

REUNION REGIONAL SOBRE METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE

ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS EN SISTEMAS DE CULTIVO

Cerro Verde, El Salvador, julio 24-27, 1979

MEMORIA

CATIE  
CENTRO AGRONOMOICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA

CENTA  
CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA

Turrialba, Costa Rica, 1980



## CONTENIDO

	<u>Pág.</u>
PRESENTACION.....	iv
INTRODUCCION AL TEMA DE LA REUNION	
Comentarios preliminares a la metodología que se va a discutir. <i>Pedro Oñoro</i> .....	1
Marco conceptual para la investigación en sistemas agrícolas. <i>Robert Hart</i> .....	11
Resumen de la discusión.....	33
SELECCION DE AREAS DE TRABAJO Y SU CARACTERIZACION	
Selección y caracterización de áreas como guía a la investigación agrícola aplicada. <i>Luis A. Navarro</i> .....	41
Uso de información secundaria en la caracterización del suelo y del clima en áreas seleccionadas. <i>Washington Bejarano</i> .....	88
Experiencia en Panamá sobre caracterización de una región y selección de área de trabajo para investigación agrícola aplicada. <i>Carlos Wynter y Ernesto Vergara</i> .....	100
Experiencia en El Salvador sobre diagnóstico de sistemas de producción. <i>Hernán Amaya Meza</i> .....	116
Resumen de la discusión.....	122
DISEÑO DE ALTERNATIVAS, PRUEBAS DE CAMPO Y SU EVALUACION	
Mecánica para la prueba de sistemas de cultivo en diferentes lugares. <i>Carlos F. Burgos</i> .....	128
Experimentación en sistemas de cultivo. <i>Pedro Oñoro</i> .....	161
Comentarios y preguntas.....	214

	<u>Pág.</u>
Experimentación agrícola en Costa Rica. <i>Mauro Molina</i> .....	218
Algunos criterios para evaluar sistemas de producción de cultivos de pequeños agricultores. <i>Raúl A. Moreno</i> .....	223
Comentarios y preguntas.....	256
Investigación en sistemas de producción en la región de Comayagua, Honduras.....	258
Comentarios y preguntas.....	281
Resumen de la discusión sobre "Pruebas de Campo y su Evaluación".....	284
 <b>PREPARACION INICIAL Y VALIDACION DE ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS</b>	
Un resultado de la investigación mediante el enfoque de sistemas: la preparación de alternativas tecnológicas al sistema del agricultor. <i>Miguel Holle</i> .....	289
Prueba extensiva de alternativas promisorias. <i>Anibal Palencia</i> .....	299
Comentarios sobre la experiencia de Guatemala (ICTA) en validación de tecnología agrícola. <i>Jaime Solórzano</i> .....	307
Comentarios y preguntas.....	316
 <b>CONCLUSIONES</b>	
Consideraciones finales presentadas por los participantes agrupados por país.....	326
 <b>ANEXOS</b>	
Discurso de inauguración del Ing. Félix Rodolfo Cristales Avelar, Director General - CENTA.....	330
Discurso de inauguración del Ing. Roberto Antonio Vega Lara, Jefe, División de Investigación Agropecuaria - CENTA.....	332

	<u>Pág.</u>
Discurso de clausura del Ing. Roberto Antonio Vega Lara, Jefe División de Investigación Agropecuaria - CENTA.....	334
Lista de participantes.....	336
Agenda de actividades.....	339

## PRESENTACION

La primera fase del Proyecto "Sistemas de Producción para Pequeños Agricultores" realizada por CATIE con el auspicio de ROCAP entre 1975 y 1979, significó una serie de acciones en el Istmo Centroamericano. Estas experiencias fueron desarrollando las diferentes fases de una metodología como producto del trabajo conjunto de los técnicos del CATIE y los colegas de cada país.

Con el propósito de recoger dichas experiencias y discutir las con los técnicos que de una u otra forma han participado en esfuerzos tendientes a aumentar la productividad en zonas de agricultores con limitados recursos, el CENTA y CATIE, contando con el apoyo financiero de la Oficina Regional para los Programas de Centro América de la Agencia Internacional para el Desarrollo (ROCAP/AID), organizaron una Reunión Regional sobre Metodología para el Desarrollo de Alternativas Tecnológicas en Sistemas de Cultivo.

La Reunión se realizó en Cerro Verde, El Salvador, durante julio de 1979. El esquema de trabajo fue el siguiente: a) presentación de cada aspecto de la metodología por un técnico del CATIE; b) presentación de aspectos relacionados al tema tratados por técnicos de cada país del Istmo, y c) comentarios, sugerencias y discusiones generales y por grupos.

De estas presentaciones, del análisis y discusión de los participantes, resultó una serie de documentos, que se consideran útiles para los investigadores y planificadores agrícolas del Istmo Centroamericano. Todo este material ha sido reunido en la presente publicación. Esto ha sido posible gracias al esfuerzo conjunto de la División de Investigación del CENTA (San Andrés, El Salvador) y el Programa de Cultivos Anuales del CATIE (Turrialba, Costa Rica).

**INTRODUCCION AL TEMA DE LA REUNION**

## COMENTARIOS PRELIMINARES A LA METODOLOGIA QUE SE VA A DISCUTIR

Pedro R. Oñoro\*

En esta reunión se expondrán temas que se refieren a un enfoque no suficientemente divulgado entre los investigadores. Es un enfoque nuevo dentro de la investigación agrícola y necesita ajustes, que se deben hacer en base a la experiencia que se vaya adquiriendo, y a la contribución de las personas que lo están utilizando.

No estamos hablando de un producto elaborado y listo para ser utilizado, como un televisor. Deseamos exponer ante ustedes esta metodología, porque es necesario que los investigadores agrícolas estén informados de toda idea o enfoque nuevo para que el investigador tenga más herramientas a elegir entre las que tiene a su disposición. Intentamos hacer conocer algunos puntos de vista y compartir experiencias, enfatizando que las experiencias de cada uno de ustedes son valiosas para el resto de nosotros, y que debemos tratar de que los conocimientos se refuercen para alcanzar un enfoque que pueda ser realmente útil.

También debe aclararse que la importancia que se le está dando a algunos de los temas cubiertos en cuanto a extensión, depende, en parte, de la importancia que pensamos que éste tiene, pero también, del poco conocimiento que existe sobre el uso de esos datos. De modo que el hecho de que algún capítulo o sección tenga una extensión considerable no quiere decir que en general se le deba dar muchísima más importancia que a otra parte que se trata con menor detalle o extensión, sino que entendemos

---

\*Ph.D., Jefe, Programa Cultivos Anuales, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

que hay menor conocimiento sobre ella, y debe hacerse conocer para incluirla dentro del proceso de investigación.

Uno de los conceptos que puede ser nuevo para algunos investigadores es el concepto de sistemas. Se trata de un concepto que la gente entiende a nivel intuitivo, porque normalmente está trabajando en sistemas; pero en muchos casos no se utilizan en los trabajos de investigación las ventajas de un marco de referencia basado en el conocimiento de los mismos.

En la primera exposición se explicarán en qué consisten los sistemas, cómo identificarlo y describirlo. También se indicarán las relaciones que se dan entre los mismos, con énfasis en la relación jerárquica, que se refiere a los sistemas que están dentro de otros sistemas, en niveles sucesivos. Este concepto ayuda a identificar el sistema al nivel en el cual se desea trabajar. Esto no quiere decir que se deba trabajar estrictamente dentro de la metodología de sistemas, sino que se adopta este enfoque como parte de una metodología de la investigación.

Luego se tratará el tema: "Selección de áreas de trabajo". La razón para considerarlo aquí, es que, generalmente, no es posible trabajar en todo un país o región, sino en segmentos muy reducidos. En este caso se considera un área definida que puede abarcar un municipio o grupo de municipios que corresponden a una realidad geográfica, y exponen algunos criterios más o menos objetivos, que pueden ayudar en la relación de áreas de trabajo. Por ejemplo, es conveniente seleccionar áreas con las características deseables, áreas para las cuales las

posibilidades de mejoras sean relativamente altas. No es recomendable trabajar en un área que prácticamente no va a mejorar por la acción del trabajo. Por otro lado, se debe seleccionar un área en la cual el impacto que se logre al introducir mejoras, sea relativamente alto en comparación con otras áreas. También es recomendable escoger un área en la que la concentración de pequeños agricultores sea grande. Así mismo se preferirá un área relativamente grande con condiciones de medio ambiente normal, a otra muy reducida o con un microclima especial.

Reconocemos que son pocos los casos en que el investigador o equipo de investigación pueden seleccionar el área de trabajo. Generalmente son otros quienes deciden estos aspectos, pero es indudable que el investigador puede contribuir en mucho para que se haga una u otra selección. Es preferible que esta contribución se haga a través de criterios objetivos, y de razones realmente de peso.

Una vez seleccionado el área para trabajar, es necesario averiguar en detalle sus características.

Sin duda alguna de ellas fueron consideradas al hacer la selección, pero a un nivel bastante general. Es preciso, entonces, estudiar el área con detenimiento para saber cuál es el ambiente en el que se están desempeñando los agricultores y los sistemas de cultivo.

Para la descripción y el conocimiento de las áreas, debemos seguir un proceso ordenado, en relación con el tipo de trabajo que se espera. Es necesario considerar los aspectos generales del área, así como algunos específicos, para ciertos segmentos geográficos y para sectores de la producción. Entre los factores a tener en cuenta podemos mencio-

nar: características del clima, características del suelo, algunas características de la ecología. También se debería considerar disponibilidad de crédito, ingresos de los agricultores, y otros factores de tipo social que puedan ser de utilidad. Si lo que se desea es buscar alternativas o soluciones, se debe conocer muy bien el marco dentro del cual van a ser aplicadas.

Debemos averiguar el potencial del área en la que se está trabajando, y sus limitantes más significativos, con el objeto de idear algunas formas que permitan aprovechar al máximo, las ventajas y manejar de una u otra forma los limitantes.

Este esfuerzo de caracterización lleva al planteo de algunas hipótesis que permitan averiguar qué es lo que está ocurriendo con los sistemas que maneja el agricultor, y qué ocurriría si los manejara en forma diferente. No se puede dar reglas específicas sobre qué es lo que debería investigarse y en qué orden. Esto dependerá de la magnitud de las limitantes que se encuentren, de las posibilidades de cambio y del potencial de mejora. En todo caso, la fase de elaboración de alternativas o de propuesta de alternativas, debe basarse en el conocimiento de la región y en una clasificación de los factores que se considera afectan al sistema. Siempre usar una forma más o menos lógica para clasificar estos factores y, de acuerdo a esa clasificación, dar una priorización a los problemas que hemos encontrado en cualquier área o región. Se podría hacer casi cualquier tipo de investigación acerca de cualquier tema; de lo que se trata aquí, es de hacer la investigación que se considere más relevante para resolver los problemas

específicos del área en que se está trabajando. Esto nos lleva a la necesidad de: diseñar experimentos que puedan realizarse en los terrenos de una estación experimental, en invernaderos o laboratorios, o en el campo del agricultor y estar en condiciones de decidir cuándo se hace un experimento en uno u otro lugar.

La ventaja de hacer experimentos en el campo del agricultor es evidente, si consideramos la facilidad de hacer luego recomendaciones con base en ello. Sin embargo, para trabajar en el terreno del agricultor, existen algunos problemas. Uno de ellos se relaciona con que se tiene poco control sobre el trabajo que se está haciendo en ese terreno. Muchos quizá ya han pasado por estas experiencias: hicieron un experimento en el campo de un agricultor, y al ir a cosechar encontraron que el agricultor ya lo había hecho porque el investigador se demoró, o porque, queriendo ayudar, hizo la cosecha y mezcló lo de todas las parcelas. Por otro lado, hay riesgos de pérdidas que están afectando la producción del agricultor. Puede ser que no llovió lo suficiente y se perdió el experimento por sequía, o, el contrario, que se perdió por exceso de agua.

Esos factores son más fáciles de controlar en una estación experimental y eso es lo que ha hecho que se tienda a trabajar en ellas. Sin embargo, se sabe que los resultados que se obtienen en una estación experimental no pueden extrapolarse a las fincas de los agricultores, donde las condiciones son completamente diferentes. Esto hace pensar en una estrategia que incluya una estación experimental donde se pueda hacer variar una, dos, o más variables, y controlar las otras, o por

lo menos registrarlas.

En la finca del agricultor es difícil hacer esto, pero podría aspirarse a registrar los valores de algunas variables que están afectando al experimento, como precipitación, presencia de plagas, enfermedades.

La elección de dónde trabajar dependerá entonces de las ventajas relativas de uno u otro sitio; sin embargo, en general, podría decirse que es preferible trabajar en una estación experimental cuando es necesario controlar algunos factores, para tener mayor información sobre las variables específicas que se están estudiando. Siempre es preferible tener este control, aunque lo que se busca es lograr una precisión adecuada, no más allá de lo estrictamente necesario. En una estación experimental se podría tener mucha más precisión que la requerida para determinado tipo de trabajo. Al trabajar en el campo de los agricultores quizá se está teniendo menos precisión, pero estamos más cerca de la realidad. Puede que no demos en el blanco, pero estamos cerca, y alrededor de ese punto.

Por otro lado, hay una diferencia bastante grande entre la tecnología que usa el agricultor, sobre todo el pequeño agricultor, y la tecnología que se utiliza en una estación experimental. Esta diferencia contribuye a que los resultados que se obtienen en ambas partes sean muy diferentes. Quizá a eso se debe, en parte, el hecho de que muchos agricultores no adopten una tecnología que se les ha recomendado y que fue generada en una estación experimental; para él no sirve o no funciona porque sus condiciones son completamente diferentes.

Otra ventaja de trabajar en los terrenos del agricultor es que uno está más en contacto con él y puede tener un mayor conocimiento de sus problemas y del sistema que está manejando. Al conocer los problemas de los agricultores, quizás se abra una línea de investigación más importante que las que tuvieron originalmente.

Veremos cómo elegir -o determinar- los factores básicos en el sistema de producción del agricultor, cómo elegir alternativas para los sistemas del agricultor, cómo elegir los temas para la investigación. Esto probablemente no aparecerá expresado en forma muy directa, pero por lo menos será esbozado y se indicará su importancia.

Aquí importa anotar que, los sistemas que maneja el agricultor tienen una función múltiple, lo que dificulta su evaluación. Por ejemplo: Un agricultor puede sembrar maíz y frijol porque de la venta de estos productos obtendrá dinero para comprar algunas cosas y quizá para ahorrar. Pero también puede sembrarlos simplemente para comer de ese maíz y ese frijol. Si piensa vender su cosecha deberá tener en cuenta el precio del maíz y del frijol en el mercado, y tratar de que el sistema produzca la mayor ganancia, sin que importe la cantidad de energía o proteína. Si lo que le interesa es la alimentación, tratará de producir la mayor cantidad de proteínas o energía obtenibles de ese sistema, independientemente del precio.

Cuando consideramos sistemas con dos cultivos, tenemos por lo menos dos datos de rendimiento; se presenta el problema de asignar valores a estas variables, para evaluar el sistema. El valor puede expresarse en términos económicos o en términos de nutrición, y, dentro de

nutrición, en términos de proteína, o de energía producida.

En otros casos, es difícil decidir qué importancia debemos darle a la parte económica o a la parte de nutrición. La cuestión se complica si además de eso se considera la posibilidad de reducir costos, y si debe darse mayor importancia a reducir los costos o a aumentar el retorno por cada peso invertido.

