de arroz inundado, por cuanto el maíz es susceptible a los suelos anegados. Los campos de arroz irrigado —aún los que tienen camellones— generalmente sufren algún grado de anegamiento. En los campos más fértiles el sorgo es, entre los cereales, el que tiene un mayor potencial como cultivo posterior al arroz.

Debe clasificarse cada campo inundado en particular, de acuerdo con el período de agua estancada y la habilidad del agricultor para manejarlo. Se requieren unas pocas categorías:

- a. menos de dos meses de agua estancada (no se siembra arroz),
- b. dos a cinco meses de agua estancada (una cosecha),
- c. cinco a ocho meses de agua estancada (dos cosechas),
- d. ocho o más meses de agua estancada (tres cosechas).

Con respecto a los campos inundados que lo circundan, la altura del campo influye en la relación entre las lluvias y el agua estancada, afectando consecuentemente el potencial de cultivo. Los campos inundados pueden clasificarse como (Fig. 12):

- a. Interno alto: con precipitación normal, no hay movimiento superficial del agua en ningún sentido.
- b. Lado alto: normalmente no hay paso de agua al interior del campo pero sí puede haber drenaje hacia afuera.
- c. Intermedio: hay movimiento en ambos sentidos.

- d. Bajo: el agua fluye hacia el campo pero no puede ser drenada.

Un campo que durante las ocasionales lluvias fuertes y tempranas reciba agua de escorrentía proveniente de campos más altos tendrá el agua estancada mejor que los campos más altos, aunque reciba la misma cantidad de lluvia, y su potencial de cultivo será diferente; la capacidad de drenaje del campo inundado también afecta su potencial de cultivo. Las lluvias fuertes en las estaciones temprana y tardía de crecimiento requieren drenaje en la superficie si se desea evitar la saturación del suelo. Por lo tanto los campos interior alto y bajo son generalmente inapropiados para cultivos de secano antes o después del arroz, cuando la humedad depende de la lluvia.

Además de las condiciones relativas al agua, algunos otros factores físicos pueden determinar la capacidad del potencial de cultivo de un área. No obstante, en cualquier área solamente unos pocos factores son de importancia capital.

Temperatura. En zonas altas, o a mayores latitudes de los trópicos, la temperatura baja puede afectar significativamente los cultivos; en las áreas bajas y más secas las temperaturas altas pueden ser un factor limitante. En general, los agricultores de estas áreas conocen la tolerancia de los cultivos a las temperaturas extremas y han ideado

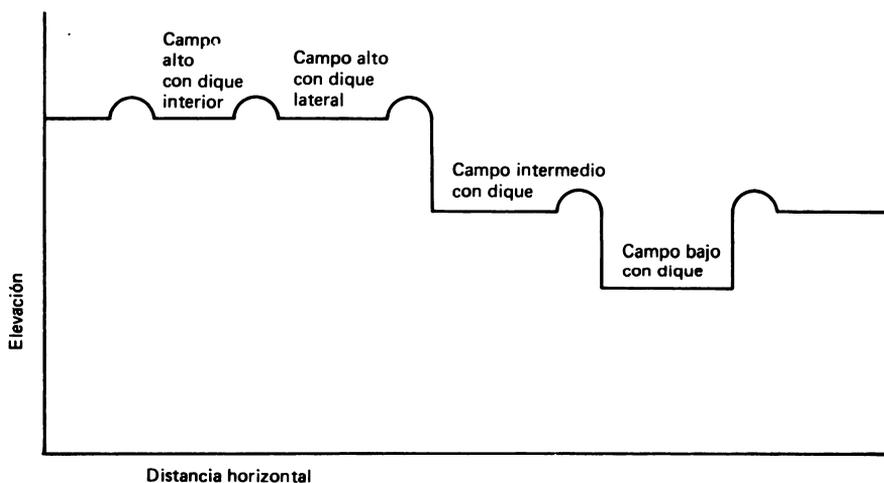


Fig. 12. Clasificación fisiográfica de campos de arroz inundado.

reglas simples para calcular los potenciales locales de cultivo. Con excepción de las áreas montañosas escarpadas, se pueden preparar mapas que presentan zonas de temperaturas en forma similar a los mapas pluviométricos.

Capacidad de labranza. En áreas con suelos arcillosos y abundantes lluvias la capacidad de laboreo de la tierra limita la intensidad de cultivo. Ya se ha mencionado que después de la recolección del arroz muchos suelos enlodados no pueden ser usados para cultivos de secano si el promedio de precipitación es superior a los 100 mm mensuales (aproximadamente 10 mm por semana, con una probabilidad del 0.5). Definitivamente, algunos suelos no pueden ser trabajados bajo condiciones de secano cuando tienen una precipitación de más de 30 mm semanales, con una probabilidad del 0.5. Algunos suelos, como la arcilla Mahaas de Filipinas, tienen una percolación tan rápida que no puede sembrarse arroz inundado sin irrigación en lugares en que la napa freática está por debajo de la superficie del suelo, pero puede sembrarse arroz de secano para ser cosechado en setiembre. Con cinco meses de precipitación superior a los 200 mm podrían hacerse dos cultivos de arroz por año, si no fuera por las abundantes lluvias de setiembre y octubre que dificultan considerablemente la labranza para el segundo cultivo. Los cultivos arbóreos o la caña de azúcar, que no requieren labranza en la estación media, son más apropiados para el clima de esta zona. Los campos irrigados o los que tienen una napa freática lo suficientemente alta como para permitir que el agua permanezca en el campo son más adecuados para arroz inundado.

Con una secuencia estrecha de cultivos, que requiere frecuentes rotaciones, minuciosas labores de cultivo o preparación extensiva de sementeras, la capacidad de labranza es sumamente importante. Por esto hay una necesidad imperiosa de un sistema de clasificación que permita describir la capacidad de labranza de todos los tipos de suelo y que se fundamente en los límites inferiores de plasticidad del suelo, los que son fácilmente determinables.

El cambio de densidad aparente que se presenta con el enlodamiento constituye un índice preciso de la capacidad de labranza, que puede ser una alternativa para la clasificación, pero este es mucho más difícil de determinar. La densidad de una arcilla montmorillonita, como por ejemplo la de Mahaas, es hasta un 15 % mayor cuando seca, después del enlodamiento, que en condiciones de secano, por lo que la estructura del suelo se pierde fácilmente cuando se le trabaja con una estrecha gama de condiciones de humedad. Para cambiar el uso de enlodado a no enlodado, el suelo debe labrarse con-

forme se va secando. De esa manera los terrenos duros sólo se pueden romper por la expansión y el encogimiento que se presentan durante uno o más ciclos de humedecimiento y secado.

Otros tipos de arcillas, así como de suelos de textura más gruesa, experimentan muchos menos cambios de densidad aparente cuando se enlodan, quizás solamente un tres o cuatro por ciento; por tanto pueden labrarse cuando están húmedos y pasar fácilmente de enlodado a seco.

Para el planificador del desarrollo la combinación de la capacidad de labranza de un área y la clasificación de la pluviosidad proporciona una guía confiable en cuanto a su potencial de manejo bajo diferentes intensidades de cultivo. Es esencial que estos índices tan útiles sean desarrollados a la mayor brevedad.

Fertilidad del suelo. La fertilidad del suelo limita el potencial de cultivo bajo ciertas condiciones. Por ejemplo, suelos que soportan fácilmente una sola cosecha de arroz inundado pueden presentar deficiencias de varios micronutrientes si se ocupan con cultivos de secano en rotación. Estas deficiencias deben corregirse antes de que los cultivos puedan establecerse satisfactoriamente. Así, en suelos deficientes en hierro, el arroz inundado crece en forma aceptable porque las plantas en suelos sumergidos aprovechan mejor el hierro. En los suelos altamente meteorizados de la tierra firme del sudeste asiático, que son los suelos arroceros más antiguos, puede hacerse un solo cultivo anual de arroz inundado, agregando pequeñas cantidades de fertilizante. Por otra parte, estudios realizados en Tailandia Central han demostrado que en esos suelos los cultivos de secano posteriores al arroz requieren mayores aplicaciones de nutrientes, por lo que en muchos de ellos se requiere insumos costosos para cultivar, aún con riesgo, cereales como maíz o sorgo, después del arroz inundado. Las leguminosas, que suministran su propio nitrógeno, pueden cultivarse con menos costo.

En otras áreas la baja capacidad de intercambio catiónico dificulta el manejo de los suelos bajo una alta intensidad de cultivo en condiciones de secano, por cuanto la cantidad de fertilizante aplicado puede hacer que el pH del suelo cambie de una estación a otra; en Tailandia Norte los cultivos múltiples han sido obstaculizados por este problema. Hay otros factores, por ejemplo la intensidad de la luz, que sin duda influyen en la productividad de los cultivos pero hasta el momento no se comprende bien la forma en que actúan y no se dispone de pruebas suficientes que permitan utilizarlos como elementos de predicción del comportamiento de los cultivos o como criterio para escoger entre distintos cultivos alternativos.

Sistemas de clasificación ambiental

La definición de categorías ambientales como guía para la investigación agrícola y los programas de producción puede facilitarse mucho con la información existente y confiable de reconocimiento de suelos, proveniente de diversas fuentes. En Bangladesh, por ejemplo, el reconocimiento de suelos realizado por el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (FAO, 1971), llamado "Posibilidades de Desarrollo Agrícola", constituye una excelente fuente de información útil.

Cualquiera que sea la fuente, las categorías establecidas por el planificador de desarrollo deben, en primer lugar, ser realistas para medir y predecir las variables del ambiente, y deben ser precisas, sin dejar de ser prácticas. En segundo lugar, la complejidad de las categorías debe ser proporcional al grado de elaboración de la investigación nacional en el trabajo con ambientes variados. Una organización de investigación altamente estructurada y desarrollada puede solucionar eficazmente un obstáculo relativamente difícil, mientras que una organización menos desarrollada posiblemente no pueda hacerlo. Por último, la escogencia de categorías debe responder a las necesidades y preocupaciones de los programas nacionales de producción agrícola.

El sistema de clasificación debe dividir el área de trabajo en el menor número práctico de zonas con potencial de cultivo. Los reconocimientos detallados, hidrológicos y de suelos, son de valor incalculable en la definición de zonas así como en el diseño de las categorías de clasificación y en la localización de otras áreas a las cuales puedan extrapolarse los resultados de la investigación.

Esto indica que la identificación del aumento en el potencial de cultivo implica no sólo distinguir diferentes ambientes agrícolas sino también conocer las respuestas de los distintos cultivos a esas condiciones. Aún sin información local detallada sobre las respuestas de los cultivos, el planificador de desarrollo o el agricultor pueden actuar al principio sobre la comprensión intuitiva de los requisitos de unos pocos cultivos típicos. Con el tiempo, de la experiencia acumulada sobre las respuestas de diversos cultivos a diferentes condiciones ambientales resulta un entendimiento más completo y elaborado.

Tal como se aprecia en la Fig. 13, la conducta del frijol mungo es un ejemplo de la respuesta de un cultivo a un factor ambiental significativo: se sembró frijol mungo usando las mejores variedades disponibles, tanto bajo manejo supervisado del agricultor como bajo manejo del investigador y los rendimientos resultaron óptimos, con lluvias

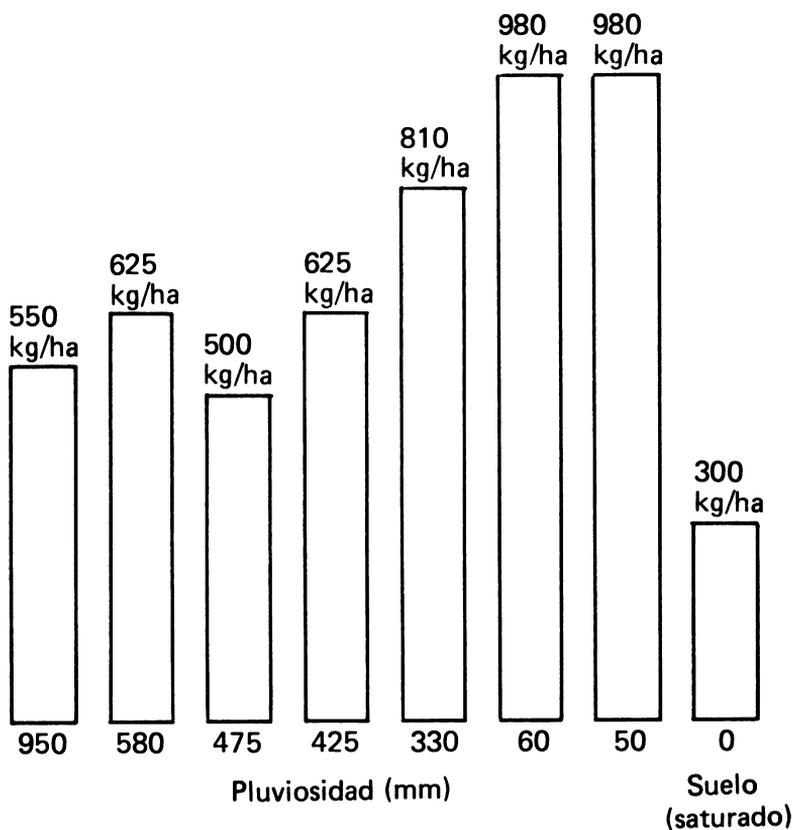


Fig. 13. Rendimientos de frijol mungo en relación con la precipitación entre la siembra y la primera cosecha. (Datos de ensayos en Batangas, Filipinas).

de entre 50 y 100 mm durante los 70 días del período de crecimiento. Lluvias mayores produjeron generalmente rendimientos menores, y la calidad de la semilla decayó cuando las lluvias ocurrieron en el momento de la cosecha. Por lo tanto, el frijol mungo sólo puede sembrarse cuando las lluvias comienzan a disminuir, al final de la estación lluviosa (en Tailandia, sin embargo, se presenta el mismo efecto de la lluvia al principio de la estación, porque el patrón de lluvias es bimodal, lo que resulta en una estación de siembra corta, seguida de tiempo seco, antes del inicio del monzón principal).

La definición de patrones de cultivo alternativos, que utilicen en mayor grado los recursos de producción disponibles, requiere un nuevo tipo de contribución participativa de los diferentes especialistas involucrados en el desarrollo agrícola. El agroclimatólogo, el físico de

suelos y el experto en clasificación de suelos, por ejemplo, deben estructurar cuidadosamente los diversos ambientes agrícolas para identificar el potencial de cultivo y definir el enfoque de la investigación y el desarrollo. En forma parecida, el agrónomo de producción debe estar atento a los requisitos ambientales de los cultivos alternativos, enfocar la investigación hacia ambientes de importancia agrícola, e identificar aquellos hacia los cuales pueden extenderse los resultados de la investigación con cierta confiabilidad.

CAPÍTULO 7

DETERMINANTES ECONÓMICOS DEL TIPO DE COSECHA Y DE LA INTENSIDAD DE LOS CULTIVOS

Se ha escrito tanto sobre el manejo de la finca que poca falta hace aquí otro análisis. No obstante, es importante revisar algunos conceptos claves que tienen relación directa con el tema de la intensificación del cultivo, sobre el cual se requiere más investigación económica.

El potencial agrícola de una parcela dada está determinado en gran parte por los factores físicos mencionados en el capítulo anterior, pero además hay también factores económicos y sociales, tales como disponibilidad de mano de obra, energía y dinero para la compra de insumos, que determinan el potencial de cultivo. Y aún hay otros factores, como mercados, servicios técnicos y disponibilidad de insumos, que son esenciales pero que quedan fuera del alcance de esta obra.

Para saber qué clase de tecnología de cultivo intensivo es la más apropiada para una finca es neces-

rio determinar ciertos aspectos básicos de la situación socioeconómica del agricultor. ¿De cuánta mano de obra dispone? ¿Tiene, o puede alquilar, fuerza animal o energía mecánica? ¿Su ingreso monetario potencial es suficiente para comprar fertilizante y otros productos químicos? ¿El agricultor o su familia disponen de las destrezas de manejo necesarias para dirigir una empresa agrícola más intensiva?

La disponibilidad de estos recursos puede medirse fácilmente con la escala de etapas de crecimiento esbozada en la primera parte de este libro. Debido a que distintas tecnologías de cultivo intensivo tienen requisitos de recursos de finca muy diferentes, resulta decisivo hacer el análisis de cada finca particular en términos de estas necesidades, para poder escoger los sistemas de cultivo más promisorios.

Para efectos prácticos los factores socioeconómicos pueden ser divididos entre los que tienen un influjo directo y primario en el potencial de cultivo y los que afectan indirectamente el potencial de cultivo a través de su impacto sobre los factores primarios. Se tratarán en primer término los cinco determinantes del potencial agrícola que pueden considerarse "primarios": mano de obra, capacidad de manejo, energía, dinero en efectivo y mercados.

Mano de obra

La disponibilidad o no de mano de obra impone una limitación muy importante al tipo de cultivo y a la intensidad de siembra que un agricultor puede llevar a cabo. Es obvio que cultivos y combinaciones de cultivos diferentes responden en distinta forma a la mano de obra. Un aumento de ella significa mayor precisión de siembra, mejor control de malezas y recolección de cosechas más oportuna y completa. Inicialmente el cultivo responde con un incremento en la productividad, hasta que los rendimientos tienden a nivelarse, conforme el cultivo se aproxima al punto de su máxima producción potencial. En este punto la adición de mano de obra no aumenta la productividad y sí disminuye la ganancia marginal. Las diferencias en la retribución de la mano de obra pueden ser considerables para diferentes cultivos o combinaciones de cultivos.

En las zonas en que las fincas utilizan el sistema de "tres estratos" descrito en el Capítulo siguiente se requiere poca mano de obra. Cuando se trabaja estas zonas adecuadamente pueden tener alta productividad, pero no responden a incrementos continuos de mano de obra. El frijol mungo negro, por ejemplo, cuya semilla se siembra al voleo en camas preparadas, compite ventajosamente con las malezas y generalmente requiere poca mano de obra adicional hasta la cosecha; el frijol mungo verde compite algo menos con las malezas, re-



Fig. 14. Marido y mujer transplantando millo. Los agricultores en pequeña escala pueden aumentar la productividad usando métodos impracticables a gran escala.

quiere más de una cosecha para lograr la productividad óptima y, normalmente, responde al deshierbe. Muchos cultivos de campo no compiten tan bien con las malezas y responden a mano de obra adicional, como el maíz, compensando así la precisión en la siembra, el deshierbe y el control de insectos nocivos.

Las hortalizas son aún menos competitivas y requieren cuidados especiales cuando son pequeñas, tal como la siembra de la semilla en almácigos y posteriormente su transplante al campo; pueden necesitar cubierta protectora (*mulch*) o riego y varios deshierbes y cosechas. Sin embargo, como generalmente tienen un alto valor de mercado, a menudo se justifica la intensidad de mano de obra. Muchos cultivos intercalados de mano de obra intensiva ocupan posiciones intermedias entre los cultivos de campo y las hortalizas con respecto a las ganancias derivadas del uso de la mano de obra.

Algunos cultivos proporcionan ganancias moderadas, pero solamente con niveles bajos de mano de obra. Los cultivos de campo como maíz y arroz producen ganancias moderadas, pero a mayores niveles de mano de obra. La ganancia derivada de ésta depende no solamente del cultivo sino también del ambiente físico; si otros factores, como la humedad, se tornan limitantes, el incremento potencial del

rendimiento no será probablemente lo suficientemente alto como para justificar el gasto de mucha mano de obra en deshierbes o cosechas.

Cuando hay exceso de mano de obra resulta a menudo aconsejable estimular el uso de tecnologías de mano de obra intensiva. Como política nacional tal procedimiento bien puede estar en consonancia con un propósito social general de incremento total de la producción de la finca, pero desde el punto de vista del agricultor individual la ganancia proveniente de la mano de obra adicional sólo vale la pena si se transforma en productos o ingresos que él desea. Tal como se comentó en el Capítulo 3, el agricultor persigue sus propias metas, las que pueden coincidir o no con objetivos más generales, políticos o sociales.

Capacidad de manejo

La capacidad de manejo es un recurso que se pasa por alto frecuentemente y que está estrechamente relacionado con la disponibilidad de mano de obra. El manejo de la producción de la finca incluye todas aquellas actividades conectadas con la producción que normalmente no pueden llevar a cabo los peones de campo. La totalidad de los recursos humanos de la finca se divide en funciones de manejo y mano de obra, aunque en una finca pequeña, operada familiarmente, ambas funciones las realizan las mismas personas. El manejo comprende la toma de decisiones, la realización de ciertas operaciones técnicas que requieren destrezas especiales y, cuando es necesario, la supervisión de otras operaciones de la finca.

Los cultivos de alto valor, como el de hortalizas, exigen un cuidado meticuloso durante el crecimiento y la comercialización. El planeamiento del uso de la tierra, la obtención de la semilla, la siembra, el control de insectos y malezas, la recolección de la cosecha, el control de calidad y la comercialización, requieren manejo cuidadoso y activo. En la agricultura de las pequeñas fincas, donde los salarios para los trabajadores de fuera son bajos, la mano de obra disponible tiende a ser inexperta y algunas veces no confiable. No se puede dar a los peones de campo la responsabilidad de hacer juicios o tomar decisiones sobre los trabajos para los cuales se les contrató, por lo que el agricultor y su familia comparten la responsabilidad del manejo en todas las fincas, con excepción de las muy extensas. Por lo tanto, en una finca manejada por la familia la intensidad de cultivo puede estar restringida por su capacidad de manejo, aún cuando se disponga de mano de obra externa.

El tamaño de una finca familiar dedicada al cultivo intensivo de hortalizas puede limitarse a un máximo de unas dos hectáreas, debido a los requisitos de manejo; la intensidad de cultivo normalmente comienza a disminuir, conforme el tamaño de la finca excede de una hectárea. Sin embargo, si se cuenta con mano de obra y energía externas se pueden encontrar secuencias agrícolas intensivas en fincas de hasta diez hectáreas. Conforme se llega a la proximidad de los límites de otros recursos debe asegurarse el uso óptimo mediante ajustes en las intensidades y patrones de cultivo y un aumento en la necesidad de manejo cuidadoso. Por lo tanto, en las fincas pequeñas el uso intensivo de recursos físicos, como tierra y agua, depende proporcionalmente de la capacidad de manejo de que se disponga.

Energía

La energía es otro recurso primario que tiene un efecto directo en la capacidad de cultivo. En la producción de cultivos la preparación básica de las sementeras incluye el laboreo de la capa superficial del suelo para impedir el crecimiento de malezas, enterrando durante el proceso parte de los desechos; esta actividad se conoce como labranza primaria. Hay una pronunciada correlación inversa entre la energía invertida en la labranza primaria y la energía requerida para la labranza secundaria o control químico de malezas que se realiza posteriormente, durante la estación de crecimiento, cuando el cultivo está bien avanzado. Tanto para la labranza primaria como para el control químico de las malezas, el agricultor puede usar fuerza humana, fuerza animal o mecánica, herbicidas comerciales, o una combinación de estos elementos. Su elección depende, en gran parte, de los recursos de que dispone.

La labranza primaria manual produce una retribución de mano de obra extremadamente baja, a menos que el cultivo sea muy valioso o que necesite poca labranza. Un agricultor que carece de equipo mecánico para deshierbes o que no tiene acceso a herbicidas, debe escoger un sistema de cultivo que requiera relativamente poco control de malezas, por ejemplo cultivos arbóreos; o un cultivo de alto valor, como hortalizas; o aceptar la productividad extremadamente baja de la mano de obra manual.

El equipo mecánico puede aplicarse más efectivamente en un patrón de cultivo en que la labranza primaria y las labores de cultivo entre las hileras usan una gran parte de la mano de obra total requerida para la atención del cultivo. Los cultivos de campo en hileras, como el maíz, utilizan una proporción mucho mayor de fuerza mecáni-

ca, en comparación con la mano de obra utilizada en hortalizas o cultivos de campo intercalados.

Si tanto la energía mecánica como la mano de obra son limitadas, pueden ser sustituidas en el control de malezas con productos químicos o el agricultor puede sembrar cultivos que necesiten menos mano de obra; la siembra intercalada de arroz de secano/maíz/yuca en Indonesia es una combinación de este tipo. La labranza primaria se hace durante la cosecha del cultivo anterior de yuca, en la estación seca, y el arroz y el maíz se siembran al inicio de las lluvias, la yuca un mes más tarde. Esta combinación de cultivos forma rápidamente un dosel de follaje denso, cuya sombra controla el crecimiento de las malezas. El maíz se cosecha primero, seguido del arroz; después de la cosecha del arroz la yuca cubre los espacios libres durante los seis meses finales de crecimiento. Si la energía mecánica es limitada, este sistema aprovecha un período de crecimiento de diez meses, produce tres cosechas con una sola operación de labranza primaria y requiere poco control de malezas, dando utilidades máximas a la mano de obra.

Sin embargo, en una secuencia intensiva de cultivos de campo es necesaria la labranza primaria con ayuda mecánica. La fuerza animal tiene la ventaja de ser apropiada para suelos pesados con alto contenido de humedad, en donde también es más versátil para las labores de cultivo entre hileras. Si el animal de tiro se usa también como proveedor de leche, y finalmente de carne, resulta aún más eficiente como fuente de energía.

Las necesidades de alimento de un animal pueden complicar el patrón de cultivo de una finca pequeña y el mantenimiento de animales de tiro requiere también considerable trabajo, pero aunque la maquinaria exige menos trabajo de mantenimiento y permite mayor rapidez en las operaciones de campo, también obliga a mayor inversión de capital y gastos continuos de operación.