La evaluación de los sistemas no es un problema de fácil solución, lo mejor que puede hacerse es escoger un camino y seguirle en forma más o menos consistente, pero sin perder de vista que es posible elegir otros. Quizá esta dificultad es la que ha hecho que los investigadores se dediquen a trabajar en un solo cultivo, en vez de hacerlo con asociaciones de dos o tres; y que al trabajar en un cultivo, piensen más que nada en rendimiento porque estén manejando una variable que no crea complicaciones. Incluso trabajando con un cultivo, si se pensara en términos económicos, habría que considerar los costos de los insumos y los precios de los productos que se están obteniendo, y esto complicaría el análisis; nuevamente, eso ha contribuido a que los investigadores se dediquen al aspecto netamente agronómico olvidando un poco el resto de las cosas.

Es posible tratar de organizar esta complejidad, sin que las cosas se simplifiquen al grado de aquel que hace un trabajo especializado dentro de una disciplina; por lo menos podemos tener algunas pautas que permitan manejar en forma adecuada el problema. En muchos casos el investigador se sentirá confundido, porque son tantas las interacciones que se pueden encontrar, tantos los posibles productos,

tantas las alternativas, que resulta difícil tomar una decisión. Este proceso de tomar decisiones, también está en etapa de evolución y no ha madurado lo suficiente; pero en muchos casos el sentido común y el conocimiento del comportamiento de los sistemas que se logre a través de los grupos interdisciplinarios, ayuda a hacer elecciones acertadas.

En realidad para trabajar con este tipo de enfoque, es necesario contar con grupos de personas que hayan trabajado y se hayan especializado en diferentes disciplinas; no para que olviden lo que han aprendido en su especialidad, sino para que enriquezcan su conocimiento entendiendo cómo su disciplina se relaciona con el resto del sistema. En esta forma es más fácil para el grupo poder comunicarse y obtener mayor provecho.

Otro aspecto que consideramos aquí es el de la validación de alternativas, o sea el hecho de que lo que se ha encontrado a través de la observación y de los experimentos, debe someterse a una prueba más amplia y rigurosa para ver si realmente el comportamiento es como el que se había observado. En este caso se hace necesario, repetir el experimento, simplificado, en un grupo mayor de localidades, en un grupo mayor de agricultores, aceptando que las formas de manejo que el agricultor le va a dar al sistema que estamos probando, van a ser diferentes. Otra cosa que se querría averiguar es el grado de aceptación que tiene este sistema, por parte de los agricultores. Esta es una de las etapas más importantes, porque se pretende dar al agricultor alternativas que él quiera y pueda adoptar.

La consideración de estas etapas permite hacer un mejor análisis

y obtener conclusiones más útiles.

Con esfuerzo de los investigadores podremos perfeccionar el diseño de una metodología de la investigación más adecuada a las condiciones de nuestros países, y por lo tanto, de mayor utilidad para nuestros agricultores.

Por último, vamos a agradecer muy sinceramente todo comentario, sugerencia o pregunta que puedan hacer durante esta reunión; cualquier contribución de parte de ustedes realmente va a servir para conseguir y mejorar una metodología de investigación.

MARCO CONCEPTUAL PARA LA INVESTIGACION  
CON SISTEMAS AGRICOLAS\*

Robert D. Hart\*\*

Es asombrosa la complejidad de procesos físicos, bióticos, y socio-económicos que forman lo que es llamado simplemente "la agricultura". Agricultura incluye fenómenos tan diferentes como los procesos fisiológicos dentro de una planta y el mercado mundial de un producto agrícola; por lo tanto no debe sorprender que la investigación agrícola tradicionalmente haya dividido éstos fenómenos en unidades y procesos suficientemente pequeños para entenderlos. Tal vez el cultivo individual y la cadena económica que va desde la parcela al mercado y de éste al consumidor han sido, respectivamente, la unidad y el proceso más estudiado.

La investigación agrícola ha tenido un impacto muy grande sobre la agricultura en zonas templadas y la agricultura en las fincas grandes en zonas tropicales. Estos dos tipos de producción agrícola tienen en común una baja complejidad y una alta disponibilidad de recursos económicos. Tienen pocos diferentes rubros de producción dentro de una finca. Las fincas incluyen pocas especies de cultivos y generalmente los cultivos están sembrados en monocultivo. Como hay relativamente poca interacción entre los diferentes cultivos sembrados y poca interacción entre los procesos económicos dentro de la finca,

---

\*Trabajo presentado en la X Reunión de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas, Acapulco, México, 22-28 de abril de 1979.

\*\*Ph.D., Especialista en Sistemas de Producción, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

éstos dos tipos de agricultura han podido adoptar directamente las recomendaciones generados por la investigación agrícola a nivel de cultivo.

La necesidad de hacer investigación con unidades más grandes que el cultivo individual para integrar a la investigación hecha con unidades más pequeñas y tener un impacto sobre la agricultura tropical practicada por los agricultores pequeños es muy obvia. Muchos programas de investigación han empezado este tipo de investigación. Las unidades escogidas para investigar incluyen el conjunto de cultivos que interactúan en el tiempo (rotaciones, etc.) y el espacio (cultivos intercalados, etc.) y unidades aún más grandes como la finca total o una región. Al hacer investigación con estas unidades se espera producir recomendaciones que tomen en cuenta la complejidad de este tipo de agricultura. Ejemplos de programas de investigación que han tomado este enfoque son el Programa de Sistemas de Cultivos del IRRI en Filipinas (Harwood y Price, 1976) y la investigación del CATIE en Centro América (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1978).

Al empezar este tipo de investigación, el primer paso es la conceptualización de los fenómenos que se espera estudiar. Como se estudia diferentes unidades y procesos tradicionalmente asociados con diferentes disciplinas, casi siempre es necesario formar un equipo de investigación multi-disciplinario. Las disciplinas representadas en el equipo tienen sus propios conceptos y, por lo tanto, el paso de conceptualización e identificación de los fenómenos bajo estudio puede

ser difícil. Por lo tanto se necesita un marco conceptual que abarca todos los fenómenos de la unidad de investigación. Un marco conceptual no es solamente un conjunto de definiciones aceptados por los miembros del equipo multi-disciplinario, sino que debe funcionar como herramienta para integrar el equipo y hacerlo funcionar como tal.

El objetivo principal de este documento es presentar un marco conceptual basado en el concepto de sistemas agrícolas que pudiera servir de guía a un equipo multi-disciplinario en la investigación con unidades agrícolas más grandes que un cultivo individual. Después de resumir los conceptos usados para generar el marco conceptual, se presenta las implicaciones prácticas de usar el marco como guía en la investigación agrícola.

#### EL CONCEPTO DE SISTEMAS

El concepto de sistemas es usado como herramienta de trabajo en el manejo de instituciones, en ingeniería y en todas las ciencias.

En biología el concepto fue introducido por Smuts en 1926 (Becht, 1974) y ha tenido mucha influencia, especialmente sobre la ciencia de Ecología. En 1935 Tansley introdujo la palabra "ecosistema" (Evans, 1956). El concepto de ecosistema ha sido desarrollado por muchos otros, entre ellos Lindeman (1942) y Odum (1957). La teoría general de sistemas de Von Bertalanffy (1968) introducida en 1930, representa un intento de definir los conceptos asociados con el enfoque de sistemas que son independientes de las disciplinas específicas.

En los últimos diez años el concepto de sistemas ha sido introducido a las ciencias agrícolas; ejemplos son los enfoques de Rutenberg (1971), Spedding (1975) y Arnold y Bennett (1975).

Un sistema es un arreglo de componentes físicos, o un conjunto o colección de cosas, unidas o relacionadas de tal manera que forman y actúan como una unidad, una entidad o un todo (Becht, 1974). Todo sistema tiene estructura (arreglo de componentes) y función (flujos que entran y salen). El objetivo principal de cualquier análisis de un sistema es definir la relación entre la estructura y la función del sistema. El sistema interactúa con el ambiente, procesando entradas y produciendo salidas. Al modificar la estructura del sistema, esta función puede cambiar. Si se conoce esta relación entre estructura y función, se puede diseñar mejores sistemas (por ejemplo: más eficientes) o mejorar sistemas existentes.

Una salida de un sistema puede ser una entrada a otro, formando cadenas de sistemas, o dos sistemas pueden competir por la misma entrada. Este grupo de sistemas pueden interactuar para formar un sistema grande en el cual los sistemas que interactúan son subsistemas. Desde el punto de vista del sistema grande, estos subsistemas son componentes. En esta forma, un sistema puede tener subsistemas que tienen subsistemas, etc., para formar una jerarquía de sistemas. Jerarquía se define como el tipo de interacción que ocurre entre un sistema y un subsistema.

Un ejemplo de una jerarquía de sistemas es la jerarquía de los niveles de organización en Biología: células, tejidos, órganos, organis-

mos, poblaciones, comunidades y ecosistemas. Las células son subsistemas de tejidos, tejidos son subsistemas de órganos, organismos son subsistemas de poblaciones, etc.

### SISTEMAS AGRICOLAS

Si un sistema es un arreglo de componentes que interactúan, un sistema agrícola puede ser definido como un sistema con, por lo menos, un componente agrícola, es decir un organismo que se maneja con un fin utilitario para el hombre. Sistemas agrícolas ocurren desde un nivel mundial con flujos de mercadería agrícola entre países, hasta el nivel de una planta o un animal y los procesos fisiológicos dentro de estos organismos..

#### Sistemas Agrícolas Jerárquicos

La Figura 1 es un resumen gráfico de una Jerarquía de sistemas agrícolas dentro de una región. Este conjunto de sistemas agrícolas puede servir como marco conceptual para la investigación agrícola dentro de una región.

Una región es un sistema agrícola con diferentes **subsistemas** puede ser de mayor interés. Por ejemplo, el subsistema de crédito agrícola puede ser conceptualizado como un sistema y puede ser estudiado para identificar los subsistemas que forman esta unidad. En la Figura 1 se ha supuesto que el subsistema de las fincas de la región tienen prioridad como unidades de estudio.

Una finca también es un sistema. Una finca puede ser conceptua-

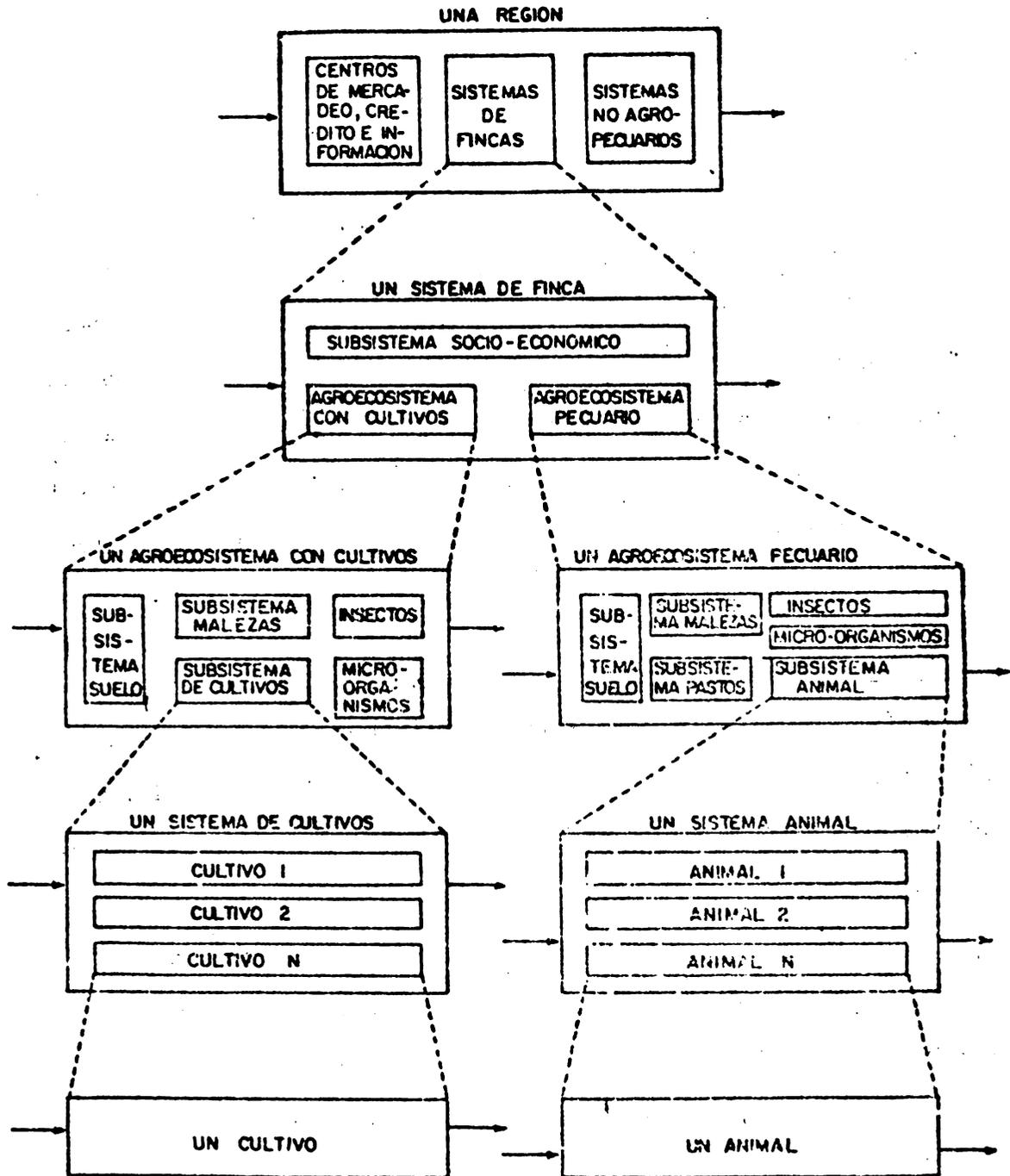


Figura 1. Una Jerarquía de Sistemas Agrícolas dentro de una región.

lizada como un subsistema socio-económico, que incluye todos los procesos relacionados con la casa y las decisiones del agricultor, uno o más subsistemas que pueden ser definidos como agroecosistemas.

Agroecosistemas son análogos a la unidad definido como "ecosistema" en ecología. Por lo tanto, un agroecosistema es un conjunto de poblaciones de plantas, animales y micro-organismos, que puede incluir poblaciones de cultivos, animales domésticos o ambos. Estas poblaciones de valor agrícola pueden ser separados de las otras poblaciones y definidos como subsistemas de cultivos o de animales. Los sistemas de cultivos y los sistemas de animales son arreglos de poblaciones de cultivos o animales que interactúan y funcionan como una unidad.

La investigación agrícola no tiene que abarcar todas esta jerarquía de sistemas desde el nivel de región hasta el nivel de cultivo o animal, pero en general, es necesario estudiar por lo menos tres niveles de sistemas a la vez. Un nivel es la unidad de prioridad. Para definir las entradas de esta unidad o sea el **ambiente** donde funciona la unidad, es necesario estudiar el nivel en el cual la unidad funciona como un subsistema. Para describir y entender el sistema de prioridad, es necesario estudiar los subsistemas que funcionan dentro de la unidad de prioridad. Por ejemplo, si un grupo de técnicos están interesados en el sistema de cultivos como unidad de prioridad, tienen que estudiar: 1)el nivel de agroecosistema, 2)el nivel de el sistema de cultivos y 3)el nivel de un cultivo individual.

Toda región, finca, agroecosistema y sistema de cultivos y sistema de animales es diferente, sin embargo, es posible describir al-

gunos modelos cualitativos que pueden servir como marcos conceptuales para estudiar e investigar estos sistemas.

Las figuras 2-6 son diagramas (modelos) de cinco sistemas. En todos los diagramas cada sistema es conceptualizado como un conjunto de subsistemas, dentro de un cuadro que define los límites del sistema. Las entradas a los sistemas están dibujados como círculos que son las fuentes de flujos (líneas con flechas) que entran al sistema. Los diagramas, también incluyen los flujos entre los subsistemas y las salidas de los sistemas.

### Una Región

La figura 2 describe una región geográfica como un sistema. Dinero, materiales, energía e información entran y salen de la región y fluyen entre los subsistemas de la región. En este modelo, se ha dividido la región entre sistemas no agrícolas (zonas urbanas, fábricas, bosque, etc); centros de mercadeo, de crédito y de información, y sistemas de fincas de diferentes tipos.

En el estudio de una región real sería necesario dividir los diferentes tipos y centros y clasificar los tipos de fincas según los objetivos del estudio. También sería necesario precisar los tipos de flujos, usando características basadas en la realidad de la región. Por ejemplo, los materiales pueden ser divididos en productos no agrícolas, granos básicos, carne, leche, etc. La energía puede ser dividida en energía humana (gente que entra y sale para trabajar) energía animal, petróleo, etc. El grado de precisión necesario para cuantifi-

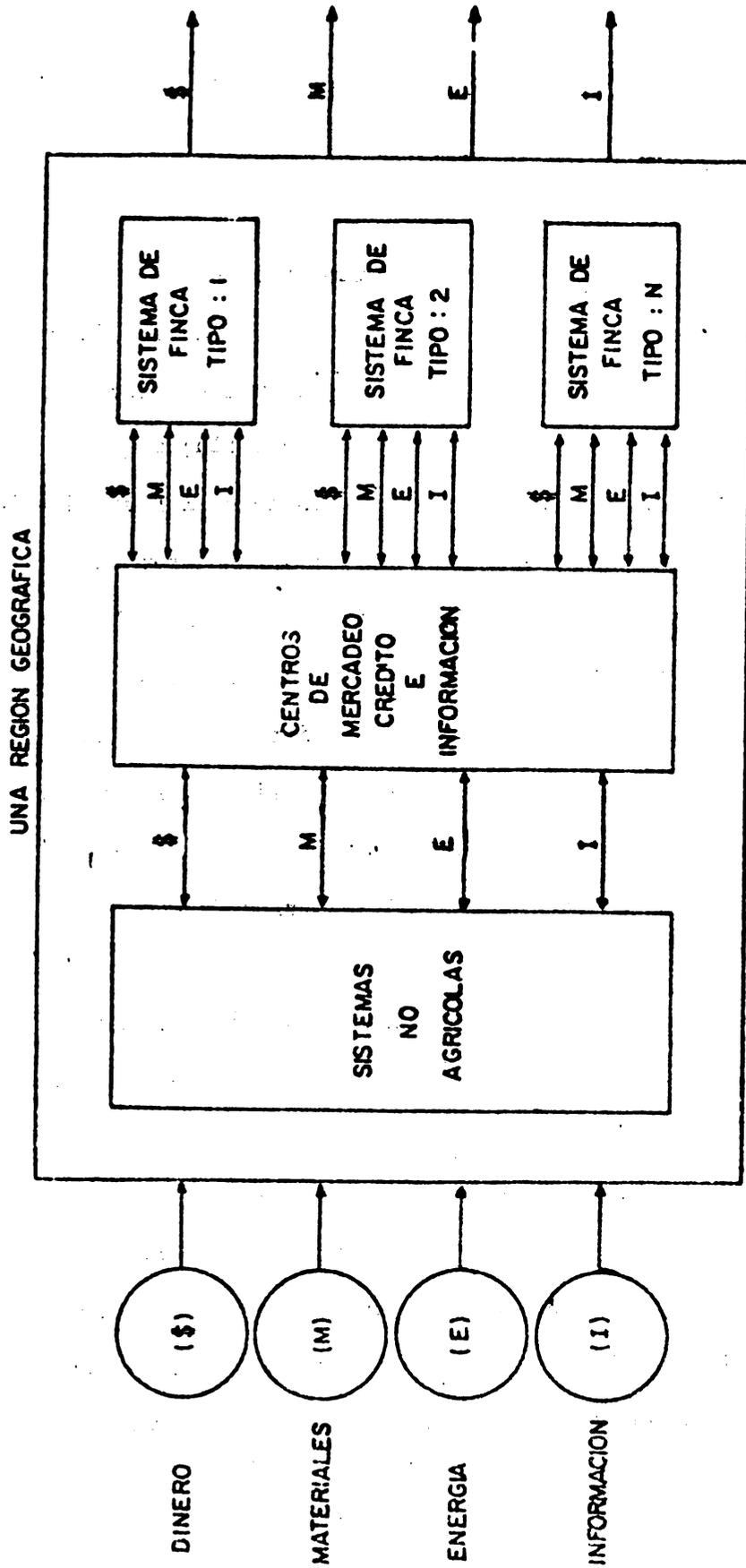


Figura 2. Una región geográfica como un sistema con entradas, salidas y flujos entre subsistemas de dinero, materiales, energía e información.

car estos flujos para hacer un modelo cuantitativo dependería del propósito del estudio.

### Una Finca

La Figura 3 describe una finca como un sistema. En el diagrama se considera a una finca como un sistema con entradas y salidas de dinero, materiales, energía e información. El sistema tiene un subsistema socio-económico que incluye la casa y todo lo relacionado con flujos que entran y salen de la finca. Las líneas punteadas indican el flujo de dinero. En el modelo se ha supuesto que para cada flujo de materiales y energía que entra a la finca, hay un flujo de dinero que sale. La relación entre estos dos flujos, que van en direcciones opuestas, es el precio del material o energía (por ejemplo un quintal de fertilizante/100 pesos). Al vender materiales o energía (salida de la finca), el agricultor recibe dinero (entrada de la finca). Para simplificar, en este diagrama no se ha puesto un precio a la información que entra a la finca.

Dentro de la finca hay flujos de materiales y energía que entran y salen del subsistema socio-económico y los agroecosistemas de la finca. En el diagrama también se ha incluido un flujo de información entre subsistemas porque el agricultor, al ir de su casa a un agroecosistema, lleva con él (aunque no esté escrito) un plan de manejo para cada agroecosistema. En muchos casos hay interacción directa entre dos o más agroecosistemas de la finca. Por ejemplo, los subproductos de un agroecosistema con cultivos pueden ser una entrada a un agroecosistema con animales.

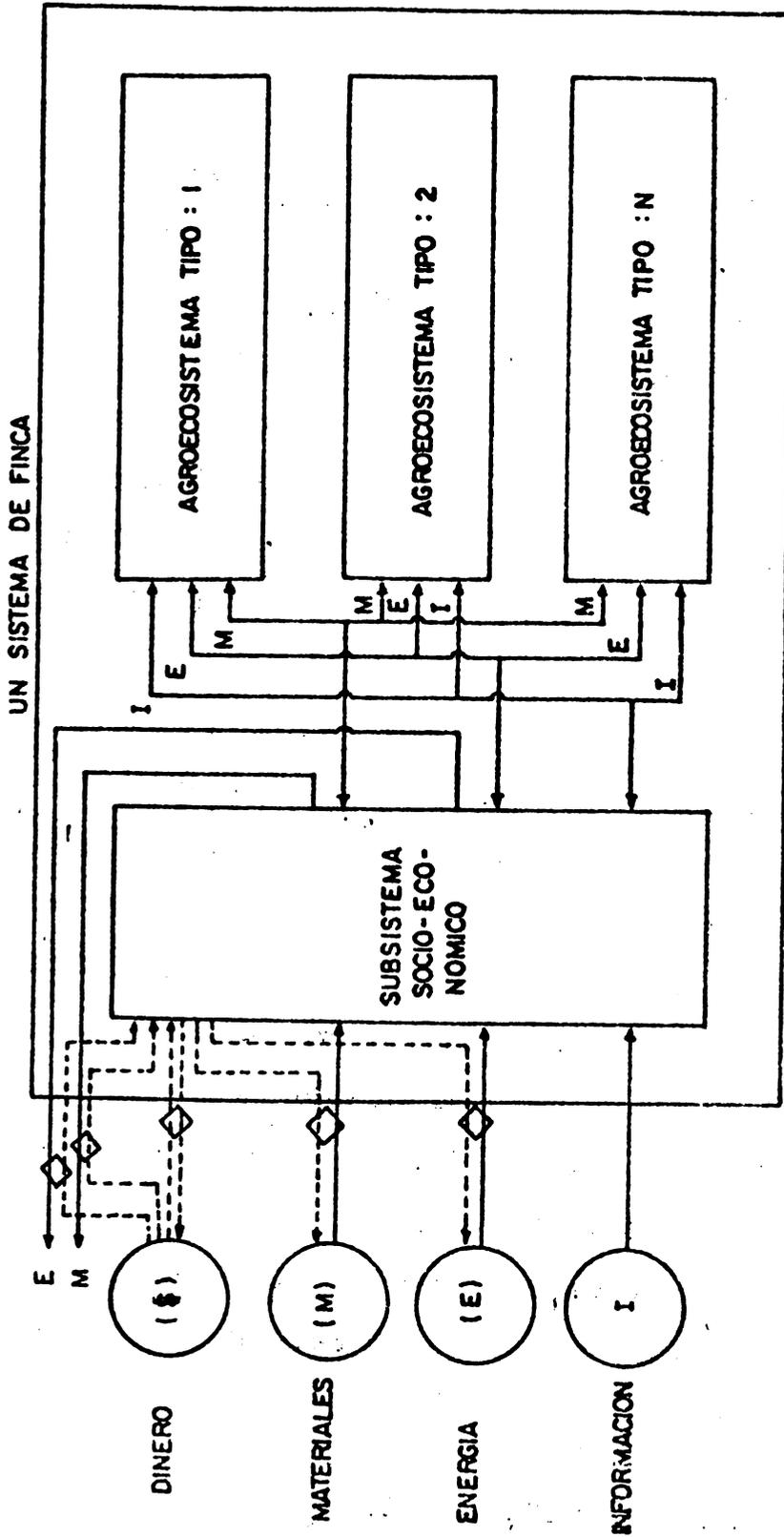


Figura 3. Una finca como un sistema con entradas y salidas de dinero, materiales, energía e información y flujos entre subsistemas de materiales, energía e información.

### Un Agroecosistema

Las Figuras 4 y 5 describen respectivamente, un agroecosistema con un subsistema de cultivos y un agroecosistema con un subsistema de animales. Desde el punto de vista ecológico no hay mucha diferencia entre los dos sistemas. Ambos tienen subsistemas de suelos, plantas (cultivos, pastos, malezas), herbívoros y micro-organismos. En estos modelos las entradas físicas y bióticas como radiación solar, precipitación, semillas, etc. entran al lado izquierdo del diagrama. Las entradas de productos químicos entran por la parte baja. La energía humana, animal o de maquinaria entran por arriba. Estos últimos flujos entran con base a un plan de manejo.

Es importante observar que, aunque al agricultor le interesa más el desempeño del subsistema de cultivos o el subsistema de animales, él aplica su plan de manejo a nivel de agroecosistema. Sus actividades dirigidas al subsistema suelo (arar, etc.) tienen la meta de incrementar directamente el flujo de nutrientes o de agua a los cultivos o los pastos, disminuyendo indirectamente el crecimiento de malezas. El control de malezas a mano o con productos químicos también tiene la meta de disminuir esta competencia. El manejo de insectos o de micro-organismos como enfermedades de los cultivos, pastos o animales con productos químicos, se hace con el propósito de disminuir el flujo de biomasa canalizada a estos subsistemas y así tener más de estos productos para el agricultor.

### Sistemas de Cultivos y Sistemas de Animales

La Figura 6 describe un sistema de cultivos y un sistema de ani-

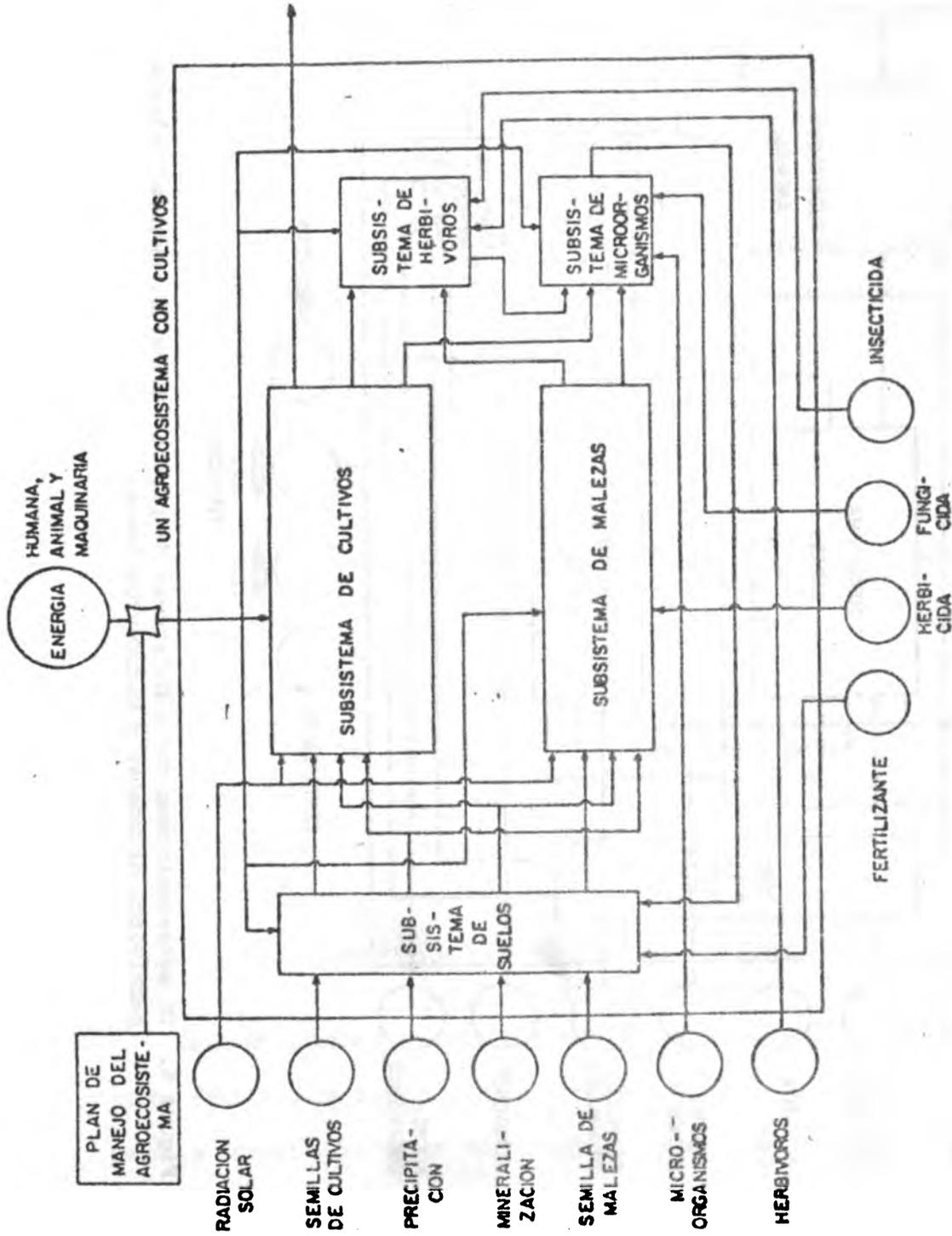


Figura 4. Un agroecosistema con subsistemas de cultivos, suelos, malezas, herbívoros y micro-organismos.