Para secuencias intensivas que requieren cambio rápido de cultivos en todas las fincas, excepto en las más pequeñas, es esencial una fuente de energía y capacidad para utilizarla. En una finca grande, con manejo simple, las necesidades de energía pueden programarse mediante una cuidadosa distribución de las siembras y una selección intencional de los cultivos que tienen necesidades complementarias de energía durante sus ciclos de crecimiento. En fincas pequeñas, aún cuando la energía requerida para cultivos intensivos múltiples es mucho menor, la programación de fechas es aún más decisiva; la coordinación casi perfecta de programas de siembra que puede hacerse en las fincas grandes pocas veces es posible en unidades menores.

Además, las pequeñas unidades de energía usadas en las fincas pequeñas tienen ciertas desventajas inherentes: son relativamente ineficientes en condiciones de suelo adversas y resultan deficientes en campos con muchos rastrojos o desechos vegetales. Estas unidades pequeñas a menudo proveen energía secundaria importante para transporte, bombeo de agua, control de insectos, recolección de la cosecha o trillado, influyendo así en el uso de otras fuentes, como las de mano de obra o de agua.

El que la mayor parte de las recomendaciones de producción: cultivo, intensidad, espaciamiento, configuración de sembreras, otras, concuerden con el tipo y la disponibilidad de energía, resulta crítico para el éxito de cualquier sistema intensivo. La fuerza motriz es un determinante clave en la productividad de la mano de obra, haciendo posible el progreso hacia etapas de desarrollo cada vez más avanzadas, tal como se ilustra en la Fig. 2. Por supuesto que la fuerza motriz por sí sola no mejora la capacidad productiva de la tierra, excepto en los lugares donde la mano de obra es el factor limitante.

Dinero disponible

El dinero disponible para pago de insumos de producción, tales como semillas, plaguicidas, fertilizantes, otros, es en algunos casos otro determinante primario del potencial de cultivo. Las hortalizas, por ejemplo, requieren mucho control de insectos y aplicación de fertilizantes, y a menos que se satisfagan esas necesidades la productividad será baja. Por otra parte, algunas leguminosas de campo, que suplen su propio nitrógeno, requieren menos dinero para insumos. En las fincas pequeñas la mano de obra puede ser sustituida hasta cierto punto por el uso de insumos comerciales; el control de malezas puede hacerse por medio de herbicidas comerciales, de maquinaria costosa, o manualmente. En forma parecida, y en tanto se disponga de mano de obra, el fertilizante comercial puede complementarse o reemplazarse con el reciclaje de nutrimentos y la preparación de *compost*.

Las secuencias intensivas de cultivos casi siempre requieren grandes dosis de nutrimentos. En muchos suelos del trópico un solo cultivo anual de cereal puede dar un rendimiento aceptable con la aplicación de modestas cantidades de fertilizante, especialmente si el fósforo no es limitante, lo que permite el cultivo de arroz inundado. Sin embargo, cuando se agrega al sistema un segundo cereal, como maíz o sorgo, la necesidad total de nutrimentos se multiplica. Con la tecnología actual no es posible cultivar cereales de secano después del arroz inundado en los suelos de baja fertilidad, ni aún con irrigación, debido al alto costo del fertilizante requerido para el segundo cultivo.

Hay varias leguminosas de grano que tienen un potencial mucho mayor después del arroz, simplemente porque requieren menos fertilizante.

En breve, los insumos comerciales resultarán críticos para el cultivo intensivo de hortalizas o cultivos de campo a menos que se disponga de abundante mano de obra. Cuando hay poca disponibilidad de dinero la mano de obra puede hasta cierto punto sustituirlo, pero es importante que el patrón de cultivo concuerde con esa disponibilidad; si el recurso limitado es otro, por ejemplo mercado para los productos o insumos químicos, deben escogerse sistemas de cultivo que hagan el máximo uso del recurso escaso. Así, en suelos de baja fertilidad, puede resultar apropiado un sistema que incluya una proporción alta de cultivos perennes.

Disponibilidad de mercados y producción de subsistencia

La disponibilidad de mercado tiene una influencia directa en el potencial de cultivo; no se trata en toda su extensión en este análisis porque no pertenece propiamente al ámbito de la finca.

El potencial de utilidades del agricultor por sistema intensivo es igual al valor del mercado menos los costos de comercialización. Para ser útil al agricultor el mercado debe ser accesible, relativamente estable y proveer con suficiente antelación los cambios de demanda y de precios, a fin de poder planificar el patrón anual de cultivos. En la agricultura comercializada la capacidad del agricultor para usar al máximo sus recursos depende del adecuado funcionamiento de los mercados; los planes nacionales de incremento de la intensidad de cultivo deben incluir necesariamente la evaluación y, quizás, el mejoramiento de los sistemas de mercado.

El mercado doméstico para los productos agrícolas (mercado "sin dinero") se vuelve muy importante cuando los recursos de producción son limitados y cuando es la propia familia del agricultor la que consume gran parte de la producción total de la finca. Pese a esto, los planificadores han descuidado el diseño de sistemas de cultivo que cubran principalmente las necesidades de la familia, con apenas un pequeño excedente para comercializar, porque los esfuerzos de desarrollo han tendido a concentrarse en la orientación hacia el mercado. Sin embargo, no es deseable que los agricultores con pocos recursos de producción, con ingresos bajos y con muchas bocas para alimentar, dependan de un mercado incierto, con costos de servicios muy superiores a las utilidades provenientes de la mano de obra.

Por otra parte, el agricultor pobre no puede descuidar totalmente su pequeña producción comerciable, pues necesita dinero en efec-

tivo para cubrir necesidades domésticas; es necesario mantener cierto equilibrio. Una dieta diversificada, elemento esencial en el bienestar del agricultor, es relativamente costosa para el productor de bajos ingresos cuando se ve obligado a comprar en el mercado. La inclusión de cierta diversidad en su propio sistema de cultivo es, por tanto, importante, y puede diseñarse un sistema para pequeñas fincas que proporcione la diversidad adecuada, con una reducción mínima en la producción de cultivos comerciales.

Factores secundarios

De los diferentes factores socioeconómicos secundarios que influyen en el potencial de cultivo, a través de su incidencia sobre los determinantes primarios, el tamaño de la finca es el que se puede medir más fácilmente, además de ser un determinante clave del potencial de productividad de la finca y de la prosperidad del agricultor. Los efectos del tamaño pueden apreciarse mejor cuando la familia suministra tanto la mano de obra como los servicios de manejo y cuando no hay ingresos de fuera de la finca. Esta última condición es importante, por cuanto el ingreso exterior puede aumentar los recursos de caja y de capital, igualándolos a los de fincas mucho más grandes, mientras que el empleo fuera de la finca puede reducir los servicios de mano de obra y de manejo disponibles, influyendo de esa manera sobre la selección del sistema de cultivo.

El tamaño de la finca no es en sí mismo un determinante crítico del potencial de cultivo, pero influye en la calidad y cantidad de la mano de obra al alcance de la finca, y más importante aún, en la intensidad del manejo. Suponiendo que haya disponibilidad de mercados y de energía, la eficiencia en el uso de los recursos de la finca depende en gran parte de la disponibilidad de mano de obra familiar y de los servicios de manejo. El análisis que sigue supone, por lo tanto, que la familia rural está involucrada principalmente en la producción de la finca, para lo cual aporta la mayor parte de la mano de obra y el manejo, participando en pocas actividades exteriores.

En fincas menores de una hectárea es común el cultivo intensivo de hortalizas (Fig. 15). Los métodos típicos de manejo de este cultivo, en forma de huertas, incluyen la colocación de espalderas, la construcción de desagües y diques, la siembra intercalada intensiva y los cultivos de relevo, con poca fuerza mecánica. También pueden hacerse algunos cultivos de campo, pero en las fincas pequeñas estos suelen ser para consumo familiar; sin embargo, si no hay fácil acceso al mercado, se siembran más cultivos de campo.

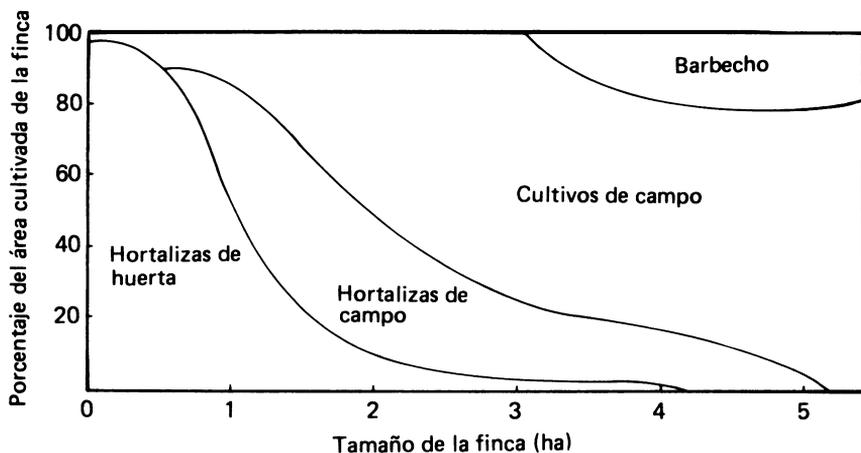


Fig. 15. Relación entre el tamaño de la finca y el tipo de cultivo, en áreas del sudeste asiático que tienen una estación de crecimiento para dos cultivos (ocho meses) y acceso a mercados para hortalizas de alto precio. Se supone que la familia es la fuente primaria de mano de obra.

La producción de hortalizas cambia con el aumento en el tamaño de la finca. En fincas mayores de una hectárea se cultivan principalmente hortalizas de campo como cosecha única y se usa energía para la labranza. Las hortalizas de campo pocas veces se intercalan pero ocasionalmente se les usa como relevo. Una finca de dos hectáreas puede dividirse por partes iguales entre hortalizas y cultivos de campo; en las fincas de más de tres hectáreas una parte de ella puede mantenerse en barbecho por lo menos durante una estación, debido a la escasez de energía, mano de obra o recursos de administración.

En fincas de dos a tres hectáreas por lo general la disponibilidad de mano de obra no es limitante, pues es posible contar con mano de obra externa, utilizada con frecuencia. Sin embargo, además de mano de obra, los huertos de frutas y hortalizas, así como las hortalizas de campo, requieren hasta cierto punto un manejo intensivo. Casi todas las operaciones exigen discernimiento y decisiones. Generalmente el cultivo de hortalizas se diversifica con el fin de usar eficientemente los recursos y alcanzar algún grado de estabilidad; por esta característica es un asunto complicado. La reserva o la compra de semillas, la siembra, el control de plagas, la recolección de la cosecha, el control de calidad, la comercialización, todo requiere un tipo de manejo que no se consigue con la mano de obra contratada en la pequeña finca. Inclusive una familia grande en una típica finca asiática sólo puede ofrecer tal tipo de manejo intensivo a una o dos hectáreas, por lo que

conforme aumenta el tamaño de la finca son más prácticos y remunerativos los cultivos de campo que requieren menos manejo.

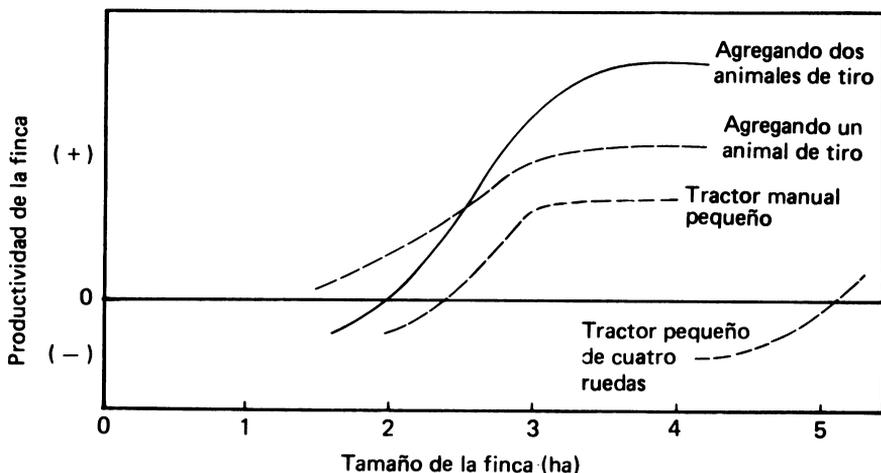


Fig. 16. Cambio en la productividad total de la finca por medio de la adición de varias fuentes de energía, en un área donde la estación de crecimiento es de seis a ocho meses.

Los cultivos de campo son más apropiados para fincas mayores porque se adaptan a la mecanización mejor que las hortalizas. Muchos de los trabajos necesarios en estos cultivos pueden hacerse con fuerza animal o equipo de labranza mecánica. La proporción de mano de obra necesaria para la labranza primaria es muy baja en comparación con la mano de obra requerida para otras operaciones de producción en cultivos intercalados de arroz/maíz/yuca.

En la Fig. 16 se observa la adición de diferentes fuentes de energía conforme aumenta el tamaño de la finca, y el efecto de esa energía en la productividad de la misma. En la Fig. 17 se ilustran los tamaños de finca a los que se aplican distintas fuentes de energía en fincas asiáticas típicas.

Cuando no hay mercados de hortalizas adecuados incluso las fincas de menos de una hectárea deben sembrar cultivos de campo, generalmente en combinaciones de manejo intensivo, pero si como alternativa se dispone de mano de obra externa, la pequeña finca puede ser manejada como una finca mayor. Si el agricultor obtiene un empleo externo que le genera ingresos, su finca puede sufrir de falta de mano de obra y destreza administrativa pero, en sustitución, dispondrá de más dinero para insumos o inversiones de capital.

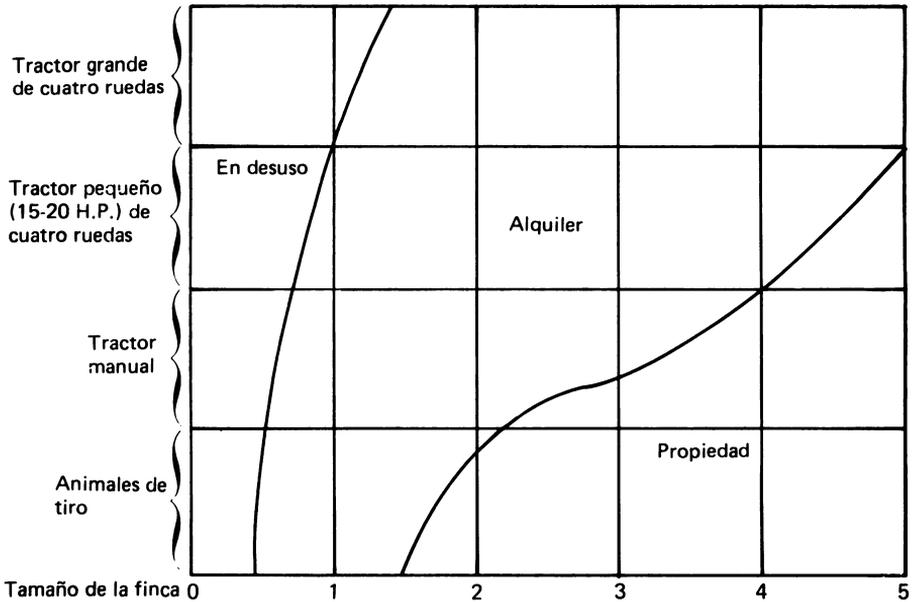


Fig. 17. Relación esquemática entre el tamaño de la finca y la fuente de energía común en las fincas desarrolladas del sudeste asiático.

La productividad de la tierra también varía según el tamaño de la finca. Debido a que son manejadas en forma más intensiva, las fincas pequeñas con frecuencia son más productivas que las grandes; la mayor productividad puede medirse en términos del rendimiento de los cultivos de alto valor. En Luzón, Filipinas, las fincas de arroz más pequeñas tienen rendimientos por hectárea más altos que fincas mayores, y las fincas pequeñas de secano tienen una mayor proporción de tierra con hortalizas.

A veces el *status* social y económico del agricultor es un factor que lo predispone a cultivos desconocidos, impopulares o muy riesgosos. Un alto riesgo de fracaso puede ser menos aceptable para un agricultor cuyo *status* en la comunidad ya es bajo. En Batangas, Filipinas, son los agricultores de mayor edad y más respetados los que a menudo se muestran más inclinados a experimentar con nuevos cultivos y tecnologías.

Otro factor social que influye en la escogencia hecha por el agricultor es su seguridad contra robos. Los cultivos de alto valor o los alimenticios especialmente apreciados son, obviamente, los que requieren mayor protección contra robo, aumentándose así los costos de mano de obra y de manejo y el riesgo financiero del agricultor.

Cultivos como sandía, maíz dulce y maní a menudo atraen a los ladrones; el agricultor además puede tener que resguardar sus cultivos de alto valor ante los pájaros, roedores, insectos, y aún de animales domésticos de pastoreo.

La tenencia de la tierra influye también en la decisión del agricultor acerca de qué mejoras hacer, qué patrón de cultivo escoger, cómo mejorar y mantener la fertilidad del suelo y cuánto invertir en control de malezas. Se sabe que algunos agricultores invierten el valor de varias estaciones de mano de obra y manejo haciendo control de malezas en tierras alquiladas recientemente, y que esperan utilizar durante muchos años.

El trazado de la finca también influye significativamente en la capacidad del agricultor para manejar sus cultivos. Si su tierra es fraccionada en un número de parcelas dispersas, como sucede con frecuencia, el manejo intensivo, el uso eficiente de la mano de obra y la seguridad adecuada de los cultivos pueden volverse difíciles, si no imposibles.

El uso óptimo de los recursos de la finca generalmente involucra al agricultor en algún grado de diversificación; con un solo cultivo sería relativamente simple formular un plan que hiciera un uso óptimo de los recursos físicos disponibles y de los factores ambientales. Sin embargo, la combinación de varios cultivos acarrea una confluencia de diferentes necesidades de mano de obra, energía, manejo y flujo de caja. Para lograr eficiencia el agricultor debe seleccionar sistemas de cultivo que tengan requisitos complementarios, a fin de obtener una demanda de recursos uniforme y que se aproxime al máximo al nivel sostenible que sus recursos permitan. Por ejemplo, un agricultor con dos hectáreas no puede arar, sembrar, deshierbar o cosechar a la vez, sobre todo si sólo tiene un animal de tiro y poco excedente de mano de obra. Por lo tanto deberá espaciar sus siembras, escoger diferentes patrones de cultivo para los distintos campos, e intentar empresas complementarias conforme trata de usar sus recursos en forma eficiente.

CAPÍTULO 8

NECESIDADES DE RECURSOS DE LOS CULTIVOS MÚLTIPLES

Al analizar las alternativas de los cultivos múltiples debe subrayarse que la variedad y el uso de la tecnología apropiada son los elementos más importantes en cualquier combinación o sistema de cultivos. Cada patrón de cultivos impone a las plantas sus propias demandas, por lo que es fundamental que se escojan las variedades genéticamente capaces de tener un comportamiento superior.

El cultivo o siembra múltiple consiste en sembrar más de un cultivo en la misma parcela durante el año agrícola. La expresión "cultivo múltiple" se ha vuelto confusa, debido a que ha sido utilizada para describir diferentes patrones de siembra; su uso no debería estar limitado, como a veces sucede, a un patrón en particular, tal como "siembra intercalada".

Después de un período de intensa especialización en monocultivos, durante los años sesenta, la investigación en producción de cul-

tivos se amplió hasta incluir todos los aspectos de los sistemas de cultivos múltiples. Al aumentar el interés por los cultivos múltiples el especialista en desarrollo agrícola debe distinguir claramente entre los diferentes patrones de cultivo posibles, y sus usos específicos en las combinaciones de cultivos múltiples. En este capítulo se describen las diferentes formas de cultivos anuales, cultivos perennes y combinaciones de ambos. La ganadería será considerada en el capítulo siguiente.

Secuencia de cultivos

La siembra intensiva de cultivos anuales incluye generalmente secuencias de cultivos, o sea la siembra de un segundo cultivo después de la cosecha del primero. La secuencia permite omitir la preparación extensiva de sementeras entre un cultivo y otro. El número de cultivos que puede sembrarse en secuencia es variable, dependiendo de la disponibilidad de recursos y de los factores ambientales locales. La secuencia de cultivos no es tan complicada como otras modalidades de cultivos de relevo; tiene el mayor potencial para incrementar la productividad en el mayor número de fincas y es más fácil de llevar a cabo. Por lo tanto, siempre debería considerarse en primer término cuando se trata de intensificar el cultivo.

El cambio de un patrón de monocultivos a una secuencia de dos o más cultivos implica modificaciones importantes en el uso de los recursos de la finca. La primera es una mayor demanda de mano de obra, ya que una secuencia de dos cultivos requiere mucha más precisión que un sistema de monocultivos, tanto en la programación de las fechas como en la realización de las operaciones agrícolas. Conforme los recursos físicos y económicos se estiran al máximo, hay que tomar decisiones de manejo cada vez más complejas acerca de cada aspecto de las operaciones de producción, buscando el menor margen de error. Asimismo, el paso de un cultivo por año a dos o más, duplica las necesidades de manejo; el papel del agricultor como agente de decisiones y administrador se vuelve más importante que sus labores como trabajador de campo.

La práctica propia de un monocultivo tiene ciertos requisitos fijos y predecibles de energía, mano de obra y flujo de caja. La necesidad de mano de obra varía de una etapa del proceso de crecimiento a la siguiente: de la preparación de la tierra a la siembra de semillas, al control de malezas, al control de plagas, y finalmente a la cosecha. A este uso variable de la mano de obra, (que generalmente se registra semanalmente como horas/hombre por hectárea) los investigadores lo llaman: "perfil de la mano de obra del cultivo". El perfil de mano de

obra típico para cualquier cultivo, así como el perfil similar de energía, presentará picos de demanda durante la siembra, el deshierbe temprano y la cosecha. Obviamente, un pequeño agricultor no puede hacer toda la siembra, deshierbe o cosecha al mismo tiempo; o sea que no puede satisfacer la demanda total de mano de obra o de energía, por lo que debe extender la demanda mediante el espaciamiento de las siembras.

En una secuencia intensiva de cultivos el agricultor tiene relativamente poca libertad para cambiar las épocas de siembra, a menos que sustituya el cultivo. Un agricultor que realiza dos cultivos sucesivos durante un período de seis meses de lluvias abundantes no tiene muchas opciones en cuanto a fechas para el manejo de sus cultivos; la escogencia está limitada por la cantidad de agua. Por lo tanto, la primera regla del cultivo intensivo es mantener la mayor flexibilidad posible en la programación de las fechas y uso de los recursos del sistema, para alcanzar la mayor intensidad en el aprovechamiento de la finca.

El siguiente es un ejemplo elocuente de este patrón de integración de cultivos. La experiencia tuvo lugar como parte de un programa del Instituto Internacional de Investigaciones en Arroz —IRRI— en una finca de Iloilo. El agricultor cooperador manejaba una parcela de dos hectáreas en la que hacía un cultivo anual de arroz, al igual que sus vecinos. En 1975, procurando aprovechar mejor la estación lluviosa de cinco meses de duración y con más de 200 mm de precipitación mensual, decidió dedicar la mayor parte de su tierra a cultivos múltiples, con un segundo cultivo de arroz. Para esto dividió las dos hectáreas en cuatro parcelas semejantes. En la parcela A preparó la sembradura en mayo y comenzó a transplantar el monocultivo tradicional de arroz en junio, usando una variedad mejorada de maduración tardía (140 días). En la parcela B comenzó la preparación de la tierra con las primeras lluvias de abril y realizó la siembra directa de una variedad de 95 días tan pronto la tierra estuvo lista y la humedad fue adecuada. Preparó la parcela C posteriormente y sembró en forma directa la semilla uno o dos días antes que en la parcela B, con una variedad de 110 días. La parcela D fue sembrada directamente con semilla, más o menos al mismo tiempo que la parcela A, pero usando una variedad de maduración media (120 días). Para la segunda siembra de arroz se redujo el tiempo necesario de preparación de la tierra usando plántulas de transplante en todas las parcelas, ya que éstas no requieren un trabajo previo tan minucioso ni tanto tiempo en el campo para madurar. Esta secuencia, aunque no era óptima, permitió al agricultor un uso eficiente y continuo de su único animal

de tiro desde abril a noviembre. Como cada siembra maduró en distinta época, el agricultor pudo espaciar los picos de demanda de mano de obra de la cosecha y de la siembra.

De esa manera, cambiando el cultivo único por un cultivo doble, el agricultor perdió un poco de flexibilidad en su plan de siembra pero conservó su ventaja general mediante el uso de dos métodos de siembra (siembra directa y transplante) en combinación con tres variedades de arroz con diferentes períodos de crecimiento, a fin de extender la demanda de recursos. Como resultado, los perfiles de mano de obra y de energía de las operaciones de campo fueron bastante parejos, y las demandas de recursos se espaciaron en forma casi uniforme durante toda la estación de crecimiento.

Cuando no se usa herbicidas químicos para el control de malezas, el cultivo en secuencia requiere un incremento de la energía disponible para labranza mecánica. La necesidad de labranza rápida y oportuna descarta la posibilidad de cultivos en secuencia cuando no se dispone de fuerza animal o mecánica. Si ésta se sustituye con mano de obra, se necesitará mano de obra pesada y no la mano de obra liviana característica de muchas otras operaciones de campo. El cultivo en secuencia requiere generalmente grandes cantidades de mano de obra pesada y poca mano de obra liviana, mientras que con los patrones comunes de siembra intercalada la proporción de mano de obra pesada en relación con la liviana es inversa.