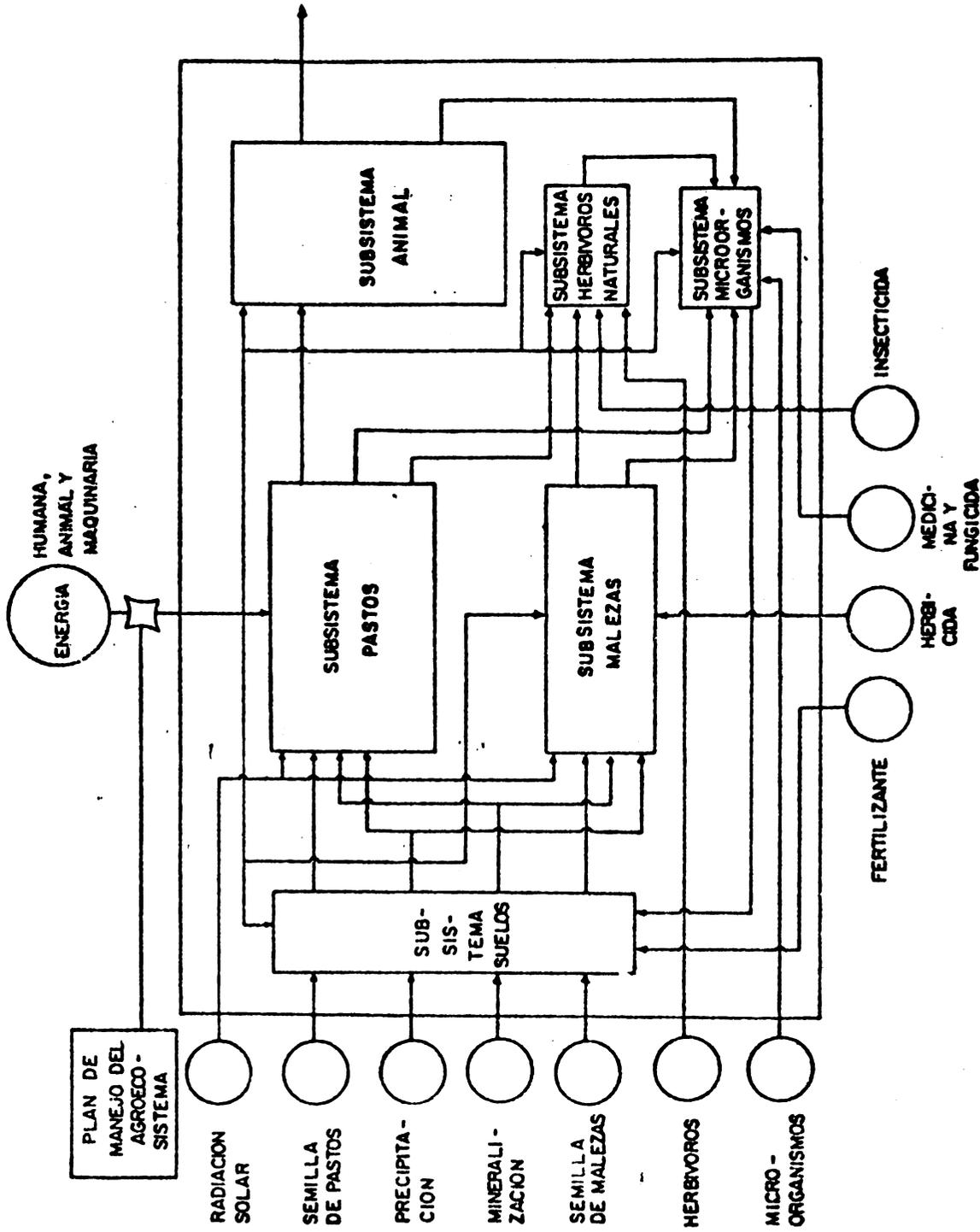


Figura 5. Un agroecosistema con subsistemas de pastos, animales, suelos, malezas, herbívoros naturales y micro-organismos.

males. Ambos sistemas están al mismo nivel jerárquico (subsistemas de agroecosistemas) y tienen mucho en común. Como cualquier otro sistema tienen características asociadas con el arreglo de los componentes. Un sistema de cultivos es un arreglo espacial y cronológico de poblaciones de cultivos, con entradas de radiación solar, agua y nutrientes y salidas de biomasa con valor agronómico. Un sistema de animales es un arreglo espacial y cronológico de poblaciones de animales con entradas de alimentación animal y agua, y salidas de carne o productos pecuarios como leche, huevos, etc.

El arreglo espacial y cronológico de un sistema de cultivos o sistema de animales es una característica estructural del sistema. Al cambiar el arreglo del sistema, por ejemplo, sembrar los cultivos a diferentes distancias entre surcos (arreglo espacial) o cambiar la fecha de siembra relativa de los cultivos (arreglo cronológico), se afecta el nivel de competencia para radiación, agua y nutrientes. Este cambio en la estructura del sistema afecta la función (por ejemplo, rendimiento) del sistema.

#### INVESTIGACION CON SISTEMAS AGRICOLAS

Como un sistema es un conjunto de componentes, en muchos casos se ha dividido la investigación agrícola entre investigación con sistemas e investigación con componentes. Pero vale la pena notar que esta división es arbitraria, depende completamente del punto de vista del investigador. Lo que es un sistema para un investigador puede ser

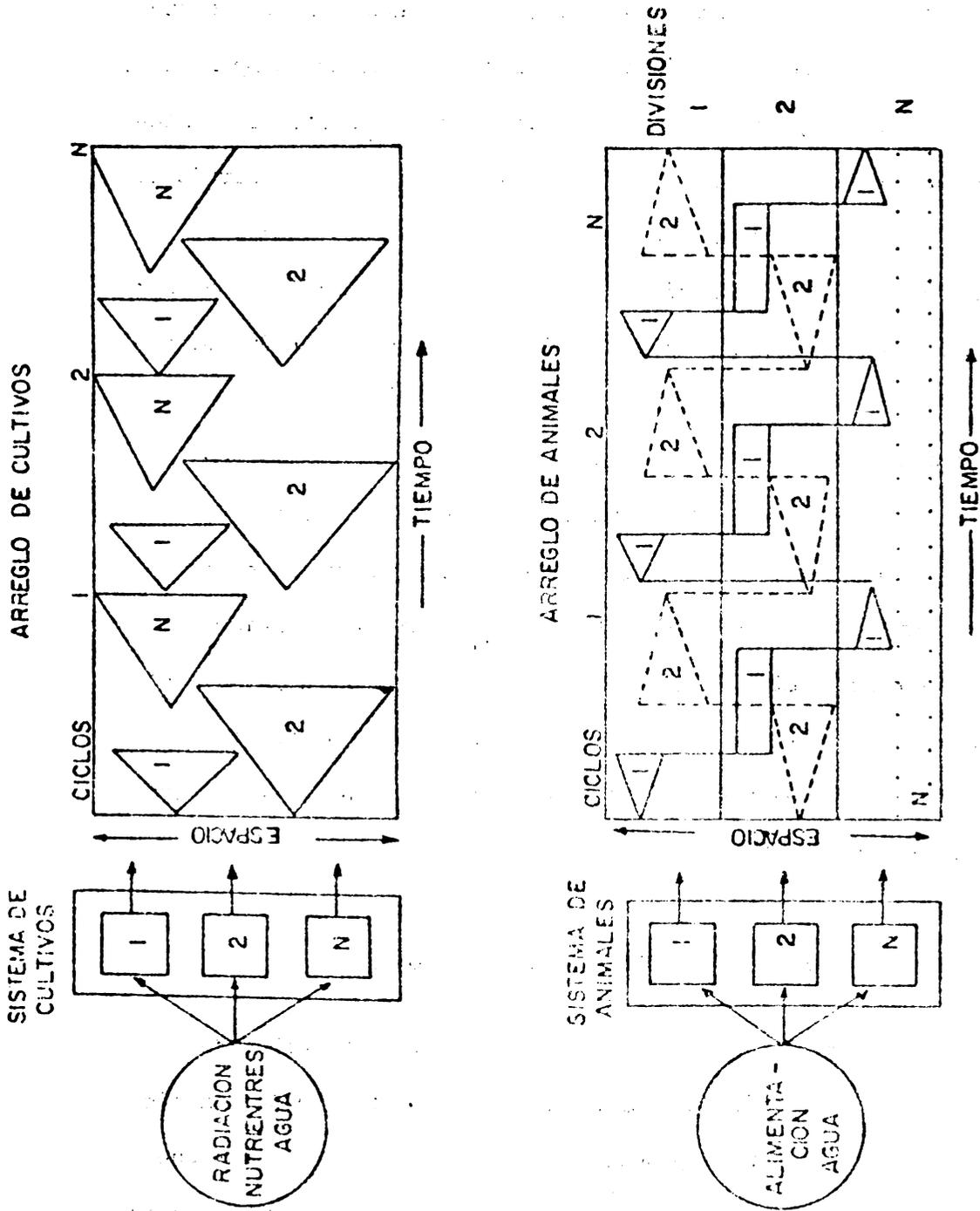


Figura 6. Ejemplos de arreglos espaciales y cronológicos que pudieran caracterizar un sistema de cultivos y un sistema de animales, respectivamente.

un componente (subsistema) para otro. Por ejemplo, un investigador que trabaja con un sistema de cultivos, está trabajando con un componente de un agroecosistema. Esta conexión jerárquica entre diferentes unidades es una característica del mundo real y también del marco conceptual (ver Figura 1).

El marco conceptual integra a los investigadores de un equipo multidisciplinario porque la información generada por un técnico tiene utilidad para el otro. Todos los sistemas están conectados o directa o indirectamente. Un estudio de un sistema pudiera estar relacionado con otro por medio de la interacción al mismo nivel jerárquico, por ejemplo suelos y cultivos, cultivos e insectos, una finca y el mercado, etc., o por medio de interacción jerárquica, por ejemplo región y finca, finca y agroecosistema, agroecosistema y malezas, etc.

El marco conceptual de sistemas agrícolas jerárquicos puede ser usado simplemente como herramienta de planificación de investigación sin la necesidad de modificar el tipo de investigación tradicional. Por ejemplo, si un agrónomo está interesado en las fechas cuando se puede sembrar arroz y un especialista en el manejo de suelo está interesado en el balance hídrico de un suelo, el marco conceptual pudiera ayudar a mostrar a los dos técnicos que ellos tienen un interés común y por lo tanto pudieran planificar sus experimentos juntos sin necesariamente trabajar en el mismo agroecosistema.

El marco conceptual es aún más útil para un equipo que hace investigación con sistemas agrícolas. Hay dos tipos de enfoques generales para la investigación con sistemas. El primer tipo pone énfasis

a la generación de posibles modificaciones a un sistema y poco énfasis al entendimiento de cómo funciona el sistema. Este enfoque es denominado "caja negra" porque no se describe los detalles de los subsistemas y flujos internos del sistema. Después de evaluar algunas modificaciones a un sistema o evaluar diferentes sistemas, se escoge la modificación o sistema que funciona mejor, y esta modificación o sistema nuevo es transferida directamente al agricultor sin investigar exactamente, "porque" funciona mejor.

El segundo tipo de investigación es denominado un enfoque "caja blanca". Bajo este enfoque se realiza algunos experimentos con el objeto principal de analizar el sistema. Al entender como funciona el sistema, el investigador puede elaborar un modelo que incluya las interacciones internas del sistema y usar el modelo como guía para diseñar nuevos sistemas o generar alternativas a sistemas existentes. Las recomendaciones generadas tomando un enfoque "caja negra" tienen valor únicamente para la localidad donde fueron generados. Los resultados de un enfoque "caja blanca" son más extrapolables a otros ambientes.

Las herramientas y el nivel matemático usando en la investigación con sistemas agrícolas depende del nivel de precisión requerido. Podría resultar de poca utilidad usar herramientas complicadas como computadoras y simular modelos matemáticos si no existen descripciones cualitativas de los sistemas ni datos para cuantificar los modelos cualitativos.

El análisis de cualquier sistema siempre empieza con la identificación y la descripción del sistema que interesa estudiar. Un diagrama

detallado puede servir como modelo preliminar. El próximo paso en el análisis de un sistema es la validación del modelo preliminar. Validación es la comparación de un modelo con la realidad; esta comparación se hace averiguando si el desempeño del modelo para el uso que se espera dar es suficientemente similar al sistema real. Si se espera usar el modelo para predecir el desempeño del sistema real en el futuro, el modelo necesariamente tiene que ser matemáticamente sofisticado. Si se espera usar el modelo simplemente como una guía en la escogencia de modificaciones al sistema con mayor potencial, el modelo no tiene que ser matemáticamente sofisticado para tener utilidad.

En la mayoría de los casos, la investigación con sistemas agrícolas requiere que el investigador salga del campo experimental y trabaje con los sistemas reales. El análisis de una región como un sistema, en muchos casos, requiere hacer encuestas, censos y estudios de suelo y clima. Para hacer estudios de sistemas de fincas, es necesario hacer algún tipo de registro dinámico (colección de información en diferentes épocas del año) o estudios detallados de fincas representativas.

La investigación con agroecosistemas, casi por definición, tiene que ser hecha en fincas de agricultores. Es casi imposible duplicar en un campo experimental los suelos, malezas, insectos y micro-organismos del agroecosistema encontrado en una finca. Al hacer investigación con esta unidad, se puede evaluar el efecto de modificar las entradas (nivel de insumos, factor ambiental, etc.) y el efecto de modificar uno o más de los subsistemas del agroecosistema. Para identificar posibles alternativas a estos sistemas, se puede, en algunos casos, sacar estos sis-

temas del agroecosistema donde están funcionando y estudiarlos dentro de un campo experimental. Por ejemplo, con un sistema de cultivos se puede evaluar la posibilidad de cambiar los componentes del sistema (por ejemplo, **substituyendo** un cultivo por otro o añadiendo otro cultivo), cambiar el arreglo espacial de los componentes (por ejemplo, cambiando las distancias de siembra), o cambiar el arreglo cronológico de los componentes (por ejemplo, cambiando la fecha de siembra de uno de los cultivos). Al encontrar una modificación o combinación de modificaciones del sistema de cultivos con potencial, es necesario regresar a la finca y evaluarlos dentro del agroecosistema del agricultor. Muchas de las modificaciones en la estructura de un sistema requieren un incremento en las entradas al sistema para funcionar (por ejemplo, un incremento en la población de cultivos puede requerir un incremento en el fertilizante aplicado). Si se evalúan las modificaciones con potencial dentro del agroecosistema del agricultor, el investigador siempre tiene un marco de referencia para asegurar que las recomendaciones generadas no van a estar fuera del alcance del agricultor.

Es muy difícil mejorar un sistema cambiando solamente el arreglo de los componentes. Para encontrar un mejor arreglo espacial y cronológico de cultivos que los agricultores han evolucionado durante un tiempo largo, casi siempre es necesario cambiar también o los componentes (por ejemplo, una nueva variedad o especie) o el nivel de entradas (insumos, etc.) o ambos. Sería muy difícil mejorar un sistema de finca modificando solamente el arreglo de los agroecosistemas, sin conside-

rar también la posibilidad de modificar los agroecosistemas o las entradas a la finca (por ejemplo, proporcionar crédito). Por esta razón la investigación con sistemas agrícolas no requiere el abandono de la investigación tradicional; al contrario, sin ésta información es imposible mejorar los sistemas agrícolas.