En los sistemas de cultivos múltiples las necesidades de fertilizantes están determinadas por los requerimientos de los cultivos individuales pero, en general, los cultivos dobles requieren mucho más que el doble de la cantidad de fertilizante del monocultivo, especialmente si ambos cultivos son cereales. En los suelos de los trópicos húmedos el ciclo normal de nutrimentos permite un cultivo único por año, con apenas una modesta aplicación de fertilizante. Por ejemplo, en la mayoría de los casos un cultivo único de arroz inundado producirá un rendimiento económico óptimo con unos 40 kg de nitrógeno por hectárea, pero para duplicar este rendimiento mediante dos siembras se requerirá multiplicar esa cantidad por tres o cuatro. La necesidad de fertilizante puede reducirse si en la rotación uno de los cereales es sustituido por una leguminosa.

Los requisitos de nutrimentos son especialmente críticos cuando se siembra un cultivo de secano después del arroz inundado, pues la inundación del suelo crea un ambiente químico en que el fósforo es aprovechado fácilmente por las plantas. Cuando el campo se drena y se seca para un cultivo de secano, el fósforo y la materia orgánica que se descompone para liberar nitrógeno se reducen. Debido a esto

los suelos de baja fertilidad, que permiten un desarrollo relativamente bueno de arroz inundado, pueden resultar marginales para los cultivos posteriores de secano. En la estación experimental de Chainaut, en el llano central de Tailandia, se encontró que cultivos de secano como maíz y sorgo no eran económicos cuando se hacían después del arroz inundado, debido a su alta necesidad de fertilizante. El frijol mungo, que por ser leguminosa suple su propio nitrógeno, demostró ser la alternativa más económica.

La labranza es con frecuencia un problema en las secuencias de cultivo intensivo. Para acomodar dos o más cultivos dentro del período en que hay disponibilidad adecuada de agua, el agricultor puede verse obligado a comenzar la preparación de la tierra antes de que la humedad del suelo tenga el nivel apropiado. En esas condiciones la labranza resulta cara y difícil si se hace con fuerza animal o maquinaria pequeña. Por otra parte, los suelos arcillosos típicos de las áreas arroceras de los trópicos húmedos son difíciles o imposibles de labrar cuando las lluvias exceden los 250 mm mensuales; si la segunda siembra es de un cultivo de secano, la combinación de alta pluviosidad y suelo arcilloso puede impedir la labranza en el breve período de cambio de cultivos.

Llevar un suelo del enlodamiento que exige el arroz inundado a la condición granulada requerida para los cultivos de secano, constituye un problema de labranza especialmente difícil. La siembra de leguminosas puede resultar exitosa, siguiendo diferentes métodos de poca labranza que generalmente incluyen un rastreado ligero para ablandar la superficie del suelo. Después de que el suelo se ha secado pueden sembrarse cultivos rastreros, como sandía, mediante la abertura de pequeños huecos para el trasplante de las plántulas, sin más labranza. En Taiwan e Indonesia se siembra corrientemente soya, sin nada de labranza, colocando la semilla mediante espeque en los sitios en que estuvo sembrado el arroz de la cosecha anterior. Este método sólo da buenos resultados en ciertos tipos de suelo.

En general, los cultivos de secano posteriores al arroz inundado en suelos pesados se siembran al final de la estación lluviosa, cuando tienen que afrontar malas condiciones de suelo y problemas de humedad. Es por esto que los suelos bajos, bien drenados y con capa freática relativamente alta, son los más apropiados para cultivos de secano después de un cultivo principal de arroz. También por esta razón los depósitos aluviales son más adecuados para cultivos múltiples que los depósitos marinos.

En los lugares con facilidades de irrigación, el suelo enlodado conforme se seca, puede llevarse a condiciones de secano con labranza rotatoria, seguida de uno o dos ciclos de humedecimiento y seca-

do, para romper los terrones. Este arduo proceso de hinchamiento y contracción del terreno es el apropiado para suelos pesados con un alto contenido de arcilla montmorilonítica y con menos de 50 mm de lluvia mensual, si el campo inundado puede drenarse y secarse.

Los suelos de tipo arenoso pueden ser llevados a condición de seco arándolos antes de que sequen por completo, pero la mayor parte de los suelos arroceros son difíciles de variar a condiciones de seco, especialmente cuando la pluviosidad es incierta, por lo que se adaptan mejor a un doble cultivo de arroz.

Los rastrojos y otros residuos de cultivos pueden obstaculizar las rápidas operaciones de labranza necesarias para los cultivos intensivos en secuencia; los equipos con tracción animal o maquinaria pequeña sólo pueden trabajar cantidades limitadas de rastrojo y residuos. El problema se complica especialmente si el cambio de cultivos ocurre en tiempo lluvioso, cuando resulta imposible la práctica tradicional de quema de desechos. Como la remoción de los residuos del cultivo requiere gran cantidad de mano de obra, la segunda siembra se hace generalmente con un mínimo de labranza, dentro del rastrojo del cultivo anterior. En todo caso al planificar las secuencias intensivas es necesario considerar cuidadosamente los efectos del rastrojo en la labranza.

Otro factor importante en secuencias intensivas es el período de crecimiento del cultivo, hasta la maduración. Para el planeamiento de secuencias intensivas de multicultivos es esencial contar con variedades que cubran una amplia gama de tiempos de maduración. El aumento de interés, relativamente reciente, por el doble cultivo de arroz cuando se depende de las lluvias, es una consecuencia de la disponibilidad de variedades mejoradas de crecimiento rápido del IRRI. Sin embargo, los mejoradores de plantas no han prestado suficiente atención al tema de la maduración temprana del maíz, el maní, el sorgo y el arroz, por lo que aún las variedades mejoradas de maduración más temprana son todavía considerablemente más tardías que las variedades tradicionales más tempranas.

En cultivos en secuencia el problema del control de malezas presenta un aspecto diferente. En patrones de monocultivos las poblaciones de malezas generalmente están determinadas por su crecimiento y reproducción durante el período de barbecho; a medida que se intensifica la siembra y la tierra está bajo labranza o cultivo durante la mayor parte del período en que hay humedad, las malezas se adaptan a las nuevas condiciones, lo que debe tenerse en cuenta al diseñar el patrón del cultivo intensivo. En la secuencia típica de arroz de seco y maíz la variedad alta de arroz forma un espeso dosel foliar, después de 50 días de crecimiento, mientras el maíz se siembra den-

samente en hileras espaciadas a corta distancia. De esa manera ambos cultivos proyectan una sombra tupida eficaz para el control de malezas. Las malezas de hoja ancha se controlan mejor con labranza frecuente, usando tracción animal; después de la cosecha del maíz, se ara el terreno para dejar el barbecho limpio durante la estación seca. Si se hace necesario controlar ciperáceas, el campo se ara varias veces durante la estación seca a fin de dejar los tubérculos expuestos para que se deshidraten.

En siembras experimentales de secuencias de cultivos múltiples es común que las poblaciones de malezas cambien hacia ciperáceas y gramíneas molestas. Para mantener la viabilidad económica del sistema es importante que este cambio en el crecimiento de las malas hierbas se controle mediante ajustes en la siembra, la labranza y el manejo de las malezas. El uso inteligente de los herbicidas puede ser muy eficaz pero los productos químicos no deben ser nunca el único medio de control de malezas; con el tiempo los niveles constantemente altos de herbicidas estimulan un cambio a especies de malezas más resistentes y difíciles de controlar, haciendo el problema más severo.

Por otra parte, los problemas de plagas en secuencias de multicultivos raras veces son más graves o complejos que en monocultivos. En el cultivo de arroz inundado la siembra continua contribuye al incremento de virus y de sus insectos vectores, si bien no han sido encontradas tales acumulaciones en áreas de cultivo de secano o en áreas húmedas donde se practican secuencias de cultivos de secano y anegados.

El taladrador europeo del maíz, que también ataca al sorgo y al algodón, constituye una excepción a esta regla; el algodón no se desarrolla bien en rotación con maíz o sorgo debido a que es especialmente susceptible a este insecto. Por otra parte, en tierras de cultivos de secano trabajadas intensivamente, los nematodos son potencialmente una peste más seria, aún cuando todavía no han demostrado ser un problema en las áreas de alta pluviosidad estudiadas. Sin embargo, los nematodos sí se han convertido en problema en las secuencias intensivas de cultivo que incluyen plantas altamente sensibles, como tomates.

En secuencias intensivas de arroz continuo y de doble cultivo de maíz aumenta la incidencia de enfermedades. El mildiú, una seria enfermedad del maíz en zonas húmedas, impone la rotación con otros cultivos en Filipinas, Tailandia, Indonesia y otros países del área. Aunque pocas enfermedades atacan a más de un cultivo, algunos patógenos transmitidos a través del suelo afectan gravemente varias especies de leguminosas. Investigaciones llevadas a cabo en Filipinas indican que el aumento de patógenos transmitidos por el suelo causa una

acumulación de toxinas que reduce el crecimiento de los cultivos posteriores de leguminosas; por tanto, aunque son plantas aptas para secuencias de multicultivos, debe tenerse esto en cuenta al usarlas en siembra continua o secuencias intensivas.

Cultivos de relevo

A veces los pequeños agricultores practican cultivos de relevo sembrando un segundo cultivo en secuencia después de la floración del primero y antes de su cosecha. En el sudeste asiático, por ejemplo, es una práctica común la siembra de una leguminosa de grano en el campo de arroz durante la última semana anterior a la cosecha. El campo inundado es drenado y la leguminosa de grano se siembra al voleo en el suelo húmedo, debajo de las plantas de arroz.

El propósito de la mayoría de los cultivos de relevo es economizar tiempo cuando se hace difícil armonizar dos ciclos completos dentro de la estación de crecimiento, por limitaciones de temperatura o de agua. El tiempo ganado es más que esos pocos días durante los cuales los dos cultivos se traslapan. Si el segundo cultivo no se siembra antes del comienzo de la cosecha del primero, puede ser que no haya mano de obra disponible sino hasta después de que aquella termine. Cuando se usan técnicas que no requieren labranza el relevo tiene la ventaja adicional de establecer las plántulas del segundo cultivo a la sombra del primero, cuyo dosel mantiene húmeda la superficie del suelo.

Cuando hay abundancia de mano de obra y es posible un alto nivel de manejo los cultivos de relevo pueden practicarse en fincas de dos hectáreas o menos. En Taiwan se usa el camote, cultivo que requiere un suelo de textura relativamente gruesa, como relevo del arroz, mientras que el maíz puede utilizarse como relevo con frijoles y yuca. La siembra de relevos es una práctica común en la producción intensiva de hortalizas en pequeñas fincas.

Ahora bien, los cultivos de relevo presentan algunas dificultades: el buen control de las malezas durante el primer cultivo es un requisito indispensable para la siembra del segundo. Esta siembra, al realizarse dentro de un cultivo en pie, normalmente significa más mano de obra y más dificultades que la siembra en una parcela libre. La siembra con poca o ninguna labranza aumenta los riesgos del segundo cultivo y si las condiciones no son exactamente adecuadas el rendimiento puede resultar severamente afectado.

Por todas estas razones sólo debe intentarse el cultivo de relevo cuando se puede obtener un beneficio significativo y cuando las condiciones parecen favorables. La sola posibilidad de economizar unos

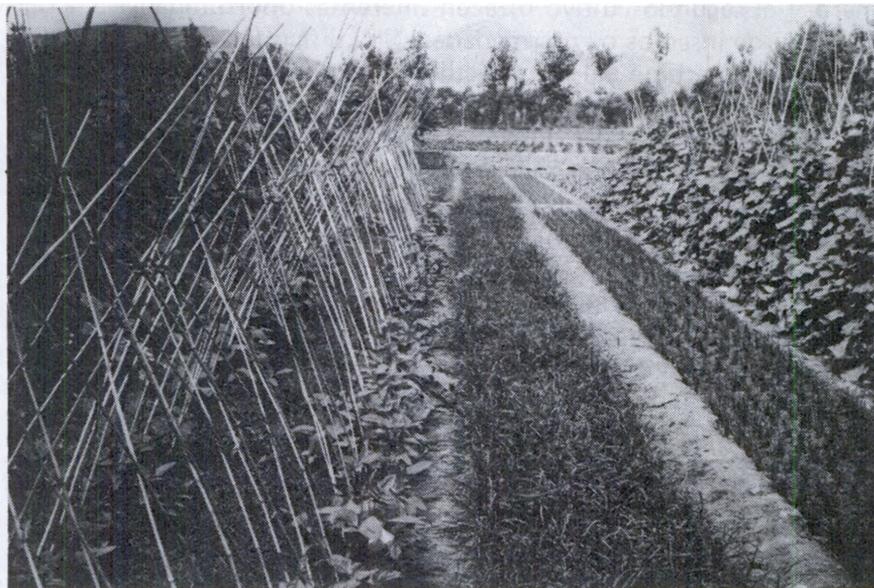


Fig. 18. Siembra intercalada compleja de pepinos, frijoles, apio y cebollinos en China.

pocos días no justifica con frecuencia un sacrificio significativo en el rendimiento. Aunque la siembra de relevo puede ser altamente productiva en términos de rendimiento por unidad de tierra, las utilidades en términos de mano de obra y manejo pueden ser menos generosas, ya que estos dos recursos resultan muy exigentes.

Los cultivos de relevo difieren en cuanto a la tolerancia de sombra del cultivo en pie. Para cultivos de relevo con arroz los períodos de traslape máximos son:

frijol mungo	2 – 3 días
rábano	2 – 3 días
maíz	1 semana
soya	1 semana
sorgo	2 semanas
camote	4 – 5 semanas
yuca	varias semanas
taro	varias semanas

Períodos de traslape mayores pueden reducir severamente el rendimiento del cultivo de relevo.

El fertilizante se aplica al cultivo de relevo generalmente después de la cosecha del primer cultivo. En un sistema de relevo el pri-

mero y el segundo cultivo ofrecen diferentes oportunidades a la persistencia de insectos o enfermedades. Una dificultad potencial en este sistema es el acame del primer cultivo, que hace sumamente difícil y lenta la siembra del segundo. El agricultor también puede tener dificultades con el uso del equipo mecánico para la preparación de sembreras y el control de malezas, así como con el manejo de las plántulas pequeñas durante los primeros días del segundo cultivo, antes de la remoción del primero.

El potencial del cultivo de relevo aumenta si el agricultor divide la recolección del primer cultivo, cosechando hileras alternas más temprano que las restantes. Este sistema puede ser practicado con cultivos de cosecha tanto verde como seca, como soya o maíz. El segundo cultivo también se beneficiará cuando el agricultor quite el exceso de hojas del primero. Si se usa con cuidado y atendiendo los detalles en forma apropiada, el cultivo de relevo puede aumentar considerablemente la productividad, aunque usado indiscriminadamente puede no ser remunerativo.

Cultivos intercalados

El intercalado de cultivos anuales, o sea la siembra conjunta de dos cultivos distintos en el mismo campo y al mismo tiempo, es el menos comprendido de todos los sistemas de cultivo. Hasta hace poco había escasa investigación sobre patrones de cultivos intercalados, y aún ahora la complejidad de estas combinaciones de cultivos desalienta los intentos de estudio; casi toda la atención se dirige a las formas más simples.

Es posible hacer algunas generalizaciones sobre los cultivos intercalados:

- a. cada uno de los muchos patrones de cultivos intercalados posibles es apropiado para una situación o grupo de condiciones en particular y resulta inadecuado para otra;
- b. casi siempre se escoge un patrón específico de cultivos intercalados para aliviar una limitación especial de recursos;
- c. el intercalado está casi siempre asociado con fincas de menos de dos hectáreas, frecuentemente, de menos de una;
- d. cualquier patrón de cultivo intercalado debe ser diseñado atendiendo cuidadosamente los detalles del tipo de plantas, disposición de siembra, fechas y otros factores;

- c. las combinaciones de cultivos intercalados vuelven difícil, si no imposible, el cultivar entre hileras con equipo de tiro animal o con tractor.

Hay diferentes combinaciones de cultivos intercalados que usan cultivos anuales, y la más frecuente es una combinación de plantas bajas y altas en que ambos cultivos se siembran simultáneamente pero donde el cultivo más alto se cosecha primero. Por ejemplo, el cultivo alto puede ser maíz, cuya cosecha se hace a los tres meses, intercalado con maní, camote o arroz, los que se cosechan después de cuatro meses. Estos intercalamientos, con diferentes tipos de plantas y poca competencia entre cultivos durante la época reproductiva, son generalmente los más remunerativos.

Otro patrón combina dos cultivos altos con diferentes ritmos de crecimiento, o distintas fechas de siembra, de manera que uno madure antes que el otro. Por ejemplo, maíz o sorgo de tres meses puede intercalarse con yuca, que tarda diez meses en madurar, o gandul, que tarda de ocho a diez. Estos intercalamientos son a menudo más productivos que los monocultivos.

Un tercer tipo de cultivo intercalado incluye un cultivo de corta duración y porte bajo, como soya o una hortaliza, sembrado al mismo tiempo que un cultivo más alto de crecimiento lento y maduración tardía, como la caña de azúcar; es esencial que ambos cultivos se complementen. Una variedad de caña de azúcar que crezca lentamente hacia los lados resulta la más apropiada para la siembra intercalada.

Un cuarto patrón consiste en intercalar una planta baja de maduración temprana bajo una planta más alta, por ejemplo, frijol mungo bajo maíz; la productividad de esta combinación es incierta pero puede haber beneficios compensatorios.

En África se encuentra otro tipo de intercalado: los agricultores combinan plantas de tipo semejante pero con distintos períodos de maduración, por ejemplo, millo o maíz que maduran en tres meses, con sorgo que madura en seis.

La siembra intercalada puede servir para alcanzar varios objetivos agrícolas diferentes; para cada objetivo hay ciertas combinaciones de cultivo intercalado específicas, que resultan las más apropiadas.

A menudo se puede lograr mayor productividad general con combinaciones tales como maíz/arroz de secano, en las que los tipos de plantas son diferentes y donde los períodos de crecimiento no se traslapan por completo. Los dos cultivos se siembran simultáneamente, con el maíz a una densidad de 20 000 a 30 000 plantas por hectárea, en hileras separadas por dos a tres metros. El arroz se siembra entre las hileras de maíz, en surcos separados por 25 cm; en esta combi-



Fig. 19. Un agricultor indonesio y su campo con arroz de secano, maíz y yuca.

nación los patrones de crecimiento de ambos cultivos se complementan mutuamente, el maíz crece más rápido que el arroz, acumulando materia seca a alto ritmo durante los dos primeros meses, y se cosecha antes del espigamiento del arroz. El crecimiento del arroz casi no es retardado por el maíz y después que éste es cosechado madura con un rendimiento relativamente alto.

La diferencia en los períodos de maduración de los dos cultivos constituye el factor crítico; en teoría, el maíz se cosecha como grano seco a los 80 días de la siembra mientras que el arroz se cosecha 125 días después de la siembra. En siembras experimentales esta combinación de cultivos intercalados ha producido un 60 % más que los monocultivos.

Otras combinaciones que presentan ventajas de rendimiento similares incluyen maíz/yuca, maíz/frijoles, maíz/maní y sorgo/millo. Los cultivos de larga duración y de comienzo lento, como la caña de azúcar y el gandul, pueden intercalarse provechosamente con un cultivo de crecimiento rápido que pueda cosecharse temprano.

Hay otras combinaciones que ofrecen mayores beneficios por el uso de la mano de obra, especialmente aquellas combinaciones de larga duración que se usan cuando no se dispone de energía para la labranza. Cuando la labranza es manual la combinación de cultivos de larga y corta duración resulta en una prolongada estación de cultivo con múltiples cosechas, que ofrece la máxima utilidad por la mano de obra invertida inicialmente en la labranza manual. Por ejemplo en la combinación maíz/yuca, la yuca cubre el suelo después de la cosecha del maíz hasta que está lista para su propia cosecha, en diez u once meses. La combinación sorgo/gandul ofrece una ventaja similar.

Estas combinaciones pueden ponerse sólo en una parte de la finca, sembrando el resto con una secuencia de dos cultivos. Durante la estación media, cuando hay escasez de mano de obra para cosecha y resiembra, el cultivo intercalado requiere poca labor. Muchas combinaciones ofrecen la ventaja de requerir una mayor proporción de mano de obra liviana, por lo que se adaptan mejor a las fincas pequeñas, en las que la familia del agricultor hace todo el trabajo.

Generalmente, y una vez que han formado su dosel foliar, los cultivos intercalados de larga duración no necesitan labranza, por lo que toleran bien los períodos muy húmedos, durante los cuales la labranza es difícil o imposible.

Muchas combinaciones de siembra intercalada simplifican el control de malezas porque la rápida formación de un dosel denso reduce su crecimiento. Las malezas susceptibles a la sombra, como *Imperata cylindrica*, pueden ser eliminadas por completo mediante una combinación como maíz/frijo mungo, la que intercepta el 90 % de la luz incidente después de 50 días de crecimiento. El maíz sólo intercepta un 80 % de la luz. La siembra intercalada continua de alta densidad puede eliminar las malezas sensibles a la luz.

En ciertos casos se ha encontrado que los cultivos intercalados mejoran el control de plagas y enfermedades. Por ejemplo, en el sudeste asiático se ha observado que el maíz sembrado en surcos espa-

ciados de dos a tres metros, intercalado con soya, maní, arroz de secano y frijol mungo, sufre relativamente poco ataque del mildiú. El amplio espaciamiento de las hileras del maíz reduce también la incidencia del barrenador; cuando el maíz se intercala con maní, la cantidad de pupas del barrenador puede reducirse a la décima parte. Aunque hasta el momento no son muchos más los ejemplos de las ventajas que ofrece el uso de cultivos intercalados con respecto a plagas y enfermedades, las investigaciones futuras pueden encontrar muchas otras combinaciones útiles.

Hay cierta indicación de que las combinaciones de cultivos intercalados de ciclo largo son ventajosas cuando los nutrimentos son limitados. Las poblaciones poco numerosas de plantas de larga duración absorben los nutrimentos a un ritmo más bajo que las poblaciones de alta densidad de un cultivo de ciclo corto. En contraste, los monocultivos de alta densidad y manejo intensivo de maíz o arroz son eficientes en el consumo de nitrógeno aplicado, mientras que en situaciones de suficiencia de nitrógeno se recuperan rápidamente de la tensión de nutrimentos y dan buen rendimiento. Sin embargo, estos cultivos crecen mal cuando los nutrimentos son limitados y sólo se liberan lentamente.

Se ha escrito mucho acerca de la estabilidad inherente a las combinaciones de cultivos, o sea el llamado "factor de seguridad". Hay evidencias que indican que cuando uno de los cultivos de una combinación se daña, a principios de la estación de crecimiento, debido a condiciones agroclimáticas adversas, insectos o enfermedades, los otros cultivos pueden compensar la pérdida mediante un mejor comportamiento. Se dispone de poca información que indique cuán general e importante es este fenómeno en la práctica. Normalmente se acepta que el aumento en la estabilidad del rendimiento es una ventaja de las complejas combinaciones de cultivos intercalados usadas en la agricultura migratoria; bien puede acreditarse una ventaja similar a los agricultores que intercalan.

En resumen, los agricultores usan combinaciones de cultivos anuales por varias razones específicas. Distintas combinaciones tienen características diferentes, que les confieren ventajas específicas en situaciones particulares, por lo que debe tenerse cuidado de no generalizar acerca de los cultivos intercalados sino ser específicos en cuanto al tipo de siembra involucrada y a la situación bajo la cual se hizo.

Cultivos perennes

Los cultivos perennes son muy importantes para los sistemas agrícolas mixtos. Aunque aquí no serán tratados en extenso, el lector

puede remitirse a la excelente revisión de H. Ruthenberg sobre el tema (ver bibliografía).

Los cultivos perennes —árboles y arbustos— son un recurso potencial casi inexplorado en la agricultura de las pequeñas fincas, a pesar de que muchos de ellos están especialmente bien adaptados a tierras marginales con pendientes pronunciadas o baja fertilidad natural. En las siembras mixtas de estas fincas deberían incluirse normalmente especies perennes como coco, cacao y muchas frutas y nueces tropicales, dejando amplios espaciamientos entre las hileras para la siembra de los cultivos básicos. Cuando el pequeño agricultor cultiva plantas perennes con fines de comercialización no debe sembrarlas solas, ya que no tiene suficiente tierra adicional ni mano de obra disponible para los cultivos alimenticios que le permitan satisfacer por lo menos una buena parte de sus necesidades domésticas. El agricultor con pocos recursos mal puede hacer frente a la incertidumbre y al alto costo que significa la compra de gran parte o de toda su alimentación en el mercado local.

Casi todos los cultivos perennes, atendidos manualmente, permiten al agricultor pequeñas economías, por lo que bien puede comenzar su plantación con un número pequeño de árboles o arbustos perennes, intercalados con el cultivo anual regular. Cuando los cultivos anuales y los perennes se trabajan simultáneamente, el costo adicional por el manejo de los cultivos perennes durante los años no productivos es bajo. La combinación de cultivos adecuada y el balance eventual entre cultivos anuales y perennes, deben decidirse de acuerdo con el mercado local para el cultivo comercial, el tipo y tamaño de la parcela, y las necesidades de alimento de la familia del agricultor.

En algunos lugares de Asia, donde estas plantaciones están bien establecidas, las combinaciones de cultivos perennes en la parte no comercial de la finca (alrededores de la casa) contribuyen considerablemente al solaz y bienestar de la familia. Los agricultores indonesios tienen gran experiencia en un cultivo de tres hileras, con una combinación de especies que proporciona sombra, privacidad, variedad en la dieta, combustible y materiales de construcción, así como productos comerciales. El sistema aprovecha los nutrimentos de desechos animales, vegetales y humanos que se acumulan en el patio. Es más fácil desarrollar un sistema como éste en pueblos extendidos que en comunidades aglomeradas, por cuanto el patrón extendido ofrece más espacio para cultivos alrededor de las casas, en donde pueden acumularse los desechos. En sistemas que permiten el pastoreo libre, los nutrimentos potenciales del cultivo están dispersos, es más difícil establecer cultivos caseros y estos son menos productivos.

Conforme la atención de los planificadores de desarrollo se centra en el bienestar de la familia más que en el rendimiento de los granos básicos principales, la importancia potencial de los cultivos perennes en los sistemas de cultivos mixtos merece una evaluación cuidadosa. Los cultivos perennes ofrecen muchas ventajas para los sistemas de cultivos múltiples. En suelos de baja fertilidad, donde los cultivos anuales sin una buena fertilización podrían agotar en poco tiempo los nutrientes disponibles, los cultivos perennes pueden mantener un alto nivel de productividad continua. Después de cierto número de años los árboles acumulan grandes cantidades de nutrientes y sus extensos sistemas de raíces son capaces de aprovechar la humedad del suelo y los nutrientes. Además, los árboles reciclan los nutrientes por medio de un sistema cerrado: dejan caer hojas y ramillas y luego reabsorben los productos de su descomposición desde las capas superiores del suelo. Por otra parte, mientras que un cereal anual dedica el 25 % de los nutrientes que absorbe a la formación del grano, un árbol usa solamente una pequeña fracción de su provisión de nutrientes para producir una considerable cosecha de frutas o de nueces. Así por ejemplo, el cocotero puede producir una cosecha grande año tras año en suelos demasiado infértiles para una sola cosecha buena de maíz.

Además, los cultivos perennes son productores estables. No los afectan seriamente las fluctuaciones de pluviosidad pasajeras y contribuyen a la estabilidad general del sistema agrícola porque no necesitan trabajos de campo precisos o en fechas fijas y porque requieren niveles bajos de mano de obra y de energía.

El Cuadro No. 2 resume las necesidades de recursos y la productividad de varios tipos de patrones de cultivo. El factor crítico de escogencia entre estos sistemas alternativos es su necesidad de recursos. Allí donde los recursos lo permiten, el sistema más productivo constituye la mejor elección. Sin embargo, sistemas con menos necesidades de recursos pueden ser también altamente productivos y se les debe considerar cuidadosamente en los esfuerzos de desarrollo dirigidos a agricultores que sufren severas limitaciones de recursos.

Cuadro 2. Tipos de patrones de cultivo que se usan comúnmente en Asia: necesidades de energía y características de productividad.

	Consumo de energía			Productividad
	Humana	Mecánica	Química	
Cultivo de corta y quema (combinación de cultivos intensivos)	A	0	0	MB
Monocultivos de árboles	B	B-0	B-0	M
Arboles en siembra intercalada con cultivos anuales	M-A	B	B	A
Monocultivo único	B	B	B	M
Secuencia de cultivos múltiples	A	MA	MA	MA
Producción intensiva de hortalizas	MA	B	MA	MA
Siembra intercadala de cultivos anuales	A	M	M	A

Clave: MA = muy alto; A = alto; M = mediano; B = bajo; MB = muy bajo; 0 = cero.

CAPÍTULO 9

LOS ANIMALES EN LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS MIXTOS

La cría de ganado y animales pequeños en los trópicos se realiza de acuerdo a dos esquemas de producción diferentes: grandes empresas comerciales y combinación de animales con sistemas agrícolas mixtos.

Las empresas grandes se dedican especialmente a la producción de leche, cerdos y aves de corral, y aunque se encuentran en todo el trópico, sólo en algunas zonas de América del Sur y otras pocas áreas representan una porción importante de la industria animal total. Estas empresas suelen ser idénticas, en organización y métodos, a sus similares de los países desarrollados. Con grandes inversiones de capital y un alto grado de especialización, muchas de estas fincas ni siquiera cultivan el alimento que los animales consumen.

No debe resultar sorprendente que la mayor parte de los esfuerzos de investigación y desarrollo se hayan orientado hacia este sector comercial de la producción animal;

como resultado se ha generado una gran cantidad de conocimientos sobre tecnología moderna para la cría animal en gran escala, y esta tecnología se ha organizado en sistemas ideales de producción por especie. Tanto los sistemas como las tecnologías han sido adaptados localmente, para ser usados en diferentes áreas.

El aporte animal a los sistemas mixtos

El segundo esquema de producción animal, consistente en la combinación de animales con sistemas agrícolas mixtos, es el que predomina en los países en desarrollo. Son pocas las fincas pequeñas de estos países que no tienen animales. Una característica común de todas las pequeñas fincas con empresas mixtas de animales y cultivos es la estrecha interacción de los componentes. La diversidad y complejidad de estas interacciones han sido desanimantes y no es mucha la investigación sobre el desarrollo que se orienta hacia tales sistemas. Sin embargo, la eficiencia y productividad inherentes a estas combinaciones de cultivos y animales, debido a las interacciones que permiten, explican su popularidad casi universal entre los agricultores.

La eficiencia de las interacciones cultivo/animal es más pronunciada en donde hay escasez de recursos de producción, por lo que resultan decisivas para el mejoramiento y el éxito de las pequeñas fincas en que el potencial de producción es limitado, y en las que la posibilidad de explotar cultivos adicionales y fuerza de trabajo mediante la cría de animales se vuelve muy importante. En las interacciones cultivo/animal más productivas el animal se usa como fuente de energía para labores de cultivo, como fuente de carne para consumo doméstico y para la venta, como consumidor de subproductos y como medio de reciclar nutrimentos en el terreno de cultivo (ver Capítulos 2 y 11). Esta interacción casi total es la relación cultivo/animal más común en fincas pequeñas de Asia y su productividad explica la creciente popularidad del sistema en esa región. En las fincas pequeñas, es común la tendencia a integrar animales de trabajo, los que requieren poca inversión de capital pues el agricultor los puede reproducir en la finca o comprar baratos cuando están jóvenes. Los costos operativos del animal de trabajo son relativamente bajos, por lo que resultan prácticos en un sistema con un flujo de caja limitado.

En las zonas en que hay mercados de carne los animales aumentan su valor potencial conforme crecen, pero los mejores animales de tiro no suelen venderse hasta que sobrepasan su valor con trabajo, y para entonces su precio en el mercado ha disminuido. La cría y mantenimiento de animales de tiro se combinan generalmente con la cría de otros sólo para carne; el cuidado de ambos tipos de animales no

requiere mano de obra pesada y normalmente el trabajo se asigna a los niños o a los viejos, quienes de otro modo estarían desocupados.

Fuentes de alimento animal

Las dos fuentes principales de alimentación animal en los sistemas agrícolas mixtos son: pastoreo controlado y alimento cortado y acarreado. El uso del pastoreo controlado depende de la disponibilidad de pasturas apropiadas, ya sea en tierras no cultivadas de la finca o en áreas de pastoreo comercial. Hasta cierto punto los animales también pueden pastorear satisfactoriamente en los rastrojos que quedan después de la cosecha a lo largo de las cercas o entre los árboles de la finca. Conforme el cultivo se intensifica, poniendo cada porción de tierra en su uso más productivo, aumenta la necesidad de cortar el alimento y llevarlo a los animales. Con frecuencia la combinación de pastoreo controlado y corta y acarreo de alimento es la relación más productiva entre los sistemas de cultivos y los animales.

En las fincas más pequeñas y trabajadas más intensivamente pocas veces se permite a los animales pastorear en forma libre; en vez de ello, el alimento se cosecha y se les lleva. En zonas en que el cultivo intensivo se interrumpe por un período de poca o ninguna precipitación, el alimento animal se almacena al final de la estación lluviosa, para ser usado durante los meses secos. En Batangas, Filipinas —área de cultivo intenso y estrecha interacción de animales y cultivos en el sistema agrícola típico— se siembra una porción grande de la tierra con maíz, al final de la estación lluviosa. La siembra se programa de manera que el maíz madure después de que hayan terminado las lluvias. La falta de humedad a fines de la estación de crecimiento a menudo reduce el rendimiento del grano, pero la pérdida es aceptable como precio por la caña del maíz, que puede secarse en el campo, acarrear al área de almacenamiento y darse como alimento a los animales durante toda la estación seca.

En muchas culturas, las áreas comunales de pastoreo son parte tradicional del poblado. Sin embargo, el pastoreo comunal vuelve casi imposible el control de enfermedades y la cría selectiva, y con frecuencia la productividad de los animales mantenidos bajo esta forma de manejo es baja. Conforme la agricultura se torna más intensiva, especialmente en áreas de mucha precipitación, queda menos tierra disponible para fuentes externas de alimento animal. En muchas áreas de los trópicos el uso de la tierra se ha vuelto tan intensivo que casi todo el forraje debe venir de la finca misma.

Si el agricultor tiene que depender de su propia tierra para proveer la mayor parte del forraje para sus animales, puede hacer varios

ajustes en sus patrones de cultivo. Hasta cierto punto el procedimiento dependerá del trazado de la finca y del poblado, y los problemas de alimentación animal serán mucho más complicados si la casa está lejos de la finca. El agricultor puede obtener el alimento para sus animales de las cercas, o de las áreas sembradas con cultivos arbóreos, donde puede sembrar también especies de *Saccharum*, que son competitivas con otros pastos y malezas, altamente apetitosas para los animales, y que no invaden los campos cultivados.

La distancia que recorrerá el agricultor buscando alimento para sus animales y, especialmente, la cantidad de tierra de cultivos que esté dispuesto a dedicar a ese propósito, dependerán del tamaño de la finca y de la escasez de alimento. Si su finca tiene menos de dos hectáreas y él concede mucho valor a sus animales, tanto para trabajo como para carne, puede dedicar parte de su tierra a alimento animal. En las regiones arroceras en que se usa el carabao como animal de tiro, se utiliza la paja del arroz como alimento complementario, aliviando así la necesidad de dedicar tierra de cultivos a la siembra de alimentos para los animales. Sin embargo, el ganado vacuno requiere alimentos de superior calidad.

En Batangas, Filipinas, el alimento animal escasea bastante durante la estación seca, así como al principio de la estación lluviosa, cuando toda la tierra disponible se siembra con cultivos. Debido a la escasez de tierra el pastoreo libre es impracticable. Para obtener alimento animal los agricultores intercalan maíz dentro del arroz de secano, al comienzo de las lluvias monzónicas, y lo cosechan de 30 a 60 días después, como forraje verde. Se obtiene así un considerable volumen de maíz sin afectar seriamente el rendimiento del arroz. Con frecuencia también se siembra maíz para alimento animal a lo largo de los bordes de los campos, a principios de la estación.

Hay muchos cultivos que pueden podarse o ralearse para obtener alimento animal como subproducto de su producción regular. Cuando se siembran cereales u hortalizas en una segunda estación, las plantas se colocan con un espaciamiento corto dentro de la hilera y se ralean a medida que crecen, para mejorar la población y para obtener alimento animal. Los cultivos comerciales de maíz se ralean a menudo dentro de la hilera; conforme los granos se van formando, se quitan las hojas inferiores y se recorta la parte superior de las plantas cuando los granos maduran, para obtener alimento animal. Después de la cosecha se cortan los tallos y se guardan para forraje durante la estación seca. El sorgo se ralea y se poda en la misma forma, especialmente en la India, donde es un alimento animal común y donde se siembran variedades especiales de sorgo para forraje. También los bejucos del camote se recortan para alimento animal.

Las malezas pueden cosecharse para forraje durante la estación de cultivo. Después de la cosecha muchos cultivos, incluyendo la mayoría de las leguminosas, pueden servir para los animales, mezclados con otros alimentos. Normalmente el factor limitante es el alto contenido de fibra del cultivo maduro.

En las fincas pequeñas los granos son generalmente usados como alimento sólo para pollos, en parte porque no hay facilidades para molerlos y destinarlos para otros animales. Casi siempre resulta más ventajoso para el agricultor convertir los granos en carne de pollo que venderlos directamente.

La relación entre número de animales y tamaño de la finca está condicionada por varios factores: la duración de la estación de crecimiento, la cantidad de lluvia, la productividad general de la finca, la importancia de los animales en los sistemas de cultivo y los valores de los cultivos alternativos. En áreas similares a muchas regiones húmedas de Asia, con una fertilidad relativamente alta, con una estación de crecimiento lo suficientemente larga como para permitir dos cultivos y con una precipitación abundante, se pueden mantener una o dos vacas en combinación con los cultivos, en una finca de apenas una hectárea y media. Conforme decrece la productividad de la finca aumenta la cantidad de terreno necesario por animal.

Mientras que el número de animales grandes —caballos, ganado vacuno, cabras y ovejas— es más o menos estable durante todo el año, las cantidades de animales pequeños pueden variar de acuerdo con el cultivo de la estación y la disponibilidad de alimento. Los patos, por ejemplo, alcanzan su tamaño de mercado en unas pocas semanas y, por tanto, pueden tenerse como cría estacional. En Tailandia el número de patos aumenta mucho durante e inmediatamente después de la cosecha de arroz, cuando el rastrojo y los residuos de las espigas pueden usarse como alimento. La oferta de patos llega al mercado justamente a tiempo para el año nuevo chino. Los pollos, conejos y gansos son igualmente versátiles en su capacidad de aprovechamiento de los residuos de los cultivos estacionales. Una ventaja adicional de la cría de estos animales pequeños es que pueden venderse o negociarse en transacciones pequeñas, hasta de un solo animal; de igual modo, son muy apropiados para la mesa familiar de la finca.

Manejo de los animales

El manejo de los animales es decisivo en la relación productiva cultivo/animal. Donde se permite que los animales forrajeros, especialmente los cerdos, vaguen libremente, la productividad de los cultivos sufre significativamente. En estos lugares la diversidad de cultivos



Fig. 20. Cuando los animales de la finca pastan libremente terminan con los cultivos, con excepción de los que no son aprovechables por su mal sabor, por lo que las fuentes de alimento potencial para la familia se reducen considerablemente.

será mucho menor que en los pueblos donde los animales son atendidos cuidadosamente. En algunos pueblos de Mindanao, Filipinas, o en el norte de Tailandia, donde los cerdos y otros animales vagan sin vigilancia, una finca no puede tener más de ocho o diez cultivos alimenticios diferentes. En pueblos de Indonesia, en las colinas de Nepal o en ciertas zonas de Filipinas con condiciones climáticas similares, pero donde los animales están encerrados, es frecuente encontrar de 50 a 60 especies de plantas económicas en una sola finca. Entre los cultivos se incluye un gran número de plantas comestibles: raíces, frutas, leguminosas y cereales. Esta correlación directa entre el nivel de manejo de los animales y la diversidad y productividad de los cultivos se nota dondequiera que animales y cultivos crecen juntos (ver Cuadro No. 1 del Capítulo 2).

El encierro y manejo de los animales a menudo se vuelven un problema social. Las prácticas de pastoreo por parte del agricultor pueden perjudicar a otros agricultores del área si sus animales pastan en las parcelas ajenas o si utilizan más tierra común de la que le corresponde al agricultor. Conforme la agricultura se intensifica y las pasturas existentes se dedican a segundos cultivos, pueden surgir otros problemas. Con frecuencia los agricultores deben cercar sus tierras para que los animales de sus vecinos no invadan sus propiedades,

lo que implica un alto costo en tiempo, mano de obra y materiales. Los esfuerzos por intensificar la agricultura a menudo dependen de que se dicten y cumplan ciertas reglas locales que obliguen al encierro y a la vigilancia estrecha de los animales.

La mano de obra para esta vigilancia se obtiene generalmente de los miembros más jóvenes de la familia rural; cuando el agricultor envejece y carece de hijos jóvenes que atiendan sus animales, los vende. Los agricultores con más animales de los que sus hijos pueden cuidar a menudo reciben un duro golpe ante la necesidad de tener que encerrar y vigilar el ganado en lugar de permitirle pastorear libremente por todo el pueblo. Tales agricultores pocas veces soportan el costo de mano de obra externa para atender los animales y no es raro que usen su influencia sobre los políticos locales para impedir las disposiciones que los obligan a controlar sus animales. Por todo esto la modificación de las conductas tradicionales, buscando fomentar una relación más productiva entre animales y cultivos es, a menudo, un proceso lento y frustrante.

Ventajas de los sistemas mixtos

Los beneficios de los sistemas mixtos de animal/cultivo explican su popularidad entre los pequeños agricultores. Los sistemas alcanzan su productividad más alta mediante el uso de animales que coman los residuos de los cultivos, o los cultivos menos populares que el agricultor no podría comercializar. Además, los animales proporcionan un complemento valioso a la dieta de la familia. En lugares con mercados comerciales los animales representan una fuente muy valiosa de capital y de ingreso en efectivo, y estabilizan la productividad de la finca durante las fluctuaciones climáticas de corta duración, a las que son poco susceptibles.

Cuando hay acceso a mercados confiables el finquero puede usar sus animales como respaldo contra necesidades imprevistas de dinero; mediante la venta de uno o más animales puede hacer frente a emergencias en caso de enfermedad o muerte, o de matrimonio y otras celebraciones; en Filipinas es corriente vender un cerdo para afrontar los gastos de escuela. Una publicación reciente del IRRRI señala que "un estudio de los flujos de caja semanales mostró que existen lazos financieros críticos entre el cultivo del agricultor, su ganado y sus necesidades domésticas. Por ejemplo, con frecuencia los agricultores venden ganado en la época de siembra, para comprar los insumos necesarios".

Por lo tanto es sumamente importante que los especialistas en animales y los especialistas en cultivos comprendan las interacciones existentes y su potencial para aumentar la productividad de la pequeña finca. En la mayoría de los países hay poco contacto entre estas disciplinas; ambas deben reorientarse hacia el estudio del potencial de los sistemas de cultivo para suministrar forraje en sistemas complementarios con animales.

A pesar del interés universal de los agricultores por los sistemas mixtos de cultivo/animal, los profesionales en producción de cultivos y producción animal normalmente realizan investigación en sistemas de cultivos puros o de solo animales, sin hacer referencia a sus interacciones. Afortunadamente, la mayoría de los agricultores no tiene tales inhibiciones o prejuicios. La ciencia debería hacer más por ellos; los sistemas de producción mixta cultivo/animal merecen la atención y el compromiso de quienes formulan las políticas de desarrollo y de los administradores, así como de los científicos, conforme los recursos de producción agrícola son exigidos al máximo.

CAPÍTULO 10

EMPRESAS NO COMERCIALES DE LA FINCA

Las empresas no comerciales de la finca incluyen todas las actividades agrícolas cuyos productos consume la propia familia rural. Sin embargo, esta categoría incluye también las actividades que dan lugar a pequeñas ventas en efectivo, o a transacciones marginales con respecto a las principales empresas comerciales de la finca.

El patio como centro de producción

Las actividades no comerciales más importantes se realizan en el perímetro de la casa del agricultor, sitio que recibe distintos nombres según el país: en Indonesia se llama "pekarangen", en Estados Unidos "farmyard". La posibilidad de desarrollar empresas no comerciales en el patio de la casa está determinada en gran parte por el trazado del pueblo. Si las casas están muy cerca unas de otras, habrá poco espacio para actividades de patio. Con frecuencia la aglomeración es una me-

dida de seguridad en áreas expuestas, o una adaptación a la topografía; por ejemplo un pueblo aglomerado en los terrenos altos de un llano inundable. Por otra parte, el trazado de pueblos como las colonias indonesias de transmigración, en que las casas están intencionalmente espaciadas a lo largo de los caminos que conducen a los centros poblados, estimula el desarrollo de empresas en los patios. Cada casa tiene acceso directo a los terrenos de su finca y el desarrollo del área del patio está libre de obstáculos.

Las siembras más comunes en los patios son cultivos arbóreos. En áreas con alta pluviosidad (más de 1 200 mm por año) y menos de seis meses de sequía, el cultivo predominante es el coco. Otros árboles frutales altos que pueden sembrarse son: mango, jaca, fruta de pan, rambután, lichi y kapok. Pueden incluirse árboles leguminosos como *Gliricidia* o *Leucaena*, que sirven para alimento animal o para leña y que además producen nitrógeno para el suelo, o bien pueden sembrarse uno o dos macizos de bambú para construcciones de la finca o para vender.

Bajo los árboles más altos se siembran normalmente plantas de altura intermedia, como café, banano y papaya, y bajo este segundo estrato de vegetación puede haber un tercero, aún más bajo, con especies que toleren la sombra, como jengibre, yuca, piña, taro, frijol alado y otras. Un plantío bien desarrollado en el patio de la casa imita el ecosistema del bosque tropical, reemplazando las plantas nativas con especies económicas. El sistema de tres estratos está muy avanzado en Java, Indonesia, donde los agricultores se han vuelto expertos en la selección y manejo de las especies más apropiadas.

Las plantaciones de los patios desempeñan varias funciones importantes: 1) los árboles, adecuadamente seleccionados y espaciados, proporcionan sombra y abrigo, protección que es especialmente importante en áreas de tifón; 2) una plantación bien establecida en el patio de la casa tiene importantes valores estéticos y recreativos que contribuyen al bienestar general de la familia del agricultor; 3) las arboledas densas ofrecen a la familia cierto grado de privacidad; el aislamiento que proporcionan los árboles, las cercas y los setos vivos, es aceptado a veces por culturas que desaprueben otras formas de privacidad; 4) los cultivos no comerciales rompen la monotonía de la dieta de la finca, basada en uno o dos artículos básicos, a la vez que proporcionan aquellos complementos que, como la vitamina A, no son ofrecidos adecuadamente por cultivos básicos como maíz o arroz. La familia rural de los trópicos espera disponer de cierta variedad de frutas y hortalizas, en la misma forma que las familias más pudientes de las zonas templadas; la diferencia consiste en que los agricultores de bajos ingresos no pueden comprar estos productos en el mercado sino

que deben cultivarlos ellos mismos. Además, las hierbas, especias y otros aliños cultivados por la familia de la finca enriquecen considerablemente el sabor de muchos platos tradicionales; 5) a veces una parte de la producción del patio de la casa puede ser vendida en el mercado local, lo que proporciona un ingreso complementario al agricultor; 6) algunas especies cultivadas en el patio suministran combustible para cocinar y calentar la casa, y materiales de construcción y mantenimiento. Finalmente, estos cultivos de patio aprovechan muy bien las fuentes de nutrimentos, como estiércol y residuos vegetales, que se acumulan alrededor de la casa.

En áreas más secas los árboles más altos del patio pueden ser útiles para sombra y leña. Las especies que pueden mantener las hojas durante la larga estación seca son las más apropiadas. Pocos cultivos económicos pueden tolerar estas condiciones.

En el desarrollo del patio de la casa influyen varios factores:

- a. la orientación del pueblo y la extensión de tierra disponible alrededor de las casas;
- b. la permanencia del poblado;
- e. el clima;
- d. el tamaño de la finca, pues determina la cantidad de terreno que puede dedicarse a empresas no comerciales;
- c. la disponibilidad de especies apropiadas y el conocimiento de sus usos;
- f. los animales del sistema agrícola y su nivel de manejo.

En los lugares en que no se cuida a los animales forrajeros, el potencial de los cultivos de patio se reduce drásticamente. En la India, donde el ganado vaga sin vigilancia, y en los pueblos tribales donde los cerdos se alimentan libremente de basuras, los patios de las casas están casi desiertos, con unos pocos cultivos y algunos árboles de sombra. La falta de plantas en el patio de la casa desmerece mucho la calidad de la vida del agricultor.

Cercas vivas

Las cercas vivas sirven tanto para siembras no comerciales, para su función principal de límite de los campos o encierro de animales



Fig. 21. Una joven nepalesa acarrea materiales vegetales para alimento animal y para "compost" hacia el huerto de la casa. La circulación de nutrimentos de las áreas de pastoreo a los campos de cultivo es esencial para la productividad de los cultivos en la agricultura intensiva de las colinas de Nepal.

forrajeros, como para control de erosión. En muchas zonas asiáticas de alta pluviosidad se colocan cercas vivas que resultan muy eficaces para retener la capa superior del suelo, dispuestas en terrazas formadas por árboles y arbustos de porte medio, como banano y papaya.

El kapok es muy usado para cercas vivas porque proyecta poca sombra sobre los cultivos. En Indonesia se siembran árboles leguminosos, como *Gliricidia*, porque sirven para leña y son fuente de nitrógeno en los campos pequeños; como sus ramas son erectas, casi no proyectan sombra. También actúan como setos vivos algunas gramíneas que rinden como forraje pero que no compiten con los cultivos de campo.

En casos aislados las cercas vivas pueden ser un lugar de reproducción de insectos y enfermedades, si bien esto no es la norma. Hay evidencias indicadoras de que la diversidad y permanencia de las plantas de la cerca hacen de ella un buen refugio para insectos benéficos y predatorios. La relativa ausencia de brotes de insectos en áreas pequeñas y muy diversificadas de las fincas con amplio uso de setos vivos y

plantaciones en los patios, puede considerarse como un beneficio neto de estas instalaciones tradicionales.