En conclusión, debe ser obvio que el enfoque de sistemas no da una solución instantánea a los problemas del agricultor pequeño en zonas tropicales. En la mayoría de los casos, los sistemas agrícola que están manejando los agricultores, son más complejos que las herramientas disponibles para analizarlos. Lo que si es cierto es que los agricultores están tomando decisiones de manejo con unidades más grandes y más complejas que las unidades tradicionalmente estudiados por los investigadores agrícolas y, si se espera tener algún impacto sobre este tipo de agricultura, será necesario elaborar marcos conceptuales suficientemente grandes para incluir estas unidades. El marco conceptual resumido en este documento, tal vez puede servir como una base para el desarrollo de, no solamente mejores marcos conceptuales, sino también mejor investigación con sistemas agrícolas.

#### AGRADECIMIENTO

El marco conceptual presentado en este documento, fue desarrollado en conjunto con el equipo multi-disciplinario del Programa de Cultivos Anuales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica. Se reconocen las contribuciones de

Humberto Jiménez y Miguel Holle en la revisión del documento.

LITERATURA CITADA

1. ARNOLD, G. W. y D. Bennet. The problem of finding a optimum solution. In Dalton, G. E. The study of Agricultural Systems. London. Applied Science. 1975. pp. 129-174.
2. BECHT, G. Systems theory, the key to holism and reductionism. Bioscience 24(10):576 - 596. 1974.
3. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Annual Report, 1977 - 1978, Small Farmer Cropping Systems Research Project in Central America. Turrialba, Costa Rica. 1978. 51p.
4. EVANS, F. C. Ecosystems as the basic unit in Ecology. Science 123:1127 - 1128. 1956.
5. HARWOOD, R. R. y PRICE, E. C. Multiple cropping in tropical Asia. In American Society of Agronomy. Multiple cropping. Madison, Wisconsin, U.S.A. Special Publication No. 27. 1976. pp. 11 - 40.
6. LINDEMAN, R. L. The trophic - dynamic aspect of Ecology. Ecology 23:399 - 418. 1942.
7. ODUM, H. T. Trophic structure and productivities of silver springs, Florida. Ecological monographs 27:55 - 112. 1957.
8. SPEDDING, C. R. W. The biology of Agricultural Systems. London, Academic Press, 1975.
9. RUTHENBERG, H. Farming systems in the tropics. London, Oxford University. 1971.
10. VON BERTALANFFY, L. General Systems Theory. New York. George Braziller Inc. 1968.

## RESUMEN DE LA DISCUSION

HOLLE: El objetivo de la discusión de esta tarde es intercambiar comentarios sobre el tema de la mañana. Podemos discutir, en general, qué implica esta metodología, y las primeras reacciones de los participantes. Pensar en sistemas no es nuevo; lo diferente es que trataremos de ordenar nuestras inquietudes bajo un enfoque de sistemas.

MOLINA: ¿Qué porcentaje de rendimiento y qué tiempo consideran ustedes que se pierde cuando los técnicos de una estación experimental salen a una finca para hacer investigación ahí?

HART: Si me permite usar los conceptos vertidos en la mañana, creo que la respuesta en este caso sería "dependiendo de la similitud sobre enfermedades, suelos, malezas, que hay entre una situación" (p.e. campo experimental), y lo que se encuentre a nivel de la finca del agricultor, del agroecosistema o del sistema de cultivo. A este último nivel se puede experimentar en la estación y mantenerlo bien, pero hacer investigación sobre fincas en el campo experimental es muy difícil.

En segundo lugar, creo que en muchos casos es importante salir, trasladarse a las fincas de los agricultores. Es algo psicológico; es importante que el agrónomo salga y vea la realidad. Estamos en una etapa de evolución, y es cuestión de ir asignando roles a los diferentes investigadores, para que concentren su labor en el nivel apropiado.

HOLLE: Deseo ponerlo en otro contexto. Cuando uno plantea un enfoque que parece ser nuevo, aunque los elementos no lo sean, se discuten ventajas y desventajas. Lo que dice el Ing. Molina se refiere a cuánto estamos sacrificando o no, desde el punto de vista de la investigación, cuando sacamos a la gente de la estación a los campos de los agricultores.

SOLORZANO: La inquietud es importante, pero también es importante que definamos cuál es el campo del mejorador, y cuál el del técnico que va al área de trabajo. Cada uno tiene una tarea distinta. El mejorador ve una planta en términos anatómicos, el otro piensa en otra forma. De hecho, si el mejorador genera tecnología probando en varios ambientes, no lo distraigamos con trabajos detallados en las fincas de los agricultores. El agrónomo es el que utiliza el conjunto de alternativas y las prueba a nivel de finca. Identifiquemos con claridad, en este caso, cuál es la función de cada tipo de técnico.

DENYS: Me parece que un aspecto importantísimo de la pregunta del Ing. Molina, es que los objetivos que se pretenden con la investigación, pueden exigir que se transfiera y compruebe la tecnología en el campo, y esto, necesariamente obliga al investigador a salir.

La tecnología debe ser transferida, es decir, aplicarse. Si pretendemos que la falta de transferencia adecuada se resuelva, en el futuro, démosle más énfasis al trabajo en el campo de agricultores; que los investigadores salgan al campo a ver las realidades en el propio lugar. Esto no quiere decir que un técnico, como por ejemplo, el

mejorador, tenga que abandonar su lugar de trabajo, pero el agrónomo, el ingeniero especializado en sistemas y en prácticas agronómicas, sí tienen que salir del campo de experimentación y ensayar en el campo.

En las Reuniones Anuales del PCCMCA, hemos visto que, los rendimientos de los cultivos que se reportan han sido altos, sin embargo, los rendimientos reales son bajos. ¿Por qué sucede esto? Porque los resultados no son aplicados por los agricultores, que no tienen la suficiente tecnología. Considere que si el técnico sale a la campaña, esto va a complementar el aporte que da a los agricultores a través de los agentes de extensión, o agentes especializados.

KASS: Existe otro problema, y es trabajar dependiendo de las condiciones de trabajo de los agricultores. Hay dos alternativas: una, entregar el material a los agricultores para que trabajen, y la otra, trabajar junto con ellos.

BEJARANO: Para ubicar las estaciones experimentales suelen escogerse las mejores áreas, en cuanto a suelo y clima, de manera que es muy difícil que ahí estén representados los diferentes ambientes físico-biológicos que se dan en los campos de los agricultores. Es así que se hace necesario experimentar también en los terrenos de los agricultores, los cuales pueden tener limitantes específicas que no necesariamente se presentan en la estación experimental.

Ahora bien, es más conveniente realizar en las estaciones experimentales los experimentos que requieren mayor cuidado y se hacen sobre aspectos básicos difíciles de estudiar en el campo del agricultor.

VERGARA: Comparto la opinión de Bejarano. Opino que no debe separarse la investigación en estaciones experimentales de que se realiza en el campo de los agricultores, sino hacerlas complementarias. Si bien es cierto que a los mejoradores se les puede sacar provecho en una estación experimental para sacar una variedad, las condiciones de los campos de los agricultores son diferentes a las de las estaciones experimentales.

Por ejemplo, los terrenos planos de las estaciones, difieren de los campos de los pequeños agricultores que por lo general son ondulados; sólo esto implica diferencias en cuanto a resultados. Luego, hay investigaciones que se pueden separar, lo que permite seleccionar el lugar donde deben hacerse, ya sea en el campo o en la estación experimental. Así, en la estación, donde hay mejor equipo y facilidades, podemos probar variedades resistentes a enfermedades, y en el campo tratamos de detectar las limitantes que tiene el agricultor para la producción.

No podemos decir, entonces, cuánto se pierde de la estación, o cuánto se gana, porque es en el campo de los agricultores donde nos encontramos con la mayor variedad de problemas, a partir de que el agricultor año tras año sigue cultivando llegue o no llegue la tecnología.

ARZE: En relación a la pregunta del Ing. Molina sobre el porcentaje de tiempo que pierde el técnico al salir de la estación experimental, yo creo que es difícil hacer una estimación de pérdidas; lo importante sería definir qué se pierde, ¿es tiempo o es eficiencia? Quizás

la pregunta sería, qué gana el técnico al salir de la estación experimental, o qué pierde al quedarse en ella. Las posibles respuestas podrían referirse a experiencia, confianza, validez de sus resultados.

Si hacemos un análisis retrospectivo de la evolución de la investigación, hasta la situación actual, encontramos una serie de etapas que corresponden a diferentes corrientes ideológicas. En todas ellas se persigue mejorar los niveles de producción, utilizando diferentes medios según las condiciones disponibles, desde la simple observación hasta más sofisticados diseños de control de factores, con miras a alcanzar determinados objetivos.

La investigación concebida como la medición de una variable, considerando todas las constantes, requiere el control absoluto de muchos factores. Esto es bien factible en laboratorios, invernaderos o estaciones experimentales, donde la confiabilidad de los resultados de la variable analizada es alto pero a medida que aumentan los factores, no controlables, se pierde precisión. En el campo del agricultor, la intervención de factores no controlables es alta, de modo que ahí deben realizarse algunos tipos de experimentos y en la estación los que requieren mayor control. Los resultados producidos por ellos deben ser compatibles entre sí, y complementarios, de modo que puedan interpretarse y conocerse en una realidad determinada que favorezca la elaboración de alternativas, además de la producción.

Los resultados de la investigación no deberían ser impositivos, sino más bien comprometidos a la solución de los problemas que limitan

la producción y productividad de los agricultores, en el medio donde se realiza.

ONORO: Bien, se han adelantado al tema que tenía para mañana. Quizá el problema no sea si debemos hacer investigación en el campo del agricultor o en la estación experimental, creo que la alternativa es si hacemos investigación tendiendo a resolver los problemas del agricultor o tendiendo a resolver problemas del investigador. Si pensamos en un proceso mediante el cual intentamos conocer el ambiente en el que se desenvuelve el usuario y definir sus recursos y carencias, y tratamos de hacer una investigación para que haga mejor uso de esos recursos y supere las limitantes, estaremos avanzando bastante. Ahora, la mejor forma de hacer ésto, es ir donde está el usuario de nuestra investigación, pues supone que debemos ir conociendo un poco mejor su ambiente, cómo maneja los sistemas, y con base en los conocimientos de los especialistas y de las personas que manejan diferentes niveles, tratar de disminuir los riesgos y obtener soluciones. Estas serían hipótesis de investigación que se podrían comprobar mediante experimentación.

Por comodidad, el investigador prefiere hacer todo en la estación, pero hay algunos experimentos que es imperativo hacerlos en el campo del agricultor. Por ejemplo, si queremos averiguar algo sobre el comportamiento biológico de un sistema de cultivo y averiguar la respuesta de maíz/sorgo a la fertilización y si queremos tener las respuestas con las demás condiciones controladas, y además medir varia-

bles que nos den idea de cómo está respondiendo la planta a través del tiempo, y en los campos y en la dosis, lo práctico es hacerlo en campos de agricultores. La cuestión es cómo aplicarlo y cómo responde.

Alguien mencionó que la investigación hay que hacerla con el agricultor; sobre esto puedo decir que es bien conveniente que él participe en la investigación desde el principio. Debe tomarse en cuenta al agricultor para saber qué tipo de variedades son mejores y cuáles aceptan él y sus vecinos, cuáles son las alternativas que más se adaptan al agricultor. Muchas veces el agricultor hace cosas adecuadas a sus condiciones y toma decisiones acertadas, pero no suele saber cómo funciona. Por eso, es recomendable poner a su servicio un poco de ciencia y hacer énfasis en la toma de decisiones. En resumen, la cuestión es que debemos tener en cuenta el ambiente y sus condiciones, para ofrecer más adelanto y mejor tecnología.

HOLLE: Creo que hemos discutido estos aspectos con cierta profundidad y variedad de comentarios; quisiera hacer un resumen, volviendo a la idea de que si uno acepta un enfoque que es un poco diferente al que acostumbra manejar, está ganando ciertas cosas y perdiendo otras, y esto no es absoluto. Aquí algunos han insistido en separar estación o campo; el asunto es saber qué se hace y dónde debe hacerse. También vale la pena atender ciertas características del enfoque.

Nosotros ponemos el énfasis en el cliente; en nuestro proyecto, la clientela son pequeños agricultores, esto es una característica. Además, estamos haciendo una identificación más específica del área

de trabajo, tratamos de conocerlas o identificarlas. Otra característica es que intentamos ampliar el grupo de investigación. No sólo consideramos en el grupo a los investigadores o especialistas, sino que añadimos a otros agrónomos, a personas que tienen diferentes tipos de contacto con los agricultores, y al agricultor mismo. Creo que en algunos aspectos de la metodología, las personas que trabajan en extensión, son más eficientes que los investigadores especialistas, pues están más cerca de la realidad, para la cual se están buscando respuestas. Estamos incluyendo al agricultor para que con sus conocimientos y experiencias, nos ayude a avanzar rápido; por ejemplo, a identificar y escoger entre alternativas.

**SELECCION DE AREAS DE TRABAJO Y SU CARACTERIZACION**

SELECCION Y CARACTERIZACION DE AREAS COMO GUIAA LA INVESTIGACION AGRICOLA APLICADA

Luis A. Navarro\*

## INTRODUCCION

Investigación agrícola es una de las actividades técnicas que dentro de cada país puede contribuir más al desarrollo agrícola, base del desarrollo económico nacional. Su labor será mucho más eficiente cuando complementa o es complementada por la acción de otras instituciones del agro como extensión agrícola, crédito e insumos agrícola, mercado agrícola y seguros agrícolas.

El interés del gobierno es utilizar cada una de estas instituciones como instrumentos para el desarrollo agrícola y nacional. Esto lo hace incentivando tanto sus acciones individuales como su interacción mediante diversas políticas nacionales que guían la división de un presupuesto limitado en parte por la importancia que se les reconoce.

Cada una de las instituciones debe cumplir su labor individual propia y buscar la cooperación con las otras instituciones dentro de esas restricciones presupuestarias. Desafortunadamente, en la práctica, esta situación restrictiva ha tendido a cambiar una situación ideal de cooperación e interacción interinstitucional, en una acción individualista y de competencia. Esto, que ha sido muy común en Latinoamérica no beneficia

---

\* Ph.D. Economista Agrícola, Proyecto CATIE/ROCAP.

ni a las agriculturas nacionales ni a las instituciones. En este cuadro Investigación Agrícola parece haber sido la menos favorecida. Esto pudo deberse, también, a la tendencia de los investigadores al aislamiento no sólo de otras instituciones sino también entre disciplinas de investigación diferentes, en su interés por un trabajo cada vez más especializado en aspectos que otras personas, en la sociedad, no aprecian como de importancia clara o inmediata.

Los recientes progresos en el Istmo Centroamericano muestran que las instituciones de investigación pueden dedicar gran parte de su atención a la investigación de problemas claros y prioritarios no sólo para el investigador sino también para los gobiernos, las instituciones del agro y la sociedad en general. Esto no ha significado ni significa renunciar al interés propio del investigador, de generar conocimientos más básicos y de más permanencia. Por el contrario, esta reorientación promete demostrar más clara y rápidamente los beneficios que la investigación agrícola puede aportar como complemento a la acción de desarrollo agrícola de las otras instituciones del agro. En el futuro esto puede atraer el apoyo presupuestario y de personal para todas ellas, aumentando aún más la libertad de investigación.

Uno de los puntos de reorientación lo muestra el interés de las instituciones por la investigación para desarrollar tecnologías agrícolas mejoradas y adoptables por pequeños agricultores de áreas específicas. Este interés se complementa muy bien con el mandato de CATIE.