En casi toda la zona tropical es frecuente encontrar árboles sembrados en áreas de pastoreo, o en campos de cultivos no comerciales. En los lugares muy calientes los árboles en las zonas de pastoreo resultan valiosos porque brindan sombra a los animales; en las áreas de cultivo la utilidad económica de los árboles depende de la intensidad de cultivo del campo y de su productividad. Si la intensidad de cultivo y la productividad son bajas, los cultivos arbóreos pueden estabilizar o aumentar el rendimiento total. Si el cultivo intensivo incluye el uso extensivo de insumos químicos caros, y las condiciones son favorables para el desarrollo del cultivo, probablemente se podrían eliminar los árboles dejando el espacio para cultivos más productivos y de manejo muy intenso. Sin embargo, donde las condiciones de cultivo son más deficientes y el manejo menos intenso porque no hay disponibilidad de insumos, probablemente los árboles deberían dejarse en su lugar.

Las cárcavas y las laderas adyacentes a las áreas de cultivo pueden aprovecharse también para cultivos no comerciales. En las zonas de fincas pequeñas estas áreas desocupadas a menudo proveen uso económico con siembras intensivas de árboles frutales o de especies de leña que casi no requieren atención.

El establecimiento de estas empresas productivas no comerciales puede significar mucho para el bienestar de las familias rurales y para la productividad de las fincas pequeñas. Sin embargo, los científicos carecen de información sobre tales posibilidades e incluso ignoran la existencia de las siembras en los patios de las casas de toda la zona tropical. La investigación orientada hacia la comercialización y concentrada en el rendimiento por hectárea del arroz, el maíz y otros cultivos comerciales, pasa por alto este elemento crítico para el bienestar rural. En todos los países la investigación sobre las siembras en los patios debería desarrollar y diseminar información acerca de cultivos no comerciales apropiados y su manejo, información que, al igual que los materiales concretos de siembra, debería ponerse a disposición del agricultor en forma extensiva.

CAPÍTULO 11

NECESIDADES DE NUTRIMENTOS EN LOS SISTEMAS INTENSIVOS DE CULTIVO

En los sistemas agrícolas intensivos el mantenimiento de la productividad de un cultivo depende, en gran parte, del cuidado de la fertilidad del suelo. Los agricultores enriquecen el suelo siguiendo alguno de estos procedimientos: compra de fertilizantes comerciales, recolección de materiales nutritivos fuera de la finca, reciclaje de nutrientes en los sistemas de monocultivo y reciclaje de nutrientes en varios sistemas de cultivo, en la misma finca. Tres de estos procedimientos incluyen el ingreso de nutrientes desde fuentes externas a la finca.

Fertilizantes comprados

En las fincas comerciales el sistema actual de fertilización es directo: compra de fertilizantes. Si el agricultor tiene acceso a fertilizantes comerciales y a un mercado fácil para sus cultivos, la compra de fertilizantes le resulta una inversión normal y remunerativa, propia de un sistema agrícola altamente productivo.

En los países desarrollados, con agricultura orientada hacia los mercados, la compra de fertilizantes comerciales derivados de productos químicos industriales o de desperdicios urbanos es una práctica de rutina. El agricultor puede calcular con exactitud las necesidades de fertilizantes de acuerdo con los requisitos del suelo y de los cultivos. La fertilización del suelo requiere un mínimo de mano de obra para corregir las deficiencias de nutrimentos, cuando estos son factores limitantes en la producción intensiva de los cultivos. Si el pequeño agricultor participa de una economía de mercado, y puede obtener fertilizantes comerciales, debe usar este método, pero para él la aplicación de fertilizantes comerciales debería ser solamente una entre varias opciones para resolver el problema de la fertilidad del suelo.

Nutrimentos recolectados fuera de la finca

Un segundo procedimiento para mejorar la fertilidad del suelo consiste en el uso de materiales recolectados fuera de la finca. En las colinas de Nepal, donde los animales pastan en tierras comunales, los agricultores recogen el estiércol, lo mezclan con el de los encierros en que los animales pernoctan, y complementan ese material con hojas y otros desechos vegetales tomados de los bosques cercanos. La mezcla resultante, utilizada para fertilizar sus campos cultivados intensivamente, sustituye a los fertilizantes comerciales, que están fuera del alcance de estos pequeños agricultores.

La productividad de las fincas fertilizadas de este modo depende del número de animales que generan estiércol, del acceso a las tierras comunales de pastoreo y de la proximidad de los bosques en que se recoge la materia vegetal. El sistema es eficiente en cuanto utiliza nutrimentos de fuentes que de otra forma no serán aprovechadas, pero está limitado por la exigencia de mano de obra y por la necesidad de una proporción adecuada de tierras de cultivos, bosques y tierras de pastoreo. Además, el sistema puede resultar fácilmente sobrecargado por la presión de población, que reduce la cantidad de tierra desocupada disponible y aumenta la demanda por una mayor producción de alimentos.

Residuos reciclados

Una tercera práctica es el reciclaje de nutrimentos entre las diversas empresas de una misma finca. Los residuos de materiales vegetales se mezclan con los desperdicios de la casa, especialmente la ceniza del fogón en que se cocina. El estiércol de los animales alimenta-



Fig. 22. Los pequeños agricultores reciclan eficientemente los nutrimentos, haciendo "compost" con los desperdicios domésticos y el estiércol animal.

dos con residuos de cultivos y otros materiales provenientes de la finca se agrega a la mezcla (*compost*), que ya descompuesta se destruye sobre los cultivos de acuerdo con su valor; por ejemplo, las hortalizas pueden ser las primera en recibir abono.

Tanto el reciclaje de nutrimentos en las empresas de la finca como el traer fertilizantes de fuera requieren mano de obra intensiva. Si el proceso no se ejecuta bajo condiciones favorables el *compost* puede perder mucho de su valor nutritivo por lixiviación, si está expuesto a la lluvia. La eficiencia del sistema de reciclaje mejora cuando los animales son amarrados en el campo durante la estación seca, para que el estiércol caiga directamente en el suelo sin que haya pérdida de nutrimentos ni demanda de mano de obra. En el norte de la India se invita a las manadas de ovejas de los pastores seminómadas para que entren a los campos de los agricultores de la localidad, quienes necesitan el estiércol para fertilizar sus próximos cultivos.

El que los agricultores adopten el sistema de recirculación parece estar directamente relacionado con el costo de los fertilizantes comerciales, e inversamente con el costo en efectivo de la mano de obra. Por lo tanto, cuando la mano de obra dentro o fuera de la finca tiene un valor relativamente bajo en dinero efectivo, o si el fertilizante es escaso y caro, el reciclaje de nutrimentos se convierte en una alternativa atractiva, tal como lo indica la Fig. 23.

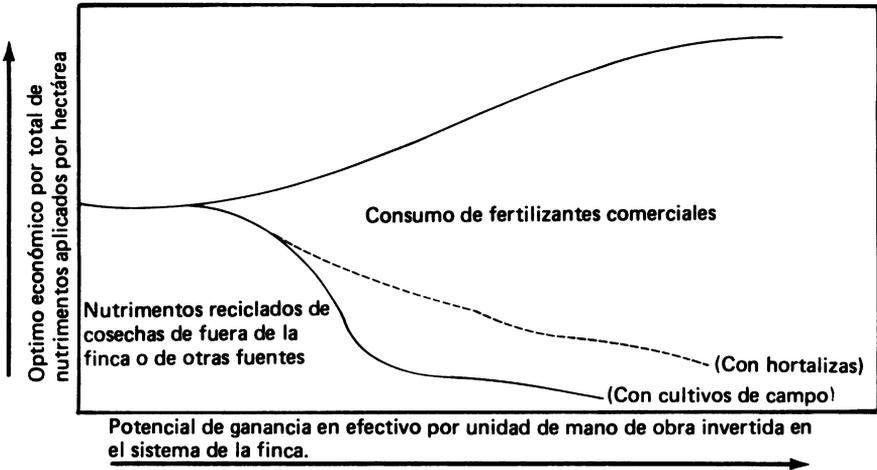


Fig. 23. Retribución monetaria de la mano de obra en relación al método de su-
plir los requerimientos de nutrientes del cultivo.

La decisión del agricultor de invertir su mano de obra o su dinero en cualquier sistema de incorporación de nutrientes al suelo depende tanto de las perspectivas del mercado para sus cultivos como de la respuesta potencial a los nutrientes adicionales. Por ejemplo, si un kilogramo de fertilizante equivale a cinco kilogramos del cultivo, el agricultor buscará una respuesta de por lo menos diez kilogramos de rendimiento por quilo de fertilizante, antes de decidir que la inversión vale la pena.

Nutrientes reciclados dentro de cada cultivo

Este procedimiento aprovecha la capacidad del cultivo para volver a usar sus propios nutrientes almacenados. El paradigma de este esquema de autonutrición es el ecosistema del bosque, en el que se absorben nutrientes del suelo y se almacenan en la biomasa de las plantas vivas durante largos períodos. Las plantas del bosque poseen sistemas radicales penetrantes que son muy eficientes para extraer nutrientes de las partes profundas del perfil del suelo. El predominio de las especies leñosas de larga vida capacita al ecosistema para sobrevivir como un todo durante la estación seca y para aprovechar las primeras lluvias de la estación húmeda, que arrastran los nutrientes acumulados en la superficie del suelo hasta las raíces. De esta manera los nutrientes acumulados en las hojas y ramas caídas, las plantas y árboles completos, y el estiércol de los animales del bosque, son reciclados en gran parte a través del sistema.

El mismo reciclaje en sistema cerrado tiene lugar en los grandes monocultivos de campo, pero a escala más limitada. En primer lugar, los cultivos que maduran en poco tiempo son mucho menos eficientes como absorbentes de nutrimentos del suelo que las plantas del bosque, las que son de crecimiento lento; por otra parte, la mayor parte de los nutrimentos acumulados por el cultivo pasan al sistema durante la cosecha.

En la agricultura tradicional, de corta y quema, los nutrimentos acumulados en el ecosistema del bosque se liberan rápidamente y son reciclados para uso agrícola. Conforme el bosque se quema para limpiar la tierra para la siembra, se liberan los nutrimentos en forma altamente soluble y aprovechable para mantener el crecimiento del cultivo. En la pequeña finca tradicional los nutrimentos se aplican cuando el agricultor lleva el *compost* al campo, lo que hace en los períodos de poca demanda de mano de obra.

Es importante comprender este proceso de circulación de los nutrimentos a fin de aplicar medidas apropiadas para lograr su uso más eficiente. El proceso básico se ilustra en la Fig. 24.

Durante largos períodos de tiempo, conforme el material parental se desintegra, los nutrimentos se van liberando mediante un proceso de meteorización física y química, y forman el suelo. A medida que se liberan se vuelven componentes (1) de la solución del suelo (D). Su nivel de concentración es muy bajo, en equilibrio con los nutrimentos adheridos a las partículas de arcilla del suelo y, por lo tanto, relativamente inaprovechables por las plantas (2, 2-). En el proceso de crecimiento las plantas absorben nutrimentos de la solución del suelo (3+), que es la fuente de suministro más fácil, y los acumulan como biomasa vegetal (A). Cuando la planta —o parte de ella— muere, la biomasa se deposita en la superficie del suelo y allí se acumulan los nutrimentos. Estos desperdicios vegetales, junto con una parte del material vegetal viviente, se desintegran, por medio de procesos biológicos que incluyen la microflora del suelo, en ácidos orgánicos y nutrimentos solubles (6) que se disuelven en la solución de la capa superficial del suelo (C).

Los nutrimentos que se agregan al sistema —por medio de aplicaciones de fertilizante, recirculación, inundación u otros mecanismos— son absorbidos por el material de la superficie (B) y se incorporan a la solución del suelo (C). Estos nutrimentos (C) pasan luego (4-) a las capas inferiores del suelo (D), de donde son absorbidos por las plantas en crecimiento (4) hasta que la concentración de nutrimentos en la solución del suelo se equilibra con la concentración en el suelo mismo (E). Algunos nutrimentos se pierden por el proceso de lixiviación (7-); el nitrógeno se pierde por amonificación, y el escape

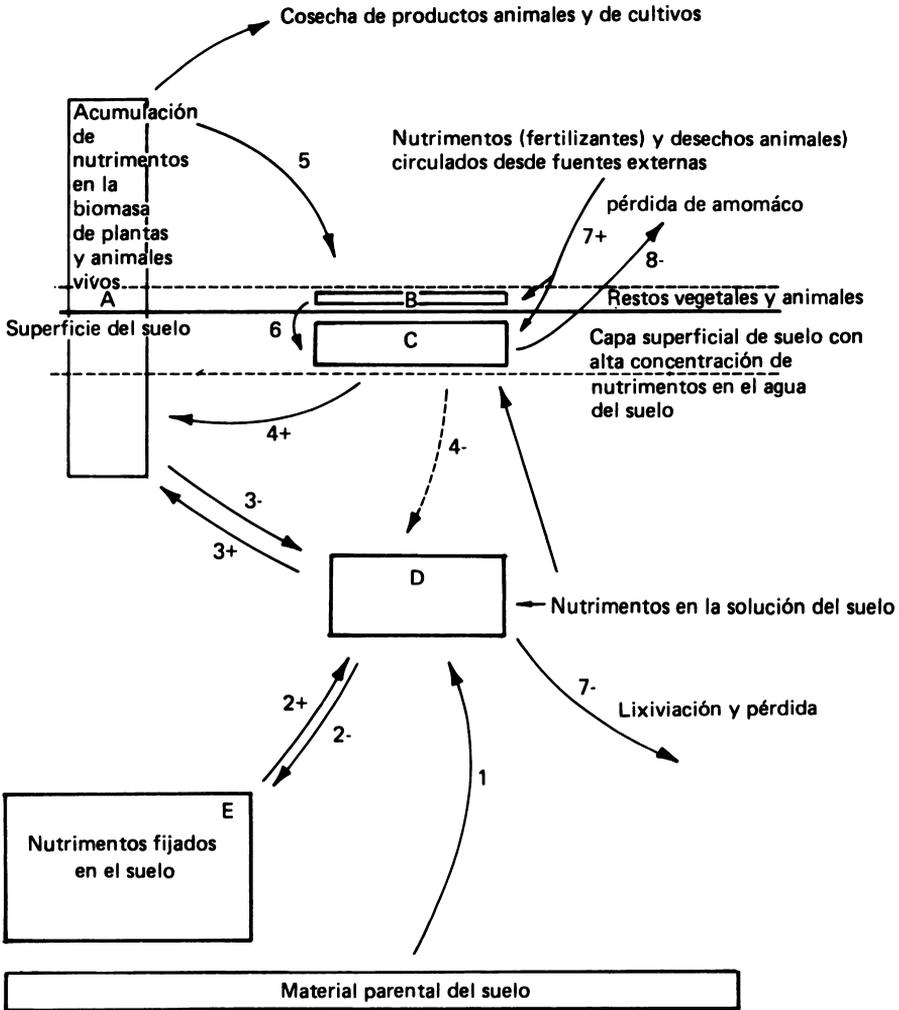


Fig. 24. Ciclo de los nutrientes en los sistemas de cultivo.

de gas amoníaco al aire (8-), por denitrificación y pérdida de compuestos nitrogenados, o por quema y pérdida directa en la atmósfera.

Las concentraciones relativas de nutrientes en la biomasa vegetal (A), en la superficie del suelo (B), en la solución del suelo superficial (C), en la solución del suelo profundo (D) y en el suelo mismo (E), determinan la productividad del sistema. Ellos también constituyen la clave para el manejo de nutrientes bajo diferentes condiciones del recurso. Para el crecimiento rápido y el alto rendimiento

de una variedad mejorada de un cultivo anual los nutrimentos deben concentrarse en la solución del suelo (C, D) inmediatamente adyacente a las raíces de las plantas. El mantenimiento de esta concentración de nutrimentos es el objetivo de todos los programas de fertilización.

En suelos de fertilidad muy alta la concentración de nutrimentos en la solución del suelo (D) se mantiene a un nivel elevado por el movimiento natural de los nutrimentos desde las formas menos aprovechables. En tales suelos los cultivos pueden presentar poca respuesta a la aplicación de fertilizantes. Por otra parte, cuando los suelos tienen una deficiencia natural de uno o más elementos mayores, necesarios para el crecimiento de las plantas, corrientemente resulta imposible agregar bastante fertilizante para elevar el nivel general de nutrimentos del suelo lo suficiente como para proporcionar buen apoyo a los cultivos. El objetivo de un programa de enriquecimiento es aplicar los nutrimentos tan cerca de las raíces de las plantas como sea posible, en el momento preciso en que la planta más los necesita. Aún entonces, la absorción de los nutrimentos aplicados pocas veces será superior al 40 % y con frecuencia será menor.

Cada una de las técnicas descritas de enriquecimiento del suelo puede usarse eficientemente para proporcionar nutrimentos a los cultivos bajo condiciones de poca fertilidad.

En sistemas estables de cultivo intensivo, las plantas perennes de raíces hondas captan nutrimentos de la parte profunda del perfil del suelo y los incorporan a su biomasa. Estos nutrimentos recirculan a la capa superior del suelo conforme el cultivo pierde sus hojas o se corta. En Indonesia, la leguminosa *Gliricidia maxima*, de raíces profundas y porte erecto, se siembra en hilera o en los bordes de las parcelas de arroz inundado. Produce abono verde, alimento animal y leña, así como flores para consumo humano. Este sistema es el más eficiente cuando no se puede traer material orgánico de fuera de la finca, pero es posible sembrar especies arbóreas como fuente de nutrimentos para el suelo. El reciente interés en *Leucaena glauca* se debe al contenido de nitrógeno excepcionalmente alto de sus hojas; pese a esto, presenta la dificultad de que sus ramas se extienden horizontalmente y compiten por la luz con las plantas de los cultivos. Además, la práctica actual de sembrar árboles en fajas y cortarlos cuando están aún pequeños puede demandar mucha mano de obra y dar por resultado problemas de malezas en las áreas en que se siembra *Leucaena*. La *Gliricidia* parece una mejor alternativa, si se poda en la estación seca y se queman las ramas más grandes.

Otro método eficiente de reciclaje de nutrimentos incluye el uso cuidadoso de residuos vegetales, más como cubierta protectora (mulch) que quemándolos o incorporándolos al suelo con el arado.

La aplicación de cubierta protectora permite la desintegración gradual de los materiales orgánicos y la concentración de nutrimentos en las capas superiores del suelo durante un período de varias semanas, lo que hace que estén disponibles justamente cuando el cultivo siguiente está alcanzando su pico de demanda de nutrimentos. Este método está siendo sometido a un intenso examen científico en África Occidental.

La tercera alternativa, que también incluye el uso de rastrojos como cubierta protectora, se basa en siembras intercaladas, mixtas o complejas. La disponibilidad de nutrimentos en las capas superiores del suelo aumenta significativamente al comienzo de las lluvias monzónicas, sobre todo cuando se han dejado desperdicios vegetales sobre el suelo durante la estación seca; luego disminuye gradualmente durante la estación lluviosa, conforme los nutrimentos son absorbidos o lixiviados, alcanzando su nivel más bajo durante la estación seca. Este esquema se ajusta perfectamente a una combinación de cultivos con diferentes épocas de maduración, sembrados con densidades relativamente bajas, y que se extienda durante dos a diez meses. La combinación tendrá una demanda de nutrimentos relativamente alta a principios de la estación húmeda debido a las necesidades de los cultivos de crecimiento rápido, como el maíz. Luego la demanda de nutrimentos disminuirá conforme maduran los cultivos anuales de larga duración, con lo que la presencia de nutrimentos del cultivo se sincroniza con la disponibilidad de nutrimentos en el suelo.

Sin embargo, no debe pensarse que alguna de estas prácticas iguala el efecto de los fertilizantes comerciales en la producción de rendimientos altos. Estos métodos tradicionales son únicamente formas relativamente eficientes de utilizar las fuentes de nutrimentos existentes para lograr rendimientos modestos cuando no hay fertilizantes comerciales disponibles o cuando son muy caros.

Es importante que los especialistas en suelos de los países en desarrollo consideren debidamente estas y otras prácticas tradicionales, que prometen incrementar la eficiencia del enriquecimiento del suelo, cuando los fertilizantes comerciales no son una alternativa práctica. Los fertilizantes caros, aún cuando puedan ser obtenidos, deben combinarse con el método tradicional de reciclaje de nutrimentos para aumentar la eficiencia económica del sistema de la pequeña finca. No se necesitan nuevos programas de investigación mayor; solamente una ampliación del interés profesional en los programas existentes y en la tecnología tradicional del agricultor.

CAPÍTULO 12

USO EFICIENTE DE LOS RECURSOS DE LA FINCA

En fincas pequeñas o remotas han ido surgiendo muchos métodos agrícolas como respuesta a limitaciones específicas de recursos. Los métodos para aumentar la eficiencia de los insumos adquiridos son de particular importancia para el pequeño agricultor, debido a que el dinero con que los paga constituye frecuentemente el recurso más limitado. Es por esto que el agricultor aprecia especialmente cualquier método que aumente el rendimiento de los insumos adquiridos, o que los vuelva innecesarios.

Prioridades del agricultor en el uso de los recursos

Los profesionales en desarrollo agrícola generalmente aceptan que el agricultor debe alcanzar cierto nivel de bienestar antes de invertir su escaso ingreso en hacer un esfuerzo por aumentar la producción de la finca. En la Fig. 2 (Cap. 2) se apre-

cia que ese estrato de bienestar se alcanza cuando la productividad del agricultor eleva el nivel de vida por sobre el umbral del hambre; hasta que no haya alcanzado este nivel mínimo las prioridades del agricultor de subsistencia respecto al uso de su magro ingreso monetario incluirán alimento, vestido y otros muy pocos artículos de consumo menor; luego comenzará a invertir en fertilizantes, herbicidas, plaguicidas, maquinaria u otros artículos relacionados con la producción.

Cuando un agricultor comienza a comprar insumos de producción, trata de invertir su poco dinero en aquellos insumos cuya deficiencia limita más severamente la producción y que no puede obtener de otras fuentes no comerciales. Frecuentemente el fertilizante ocupa uno de los primeros puestos en la lista de compras. Los herbicidas que pueden sustituirse fácilmente con mano de obra, con o sin tracción animal o mecánica, son compras menos prioritarias.

Fertilizante

En pequeñas fincas cultivadas intensivamente, con mano de obra abundante, como en Java, el fertilizante es generalmente el principal insumo adquirido. En el momento de la siembra se coloca cuidadosamente sobre el terreno, junto a cada planta, y vuelve a aplicarse algún tiempo después, durante la estación de crecimiento. Esa fertilización esmerada y oportuna requiere mucha mano de obra pero es eficiente en el uso de un recurso escaso: el fertilizante, a expensas de otro relativamente barato: la mano de obra. Esta práctica sería imposible en fincas comerciales grandes, donde la mano de obra es más cara.

La mayoría de los programas de desarrollo agrícola concede importancia al aumento de la inversión en fertilizante para mejorar la producción de los cultivos seleccionados. Sin embargo, en estos programas no es raro encontrar agricultores que sustituyen el cultivo elegido como meta por otro, no incluido en el programa de desarrollo. En la mayoría de los casos el agricultor decide acerca de las prioridades y, a menudo, utiliza sus recursos monetarios en el cultivo que le retribuye mejor la inversión.

Energía

La clase y cantidad de fuerza animal o mecánica de que dispone el agricultor son factores críticos en la eficiencia de su agricultura. En la Fig. 25 se ilustra el equilibrio entre energía mecánica o animal y mano de obra, necesario para lograr la mayor eficiencia.

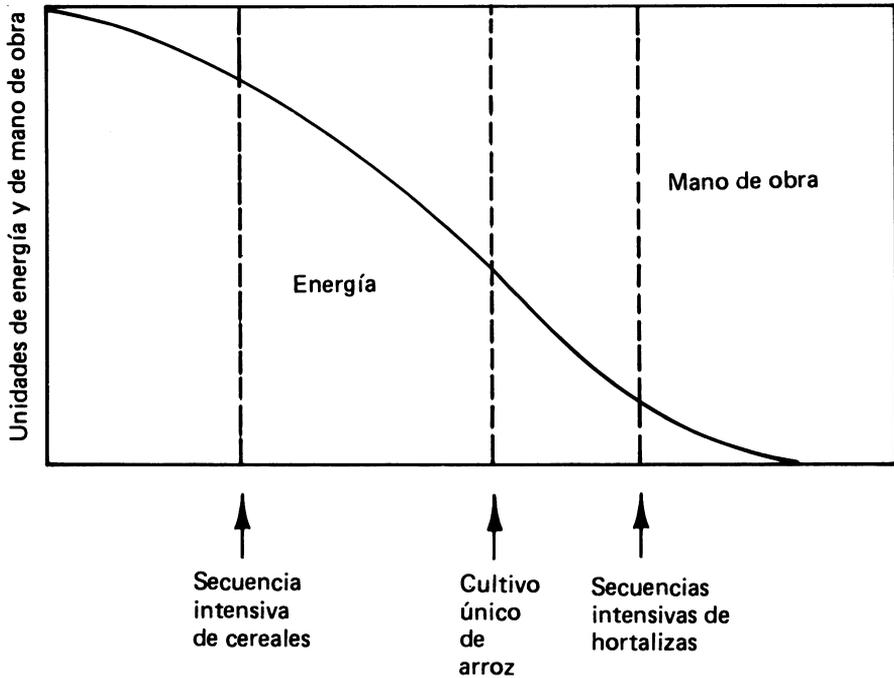


Fig. 25. Relación energía – mano de obra para diferentes sistemas de cultivo.