La orientación de este interés es hacia una investigación eminentemente aplicada o sea la búsqueda de conocimiento para propósitos inmediatos

claros y en circunstancias también bien definidas.

Dada las limitaciones de recursos, la especificación de propósitos y circunstancias para un esfuerzo de investigación aplicada es principalmente un proceso de selección. Esto es decidir donde concentrar esos esfuerzos y en que aspectos de tal manera que la contribución de la investigación agrícola sea rápida y eficiente.

La discusión que sigue trata de analizar y proponer una forma de desarrollar este proceso inicial de la investigación aplicada al desarrollo de tecnologías agrícolas mejoradas para pequeños agricultores de áreas específicas.

Desarrollar tecnologías mejoradas puede implicar tanto la modificación de aquéllas existentes, la generación de algunas completamente nuevas para el área o la adaptación al área de tecnologías existentes o desarrolladas en otras áreas.

Mucho de lo que se discute se basa en experiencias pero también incluye un desarrollo de tipo conceptual. Por ello esto debe considerarse como una de varias posibilidades y como fuente de discusión e incentivo para pensar en métodos o estrategias alternativas.

Aunque en el caso ideal el proceso que se describe debería realizarse en colaboración con las otras instituciones del agro, dada las circunstancias actuales el planteamiento puede ser utilizado por un equipo de investigación multidisciplinario independientemente. Indudablemente, también permite y debe incentivar la interacción con otras instituciones especialmente la de Extensión Agrícola. De hecho el equipo multidisciplinario debería incluir especialistas en extensión agrícola desde un principio.

## SELECCION, DELIMITACION Y CARACTERIZACION

La selección, delimitación y caracterización de áreas geográficas para enfocar la investigación agrícola es un proceso continuo. Muchas de las actividades que se realizan sirven para los tres propósitos que son difícil de separar. La presentación que sigue los separa para propósitos de explicación.

### Selección de Areas

La selección de áreas geográficas específicas, para concentrar la acción de proyectos de investigación agrícola, es una preocupación propia de la institución de investigación (el equipo), del gobierno y/o de la institución que financia el proyecto.

Consecuentemente, la selección de áreas debe realizarse considerando criterios que van de lo eminentemente técnico a lo político y social.

En lo que sigue se discuten algunos criterios de selección y luego un ejemplo teórico para explicar una forma de su utilización.

### Criterios de Selección de Areas

Lo que se pretende es seleccionar áreas de trabajo de tal manera que se aumente la eficiencia del trabajo posterior de investigación y/o extensión en ellas. Esto es que dado los recursos (de un proyecto) se pueda hacer lo máximo en beneficio de los agricultores y el país.

Para aproximarse a esto, la selección de áreas podría considerar los siguientes grupos de criterios:

- A. Aspectos de prioridad para el país.
- B. Posibilidades de que la investigación agrícola pueda hacer un aporte efectivo y rápido en el área.
- C. Posibilidades de que los resultados obtenidos para el área seleccionada puedan ser utilizados en otras áreas, por otros agricultores y quizás en otro tiempo.

A. ASPECTOS DE PRIORIDAD EN LA SELECCION DE AREAS

Como todo trabajo institucional, el de investigación pretende beneficiar la sociedad; esto es a gente. Según esto la cantidad de gente, población, que pueda ser impactada o que necesite ayuda es uno de los criterios más importantes para seleccionar áreas. Este criterio se supone también implícito en las políticas o planes nacionales de desarrollo a corto y mediano plazo que también guían el trabajo de las instituciones.

IDENTIFICACION DE UN GRUPO DE AREAS CON PRIORIDAD NACIONAL

El primer paso en la selección de áreas es identificar aquéllas entre las cuales se quiere elegir.

El concepto de área que se empleará aquí es el de comunidades de concentración de pequeños agricultores, para estar de acuerdo con el tipo de investigación aplicada que se está discutiendo. La extensión de estas áreas dependerá de su homogeneidad y de su delimitación natural. En general y en la experiencia del CATIE, estas áreas pueden tener hasta 1000 km<sup>2</sup> y pueden incluir una o más comunidades de agricultores. Para propósitos

del procedimiento, que se propone para discusión aquí, sería conveniente que la definición de estas áreas coincida con una o más unidades geo-políticas definidas dentro del país en que se esté trabajando. Esto porque será necesario utilizar documentación y datos que generalmente están dados para esas unidades geo-políticas.

La identificación de estas áreas debe hacerse considerando aquellas regiones, subregiones o áreas específicas declaradas de prioridad para desarrollo agrícola por el gobierno. Si la definición gubernamental no llega a especificar áreas propiamente tal, el grupo que está realizando la selección podrá elegir estratégicamente las áreas dentro de la sub-región o región que si haya sido definida. La idea es llegar a identificar y definir un número manejable de áreas dentro de una región de prioridad, para poder seleccionar aquéllas más adecuadas para enfocar el trabajo de investigación.

Para ayudarse en esta identificación deben escogerse aquellas áreas en las cuales los objetivos generales del proyecto servirían de apoyo o complemento a los objetivos más generales del gobierno (que no existan posibles conflictos). La identificación debería hacerse con base en documentación oficial fácilmente recuperable.

El propósito es terminar ojalá con no más de 10 áreas preseleccionadas.

Los pasos que siguen son básicamente de ordenamiento de las áreas por preferencia para ser seleccionadas según los varios grupos de criterios. La selección final debería **internalizar** todos esos criterios.

## GRUPO 1. CRITERIOS DE PRIORIDAD

Grupo 1. Criterio de Ordenamiento 1 (G1C1)Prioridad para el gobierno

El primer criterio de ordenamiento debería dar, también, mayor peso a aquellas áreas donde el trabajo de investigación, dentro del proyecto, se complementa mejor con los esfuerzos y objetivos del gobierno. La documentación oficial de que se disponga debe ayudar en esto.

Por ejemplo; esfuerzos del gobierno, presentes o a corto plazo, en construcción de carreteras, mercadeo, asistencia técnica, crédito o insumos agrícolas, seguros agrícolas u otros, pueden ser cuantificados y deberían hacer más atractiva el área para seleccionarla. A veces los objetivos del gobierno están claramente relacionados con los objetivos del proyecto de investigación. La idea es que los resultados de investigación podrían complementar mejor esos esfuerzos a la vez que habrían más recursos o posibilidades para mejoramiento y se facilitaría la utilización posterior de los resultados de la investigación. Estos planes de inversión pueden estar fortalecidos por la acción de otras instituciones ya sea privadas o con financiamiento internacional para desarrollo.

Lo importante es que el grupo que está efectuando la selección sea capaz de ordenar las áreas en cuestión de acuerdo a un orden de preferencia decreciente según este criterio. Otra vez, para evitar en parte la subjetividad, esto debería estar basado en documentos y datos oficiales.

Grupo 1. Criterio de Ordenamiento 2 (G1C2)Densidad de población total del área

Para dar un peso a la prioridad de ayuda entre las áreas, se puede utilizar los datos de densidad de población total de las áreas. Este es un criterio cuantificable según datos censales u otra documentación y casi siempre existente. Este criterio tenderá a dar preferencia a las áreas relativamente más pobladas lo que está relacionado con su necesidad de ayuda.

Grupo 1. Criterio de Ordenamiento 3 (G1C3)Densidad de población rural en el área

Los datos documentados en censos u otros estudios deben permitir ordenar las áreas según su densidad de población rural (número de habitantes rurales/ $\text{km}^2$ ). El tender a elegir las áreas con mayor densidad de población rural, ayudará a dar más prioridad a áreas con mayor concentración de pequeños agricultores, que es lo que nos interesa aquí.

Ambos criterios (G1C2 y G1C3) tienden a favorecer la selección de áreas en las cuales el recurso tierra está siendo sometido a más presión y que, por lo tanto, pueden tener más problemas en cuanto a conservación y mantención de su calidad productiva.

B. POSIBILIDADES DE UN APORTE DE INVESTIGACION EFECTIVO COMO CRITERIOS DE SELECCION DE AREA

Este grupo de criterios trata de favorecer la selección de áreas que permitan al proyecto cierto nivel de seguridad en las posibilidades de impacto (según objetivos) y en el plazo más corto posible.

Las posibilidades de impactar (mejorar) la tecnología agrícola utilizada por los pequeños agricultores de un área determinada, mediante la búsqueda de conocimiento tecnológico adecuado (investigación aplicada), está muy relacionado con: a) el nivel de la tecnología actual; b) la cantidad y calidad de los recursos con que cuentan los agricultores; c) los incentivos y metas del agricultor y d) las posibilidades físicas que el trabajo pueda realizarse en las condiciones del área. Estos puntos dan origen a los cinco grupos de criterios que siguen:

GRUPO 2. ORDENAMIENTO DE LAS AREAS SEGUN SU "NIVEL DE TECNOLOGIA"

En general el "nivel de tecnología" de un área se puede considerar indicativo del estado de desarrollo del conocimiento tecnológico para los agricultores de un área. En este sentido mientras más "atrasada" o "tradicional" se puede catalogar, la tecnología de un área, existirán más posibilidades para que un esfuerzo de investigación desarrolle un conocimiento tecnológico mejorado para el área (esto por lo menos en teoría).

## Grupo 2. Criterio de Ordenamiento 1 (G2C1)

### Nivel de tecnología en el área

Otra vez basado en documentación oficial, el grupo que realiza la selección deberá ser capaz de ordenar las áreas desde aquélla a la cual se le puede atribuir una tecnología agrícola más "tradicional" (más peso en la escogencia) hasta aquélla que tenga una tecnología agrícola más "avanzada" (menor peso en la escogencia).

Aunque la definición de un índice exacto para definir cuan "avanzada" o "tradicional" es la tecnología de un área no es posible, la comparación general entre las áreas debe permitir su ordenamiento. Esto puede ser ayudado mediante consulta de documentos oficiales, estudios especiales, conversaciones con personas que conozcan agrícolamente, el área, etc. En algunos casos puede ser necesario visitar las áreas para este propósito; por lo menos aquéllas entre las cuales hay duda.

La idea intrínseca en este criterio de selección es intentar una nivelación de la tecnología hacia lo "avanzado". Por otra parte la tecnología más tradicional puede ser una fuente de aprendizaje superior para el equipo de investigación en términos de como producir en condiciones restrictivas. Además esto posibilita a que conocimientos desarrollados en áreas de tecnología más "avanzada" puedan ser estudiados para su transferencia a las áreas de tecnología "tradicional" asegurando un aceleramiento en el proceso de "mejorar" la tecnología del área escogida.

En caso de considerarse necesario, se puede pensar en la utilización de algunos criterios más específicos para realizar lo que se intenta en

el Grupo 3. Esto puede llevar a la construcción de algunos índices para clasificar el G3C1 que se propone aquí.

GRUPO 3. LA CANTIDAD DE RECURSOS DISPONIBLES PARA LOS AGRICULTORES EN  
LAS AREAS

El caso de una tecnología considerada tradicional puede implicar recursos restrictivos en cantidad o calidad. Se ha reconocido también que muchas veces esas tecnologías son altamente eficientes y bien ajustadas tanto a los recursos como a los incentivos que ofrece ese ambiente a los agricultores. En esos casos, el aporte que un proyecto de investigación para mejorar esa tecnología puede realizar es poco prometedor. Por ello la selección de la situación geográfica dentro de la cual se trabajará deberá asegurar que existe cierto potencial de producción y mejoramiento cuya manifestación puede ser acelerada por investigación.

El primer aspecto a considerar, cantidad de recurso, no es fácil hacerlo en forma general. Como guía se proponen dos índices obvios, tratando que la información respecto a ellos esté contenida en documentos ya disponibles.

Grupo 3. Criterio de Ordenamiento 1 (G3C1).

Superficie promedio en fincas menores de 35 ha

El límite se basa en la clasificación de SIECA, para fincas familiares y subfamiliares en Centroamérica. Este dato que pudiera obtenerse de datos censales para cada área, permite ordenar las áreas dando más

preferencia a aquéllas en que el promedio general de las fincas inferiores a 35 ha es menor. Este criterio tiende a favorecer aquellas áreas de agricultores con fincas más pequeñas dentro del estrato.

### Grupo 3. Criterio de Ordenamiento 2 (G3C2)

#### Disponibilidad de crédito, promedio anual por fincas inferiores a 15 ha

Mayor preferencia, según este criterio se dará a aquellas áreas con mayor disponibilidad promedio de crédito para el estrato.

El límite de 15 ha es arbitrario y sólo pretende identificar las áreas donde el esfuerzo de ayuda al agricultor pequeño ya está presente y donde el esfuerzo de investigación puede ser un buen complemento. Se trata de evitar la selección de áreas donde el crédito pueda estar concentrado en fincas mayores de 15 ha.

### GRUPO 4. CALIDAD DE LOS RECURSOS DISPONIBLES PARA LOS AGRICULTORES EN EL AREA

Este es un criterio eminentemente técnico y tan importante como la cantidad de recursos para determinar el potencial productivo de las áreas. Se pueden pensar muchos criterios diferentes para discusión, se proponen los que siguen.

Grupo 4. Criterio de Ordenamiento 1 (G4C1)Condiciones generales de clima

Generalmente no es difícil comparar áreas en términos de la bondad de su clima para la producción agrícola. Mayor preferencia se le dará a áreas que tengan mejor clima lo que determina su ordenamiento según este criterio. En algunos casos este ordenamiento puede ser difícil por lo que se podrían utilizar algunos índices. Un índice puede ser el número de meses del año con caídas pluviométricas dentro de los límites críticos mínimos y máximos.

Grupo 4. Criterio de Ordenamiento 2 (G4C2)Calidad general del suelo

Al igual que en el caso del clima el índice a utilizar puede ser perfeccionado según los recursos, personal y material disponibles. Si existen mapas de suelo con la especificación de las series de suelo para las distintas áreas, el ordenamiento de preferencia para aquellas áreas con mejor calidad de suelo no es difícil. En caso que no existan datos pueden requerirse visitas de reconocimiento a las áreas para apreciaciones generales sobre tipo de suelo, aspectos generales de topografía, fertilidad y drenaje aparente. Lo que se busca es ordenar las áreas desde aquellas con "mejor suelo", que serían las más preferidas, hasta aquellas con suelo más malo.

#### Grupo 4. Criterio de Ordenamiento 3 (G4C3)

##### Indices de mecanización en fincas menores de 20 ha

Uno de los aspectos más decisivos en los niveles de tecnología es el uso de algún tipo de maquinaria, especialmente en la preparación de terreno. Un indicador muy general y que también puede obtenerse de información ya existente es el número de yuntas de bueyes y tractores en las áreas. Burdamente se pueden ordenar las áreas según el número total de yuntas de bueyes y tractores. Mayor preferencia se daría a aquellas áreas donde este número es mayor dentro del estrato de finca menores de 20 ha.

El límite de 20 ha es otra vez artificial. Lo que se pretende es que este índice favorezca aquellas áreas en que el capital (tanto físico como humano) es de mejor calidad. Por lo demás un mayor número de estos elementos de capital indican mayor posibilidad de mecanización que generalmente se relaciona con una topografía general más favorable.

#### Grupo 4. Criterio de Ordenamiento 4 (G4C4)

##### Potencial de producción y diversificación

El ordenamiento aquí se puede realizar favoreciendo tanto aquellas áreas con una mayor diversificación en la producción como un mayor rendimiento promedio reportado para algunos productos indicadores en fincas menores a 35 ha.

Los productos pueden ser maíz, frijol, sorgo, arroz u otro común a todas las áreas. Las áreas con mayor potencial serían las más preferidas.

En caso de necesidad se puede intentar construir un índice compuesto para los elementos de este criterio siguiendo una mecánica similar a la que se bosquejará más tarde para manejar todos los criterios enumerados. Los datos necesarios se deben obtener de documentación existente.

#### GRUPO 5. INCENTIVOS Y METAS PARA LOS AGRICULTORES EN EL AREA

Los incentivos u objetivos que guían la acción de los pequeños agricultores no es algo que se pueda identificar con exactitud desde lejos. Para tratar de considerarlos en un proceso de selección de área se puede intentar también construir algún índice que aunque burdo permita una orientación.

El que se propone aquí es un indicador de mercado. No se está sugiriendo que los objetivos del agricultor sean exclusivamente de mercado. Lo que se supone es que es a través del mercado (su calidad) que la sociedad incentiva y guía la actividad de esos agricultores. En este sentido ese mercado determina también parte de las posibilidades de mejoramiento (por lo menos económico) para esos agricultores.

Lo que es un mercado para los agricultores está determinado por varios factores. Entre ellos se pueden considerar población e ingresos en el área, existencia de terminales de comercialización, organizaciones de agricultores para mercadeo de productos, caminos, transporte, etc. En lo que sigue se consideran algunos de ellos. La población ya fue considerada en uno de los pasos anteriores.

Grupo 5. Criterio de Ordenamiento 1 (G5C1)Relación población/distancia del centro poblacional mayor más cercano al áreas

Según los datos existentes sobre el área se puede identificar el o los centros poblacionales más cercanos con una población superior a 25 mil habitantes y una distancia por caminos inferior a 100 km de la cabecera del área. Esto que es muy tentativo puede ayudar a construir el índice: población de ese centro/distancia al área (km). Un valor mayor para este índice se puede considerar como indicador de más posibilidades de mercado. En algunos casos será necesario ajustar éste porque existen más de un centro con esas características. En ese caso se puede utilizar la suma de la población de cada uno de esos centros multiplicado por su distancia, todo dividido por la suma de las distancias.

Cualquier otro índice que se crea más adecuado y que considere población consumidora de productos agrícolas y distancia al área puede ser utilizado. Lo esencial es que sea el mismo para permitir un ordenamiento de las áreas dejando como más preferida aquéllas con un mercado más atractivo, según el índice.

Grupo 5. Criterio de Ordenamiento 2 (G5C2)Terminales de mercadeo y organizaciones de agricultores para mercadeo en el área

Aquí lo que se pretende es ordenar las áreas según hayan antecedentes de terminales de mercadeo en el área misma o de algún tipo de organización

de agricultores para efectuar ese mercadeo. Siempre se está pensando en pequeños agricultores. Una manera de documentar esto sería buscar antecedentes sobre la existencia de esas terminales principalmente en granos básicos y ojalá datos sobre lo que han comprado en el área durante los últimos años. En cuanto a las organizaciones, el aspecto cuantitativo a buscar puede ser el número de integrantes que incluye.

Otra vez se tenderá a preferir esas áreas donde el ordenamiento según este tipo de consideraciones sea más favorable; hay más incentivos.

#### Grupo 5. Criterio de Ordenamiento 3 (G5C3)

##### Camino y transporte

Este criterio requiere de un ordenamiento según apreciación cualitativa de los caminos y el transporte para los productos desde el área. Lo ideal es lograr esto basado en información existente y conversaciones con personal que conozca las áreas. En algunos casos puede ser necesario y recomendable visitar las diversas áreas, cuando hay medios y tiempo. Mayor preferencia se da a aquellas con mejores condiciones generales de caminos y transporte.

#### GRUPO 6. CONSIDERACIONES LOGISTICAS PARA LA REALIZACION DEL TRABAJO

También dentro de las consideraciones respecto a la efectividad del trabajo de investigación en un área, están la posibilidad de efectuarlo y las facilidades existentes para hacerlo. Dos criterios principales se sugieren para esto.

Grupo 6. Criterio de Ordenamiento 1 (G6C1)Posibilidades y facilidad de acceso y cobertura para el grupo de investigación en el área

Lo que se sugiere aquí es que dado los medios de transporte, otros recursos disponibles para el equipo y lo que se sabe del tamaño del área, distancias y caminos desde el centro de operaciones más cercano hacia el área en estudio, se puedan ordenar las áreas desde aquella más fácilmente trabajable a la más difícil. Se preferirá la primera. El aspecto de tamaño del área total podría ser ajustado más tarde seleccionando una subárea para desarrollar el trabajo mismo.

Grupo 6. Criterio de Ordenamiento 2 (G6C2)Disponibilidad de información sobre estudios previos sobre el área

Pensando también en acelerar el proceso de investigación se debe intentar ordenar las áreas con preferencia para aquellas respecto a las cuales existe más información disponible y menos preferencia para aquellas más desconocidas. Esto estaría aprovechando la inversión hecha en investigación (para generar la información disponible) en las distintas áreas y favorecería aquellas en las que ya se ha invertido más. Con esto se asegura una mayor eficiencia en el trabajo general.

C. POSIBILIDADES DE TRANSFERIR Y EXTRAPOLAR LOS RESULTADOS DE INVESTIGACION EN EL AREA

Una vez efectuada una investigación en un área específica, la inversión requerida se transforma en algo fijo. Si los resultados obtenidos pudieran ser utilizados en otras áreas y por otros agricultores más tarde, la eficiencia en el uso de esa inversión se mejora.

GRUPO 7. POSIBILIDADES DE PROYECCION DE RESULTADOS EN ESPACIO Y TIEMPO

El tratar de aumentar las posibilidades de extrapolar resultados lleva a consideraciones (criterios) de representatividad del área escogida respecto a otras áreas de características generales similares que posibiliten esa extrapolación. La representatividad debe considerar aspectos de recursos (ambiente físico-biológico, por ejemplo, zonas agro-climáticas) y de aspectos socio-económicos (tipos de fincas, mercado, tenencia de la tierra, etc.).

Grupo 7. Criterio de Ordenamiento 1 (G7C1)

Representatividad de zonas agroclimáticas mayores

Según la información disponible en documentos y estudios debería tratarse de ordenar las áreas de acuerdo al tamaño de las zonas con condiciones agroclimáticas más o menos similares que cada una pudiera representar. El orden de preferencia debería favorecer aquéllas que se consideren representativas de áreas mayores. Debería evitarse el seleccionar

áreas que tengan características muy particulares que no se repitan en otras partes.

### Grupo 7. Criterio de Ordenamiento 2 (G7C2)

#### Representatividad de condiciones socio-económicas mayores

De la misma manera expuesta en G7C1, debería buscarse información de la representatividad de cada área respecto a tipos de finca, condiciones de mercado, agricultores y tenencia de la tierra (aspectos socio-económicos).

El ordenamiento debe favorecer otra vez aquellas áreas que se consideren representativas de áreas o grupo de agricultores más amplias. Menos preferencia debe darse a áreas muy particulares en sus características socio-económicas.

#### Procedimiento y Ejemplo Teórico

1. Identificación de las áreas entre las cuales se intentará un ordenamiento según su prioridad en selección; Paso 1. Ejemplo m áreas;  $m = 3$ , áreas A, B y C.
2. Definición de los grupos de criterios y los criterios que se considerarán dentro de cada grupo. Estos pueden ser seleccionados entre los discutidos o la lista puede ser expandida según se considere adecuado al caso.

3. Asignación del peso que se dará al criterio. Este peso del criterio (p.c.) es  $1/n$  donde  $n$  = número de criterios dentro del grupo que incluye el criterio. Tenga el ejemplo 3 grupos de criterios G1, G2 y G3. G1 con 2 criterios, entonces p.c. =  $1/2$ . G2 con 1 criterio, luego p.c. = 1. G3 con 4 criterios, luego p.c. =  $1/4 = .25$ .
4. Estudio de la información existente, conversaciones con personas que conozcan las áreas o visitas al área para ordenarlos según su prioridad (preferencia) de selección decreciente de acuerdo a cada criterio. Sea en el ejemplo:

Grupo	Criterio	Orden de preferencia (i)		
		1	2	3
1	1	A	B	C
1	2	B	C	A
2	1	A	B	C
3	1	C	B	A
3	2	B	A	C
4	1	C	A	B
4	2	C	B	A
4	3	A	B	C
4	4	B	C	A

5. Establecer peso por preferencia (pp) dentro de cada criterio. Este  $pp = m+1-i$  donde  $m$  es el número de áreas e  $i$  es el orden de preferencia según el criterio.

Grupo	Criterio	Peso por preferencia área		
		A	B	C
1	1	3	2	1
1	2	1	3	2
2	1	3	2	1
3	1	1	2	3
3	2	2	3	1
4	1	2	1	3
4	2	1	2	3
4	3	3	2	1
4	4	1	3	2

6. Construcción de una tabla de doble entrada con los criterios como columnas y las áreas en cualquier orden como filas. En cada casilla se coloca el producto del peso del criterio (p.c.) por el peso de preferencia (p.p.) que corresponda a esa intersección criterio-área. La última columna es la suma de esos productos que determina el puntaje de preferencia final para cada área. Mayor puntaje indica mayor preferencia general según los criterios utilizados.
- Utilizando los dos cuadros anteriores para el ejemplo obtenemos lo siguiente:

Cuadro de selección final; productos del peso del criterio por el peso por preferencia dentro del criterio y puntaje final ( $\Sigma$ )

Grupo y criterio	G1C1	G1C2	G2C1	G3C1	G3C2	G4C1	G4C2	G4C3	G4C4	$\Sigma$
Area A y Ppxpc*	3x.5	1x.5	3x1	1x.5	2x.5	2x.25	1x.25	3x.25	1x.25	8.25
Area B y Ppxpc	2x.5	3x.5	2x1	2: .5	3x.5	1x.25	2x.25	2x.25	3x.25	9.00
Area C y Ppxpc	1x.5	2x.5	1x1	3x.5	1x.5	3x.25	3x.25	1x.25	2x.25	6.75

\* pp = peso de preferencia en el criterio; pc = peso para el criterio.

El orden de preferencia final de las áreas es: B, A, C según el puntaje final ( $\Sigma$ )

Este procedimiento podría adaptarse para elegir entre regiones a nivel de país si esto fuera necesario, a nivel de región para elegir entre subregiones, a nivel de subregión para ordenar las áreas y a nivel de áreas para elegir entre subáreas. Lo que se requiere es tener una identificación de las regiones, subregiones, áreas o subáreas entre las cuales se quiere elegir. En el caso discutido se supone que lo que se quiere es elegir entre áreas identificadas en el primer paso. Este es el caso ideal; puede que sea necesario realizarlo en varias etapas.

#### Delimitación y Caracterización del Area de Trabajo

Una vez que se ha seleccionado el área de trabajo lo que no debería tomar más de un mes, corresponde empezar a identificar las líneas de investigación prioritarias que permitan el desarrollo de tecnologías agrícolas mejoradas, apropiadas y adoptables por los agricultores del área.

Para lograr esto se necesita conocer las tecnologías agrícolas actualmente en uso (que es lo que se mejorará), la cantidad y calidad de los recursos disponibles para los agricultores (que definen lo que es "apropiado") y los incentivos y metas que guían este agricultor (que definen en gran parte lo que es "adoptable").

El propósito de la investigación aplicada es llegar a resultados positivos en un tiempo y costo mínimo, según los objetivos establecidos. Por ello no se puede esperar hasta tener un conocimiento muy completo de la tecnología existente, los recursos y los agricultores del área. El ideal es que casi simultáneamente con empezar a "conocer" el área y sus

problemas se empiecen a "probar" aspectos de tecnología que puedan ser una innovación benéfica. Estos intentos pueden implicar la prueba de "cambios obvios" o tradicionales como pruebas de introducción de variedades y/o especies con potencial para el área.

Así como el conocimiento del área se perfecciona, los problemas para investigación identificados y que necesitan atención, se multiplican por lo que será necesario darles un orden de prioridad. Incluso el equipo deberá decidir cuales, de ellos, puede tratar de "solucionar" por medio de investigación en el área y cuales deberían ser comunicados a otras instituciones u otros grupos de investigación, según sea el caso.

La estrategia de delimitación y caracterización que se bosqueja en lo que sigue trata de introducir las consideraciones que se han discutido.

#### Fase A: Delimitación y Caracterización General del Area

El objetivo de esta fase, como su nombre lo implica es una delimitación del área y su caracterización general. Esto debe permitir empezar en el área con experimentos exploratorios y trabajos de caracterización más específicos durante la Fase B que se verá más tarde.

La metodología para la Fase A incluye la colección y estudio de la información secundaria existente respecto al área y visitas de reconocimiento y sondeo al área según sea necesario. La información secundaria debe buscarse en documentación oficial, censos, mapas, fotos aéreas y personas con conocimiento del área (extensionistas agrícolas, agricultores) etc.

El resultado de esta fase debería ser un documento de trabajo que especifique los aspectos que siguen. Esta fase se podría completar en 3 a 4 meses.

#### A.1 DELIMITACION DEL AREA

Esto es establecer la localización geográfica del área, describir sus límites (usando mapas o fotos si es posible) y especificando su superficie. Para propósitos iniciales se debe intentar que el área y sus límites coincida e incluya exactamente una o más divisiones geo-políticas para lo cual exista información secundaria oficial. Esto define desde temprano el ámbito inicial, en superficie, para propósitos de caracterización y evaluaciones posteriores. También debe incluirse aquí el número total de fincas en el área y su estratificación por tamaño.

#### A.2 CARACTERIZACION GENERAL DEL CLIMA

Lo que se pretende aquí es determinar la época o épocas de cultivo durante un año agrícola. Según existan antecedentes se debería especificar aspectos críticos del clima para aspectos de producción en períodos claves como siembra y/o cosecha. Lo mismo para aspectos sanitarios y de manejo durante el proceso de producción.

Puntos claves a describir deben ser:

- Cantidad y distribución de lluvias.
- Períodos de canícula y su estabilidad.
- Períodos críticos por sequía.

- Períodos críticos por exceso de agua.

Esta descripción debe incluir también datos de altura y temperaturas especialmente si estos aspectos son críticos.

Una última parte debería especificar las preguntas pendientes que tiene el equipo respecto al clima y que sería necesario contestar más tarde.

### A.3 CARACTERIZACION GENERAL DEL SUELO

Las características generales del suelo en combinación con el clima determinan el potencial productivo general del área y de muchos rasgos de las tecnologías que pueden adaptarse al área.

Los puntos claves a tocar en esta parte de la caracterización pueden ser:

- Toxicidades; si alguna existe ya está indicando una limitación clave para algunos cultivos o la exigencia de manejo especializado en algunos sistemas que se pudieran probar.
- Fertilidad; esta información anticipa la necesidad o no necesidad de preocuparse mucho por aspecto de aplicación de fertilizantes en las alternativas a probar. Es esto un problema?
- Topografía general del área; esta información anticipa la posibilidad de problemas en conservación de suelo. También permite vislumbrar las posibilidades de mecanización.
- Drenaje; la caracterización de la capacidad de drenaje del suelo importa, cuando se relaciona con las características de lluvia, en relación a los cultivos que pueden tener problemas en las

distintas épocas y en relación a la preparación de suelo para siembra u otras labores.

También aquí deberían agregarse otras observaciones claves respecto al suelo en el área y las preguntas que quedan pendientes.