Si el cultivo es intensivo es preferible usar una unidad de energía relativamente pequeña, que puede dar servicio a áreas reducidas, permitiendo al agricultor programar el uso de su energía de acuerdo con las necesidades exactas de sus diferentes cultivos. Con frecuencia un solo animal de tiro constituye la fuente de energía más apropiada. En donde hay disponibilidad de mano de obra y alimento animal los animales de tiro conservan los recursos monetarios, requieren inversiones iniciales pequeñas y pocos gastos de mantenimiento. Sin embargo, en otras situaciones, especialmente cuando la mano de obra es más escasa que la energía y un solo cultivo o una secuencia de dos permiten flexibilidad en la programación, un tractor grande de 75 caballos de fuerza o más puede constituir la fuente de energía más eficiente. En fincas con capital y flujo de caja adecuados, y con una gran demanda de energía para trabajos de labranza, la energía mecánica resulta más eficiente que la tracción animal.

Diversidad de cultivos y manejo

La selección de cultivos y de métodos de manejo que hace el agricultor también afecta el uso eficiente de los recursos de la finca.

Algunos cultivos responden en forma apenas moderada a altos niveles de manejo; otros, como el arroz, responden más generosamente al manejo, pero el tipo y la magnitud de la respuesta varían ampliamente según la variedad empleada y el agricultor debe seleccionar la que resulte más adecuada a su nivel de manejo así como a las condiciones agroclimáticas.

El agricultor puede aumentar la eficiencia en el uso de sus recursos teniendo en cuenta las siguientes indicaciones:

- a. dedicar suficiente energía a la labranza antes de la siembra. Los costos de control de malezas durante la estación de crecimiento en una sembrera mal preparada normalmente van a ser mayores que el costo que representa una mejor labranza en el terreno libre;
- b. sembrar una variedad del cultivo que combine un alto potencial de rendimiento con una respuesta agresiva a las malezas. Las variedades tradicionales y algunas mejoradas presentan este tipo de respuesta, mientras que otras, de muy alto rendimiento, requieren cuidados muy especiales, incluyendo una esmerada protección del ataque de malezas para lograr su rendimiento potencial;
- c. mantener la densidad de siembra y el distanciamiento adecuados entre hileras. El pequeño agricultor filipino que usa un arado movido por un solo animal de tiro utiliza un espaciamiento entre hileras de 60 cm, por considerarlo óptimo para las labores de cultivo entre hileras. Si aumentara el espaciamiento a 75 cm, tendría que hacer el doble de pasadas para lograr una labranza completa y el cultivo requeriría más tiempo para cerrarse y controlar las malezas con el sombreado;
- d. suministrar nutrimentos adecuados para fortalecer los cultivos contra el ataque de malezas. Con una nutrición adecuada un cultivo como el maíz competirá muy bien con las malezas y necesitará menos mano de obra e inversiones de dinero en el control de las mismas. Otros cultivos, como el frijol mungo, responden al nitrógeno menos que las malezas, por lo que requieren menos nitrógeno para un control óptimo de malezas;

- e. en un sistema agrícola intensivo la diversidad es el factor crítico en el uso eficiente de los recursos escasos. Conforme un recurso se torna lo bastante escaso como para limitar la producción, la diversidad se vuelve cada vez más importante para su utilización máxima. A lo largo del año cada una de las empresas de la finca hace distintas demandas de los diferentes recursos: energía, mano de obra, dinero, nutrimentos, agua. Si, por ejemplo, la mano de obra es el factor limitante, la escasez se sentirá cuando el cultivo alcance el pico de demanda de mano de obra en la siembra, en el control de malezas, en la cosecha. El agricultor puede aumentar la eficiencia en el uso de mano de obra y energía en los monocultivos o en los cultivos intensivos en secuencia, mediante la siembra de variedades con distintos períodos de crecimiento, usando diferentes métodos de siembra y sembrando en distintas fechas.

CAPÍTULO 13

NECESIDADES DE MECANIZACIÓN

Las necesidades energéticas de la finca aumentan dramáticamente conforme se intensifica el cultivo, pero este incremento en la demanda de energía no es por sí solo un argumento de peso a favor de la mecanización en las fincas pequeñas. En fincas de menos de una hectárea se puede mantener un alto nivel de intensidad de cultivo usando sólo mano de obra; en fincas de hasta dos hectáreas es suficiente la fuerza animal, sobre todo cuando la labranza se hace en suelo húmedo.

Mecanización primaria

Conforme el cultivo se intensifica se va restringiendo el tiempo para la aplicación de mano de obra o de energía, especialmente para la labranza primaria. Durante el crecimiento de dos o más cultivos, en los meses en que hay disponibilidad de agua, el agricultor no solamente debe incrementar las operaciones de labranza sino que debe realizarlas con un programa mucho más preci-

so que el necesario en el caso de un solo cultivo. No puede darse el lujo de dedicar uno o dos meses a preparar sus campos para la siembra pues es posible que no disponga más que de dos o tres semanas, después de la cosecha del primer cultivo, para la siembra del segundo. Sus problemas de programación se complican a causa de los suelos arcillosos, típicos de la mayoría de las fincas del trópico, y de las precipitaciones frecuentes durante el corto período que media entre un cultivo y el siguiente.

Las condiciones propias de las fincas cultivadas intensivamente imponen ciertas demandas especiales a la fuente energética del agricultor. En general, la fuente debe ser tan pequeña como sea posible, siempre que produzca suficiente energía como para llevar a cabo su trabajo. En áreas con fincas de menos de cinco hectáreas una sola fuente de energía no puede dar servicio a más de una docena de fincas. Una unidad más grande, que permita dar servicio a un mayor número de fincas, no podrá satisfacer las necesidades críticas de la programación en casos de secuencias intensivas de cultivo. Las unidades mayores sólo pueden usarse satisfactoriamente al principio de la estación lluviosa, cuando la preparación del suelo, especialmente la arada profunda inicial, puede extenderse durante uno o dos meses. Cuando las operaciones deben programarse más estrechamente el agricultor ya no puede depender de la disponibilidad oportuna de energía cuando ésta es muy compartida con sus vecinos.

Un agricultor solo, o un grupo de pequeños agricultores, pueden comprar fácilmente una pequeña unidad de energía, la que sirve eficientemente para un área reducida con un programa de cultivo intensivo; por ejemplo, un tractor de cinco a veinte caballos de fuerza probablemente será suficiente para la labranza primaria de diez a quince hectáreas por año. Un agricultor que siembra dos o tres cultivos por año en tres hectáreas podría comprar esta máquina para la labranza primaria, la preparación de sementeras y otros usos. Sin embargo, si comprara un tractor más grande tendría que alquilarlo a otros agricultores, a fin de que el equipo se pagara por sí mismo.

Los tractores pequeños, con menos de diez caballos de fuerza, son los más útiles en condiciones de arroz inundado, donde se necesita menos tamaño y menos fuerza para la arada. En condiciones de secano estas máquinas sólo son útiles para labores en huertos en pequeña escala, en los que se dispone de mano de obra para limpiar el terreno de los residuos de los cultivos antes de arar. Para cultivos de campo en condiciones de secano un tractor de 12 a 15 caballos de fuerza sería el más pequeño con capacidad para hacer el trabajo.

El tipo de labranza afecta también el tamaño de la fuente de energía. Para labranza con arado de discos es común el uso de tracto-

res grandes, de 50 a 75 caballos de fuerza. En comparación con los antiguos arados de vertedera esta combinación de tractor y arado tiene muchas ventajas cuando se usa en suelos pesados y mojados, en campos mal limpiados o con rastrojos de malezas. La labranza con arado de discos trabaja bien bajo muchas condiciones de anegamiento y en campos bien limpios. En combinación con tractores pequeños el arado de vertedera es más eficaz que el arado de discos en campos con residuos de cultivos y rastrojos.

Al presente se está desarrollando rápidamente un equipo rotatorio mejorado para tractores de 12 a 15 caballos de fuerza, el que está siendo usado extensivamente en Japón y Taiwán.

En resumen, la energía para la labranza primaria se vuelve más necesaria conforme aumenta la intensidad del cultivo. En fincas de menos de cinco hectáreas los tractores de 50 caballos o más son útiles solamente durante la transición inicial a cultivo intensivo. Conforme se intensifica el cultivo las unidades menores, que pueden dar servicio a áreas pequeñas con un programa ajustado, son las más eficientes. Los tractores de 12 a 15 caballos equipados para labranza con arado de discos son los más apropiados bajo condiciones de secano y para rotaciones de secano/anegamiento. La eficacia del equipo de labranza con arado de discos, especialmente en combinación con una fuente pequeña de energía, se incrementa limpiando los residuos de cultivos del campo antes de arar.

Mecanización secundaria

La mecanización secundaria incluye todos los usos de fuerza mecánica que hace la finca, con excepción de la labranza primaria. La aplicación más común y remunerativa de la mecanización secundaria es la bomba de agua, que tiene un efecto benéfico inmediato en la productividad del cultivo. Las bombas cuestan relativamente poco y su mantenimiento resulta fácil y barato; representan un uso eficiente de los escasos recursos monetarios del agricultor.

En el proceso de desarrollo de la finca ilustrado en la Fig. 2 (Cap. 2), la energía secundaria, en forma de bomba, a menudo precede a la energía primaria en la secuencia de inversiones monetarias del agricultor. Hay bombas en todos los tamaños, de muy pequeñas a muy grandes, por lo que el agricultor puede escoger con exactitud la escala de tecnología apropiada a sus circunstancias.

Después de las bombas de agua, las máquinas para trillar cereales son, probablemente, los siguientes artículos en la lista de prioridades de mecanización del agricultor. El trillado es un trabajo de mano de obra intensiva y corrientemente constituye el cuello de botella en los

sistemas de cultivo intensivo. Las máquinas trilladoras convencionales son con frecuencia muy grandes para que un pequeño agricultor pueda comprarla para usarla solo, o con un pequeño grupo de vecinos con quienes pueda compartirla en forma práctica. Sin embargo, el mercado ofrece ya trilladoras pequeñas y eficientes, algunas de ellas operadas simultáneamente por un motor estacionario y otras mediante una faja accionada por el motor de un tractor pequeño. Conforme el aumento en la intensidad del cultivo obligue a incrementar la productividad de la mano de obra, el trillado mecánico se volverá más frecuente; sin embargo, donde la tierra es limitada y la producción de cultivos es estática, la mecanización del trillado representará sólo un desplazamiento de mano de obra.

Cuando los granos se siembran en monocultivos extensivos como cosecha comercial, la trilla mecanizada en gran escala es práctica y esencial. La operación del trillado generalmente se hace por contrato con comerciantes de grano, que trillan, despachan y almacenan la cosecha del agricultor. La contratación del trillado es lo más práctico cuando se trata de cosechas que pueden almacenarse entre la recolección y la trilla, como el maíz y, en algunos casos, el arroz. La yuca puede cosecharse cuando se le necesita —está almacenada en el suelo, por así decirlo— de manera que entra en la misma categoría cuando se la prepara en astillas y se pone a secar; un cultivo como el sorgo, que sólo puede almacenarse si es cosechado bajo condiciones extremadamente secas, a menudo no se conserva por un tiempo lo suficientemente largo como para negociar el trillado con contratistas a gran escala. El trillado por contrato no resulta eficiente para los cultivos que consume la familia de la finca, los que se venden en pequeñas cantidades en los mercados locales o que no son cultivados en grandes volúmenes.

La labor más difícil de mecanizar en una finca tropical es la labranza, ya sea para controlar las malezas o para roturar el suelo a fin de que el agua pueda infiltrarse después que las plantas emergen. El prerrequisito para el cultivo mecanizado es una siembra mecanizada precisa, que resulta en espaciamientos entre hileras perfectamente uniformes. Este tipo de siembra requiere, a su vez, que el suelo esté parejo y absolutamente libre de obstáculos, así como maquinaria grande, incluyendo costosos equipos de siembra.

La semilla debe clasificarse por tamaño y estar bien limpia; el espaciamiento entre hileras, la forma de los lomillos y la de los surcos deben coincidir con el equipo con una precisión totalmente desconocida cuando las labores de cultivo se hacen con energía animal o humana. El equipo de cultivo es muy exigente en cuanto a la humedad del suelo y funciona mejor bajo condiciones ideales, las que rara vez

se presentan con los suelos arcillosos y las frecuentes lluvias de los trópicos. Finalmente, las cultivadoras mecánicas suelen ser muy grandes como para rotar en campos pequeños, rodeados de setos vivos o terraplenes.

Por esas razones hay pocas labores de cultivo mecanizado en las fincas pequeñas de los trópicos. En algunas zonas de Filipinas y Tailandia se usa mecanización primaria en una agricultura de doble estrato, en que los agricultores se ponen de acuerdo con contratistas independientes para hacer la labranza primaria en sistemas agrícolas mixtos de animal y cultivo. Los animales de tiro son aplicados en las labores de cultivo siguientes, lo que da al agricultor las ventajas de la operación en pequeña escala para satisfacer las necesidades de la programación de su sistema agrícola; también se usan herbicidas químicos para el control de malezas, reduciendo la necesidad de labranza durante la estación de crecimiento.

Transporte

Otro uso de la mecanización es el transporte dentro de la finca. Con frecuencia los campos del agricultor están muy separados, necesitando muchos traslados de materiales, productos y personas. Conforme la mano de obra se torna muy valiosa para emplearla en transporte, la fuerza mecánica ocupa su lugar, por lo que cualquier fuente de energía que escoja el agricultor debe ser fácilmente adaptable al transporte.

Energía y uso de los recursos de la finca

La necesidad de extender la demanda de estos dos recursos limitados, mano de obra y energía, aumenta conforme el cultivo se intensifica. Para usar eficientemente la fuente de energía se aconseja al agricultor invertir en alguna que no sea más grande que lo requerido por las demandas físicas del trabajo, y que luego opere su maquinaria tan continuamente como sea posible en una secuencia planeada de cultivos. Tanto el tipo como la programación de los cultivos pueden ajustarse para un mejor uso de la fuente de energía. Por ejemplo, si las lluvias fuertes amenazan con dificultar la labranza en un mes en particular, el agricultor puede programar su siembra de modo que ni la preparación de la tierra ni la cosecha tengan que hacerse en ese momento. En forma parecida, los cultivos deberán programarse de manera que la fuente de energía esté disponible cuando se requiera. La disponibilidad de agua de riego, así como otros factores, pueden obli-

gar al agricultor a alterar su programa pero, hasta donde sea posible, el resto del sistema agrícola debería estar integrado con la fuente de energía.

Conforme avanza la mecanización aumenta la necesidad de que el agricultor desarrolle destrezas comerciales y técnicas, tal como se aprecia en la Fig. 2. Simultáneamente, hay un aumento rápido en la necesidad de servicios de apoyo por parte de la comunidad; estos servicios, las destrezas del agricultor y el proceso de mecanización deben marchar al unísono.

El proceso de mecanización requiere que el agricultor esté involucrado en una economía de mercado y que genere suficiente flujo de caja como para hacer frente a la inversión de capital y a los costos de operación correspondientes. El agricultor debe gozar de un nivel de vida suficientemente alto, que le permita desviar parte de su ingreso a gastos de mecanización; hasta que no haya alcanzado ese nivel de bienestar es probable que tenga otros usos para su ingreso, lo que impedirá las inversiones en mecanización.

Más allá de este umbral económico el agricultor mecanizará si puede hacer frente a los costos y si la inversión parece rentable. Pocas veces escogerá el lujo de una inversión ineficiente en maquinaria sólo por evitar trabajos difíciles y más bien tratará de adoptar una decisión racional y económica, entre compra de maquinaria o empleo de mano de obra alquilada.

Con frecuencia se acusa a la mecanización de desplazar la mano de obra de la finca, dejando sin ocupación a los trabajadores rurales y obligándolos a emigrar a las ciudades atestadas de gente donde el desempleo ya es alto. Para evitar estos efectos secundarios indeseables el planificador de desarrollo debe juzgar la mecanización caso por caso. Esta puede justificarse si aumenta la productividad de la finca al mejorar la labranza para controlar las malezas y estimular el crecimiento del cultivo, o si hace posible su intensificación cuando la mano de obra es escasa y cara. Bajo estas condiciones la mecanización puede complementar y ampliar la mano de obra, a la vez que incrementa la productividad; si la productividad no aumenta el incremento en la eficiencia de la mano de obra por medio de la mecanización simplemente reducirá la necesidad de mano de obra, causando desempleo en donde hay abundancia de trabajadores. En tal caso, la mecanización es una sustitución de la mano de obra por capital y energía mecanizada.

Por lo tanto, es esencial que los especialistas en planificación y desarrollo estén muy familiarizados con las circunstancias del capital y de la mano de obra de los agricultores con quienes están trabajando, a fin de que puedan hacer predicciones fundamentadas de los

efectos que tendrán los diferentes grados de mecanización. El punto de vista de los economistas y especialistas en producción es esencial para este análisis.

CAPÍTULO 14

ESTABILIDAD DE LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS

Los agricultores con limitados recursos de producción quieren estar seguros de que su inversión será recompensada con aumentos considerables en la producción. Cuando los especialistas en desarrollo agrícola solicitan a un agricultor que adopte un cultivo particular, con base en su comportamiento en ensayos anteriores en ambientes similares, el agricultor debe decidir, con base en ese comportamiento "predicho" del cultivo, si vale la pena correr el riesgo de que el cultivo se comporte en forma distinta en su finca. El agricultor aspira a saber cuán estable es la respuesta del cultivo, en relación con lo prometido. La estabilidad o predicción de un sistema agrícola y sus distintos componentes son de la mayor importancia para el agricultor enfrentado a la decisión de adoptar o no una nueva tecnología, por lo que este factor deberá ser tomado en cuenta por quienes diseñan nuevos sistemas agrícolas.

La estabilidad es inseparable del riesgo, concepto económico que influye mucho en las decisiones de los agricultores. En cualquier innovación propuesta el riesgo total es la suma de varios factores que pueden analizarse individualmente. Cada uno es un elemento incierto, inestable o impredecible en algún aspecto del sistema de producción; conforme se diseñan los sistemas agrícolas es importante introducir la estabilidad en cada elemento. Los factores que aumentan el riesgo del agricultor —y de ese modo hacen el sistema completo menos aceptable para él— deben ser identificados durante la etapa de planificación y ser corregidos en lo necesario a fin de producir un sistema estable.

En los sistemas agrícolas hay diferentes fuentes de estabilidad:

Estabilidad biológica

La estabilidad biológica de un cultivo es la medida de su capacidad para dar un rendimiento predecible bajo ciertas condiciones ambientales y de manejo. Un cultivo con alto grado de estabilidad biológica mantendrá la productividad esperada a pesar de las variaciones climáticas y de la incidencia de insectos y enfermedades.

En los trópicos húmedos, donde las lluvias son abundantes pero erráticas, la mayoría de las empresas con animales y cultivos arbóreos tiene mayor estabilidad biológica que los cultivos anuales, por cuanto los árboles y los animales son menos afectados por las variaciones del clima y menos susceptibles a insectos y enfermedades. En el mismo ambiente, un cultivo como la cebolla tiene una baja estabilidad biológica, porque es muy sensible al suministro de agua; el arroz inundado es biológicamente mucho más estable que el arroz de secano.

La estabilidad biológica de un cultivo puede incrementarse por medio de manejo genético y de selecciones para mejorar cualidades inherentes, como tolerancia a la sequía y resistencia a plagas y enfermedades. A las nuevas variedades tropicales de trigo, arroz y maíz se les ha incorporado resistencia a un amplio espectro de plagas y enfermedades; muchas presentan también tolerancia genética a la sequía y a condiciones adversas del suelo. Las variedades enanas de arroz para aguas profundas de Tailandia, que alargan los tallos rápidamente en respuesta a la profundidad del agua, constituyen un excelente ejemplo de adaptación genética que aumenta la estabilidad biológica de un cultivo para su uso en condiciones ambientales inciertas.

La estabilidad biológica de un cultivo se puede incrementar también por medio de un manejo apropiado. La elección del momento óptimo de siembra, el uso apropiado de fertilizantes, el drenaje ade-

cuado del campo y otras prácticas de manejo pueden mejorar significativamente la predicción del comportamiento del cultivo.

La diversidad de cultivos también afecta la estabilidad biológica. En áreas en que los agricultores siembran pequeñas porciones de terreno con diferentes cultivos en campos adyacentes, la diversidad biológica del sistema total evita generalmente los brotes devastadores de enfermedades y plagas. En las áreas de agricultura mixta, altamente diversificada, pocas veces ocurren infestaciones severas.

Tal diversificación no siempre es práctica en áreas dedicadas a monocultivos estacionales de arroz, maíz, caña de azúcar y otros productos comerciales básicos. Sin embargo, se puede introducir estabilidad por medio de la siembra de combinaciones varietales del mismo cultivo, incluyendo variedades con distintas resistencias genéticas a insectos y enfermedades. Investigaciones recientes han demostrado la eficacia de los cultivos mixtos e intercalados en la reducción de los daños por insectos y enfermedades, con el consiguiente aumento en la estabilidad biológica.

Al seleccionar los cultivos para su empresa total el agricultor a menudo toma en cuenta la contribución de la diversidad a la estabilidad biológica, y busca la máxima estabilidad general para su sistema. Por ejemplo, si tiene mercado seguro para más de un cultivo de alto valor, puede renunciar al aumento teórico de eficiencia de un cultivo único en favor de una combinación de cultivos con fuentes complementarias de estabilidad biológica.

Un agricultor puede mantener cocoteros, que no son tan remunerativos como cultivos alternos pero que son sumamente estables y que le significan una defensa contra el fracaso de un cultivo más remunerativo pero menos estable; también puede sembrar yuca, cultivo anual muy estable, arroz de secano, que es menos estable, y algunas hortalizas, que son altamente inestables pero potencialmente muy remunerativas; una o más empresas de animales agregan estabilidad adicional al sistema total. Lograr un balance entre cultivos con diferentes grados de estabilidad biológica es una motivación importante para los agricultores, por cuanto ellos son quienes deciden acerca de los sistemas intensivos de agricultura mixta.

La estabilidad biológica de un cultivo se refleja en los costos que el agricultor deberá afrontar al momento de la siembra; frecuentemente cuesta más producir cultivos altamente inestables, aunque a menudo resulten muy remunerativos al final, que cultivos más estables, debido a que deben usarse insumos caros para compensar su inestabilidad. Por ejemplo, un cultivo biológicamente muy inestable, por ser muy susceptible al ataque de insectos, deberá protegerse con plaguicidas u otras medidas costosas.

Estabilidad de manejo

Una segunda fuente de estabilidad que generalmente pasa inadvertida o no es bien comprendida por los planificadores de desarrollo es la habilidad y la rapidez del agricultor para llevar a cabo un programa apropiado de manejo que asegure el éxito del cultivo. Muchos esquemas de producción, que de lo contrario habrían resultado promisorios, han fracasado debido a la inestabilidad inducida por el manejo, aún cuando casi siempre se culpe a la falta de manejo.

Un ejemplo claro de inestabilidad inducida por el manejo es la combinación de labores de cultivo mecánico y deshierbe manual en arroz de secano en algunas regiones de Filipinas; el método da buen resultado bajo condiciones ideales de lluvias moderadas, pero cuando la lluvia es excepcionalmente fuerte durante el primer mes después de la siembra, los agricultores no pueden poner a tiempo el equipo mecánico en el campo y cuando lo hacen, el suelo mojado reduce la eficiencia de las labores.

Cuando este método de manejo en secano fue modificado por la siembra directa en condiciones de anegamiento se agregó un producto químico para el control de malezas en un esfuerzo por mejorar la estabilidad del cultivo. Sin embargo, la efectividad del producto químico era de corta duración, mientras que los campos permanecían sin inundar hasta por dos meses: como resultado las malezas resurgentes tenían oportunidad de crecer más que el arroz enano. La producción de muchas fincas ha sufrido bastante por esta falta de oportunidad en el manejo, que impide mejorar la estabilidad del cultivo. Los métodos alternativos de manejo para aumentar la estabilidad incluyen:

- a. siembra directa de semilla de arroz solamente en campos que pueden inundarse antes de los 30 días;
- b. uso de variedades más competitivas con malezas;
- c. uso de herbicidas con una mayor vida activa;
- d. siembra directa sólo en los campos en que el control de malezas anterior ha sido bueno.

Por lo tanto, y como lo ilustra el ejemplo de Filipinas, el agricultor dispone de una variedad de opciones de manejo que pueden mejorar la estabilidad del cultivo; muchas de ellas son métodos de control de insectos que son críticos en la estabilidad del manejo y en el éxito

general de cualquier empresa agrícola. El manejo de malezas es, quizás, el elemento simple más importante para mejorar la estabilidad de los cultivos en los trópicos húmedos, y hay una urgente necesidad de nuevas variedades que puedan competir exitosamente con ellas, así como de otras estrategias innovadoras y eficaces.

Al decidir si adopta una nueva tecnología de manejo, el agricultor concede gran peso a la estabilidad que ésta dará a su cultivo. Una técnica de manejo inestable resultará en un cultivo difícil de crecer, con técnicas poco prácticas, complicadas o que vuelven el cultivo muy vulnerable a los factores ambientales. Las posibilidades de fracaso en un sistema tal de manejo probablemente desanimarán al agricultor respecto a su adopción. Para el agricultor el fracaso no sólo significa pérdida de producción del cultivo sino también pérdida de respeto. Por lo tanto es importante que el planificador de desarrollo reconozca la inestabilidad del manejo en nuevas tecnologías y que imagine estrategias alternativas para eliminarla o compensarla.

Estabilidad de producción

La estabilidad general de la producción de una finca es el producto de la estabilidad biológica y la estabilidad de manejo de las empresas que la componen. Para el agricultor la importancia de la estabilidad de producción depende en gran parte de sus condiciones económicas. Un agricultor con recursos sumamente limitados, confrontado en cada nuevo cultivo a la necesidad absoluta de obtener al menos una producción mínima, no puede soportar más inestabilidad que la irreductiblemente mínima. No puede aventurarse con un cultivo o una tecnología de manejo inestable, aún cuando prometan recompensar el mayor riesgo con mayor producción. Exigirá la mayor estabilidad en la porción de subsistencia de su finca; en cualquier otra porción que quede para empresas comerciales estará más dispuesto a aceptar un poco de inestabilidad ante la posibilidad de hacer dinero.

Estabilidad económica

En la agricultura comercial la estabilidad económica es una combinación de la estabilidad de producción y la estabilidad de precios. La incapacidad del agricultor para predecir los precios del mercado para sus cultivos, especialmente cuando tiene que batallar con inestabilidad biológica y de manejo, se suma a su renuencia a adoptar nuevas tecnologías. Otros factores económicos, por ejemplo la ventaja de ingresos de fuera o el peso de una deuda, pueden afectar también la estabilidad económica de la finca como un todo.

En general, el agricultor hace trueques entre estabilidad y productividad. Muchos sistemas agrícolas tradicionales han desarrollado un alto grado de estabilidad a expensas de pérdidas modestas de productividad. Conforme el agricultor intensifica su cultivo, llevando sus recursos hasta los límites teóricos, sacrifica cierto grado de estabilidad. "El que nada arriesga, nada gana" dice un antiguo refrán.

Sin embargo, las tecnologías diseñadas cuidadosamente pueden combinar alta productividad con una considerable estabilidad. El desarrollo de tecnologías alternativas ofrece al agricultor una elección de procedimientos para sus necesidades y circunstancias particulares. Por ejemplo, el agricultor de arroz mencionado en el Capítulo 8 estaba dispuesto a ensayar la tecnología inestable de siembra directa usando semilla con potencial de alto rendimiento, en gran parte porque él tenía varias alternativas de manejo en las que podía confiar si fracasaba.

Conforme se desarrollan nuevas tecnologías para agricultura intensificada, cada una de ellas debe ser evaluada en cuanto a su estabilidad. La estabilidad biológica de una nueva variedad puede estimarse confiablemente con base en datos ambientales combinados con resultados del comportamiento del cultivo en ensayos bajo condiciones similares. Por otra parte, la estabilidad de manejo sólo se puede evaluar bajo las condiciones reales de la finca, por lo que antes de recomendar a los agricultores una nueva tecnología es decisivo probar esa tecnología bajo el manejo del agricultor. Los fracasos deben ser analizados cuidadosamente para identificar la fuente exacta de la inestabilidad.

Debe subrayarse la importancia de que el agricultor participe en la prueba de las nuevas tecnologías. Existe la fuerte tentación de hacer las pruebas en la finca bajo el mando de los investigadores, para asegurar un control apropiado, pero tales ensayos no reflejan las verdaderas características del uso de la tecnología. En última instancia es el agricultor quien maneja el cultivo.

APÉNDICES

APÉNDICE A:

FUENTES DE INFORMACIÓN SOBRE SISTEMAS AGRICOLAS

Los investigadores que buscan iniciar o complementar trabajos sobre sistemas agrícolas pueden beneficiarse con las experiencias de los programas que ya están en marcha. La siguiente es una lista somera de esos programas, organizada de acuerdo a la información que ellos ofrecen y que refleja, en parte, la orientación de su investigación.

Para tener *una comprensión cualitativa de los sistemas agrícolas específicos*, puede consultarse la literatura antropológica y geográfica actual. Entre los centros que desarrollan programas que incluyen este tipo de estudios, se encuentran:

Bernice P. Bishop Museum
1355 Kalihi St.
P.O. Box 6037
Honolulu, Hawaii 96818 — USA

University of East Anglia
School of Development Studies
Norick NOR 88c
Norfolk, ENGLAND

University of Hawaii
Department of Geography
Honolulu, Hawaii 96822 — USA

Los datos sobre *cuantificación de los principales componentes de los sistemas agrícolas específicos* se encuentran en gran parte de la literatura económica actual que se refiere a la agricultura tropical. La mayor parte de esta información son datos sobre costos y utilidades de empresas de cultivos comerciales o de animales, con sólo una rápida referencia a los sistemas agrícolas o a los contextos ambientales.

Para información sobre *cuantificación de sistemas completos*, obtenida por científicos que no son sólo "observadores", es posible remitirse a:

Michigan State University
Department of Agricultural Economics
East Lansing, Michigan 48823 — USA

Iowa State University
 Department of Agricultural Economics
 Ames, Iowa 50011 – USA

International Crops Research Institute for the Semi-Arid
 Tropics
 1-11-256, Begumpet
 Hyderabad, 500016 (A.P.), INDIA

International Institute for Tropical Agriculture
 PMB 8320
 Ibadan, NIGERIA

Asian Vegetable Research and Development Center
 P.O. Box 42
 Shanhua, Tainan 741
 TAIWAN

También se ha producido información sobre *la participación del agricultor en la investigación en sistemas completos de fincas*, con tratamientos estándares incluidos en los sistemas desde el comienzo. El sistema completo está dirigido a medir las interacciones entre componentes.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza,
 CATIE
 Turrialba, COSTA RICA

Cropping Systems Program
 The International Rice Research Institute
 P.O. Box 923
 Manila, PHILIPPINES

The Multiple Cropping Program
 Central Research Institute for Agriculture
 Bogor, INDONESIA

Division of Soil Fertility
 Department of Agriculture
 Bangken, Bangkok
 THAILAND

Multiple Cropping Project
 Bangladesh Rice Research Institute
 P.O. Box 911
 Dacca, BANGLADESH

Para información sobre *cuantificación de las interacciones dentro de los sistemas*, por medio de la investigación del agricultor participante y midiendo los cambios a través de gradientes ambientales que permitan la predicción del comportamiento de los sistemas y el diseño de sistemas que se ajusten a los ambientes que se estudian, dirigirse a:

The International Rice Research Institute
P.O. Box 933
Manila, PHILIPPINES

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza,
CATIE
Turrialba, Costa Rica

Para métodos de extensión de sistemas agrícolas:

University of the Philippines
College of Agriculture
Los Baños, PHILIPPINES

APÉNDICE B:

TERMINOLOGÍA DE LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS

La atención que se prestó durante la década pasada a la tecnología de los sistemas agrícolas dio origen a un vocabulario cuyo uso se ha extendido rápidamente, simultáneamente ha habido discrepancias con respecto a la terminología usada anteriormente. Aquí se registran las definiciones de uso más aceptado, indicando las áreas de mayor desacuerdo. Cuando hay más de una definición, se incluye primero la que ha sido usada en el texto.

Términos referidos a los sistemas como un todo

Sistema: Conjunto de objetos y actividades ligados por algún tipo de interacción o interdependencia regular.

Sistema agrícola. La forma en que se organizan los recursos de la finca para la producción de productos primarios agrícolas a través de cierta tecnología y dentro de su ambiente. Esta definición excluye, por lo tanto, cualquier elaboración que vaya más allá de la que normalmente se realiza en la finca con los productos agrícolas o los animales, e incluye los recursos de la finca usados en la comercialización del producto. Otra definición dice: "Una colección de unidades funcionales distintas, tales como cultivos, ganado y actividades comerciales, que tienen interacciones debido al uso conjunto que hacen de los insumos que reciben del ambiente". Este uso más general del término trasciende los límites individuales de la finca, refiriéndose a fincas organizadas en forma similar.

Sistema de cultivo: Los patrones de cultivo usados en la finca y su interacción con los recursos de la misma, otras actividades de la finca, y la tecnología que determina su modo de ser.

Empresa de la finca: Las actividades de producción de un cultivo o especie animal dentro de un sistema agrícola, constituye la unidad más pequeña en que se usa el recurso, y normalmente el análisis de costo/beneficio se hace en relación a ella, es decir, a la cría de un animal en particular o a la siembra en cierta fecha de un cultivo específico. Por lo tanto, una empresa es un subsistema agrícola completo.

Agricultura migratoria. Varios años de cultivo seguidos por varios años de barbecho, sin ningún tipo de manejo. Este tipo de agricultura puede practicarse ya

sea cambiando las áreas de cultivo alrededor de un sitio de vivienda o poblado permanente, o trasladando todo el poblado, conforme se trasladan los campos de cultivo.

Corta y quema: Tipo especial de agricultura migratoria en áreas de alta pluviosidad en donde crecen arbustos o árboles durante el período de barbecho, los que se cortan y queman para limpiar el terreno.

Agricultura en seco: Cultivo de cereales en rotación con uno o dos años de barbecho, en zonas áridas y semiáridas.

Agricultura dependiente de la lluvia: El crecimiento de cultivos o animales bajo condiciones de pluviosidad natural. El agua puede retenerse en los campos de cultivo por medio de diques, como en los campos de arroz inundado con agua de lluvia, pero no hay agua disponible de áreas de almacenamiento permanente.

Agricultura mixta: Fincas con actividades integradas de cultivos y animales.

Silvicultura: Siembra de árboles para madera o productos madereros.

Agro-silvicultura: Cultivo de árboles para madera, con cultivos agrícolas bajo ellos.

Términos relativos al tipo de cultivo

Cultivo: Todas las plantas de la finca que se siembran y manejan con propósitos económicos, y que dan un producto físico para el uso de la finca o para la venta.

Cultivos arables. Cultivos que requieren laboreo.

Cultivos de ciclo corto: Los que ocupan la tierra por tres meses o menos.

Cultivos de ciclo medio: Los que ocupan la tierra de tres a seis meses.

Cultivos de ciclo largo: Los que ocupan la tierra de seis a dieciocho meses.

Cultivos perennes: Los que ocupan la tierra por más de treinta meses (no incluyen leguminosas ni gramíneas en pasturas permanentes).

Cultivos perennes de campo: Los que requieren laboreo y ocupan el campo de tres a doce años (cabuya, caña de azúcar).

Cultivos arbustivos: Árboles a los que se les hace desarrollar con apariencia de arbustos (café, té).

Cultivos arbóreos: Árboles que producen frutas y que no se siembran principalmente para madera.

Términos relativos al arreglo espacial y temporal de los cultivos

Cultivos múltiples: Siembra de más de un cultivo en el mismo terreno, en un año agrícola. Dentro de este concepto hay muchos patrones posibles de arreglo temporal y espacial.

Patrón de cultivo: La secuencia anual y el arreglo espacial de cultivos, o cultivos y barbecho, en un área dada.

Índice de cultivo: Número de cultivos por año en un campo dado, multiplicado por 100 (algunas veces usado como valor R: el porcentaje de tierra de cultivos realmente cultivada en un año).

Uso equivalente de la tierra (U.E.T.): El área de monocultivo necesaria para dar la producción equivalente en un hectárea de cultivos intercalados o mixtos. La U.E.T. es la suma de las fracciones del rendimiento de las siembras intercaladas en relación a su rendimiento como monocultivos.

Índice de equivalencia área/tiempo: La relación entre el número de días/hectárea requeridos por el monocultivo y el número de días/hectárea empleados con la siembra intercalada para producir cantidades idénticas de cada uno de los componentes.

Cultivo máximo: El logro de la mayor producción posible por unidad de área y por tiempo, sin tener en cuenta el costo ni la utilidad neta.

Cultivo secuencial: Un segundo cultivo sembrado después de la cosecha del primero (en África Occidental algunas veces se le denomina cultivo de relevo).

Monocultivo: Siembra de un cultivo único durante un tiempo. Otra definición es: "siembra repetitiva del mismo cultivo en el mismo terreno".

Cultivo único: La variedad de un cultivo sembrada sola, a la densidad normal.

Cultivo de retoños: Cultivo de rebrotes de los rastrojos después de una cosecha, no necesariamente de granos.

Cultivo doble: Siembra de dos cultivos en secuencia en el mismo año, usando semillas o plántulas de trasplante, uno después de la cosecha del otro (el mismo concepto para cultivo triple).

Cultivo en franjas: Siembra de dos o más cultivos en distintas franjas lo suficientemente anchas para permitir labores de cultivo independientes. Debido al ancho de las franjas, hay mayor intercalamiento que en las asociaciones de siembras intercaladas.

Cultivo intercalado: Dos o más cultivos sembrados simultáneamente en la misma hilera, en hileras alternas, o en hileras pares, en la misma área.

Siembra intercalada: Todos los tipos de siembra de semillas o de plántulas de un cultivo dentro de una población de plantas en crecimiento. Se usa especialmente con cultivos anuales bajo poblaciones de cultivos perennes.

Intercultivo: Cultivos arables sembrados debajo de cultivos perennes.

Cultivo mixto: Dos o más cultivos sembrados simultáneamente en el mismo campo y al mismo tiempo, pero sin arreglo en hileras (algunas veces se denomina cultivo intercalado mixto).

Cultivo (o siembra) de relevo: El cultivo anual que está madurando se intercala con plántulas o semillas del cultivo siguiente. Si el período de floración del primer cultivo se traslapa con el segundo cultivo, la combinación resulta cultivo intercalado (es sinónimo de "cultivo intercalado de relevo").

Policultivo simultáneo: La siembra simultánea de dos o más plantas útiles en la misma parcela. Incluye cultivo mixto, cultivo intercalado, intercultivo, siembra intercalada y siembra de relevo.

Términos relativos al ambiente físico

Campo: La mayor unidad de tierra continua que no está subdividida por restricciones físicas o económicas para las labores de cultivo.

Complejo ambiental: Conjunto de localidades que comparten los mismos valores para los determinantes físicos de los patrones de cultivo identificados. Sinónimo de "análogos agroecológicos".

Complejo de producción agronómica: Conjunto de los sitios descritos por valores de determinantes agronómicos, para los cuales el comportamiento relativo de los patrones de cultivo es sustancialmente similar.

Dependiente de la lluvia: Tierra que no se irriga.

Determinantes: Variables físicas o económicas que determinan el comportamiento de los patrones de cultivo.

Tierra inundada (o anegada): Tierra que permanece bajo agua durante una gran parte del año, mientras los cultivos están en el campo (se usa especialmente para arroz inundado).

Tierra de secano: Tierra que se cultiva sin agua estancada y que no se inunda durante la estación de cultivo.

Términos socioeconómicos

Etapa de crecimiento: El estado de un sistema agrícola (en una finca dada) con respecto al grado de participación en la economía de mercado, el uso de artículos de consumo, el uso de insumos de caja y el grado de mecanización de la finca.

Estabilidad: La posibilidad de predicción de un evento o resultado.

Parcela: La mayor unidad de tierra continua, bajo una misma tenencia.

Recursos: Los factores de producción físicos (tierra, luz, agua y tiempo en un ambiente dado) y económicos (mano de obra, energía, caja y mercados) de que se dispone en una finca dada.

Riesgo: La falta de estabilidad, asociada con las consecuencias para el agricultor de un comportamiento deficiente no pronosticado.

APÉNDICE C

NOMBRES BOTÁNICOS DE LOS CULTIVOS MENCIONADOS

apio	<i>Apium graveolens</i>
arroz	<i>Oryza sativa</i>
banano	<i>Musa</i> spp.
cacao	<i>Theobroma cacao</i>
café	<i>Coffea</i> spp.
camote	<i>Ipomoea batatas</i>
caña de azúcar	<i>Saccharum officinalis</i>
caupí	<i>Vigna unguiculata</i>
cebollino	<i>Allium schoenoprasum</i>
cocotero	<i>Cocos nucifera</i>
frijol alado	<i>Psophocarpus tetragonolobus</i>
frijol mungo	<i>Phaseolus aureus</i>
frijol negro	<i>Phaseolus vulgaris</i>
fruta de pan	<i>Artocarpus altilis</i>
gandul (frijol de palo)	<i>Cajanus cajan</i>
gengibre	<i>Zingiber officinale</i>
jaca	<i>Artocarpus heterophyllus</i>
kapok	<i>Ceiba pentandra</i>
Kenaf	<i>Hibiscus cannabinus</i>
lichi	<i>Litchi chinensis</i>
maíz	<i>Zea mays</i>
mango	<i>Mangifera indica</i>
maní	<i>Arachis hypogaea</i>
melón	<i>Cucumis melo</i>
millo	<i>Eleusine indica</i>
papaya	<i>Carica papaya</i>
pepino	<i>Cucumis sativus</i>
piña	<i>Ananas comosus</i>
rábano	<i>Raphanus sativus</i>
rambután	<i>Nephelium lappaceum</i>
sandía	<i>Citrullus lanatas</i>
sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>
soya	<i>Glycine max</i>
taro	<i>Colocasia antiquorum</i>
yuca	<i>Manihot esculenta</i>
yute	<i>Corchorus</i> spp.
zapallo	<i>Cucurbita</i> spp.

•

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA ANOTADA

Capítulo 1: Una nueva propuesta

Rockefeller Foundation. 1976. Strategies for agricultural education in developing countries. Agricultural Education Conference II. Working papers. New York.

Visión general y realista del sistema agrícola actual, que recompensa a un pequeño grupo con beneficios que no se filtran hacia abajo.

Schumacher, E.F. 1973. *Small is beautiful*. New York: Harper and Row.

Este libro, muy leído, plantea enérgicos argumentos socioeconómicos para el desarrollo de la pequeña empresa (y la pequeña finca). El autor dice que no hay otra alternativa que "pensar en pequeño" y que nuestros esfuerzos de desarrollo deben reorientarse hacia la "tecnología intermedia". El libro carece de sugerencias específicas para el desarrollo de empresas pequeñas.

Wortman, S. 1975. *The World Food Situation: a new initiative*. A report prepared for the Subcommittees on Science, Research, and Technology and Domestic and International Scientific Planning and Analysis of the U.D. House Representatives, September 23, 1975. New York: Rockefeller Foundation.

Bosquejo de objetivos de desarrollo basados en la producción masiva de alimentos y un mayor poder adquisitivo de las masas pobres.

Capítulo 2: Etapas de la evolución de la pequeña finca

Carneiro, R.L. 1974. The transition from hunting to horticulture in the Amazon basin. In *Man in adaptation: the cultural present*, ed. Y.A. Cohen, pp. 157-166. Chicago: Aldine.

Estudio de un caso y discusión de la productividad de la mano de obra cuando es afectada por la transición.

De Schlippe, P. 1956. *Shifting cultivation in Africa*. London: Routledge and Kegan Paul.

Bosquejo de una síntesis relativamente sencilla de los múltiples elementos de los sistemas agrícolas tradicionales; este libro ofrece quizás la concepción más lúcida que es posible encontrar dentro de la filosofía de la agricultura tradicional.

Wharton, C.R., Jr. 1969. Subsistence agriculture: concepts and scope. In Subsistence agriculture and economic development, ed. C.R. Wharton, Jr., pp. 12-20. Chicago: Aldine.

Excelente descripción del significado y alcance de la agricultura de subsistencia, la que cubre el 40 % de la tierra cultivada en el mundo y mantiene del 50 al 60 % de la humanidad.

Capítulo 3. Metas para el desarrollo de la pequeña finca

Mellor, J.W. 1969. The subsistence farmer in traditional economics. In Subsistence agriculture and economic development, ed. C.R. Wharton, Jr., pp. 209-227. Chicago: Aldine.

Discusión de los valores y objetivos de los agricultores y sus divergencias respecto a las metas nacionales.

Schultz, J.L. 1974. Primitive and peasant economics. In Small farm agricultural development problems, ed. H.H. Biggs and R.L. Tinnermeier, pp. 61-67. Fort Collins: Colorado State University.

Discusión de los factores que motivan a los pequeños agricultores.

Wortman, S. 1974. National agricultural systems. In Strategies for agricultural education Conference II. Working papers, pp. 20-41. New York: Rockefeller Foundation.

Incluye una discusión de lo que deberían abarcar las metas nacionales de desarrollo.

Capítulo 5: Investigación para el desarrollo de la pequeña finca

Castillo, G. 1969. A critical view of subculture peasantry. In Subsistence agriculture and economic development, ed. C.R. Wharton, Jr., pp. 136-142. Chicago: Aldine.

Discusión de los puntos débiles de la investigación actual, con flujo de información en un solo sentido: de la estación experimental al agricultor.

Cummings, R.W., Jr. 1976. Food crops in the low-income countries: the state of present and expected agricultural research and technology. New York: Rockefeller Foundation.

Gomez, A.A. 1977. Cropping systems approach to production program. In Proceedings, symposium on cropping systems research and development for the Asian rice farmer, pp. 441-447. Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute.

Harwood, R.R. 1974. Resource utilization approach to cropping systems improvement. In International workshop on farming systems, pp. 249-260. Hyderabad, India: International Crops.

Una descripción de la investigación con el agricultor como partícipe.

International Rice Research Institute. 1977. Proceedings, symposium on cropping systems research and development for the Asian rice farmer. Los Baños, Philippines.

Resume los programas de investigación orientados hacia el agricultor de varios sistemas de cultivo en Asia.

National Research Council. World Food and Nutrition Study Steering Committee. 1977. Supporting papers: World food and nutrition study, Vol. 11, Profile 1. A methodology for farming systems research. Washington, D.C.: National Academy of Sciences.

Este informe resume la falta de adecuación de la investigación convencional para el mejoramiento de los sistemas agrícolas, orientada hacia la estación experimental. Se recomienda un método de análisis en sentido transversal.

Rockefeller Foundation. 1976. The role of social sciences in rural development. New York.

Silvestre, P. 1969. Role of agricultural research in the development of an intensive farming system for Senegal. In Agricultural research priorities for economic development in Africa. Vol. 3, pp. 233-239. Washington, D.C.: National Academy of Sciences.

Describe las etapas de desarrollo propuestas, que conducen a la integración total de la ganadería y los cultivos.

Capítulo 6. Limitantes físicos de la intensidad del cultivo

Coulter, J.K.; Derting, J.F., Oldeman, L.R.; Obradovitch, M.M. and Slaterry, T. 1974. An agro-climatic classification for evaluating cropping systems potential in Southeast Asian rice growing regions. Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute.

Bosquejo de un sistema de clasificación de climas orientado hacia los cultivos; este sistema, ampliado, ha sido usado en este libro.

Duckham, A.N. and Masefield, G.B. 1970. Farming systems of the world. London: Chatto & Windus.

Los dos primeros capítulos discuten los factores del ambiente físico que afectan los sistemas agrícolas.

Francis, C.A. 1979. Small farm cropping systems in the tropics. In *Soil and water management and crop production, an introduction to regional farming systems*, eds. D.W. Thorne and M.D. Thorne. Westport, Connecticut; Avi Publishing.

Visión general de los sistemas de cultivo en América Latina, los factores que influyen sobre ellos, y los cambios que están experimentando.

Papadakis, J. 1965. *Crop ecological survey in West Africa*. Rome: FAO.

Una de las primeras clasificaciones útiles de climas; se basa en el potencial de cultivo.

Wilsie, C.P. 1962. *Crop adaptation and distribution*. San Francisco: W.H. Freeman.

Amplia revisión de los determinantes físicos de los cultivos mayores.

Capítulo 7: Determinantes económicos del tipo de cosecha y de la intensidad de los cultivos

International Rice Research Institute. 1975. Constraints to increased rice production. In *International Rice Research Institute Annual Report for 1974*, pp. 266-297. Los Baños, Philippines.

Datos de los determinantes económicos en una producción de arroz incrementada.

Jhoda, N.S. 1977. Resource base as a determinant of cropping patterns. In *Proceedings, symposium on cropping systems research and development for the Asian rice farmer*, pp. 101-124. Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute.

Lagemann, Johannes. 1977. *Traditional African farming systems in Eastern Nigeria*. München: Weltforum Verlag.

Comparación de los sistemas agrícolas de tres aldeas con tres diferentes intensidades en el uso de la tierra.

Price, E.C. 1977. Economic criteria for cropping pattern design. In *Proceedings, symposium on cropping systems research and development for the Asian rice farmer*, pp. 167-179. Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute.

Capítulo 8: Necesidades de recursos de los cultivos múltiples

Asian and Pacific Council. 1974. Multiple cropping systems in Taiwan, Taipei.

Visión general de los patrones de cultivo en Taiwan y referencias útiles sobre sistemas de alta inversión y altas utilidades para pequeños agricultores.

Bradfield, R. 1966. Toward more and better food for the Filipino people and more income for her farmers. New York: Agricultural Development Council.

Uno de los primeros informes del "padre de los cultivos múltiples modernos" sobre el potencial de mayor intensidad de cultivo en los trópicos.

Dalrymple, D.G. 1971. Survey of multiple cropping in less developed nations. FEDR-12. Washington: Foreign Economic Development Service, U.S. Department of Agriculture.

Un buen panorama general de los sistemas agrícolas comerciales en las naciones en desarrollo.

Greenland, D.J. 1975. Bringing the green revolution to the shifting cultivator. *Science* 190:841-844.

Una lista de los factores necesarios para mejorar y estabilizar la producción del agricultor africano, incluyendo el uso de cultivos mixtos con variedades de alto rendimiento.

Greenland, D.J. 1975. Evolution and development of different types of shifting cultivation. Regional seminar on shifting agriculture and soil conservation in Africa. *Soils bull.* 24:5-13. Rome: FAO.

Una explicación racional de la base científica de las prácticas tradicionales y sus relaciones con la agricultura moderna.

Harwood, R.R. 1976. The application of science and technology to long range solutions: multiple cropping potentials. In *Nutrition and agricultural development: Significance and potential for the tropics*, eds. Nevin S. Scrimshaw and Moisés Behár. New York: Plenum.

Bosquejo de los patrones de cultivo en la agricultura tradicional y su utilidad para el futuro.

Innis, D.Q. 1976. Traditional versus modern methods of increasing tropical food production (in India and Jamaica). *General economic geography*, vol. 6. In *Proceedings of the Twenty-Third International Geographical Congress, Moscow*.

Cuestiona el intento de sustituir los sistemas tradicionales de cultivos mixtos por monocultivos simplificados.

King, K.F.S. 1968. Agri-silviculture (the Taungya System) Bull. No. 1, Department of Forestry University of Ibadan, Nigeria.

Describe asociaciones de cultivos arbóreos con cultivos anuales en Africa occidental, incluye una lista de 79 especies madereras y 42 cultivos agrícolas sembrados en diferentes combinaciones.

Levins, R. 1973. Fundamental and applied research in agriculture. *Science* 181:523-524.

Incluye una discusión sobre combinaciones de cultivos con varios estratos de follaje.

Loomis, R.S. 1976. Agricultural systems in food and agriculture. *Scientific American*, 235, No. 3, pp. 20, 98-105.

Una discusión de tecnologías apropiadas para ambientes con recursos limitados en países del tercer mundo.

Norman, D.W. 1974. Rationalizing mixed cropping under indigenous conditions: the example of northern Nigeria. *Journal of development studies*, 11 No. 1:3-21.

Analiza los méritos de los cultivos mixtos en situaciones de recursos limitados, en un área donde el 48% de los agricultores usaba cultivos mixtos por razón de mayor productividad, y el 4% señaló la seguridad como razón principal.

Okigbo, B.N. and Greenland, D.J. 1976. Intercropping systems in tropical Africa. In *Multiple cropping*. Special publication No. 27, Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy.

Ruthenberg, H. 1971. Farming systems in the tropics. In *Systems with perennial crops*, pp. 189-205. Oxford. Clarendon Press.

Un estudio excelente de los sistemas arbóreos mixtos, sus características, y su contribución a la agricultura del pequeño propietario.

Capítulo 9. Los animales en los sistemas agrícolas mixtos

National Academy of Sciences. 1967. The role of animal agriculture in meeting world food needs. In *proceedings, 15th annual meeting and minutes of the Agricultural Research Institute, National Research Council, October 10-11, 1966*. Washington, D.C.

Rockefeller Foundation. 1975. The role of animals in the world food situation, a conference. New York.

Capítulo 10. Empresas no comerciales de la finca

Stoler, A. 1975. Garden use and household consumption patterns in a Javanese village. New York: Dept. of Anthropology, Columbia University.

Capítulo 11: Necesidad de nutrimentos de los sistemas intensivos

Lal, R. 1973. Soil erosion and shifting agriculture. In *Shifting cultivation and soil conservation in Africa*. Soils bull. 24, pp. 48-71. Rome: FAO.

Una buena revisión de los métodos de labranza y manejo para los suelos frágiles de los trópicos con alta pluviosidad.

Nye, P.H. 1961. Organic matter and nutrient cycles under moist tropical forest. *Plant and soil* 13:333-346.

Un bosquejo de la circulación de nutrimentos en bosques tropicales que presenta la teoría básica del manejo de nutrimentos sugerida en este libro para suelos pobres.

Nye, P.H. and Greenland, D.J. 1960. The soils under shifting cultivation. *Technical communication* 51. Reading: Commonwealth Agricultural Bureaux.

Artículo sobresaliente sobre las relaciones entre los sistemas agrícolas tradicionales y las propiedades del suelo, incluyendo datos sobre acumulación de nutrimentos en la biomasa de las plantas.

Sanchez, P.A. 1977. *Properties and management of soils in the tropics*. New York: Wiley.

Este libro es apropiado para los suelos tropicales de cualquier parte. El capítulo sobre manejo de suelos y cultivos múltiples tiene especial interés para los sistemas agrícolas.

Sanchez, P.A. and Buol, S.W. 1975. Soils of the tropics and the world food crisis. *Science* 188:598-603.

Esta visión a largo alcance de las posibilidades de resolver las condiciones de escasez de nutrimentos usando un mínimo de insumos, es una contribución significativa a la especulación sobre agricultura pobre en recursos.

Spain, J.M., Francis, G.A.; Howeler, R.H. and Calvo, F. 1975. Differential species and varietal tolerance to soil acidity in tropical crops and pastures. In *Soil management in tropical America*, pp. 308-329. Raleigh: North Carolina State University.

Análisis de cultivos para suelos con bajo contenido de bases.

Capítulo 12: Uso deficiente de los recursos de la finca

Geertz, C. 1963. Two types of ecosystems. In *Agricultural involution: the process of ecological change in Indonesia*, pp. 13-37. Berkeley. University of California Press.

Un análisis básico pero muy bien equilibrado de los campos de arroz inundado y los sistemas suecos.

Rappaport, R.A. 1971. The flow of energy in an agricultural society. *Scientific American* 224, pp. 117-132.

Estudio de un caso del flujo de energía en un sistema de subsistencia en Nueva Guinea. Argumento sobre los peligros del uso de mucha energía, comparando los sistemas modernos con los tradicionales.

Wilken, G.C. 1974. Some aspects of resource management by traditional farmers. In *Small farm agricultural development problems*, ed. H.H. Biggs and R.L. Tinnermeier, pp. 47-59. Fort Collins: Colorado State University.

Discusión del uso de recursos físicos, tales como tierra, agua, suelo, pendiente, clima y espacio, con comentarios sobre la alta eficiencia de algunos sistemas tradicionales.

Capítulo 13: Necesidades de mecanización

Kline, C.K., Green, D.A.G.; Donahue, R.L. and Stout, B.A. 1969. *Agricultural mechanization in equatorial Africa*. Research report 6. East Lansing: Institute of International Agriculture. Michigan State University.

Subraya las diferencias entre energía y mecanización. Discute los cambios sociales requeridos para la mecanización de los sistemas tradicionales. Contiene una amplia revisión de literatura. Es el mejor análisis disponible sobre ese tema.

Capítulo 14: Estabilidad de los sistemas agrícolas

Bergeret, A. 1977. Ecologically viable systems of production. *Ecodevelopment news* 3. Paris: International Research Center on Environment and Development (CIRED).

Visión general de la estabilidad ecológica de los patrones alternativos de cultivo.

Schluter, M.G.C. 1974. Management objectives of the peasant farmer: an analysis of risk aversion in the choice of cropping patterns, Surat District, India. Ithaca: Cornell University, Department of Agricultural Economics occasional paper 78.

Describe el no incremento de la ganancia por razones de riesgo. Recomienda concentrar esfuerzos para aumentar la capacidad de los pequeños agricultores de hacer frente al riesgo.

Wharton, C.R., Jr. 1968. Risk, uncertainty and the subsistence farmer. In Technological innovation and resistance to change in the context of survival. New York: Agricultural Development Council.

Describe a los pequeños agricultores como incrementadores de los servicios.

Misceláneos

Medina Ramos, M. 1976. International bibliography on cropping systems, 1973-1974. Manila: International Rice Research Institute.

Sistemas de agricultura tropical. 1974. Turrialba, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.

Dayao, B.M., ed. 1977. Small farm development: a preliminary annotated bibliography of South and Southeast Asian literature covering the period 1970-1976. College, Laguna, Philippines: Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture.

ÍNDICE DE MATERIAS

•

ÍNDICE DE MATERIAS

- Agricultura de "corta y quema", 117**
Agricultura de subsistencia
 como etapa del desarrollo, 18
 como limitante, 74
Agricultura migratoria, 18, 24, 29
Agua
 bombeo, 129
 como limitante, 21, 45-55
 labranza y 54
 recolección y 54, 56
 siembra y 55-56
 topografía y 62-63
Algodón, 87
Animales 99-106
 alimento, 101-103
 manejo, 103-105
 tracción, 20, 72, 122-123, 127
 sistemas, estabilidad, 136
Arboles
 de jaca, 108
 de kapok, 108, 110
 de lichi, 108
 de mango, 108
 de nueces, 95
 de rambután, 108
 frutales, 95, 108
 leguminosos, 108, 110, 119
Arroz, 91-93
 cultivo de relevo, 88
 cultivo de rotación, 53-56, 59-60
 cultivo intercalado, 91
 en agricultura de subsistencia, 20
 secuencias de cultivo, 83
 trillado, 130
Arroz de secano
 cultivo intercalado, 91-94
 requisitos de agua, 53
Arroz inundado
 altura del terreno, 60-61
 nutrimentos, 73, 84
 requisitos de agua, 52, 57-58
Aspiraciones culturales
 efecto sobre el desarrollo, 30, 31
 educación infantil, 31
 cultos, 31
Banano, 108, 110
Batangas, Filipinas
 alimentación animal, 102
 sistemas de cultivo, 55, 57
Bienestar
 indicadores, 34, 35
 medida, 33-37
Cacao, 95
Café, 20, 108
Camote
 como alimento animal, 102
 cultivo de relevo, 88, 89
 cultivo de rotación, 53, 54
 cultivo intercalado, 91
Caña de azúcar, cultivo intercalado,
 91, 93
Carabao, 102
Caucho, 21, 23
Caupí, rotación, 56
Cercas vivas, 109, 111
"Cero labranza", 85, 88,
Cocoteros, 20, 21, 95, 96, 108, 137
Comercialización y
 desarrollo agrícola, 10
Compost, 114-115, 117
Conejos, 103
Control de malezas: Ver herbicidas
Cooperación científico/agricultor,
 12, 38-44, 46, 140
Crédito, como factor limitante, 21

- Cubierta protectora (*mulch*), 119-120
- Cultivos
 - determinantes económicos, 67-79
 - determinantes físicos, 49-66
 - perfil de mano de obra, 82
 - período de crecimiento, 86
 - residuos de 86, 114-115
 - rotación: ver rotaciones
- Cultivos anuales
 - de relevo, 88-90
 - en secuencia, 82-90
 - intercalados, 90-94
 - sistemas, estabilidad, 136
- Cultivos arbóreos, 20, 94-96, 107-111
 - estabilidad biológica, 136
- Cultivos intercalados, 90-94
 - control de malezas, 93
 - enfermedades, plagas, 93-94
 - estabilidad biológica, 137
 - nutrimentos, 94
 - objetivos, 91-93
 - uso de mano de obra, 71-78, 93
- Cultivos múltiples, 81-97
 - cultivos intercalados, 90-94
 - cultivos perennes, 94-96
 - estabilidad biológica, 136-137
 - secuencias, 82-90
- Cultivos de relevo, 88-90
 - control de malezas, 88
 - fertilizantes, 89-90
- Chainut, estación experimental, 85
- China, 39
- Desarrollo
 - definición, 11
 - etapas, 15, 17-26
 - investigación para, 37-46
 - metas, 27-32
 - programas, 10, 11, 12
- Dieta como indicador de desarrollo, 36, 75
- Diversificación
 - en agricultura de subsistencia, 20
 - estabilidad y, 137
 - importancia, 79, 123-125
- Empresas no comerciales de la finca, 107-111
- Energía
 - animal, 20, 72, 122-123, 127
 - como factor limitante, 21, 71-73
 - fuentes, 122-123, 128-129
 - mecánica, 21, 22, 127-133
 - uso eficiente, 122-123, 128-129
- Enfermedades, 87-88, 93-94
 - en setos vivos, 110-111
 - resistencia, 136
- Estabilidad, 135-140
 - biológica, 136-137
 - como meta del agricultor, 28-135-136
 - económica, 139-140
 - en cultivos intercalados, 94
 - en manejo, 138-139
 - de producción, 139
- Etapas de desarrollo, 15, 17-26
 - de producción animal y cultivos de subsistencia, 18-19
 - de consumidores tempranos, 19-21
 - de mecanización incipiente, 22
 - del cazador recolector, 17-18
- Factores limitantes
 - agua, 21, 51-54
 - capacidad de labranza, 62-63, 72
 - capacidad de manejo, 70-71, 76
 - costo de la energía, 22
 - crédito, 21
 - dinero disponible, 73
 - fertilidad del suelo, 23, 63
 - energía, 21, 71-73
 - mano de obra, 68-70, 76
 - mercado, 74-75
 - temperatura, 61-62
 - genencia, 79
 - tierra, 9, 69-71
- Fertilidad del suelo
 - como limitante, 23, 63

- explotación, 29
- Fertilizantes, 73-74, 113-114, 120, 122
 - comerciales, 113-114, 120 122
 - compost, 114-115, 117
 - cubierta protectora (*mulch*), 119-120
 - en cultivo múltiples, 84, 89
- Fincas
 - investigación en, 43-46
 - tamaño, 9, 75-78
 - trazado, 79
- Fitomejoramiento, 136
- Flujo de caja
 - como factor limitante, 73-74
 - como indicador, 35
- Fósforo y anegamiento, 84
- Frijol alado, 108
- Frijol mungo
 - en relevo, 89
 - en rotación, 56, 85
 - intercalado, 91, 94
 - necesidad de mano de obra, 68
 - y precipitación, 64-65
- Fruta de plan, 108

- Gandul, intercalado, 91, 93
- Gansos, 103
- Genética, investigación, 136
- Gengibre, 108
- Gliricidia*, 108, 110, 119
- Granos
 - alimento para aves, 103
 - secadoras, 54

- Herbicidas, 71, 84, 87, 122, 131
- Hortalizas, 75-76
 - necesidades de manejo, 70
 - necesidades de mano de obra, 69-70
- Humedad: Ver agua

- Imperata cylindrica*, control, 93
- India, 17
- Indonesia
 - "cero" labranza, 85
 - manejo de animales, 104

- Instituto Internacional de Investigaciones en Arroz (IRRI), 33-35, 51, 83, 105
- Intensidad del cultivo
 - límites económicos, 67-79
 - límites físicos, 49-66
- Inversión del ingreso, 20, 121-122
- Investigación
 - cooperación científico/agricultor, 12, 38-44, 46, 140
 - enfoque, 37-39
 - en la finca, 43-46
- Irrigación, 85, 86
- Japón, 39
- Java
 - sistemas de siembra, 108
 - uso de fertilizantes, 122

- Labores de cultivo
 - mecanizadas, 127-131
- Labranza
 - agua y, 53
 - "cero", 85, 88
 - como limitante
 - en secuencia de cultivos, 84-86
 - fuerza matriz, 71-73, 127-129
 - importancia, 127
 - primaria, 71, 127-129
- Leguminosas
 - árboles, 108-110, 119
 - como alimento animal, 104
 - enfermedades, 87-88
 - en rotación, 59-73, 85
 - siembra, 85
- Leña, 110, 111
- Leucaena, 108, 119
- Luz y productividad, 63
- Luzon Central, Filipinas, 58

- Maíz
 - como alimento animal, 101, 102
 - enfermedades, 87-93-94
 - en relevo, 88, 89
 - en rotación, 53-54, 86
 - intercalado, 91, 93-94, 96
 - labranza, 71
 - mano de obra, 69

- nutrimentos, 73
- trillado, 130
- Malezas**
 - como alimento animal, 102
 - control, 71-73, 84
 - en cultivos múltiples, 86-87, 88, 93,
 - labranza y, 84, 130, 132
- Manejo**
 - como factor limitante, 70-71, 123-125
 - de animales, 103-105
 - de cultivos en secuencia, 82
 - estabilidad, 138-139
 - genético, 136
- Maní**
 - en rotación, 53, 54
 - intercalado, 91, 94
- Mano de obra**
 - como indicador de desarrollo, 22-23
 - desplazada, 132
 - productividad, 10
 - uso eficiente, 29
- Mecanización, 127-133**
 - como indicador de desarrollo, 22
 - para transporte, 131
 - primaria, 127-129
 - secundaria, 129-131
 - y mano de obra, 132
- Mercado, como factor limitante, 74-75**
- Metas del desarrollo, 27-32**
 - aspiraciones culturales, 30-31
 - beneficio económico, 28
 - a largo y a corto plazo, 29-30
 - uso eficiente de la mano de obra, 29
 - estabilidad, 28
- Mildiú, 87, 94**
- Millo, intercalado, 91, 93**
- Mindanao, Filipinas**
 - animales, 104
 - cazadores-recolectores, 17
- Mindoro, Filipinas**
 - diversificación de cultivos, 18
- Nemátodos, 87**
- Nepal**
 - animales, 104
 - desarrollo, 23-24
- Nitrógeno**
 - en campos inundados, 84
 - en leguminosas, 108, 110, 119
- Nutrimentos (ver también fertilizantes)**
 - árboles y, 96
 - circulación de, 116-118
 - en cultivos intensivos, 113-120
 - en cultivos múltiples, 84-85, 94
 - reciclaje, 114-116
- Papayo, 108, 110**
- Pastoreo, 101**
- Patio de la casa, 107-109**
- Patos, 103**
- Piña, 108**
- Plagas**
 - en cultivos múltiples, 87, 93-94
 - en setos vivos, 110-111
 - resistencia, 136
- Pollos, 103**
- Precipitación: Ver agua**
- Productividad**
 - de cultivos intercalados, 91, 93
- Rábanos, en relevo, 89**
- Reciclaje**
 - de materiales de la finca, 114-116
- Recursos, uso eficiente, 79-121-125**
- Resistencia, a insectos y enfermedades, 136**
- Riesgo: Ver estabilidad**
- Robo de cultivos comerciales, 78**
- Rotaciones, 53-54, 59-60**
- Sandía, 79-85**
- Secuencias de cultivos, 82-90**
 - control de malezas, 86-87
 - enfermedades, 87-88
 - irrigación, 85-86
 - labranza, 84-85
 - manejo, 82-83
 - nutrimentos, 84-85
 - plagas, 87

- Sementeras, 90, 124, 128**
- Setos vivos**
 enfermedades, 110, 111
 siembras, 103-105
- Siargao, Filipinas, 21**
- Siembra**
 agua y, 54
 de cultivos múltiples, 85
- Sistemas agrícolas**
 análisis, 12
 estabilidad biológica, 136-137
 estabilidad de producción, 139
 interacciones, 12
- Sistemas de clasificación ambiental, 64**
 de factores limitantes, 49-50
- Sistemas mixtos, 105-106**
- Sorgo**
 como alimento animal, 102
 como cultivo de relevo, 87
 como cultivo de rotación, 53-54
 como cultivo intercalado, 91, 93
 necesidad de nutrimentos, 73
 trillado, 130
- Soya**
 cultivo de relevo, 89
 cultivo de rotación, 53, 54
 cultivo intercalado, 91, 94
 siembra, 85
- Suelos**
 drenaje, 54
- intercambio catiónico, 63
 tipos, 85, 86
- Tabaco, 20**
- Tailandia, animales en, 103, 104**
- Taiwan**
 "cero" labranza, 85
 cultivo de relevo, 88
- Talador europeo del maíz, 87, 94**
- Taro, 108**
 en relevo, 89
- Temperatura como factor limitante, 61-62**
- Tenencia de la tierra**
 como limitante, 79
- Topografía, agua y, 60-61**
- Trabajo interdisciplinario, 13, 65-66**
- Tracción animal: Ver animales**
- Tractor**
 como fuente de energía, 123
 tamaño, 128-129
- Transporte mecanizado, 131**
- Trillado, 129-130**
- Yuca**
 cosecha, 130
 cultivo de relevo, 88, 89
 cultivo intercalado, 91, 93, 108
 en agricultura de subsistencia, 18

OTROS TITULOS DEL SERVICIO EDITORIAL IICA

	US\$
Acarología. E. Doreste	12.50
Administración de empresas asociativas de producción agropecuaria. H. Murcia	7.00
Agroecología del trópico americano. P. Montaldo	3.50
Articulación social y cambio técnico en el agro Latinoamericano. (La producción de azúcar en Colombia). E. Trigo y M. Piñeiro	9.50
Arroz en los trópicos. R.F. Chandler	10.00
Associative farm management. H. Murcia	9.60
Batata o camote, F. Folquer*	4.00
Cambio técnico en el agro Latinoamericano. Situación y perspectivas en la década del 80. E. Trigo y M. Piñeiro, Coordinadores	7.00
Caribbean seminar on farming systems research methodology. Varios ..	13.00
Compendio de agronomía tropical. IICA/gobierno de Francia	8.00
Compendio de mercadeo de productos agropecuarios. G. Mendoza	9.00
Comunicación escrita. A. MacLean	3.00
Conservación de suelos. F. Suárez de Castro*	6.00
Crédito rural. J. Vélez	10.00
Cultivo de cítricos. Ch. Morín	14.00
Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. A. Montaldo	4.50
Cultivo y mejoramiento de la papa. A. Montaldo	12.00
Diagnóstico de fallas en motores de combustión interna. J. Gilardi	3.50
Ecología basada en zonas de vida. L. Holdridge*	5.00
Educación y participación. J. Werthein y M. Argumedo, Eds	3.00
Elementos del diseño del tractor y herramientas de labranza. J. Ashburner y B. Sims.	8.50
En busca de tecnología para el pequeño agricultor. A. Marzocca	14.00
Enfoque de sistemas para el desarrollo agrícola. A. Saravia	5.00
Estrategias de enseñanza-aprendizaje. J. Díaz Bordenave y A. Martins ..	10.50
Farm management handbook. G. Guerra	16.50
Física de suelos. W. Forsythe	4.00
Fisiología vegetal experimental. G. Fernández y M. Johnston	12.00
Guía para la elaboración de proyectos. S. Miragem, Coordinador	6.00
Introducción a la estadística. W. Caballero	4.50
Introducción a la evaluación económica y financiera de inversiones agropecuarias. (Manual de instrucción programada). J.A. Aguirre	7.00
Introducción a la fitopatología. L.C. González	3.00
Introduction to the diagnosis of plant disease. CH. Brathwaite.	2.50
Manual de administración de empresas agropecuarias. G. Guerra	7.00
Management of low fertility acid soils of the american humid tropics. Varios*	15.00
Manual de enseñanza práctica de producción de hortalizas. M. Holle y A. Montes	5.25
Manual de mercadeo de productos agrícolas de la Cuenca del Caribe. IICA/USDA	20.25
Manual de prácticas de fruticultura. F. Leal y M.G. Antoni	9.50
Métodos de investigación fitopatológica. E.R. French y T.T. Hebert ...	6.50

Mineralogía de arcilla de suelos. E. Besoaín	30.00
Modelos operacionales de reforma agraria y desarrollo rural en América Latina. A. García	5.00
Motores de combustión interna. J. Gilardi	4.00
Organización de la investigación agropecuaria en América Latina. E. Trigo y M. Piñeiro	11.90
Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central, Las A.B.S. King y J.L. Saunders (Distribución) Inglés y Español	15.00
Proceedings caribbean workshop on the organization and administration of agricultural research. Varios	6.00
Procesos sociales e innovación tecnológica. E. Trigo y M. Piñeiro	10.00
Producción de hortalizas. Cásseres*	7.50
Química de suelos. H. Fassbender	7.00
Reparación de motores de tractores agrícolas. J. Gilardi	2.00
Sistemas de riego. L. Gurovich	12.00
Suelos del trópico. Características y manejo. P. Sánchez	15.00
Taxonomía vegetal. A. Marzocca	8.50
Traditional and potential fruit tree crop development. A. Pinchinat	10.00
Tecnología de la leche. A. Revilla	5.00
Tomates. R. Villareal	4.00
Tres formas de acelerar el crecimiento agrícola. A.T. Mosher	2.50
Yuca o mandioca, La A. Montaldo	12.00

* Edición agotada. Ejemplares fotocopiados o microfilmados pueden ser obtenidos en la siguiente dirección, University Microfilms International, 300 North Zeeb Road, Ann Arbor, Michigan 48 106 USA 313-761-4700.

Deseo aprovechar esta oferta de introducción que me presenta la Serie de Libros y materiales Educativos del IICA. Remítame por correo certificado _____ ejemplares del _____ a la dirección abajo indicada. Agrego un 15% para porte de correo.

- envíeme además su catálogo para conocer otras publicaciones técnicas del IICA
- adjunto cheque certificado
- adjunto giro o letra bancaria
- orden en firme (sólo para librerías instituciones y bibliotecas)
- aprovecho esta oferta, en moneda nacional a la presentación de este cupón en la Oficina IICA del país

Lugar y fecha	Nombre completo	Dirección
---------------	-----------------	-----------

30% de descuento por la compra de 6 o más ejemplares

Dirección: Unidad de Distribución, Oficina Central IICA, Apdo. 55-2200, Coronado, Costa Rica.

**Este libro se terminó de imprimir en los talleres de Imprenta
y litografía VARITEC S.A., en el mes de noviembre de 1986.
Su edición consta de 3 000 ejemplares.**

**Producción editorial a cargo de
Rodolfo S. Cedefio.**

IICA
LME-78
1986
C:2



ISBN-92-9039-115-4

Este libro auxilia a los técnicos y agrónomos en el logro de una mejor comprensión de los sistemas agrícolas de los trópicos húmedos, y contribuye en el reconocimiento de que el desarrollo de un número mayor de pequeñas fincas en el mundo requiere un cambio de enfoque en la manera de pensar, en la investigación tecnológica y en las comunicaciones con los agricultores. La obra se centró en el análisis de varios aspectos de los sistemas de producción de la pequeña finca que pueden fomentar la eficiencia cuando los recursos son limitados.

El autor sugiere que la combinación deliberada de tecnologías tradicionales y modernas puede ser la clave para encaminar a los agricultores menos beneficiados hacia un mayor desarrollo. Propone un trabajo de colaboración entre científicos, extensionistas y agricultores, tanto para desarrollar como para transmitir la tecnología apropiada a las fincas con escasos recursos.

Richard R. Harwood es actualmente Director del *Organic Gardening and Farming Research Center*, de Rodale Press, Inc. Previamente fue Director del Programa de Sistemas de Cultivo del Instituto Internacional de Investigaciones en Arroz (IRRI) en Filipinas y trabajó también con la Fundación Rockefeller en el mejoramiento del sorgo en Tailandia.