#### A.4 PROBLEMAS SANITARIOS MAS COMUNES

Parte de la calidad del ambiente está determinado por el tipo e incidencia de diferentes problemas bióticos. Estos incluyen insectos que constituyen plagas de importancia económica lo mismo que enfermedades y malezas. Una información inicial basada tanto en documentos existentes como en conversaciones con expertos y agricultores será una gran ayuda para el grupo de investigación especialmente en la identificación de algunos cambios posibles y obvios en los sistemas de cultivo.

La información a este nivel debería concentrarse en identificar los problemas bióticos reconocidos como de importancia económica, en que cultivos o sistemas y en que épocas esto es más crítico.

#### A.5 PRODUCTOS Y PRODUCTIVIDAD

Las actividades principales que se informan para el área son indicadores tanto del potencial productivo del área como de su mercado y sus ventajas comparativas.

Los productos y productividad en el área indican tanto los productos alrededor de los cuales empezar a investigar y los niveles de productividad desde los cuales empezar a mejorar. En este sentido ya anticipa

indicios de la tecnología existente en el área. Este informe debe ser lo más completo posible.

- Especialización del área: esta información debe especificar el producto principal del área y que individualmente aporta más ingresos a la comunidad. También se debe especificar su superficie total, el ingreso que aporta y el tipo de agricultor (superficie) que lo produce. En algunos casos será más de un producto el que llame la atención en relación al resto. Lo importante es que estos productos pueden estar indicando las ventajas comparativas para el área (o sea aquellos productos que se pueden producir en forma más barata en el área). Cuando hablamos de especialización en el área ésta puede ser en ganadería, aspectos forestales o cultivos.
- Productos y productividad en fincas menores de 35 ha. Aquí se pretende poner atención en lo que estadísticamente se especializa el agricultor que nos interesa. Lo ideal sería poder estratificar los datos por tamaño de finca. Esta información se puede presentar en una serie de cuadros con muy poca discusión, sólo la necesaria para hacer resaltar el punto más importante (la ventaja o el problema mayor). Cada cuadro debería ser estructurado más o menos como sigue:

Cuadro \_\_\_\_\_. Análisis de la importancia y productividad de \_\_\_\_\_ en fincas menores de 35 ha en el área de \_\_\_\_\_ año \_\_\_\_\_.

Producto	Superficie ha Total Prom/finca	Nº de Agric.	Produc/ ha (Unid.)	Ingreso Total
-				
-				

Fuente de información:

Este cuadro debería tratar de obtenerse primero para el tipo de producto que interesa más al grupo de investigación, sin embargo es importante conocer como se comparan éstos con otras actividades productivas en el área. Por ello se sugieren los siguientes cuadros como información mínima.

Cultivos anuales alimenticios.

Cultivos anuales no alimenticios.

Cultivos perennes producto de consumo directo.

Cultivos perennes industriales.

Producción animal (especie y propósito).

Producción forestal.

Cada cuadro podría ser complementado con una lista de productos adicionales para los cuales no existen las cifras que se piden pero que se producen en el área. Esto mejoraría la información sobre el potencial de diversificación del área lo cual podrá ser complementado durante las visitas de reconocimiento y sondeo. Sería conveniente que los productos de la lista sean organizados o agrupados de alguna manera que indiquen alguna característica especial sobre el ambiente. Esto puede ser hecho por algún especialista en cultivos y sus requisitos.

También esta sección debe terminar planteando preguntas tanto para responder como quizás ya para investigar.

#### A.6 EL NIVEL DE TECNOLOGIA PRESENTE

Definir el nivel de tecnología es difícil, más aún utilizando información secundaria y sondeos. Aún así hay ciertos indicadores obtenibles

de información disponible o que se pueden obtener en visitas rápidas que orientan bastante respecto a la tecnología general en uso. Ellos se relacionan con mecanización, uso de insumos, las estructuras agrícolas en fincas y el bosquejo general de los sistemas de producción.

- Mecanización; el uso de algún medio de tracción para labores agrícolas o de algún tipo de implemento mecánico ya implica un gran cambio en el nivel de tecnología. No sólo implica un mayor conocimiento y entrenamiento sino que también indica cierto nivel y calidad de recursos de tierra y capital. La información sobre maquinarias en el área para fincas menores de 35 ha puede encontrarse a veces en censos, otros estudios o mediante conversaciones con distribuidores que atiendan el área y extensionistas. En último caso se puede tratar de obtener esta apreciación durante las visitas de reconocimiento y sondeo. La información que interesa aquí es para identificar el tipo y número de maquinarias o unidades de tracción que existen accesibles para fincas menores de 35 ha en el área, el número de agricultores que las poseen o usan y ojalá algo del valor de estas maquinarias. Si en general se pueden adelantar algunas especificaciones que se consideren claves respecto a esos implementos es mejor, sin embargo ellos pueden obtenerse en fases posteriores de ser necesario.
- Uso de fertilizante; otro aspecto que tradicionalmente define límites entre tipos o niveles de tecnología agrícola es el uso de fertilizante. Esta información puede estar en censos u otros documentos pero es más posible que deba acudir a conversaciones con

distribuidores, extensionistas u otras personas. Lo que importa aquí es identificar los tipos de fertilizante que se utilizan y venden en el área, sus cantidades, el número de agricultores que los utiliza, para qué cultivos o sistemas de cultivo y el valor total del fertilizante transado en el área. Todo ello en fincas menores de 35 ha y ojalá estratificado para fincas menores de 5 ha, entre 5 y 15 y entre 15 y 35. La estratificación puede ser diferente si es más fácil hacerlo.

- Uso de herbicidas y pesticidas. A nivel de pequeños agricultores el uso de algunos pesticidas y principalmente herbicidas puede aparecer antes que el uso de fertilizantes y maquinarias. En este sentido también puede ser indicador de algún nivel diferente de tecnología. Los datos que se buscan son también la identificación y agrupación de todos estos químicos por tipo de características similares. Interesa también tener idea de las cantidades totales que se utilizan; el número de agricultores que lo utilizan, los usos principales (qué sistema, para qué, cómo) y el valor total de cada uno según se tengan datos para el área. Todo esto es más importante obtenerlo para fincas menores de 35 ha principalmente y ojalá estratificado dentro de ellas. Estos datos se pueden considerar también como indicadores de los problemas más obvios en protección de cultivos dentro del área.
- Estructuras agrícolas; el tipo y valor de las estructuras agrícolas en fincas menores de 35 ha en el área, indican también algo de la calidad de recursos como de la flexibilidad de manejo de la finca.

Aquí es también importante estratificar estos datos para estudiar la posibilidad de especialización de las fincas según su tamaño. Más estructura indica cierta especialización o inflexibilidad. La información que interesa es sobre los tipos de estructura, su valor (si es posible) y el número de fincas que las utiliza en el área. Esta información puede ser más difícil de obtener en datos censales y puede requerir de consultas a otros documentos o conversaciones con extensionistas, vendedores y agricultores.

- **Sistemas de cultivo (producción).** Según nos interesa en este documento lo que sigue se discute para los sistemas de cultivo. Podría ser extendido a otros sistemas de producción si el objetivo es diferente. La identificación muy en general de los sistemas de cultivo es a veces posible en documentos y censos. Por ejemplo se puede tener idea de la frecuencia de cultivos puros o de asociaciones aunque no se sepa exactamente que tipo de asociaciones. Lo más probable es que esto requiera de visitas al área para conversaciones con extensionistas agrícolas y agricultores conocedores principalmente (sondeo). Lo que se busca aquí es identificar los principales sistemas de cultivo especificando componentes (cultivos) y sus arreglos, por lo menos temporal (fechas de siembra y cosecha para cada uno). Una descripción de la ubicación relativa de un cultivo respecto a otro es también importante en esta fase. También se debería tratar de informar respecto a la frecuencia (número de agricultores) que lo practican y la superficie promedio por finca o porcentaje de la finca utilizada bajo el sistema. Esto para cuantificar su importancia.

Otros datos pueden ser más difíciles de obtener y quizás deban dejarse como preguntas para contestar más tarde. Esa información se relaciona con detalles sobre manejo, variedades, insumos, aspectos sanitarios, uso de mano de obra, costos e ingresos por ha del sistema e ingreso promedio que aporta a las fincas.

La sección A.3 debe terminar con un resumen de la evaluación que se tiene de la tecnología del área como base para empezar el trabajo. También debe plantear preguntas tanto para investigación a través de experimentos como a través de una caracterización más detallada del área.

#### A.7 LOS RECURSOS DISPONIBLES PARA EL AGRICULTOR

Los aspectos de clima y suelo discutidos anteriormente dan una idea de la calidad general de los recursos para el área. Corresponde ahora tratar de cuantificar la disponibilidad de esos y otros recursos para las fincas con que se trabajará. Esto no sólo explica gran parte de la tecnología presente sino que también permite anticipar con que material se cuenta para intentar un mejoramiento tecnológico.

##### A.7.1 RECURSO TIERRA

Para obtener una idea de la tierra con que disponen los agricultores se deben obtener los datos de la superficie de la finca por estrato con atención a aquéllos inferiores a 35 ha. Otro aspecto indicador de este recurso son los datos sobre el tipo de tenencia y la topografía general de la finca para cada estrato. Estos son los datos mínimos necesarios

y que en gran parte de los casos pueden ser obtenidos de datos censales o en catastros. El valor de la tierra es otro dato que da una muy buena idea tanto de su calidad como su demanda (presión) en el área, este dato también puede ser obtenido de documentos oficiales, de instituciones como bancos, extensión o agricultores mismos. Lo mismo es válido para los costos de arrendamiento u otro tipo de arreglo como medierías que existen en el área. Valor y extensión combinado son un mejor indicador del "tamaño" de la finca que la superficie solamente.

#### A.7.2 MANO DE OBRA

La disponibilidad de mano de obra durante las diferentes épocas del año también contribuye a moldear la tecnología existente como las posibilidades de cambio para el área.

El primer dato que puede revelar algo de su disponibilidad es la populación rural del área estratificada por edad y sexo. También una estratificación por educación puede contribuir a percibir algo de su calidad como capital humano. Información sobre salarios en fluctuaciones y número de trabajadores para distintos tipos de trabajos en el área dará idea tanto del costo de la mano de obra como su demanda y competencia para los trabajos agrícolas. Si estos datos se pueden expresar en lo que corresponde a fincas menores de 35 ha, sería mejor.

Quizás uno de los datos más importantes es estudiar la distribución de la mano de obra en distintas actividades durante las diferentes épocas del año en el área. En este estudio se debe especificar las épocas críticas tanto por escasez para los trabajos agrícolas y su razón o sea en

qué y dónde está siendo ocupada la mano de obra durante ese período (empleos temporales), qué posibilidades hay de que pueda ser atraída para trabajos agrícolas durante el período. También se deben tratar de identificar las épocas críticas de exceso de mano de obra (desempleo) en el área y que es lo que hacen durante esa época.

Esto guiará al equipo a ajustar tecnologías alternativas que tiendan a utilizar más mano de obra durante los períodos de desempleo y menos durante épocas de escasez.

#### A.7.3. CAPITAL DISPONIBLE EN LAS FINCAS

La indicación del recurso de capital ya estaría dado en gran parte en la sección sobre el nivel de tecnología (A.4). Esto es lo que se sabe de máquinas utilizadas en la finca, insumos e infraestructura, especialmente en fincas con menos de 35 ha.

Quizás el único elemento del cual aún no se ha obtenido información es respecto a la disponibilidad de dinero de operación. Este dato no es fácil de obtener en forma clara. Un indicador de su distribución por lo menos, es determinar las épocas de mayor movimiento en la venta de productos agrícolas y las épocas de mayor compra de insumos. Esto puede ser obtenido de datos en casas vendedoras de diferentes insumos y compradores de productos agrícolas. También las oficinas de extensión agrícola pueden informar sobre esto, lo mismo que los agricultores que se contactan durante el sondeo. Otra fuente de información respecto a esto son las instituciones de crédito (que se verá más tarde), especialmente sobre las épocas en que tienen mayor movimiento.

El tener una idea sobre la disponibilidad y épocas de esta disponibilidad de dinero de operación también es una guía valiosa para que el equipo pueda pensar en cambios apropiados y posibles.

La sección A.5 debe terminar con algunas conclusiones respecto a los recursos disponibles y preguntas que quedan pendiente.

#### A.8 LOS INCENTIVOS PARA EL AGRICULTOR

En este caso nos interesa conocer los incentivos que el agricultor recibe para su actividad desde la sociedad. Este puede venir en términos de un fortalecimiento a sus conocimientos, recursos, provisión de seguridad en su operación y provisión de mercado. En general esto se relaciona con el estudio de las instituciones que operan en el área para lograr esto.

Su caracterización y evaluación permite también que el equipo anticipe cuan ambiciosos pueden ser los cambios tecnológicos que se quieran probar.

##### A.8.1 CREDITO AGRICOLA

Cuáles son las instituciones de crédito en el área, en qué épocas operan, cómo operan, o qué agricultores apoyan. Cuáles son sus condiciones y facilidades dadas a los agricultores pequeños, sus proyecciones y el costo del crédito. Qué se sabe de otras fuentes de crédito que no sean instituciones oficiales. Muchas de estas preguntas pueden quedar inconclusas durante esta fase para ser respondidas con más detalles durante

las otras fases de la investigación. El crédito es una manera en que los recursos del agricultor pueden ser reforzados por la sociedad para propósitos de producción.

#### A.8.2 FUENTES DE MECANIZACION E INSUMOS

En algunos casos los gobiernos tienen servicios agrícolas mecanizadas disponibles para los agricultores. Cuales son éstos, a qué agricultores apoyan, cuáles son sus condiciones, costos y requisitos; existen otras fuentes para estos servicios.

De la misma manera interesa conocer las fuentes de insumos agrícolas para el área. Su ubicación, su manera de operar, sus costos para el agricultor, los tipos de estas fuentes (públicas, privadas), etc. Esta es también una manera en que se fortalecen los recursos del agricultor. Ello facilita al equipo el saber con que material se puede trabajar en el área y ojalá con que cantidades. También en este caso pueden quedar preguntas sin respuestas.

#### A.8.3 ASISTENCIA TECNICA

El agricultor puede estar siendo ya ayudado en perfeccionar su conocimiento agrícola. Existen mecanismos de asistencia técnica en el área, cuáles son, qué naturaleza, para qué, cuál es su cobertura. Todas son preguntas que pueden empezar a responderse durante esta fase de caracterización inicial, ellos pueden ser detallados de mejor manera durante las fases posteriores.

#### A.8.4 SEGUROS AGRICOLAS Y SUBSIDIOS

La existencia de seguros agrícolas es algo más difícil de encontrar disponible para pequeños agricultores. Sin embargo, hay que hacer un esfuerzo para averiguar de su posible existencia, cobertura, condiciones, etc. Seguros agrícolas y subsidios son una manera en que la sociedad incentiva a sus agricultores mediante una disminución del riesgo en sus actividades.

#### A.8.5 CONDICIONES DE MERCADO

Indudablemente las condiciones de mercado constituyen el incentivo más claro y directo que recibe el agricultor para orientar su producción más allá de la mera subsistencia. Hay varios factores que determinan lo que se puede denominar mercado. Aquí se tratará de bosquejar algunos que pueden ser caracterizados en esta primera fase.

- Identificación de los centros poblacionales principales a los cuales fluye la producción agrícola del área.
- Población urbana y distancias por caminos desde el área a esos centros.
- Ingreso per capita en esos centros y ojalá proporción de ese ingreso dedicado a alimentación.
- Productos agrícolas de mayor consumo en esos centros poblacionales y su valor.
- Productos agrícolas que más se importan desde otras áreas a la región y su valor.

- Productos agrícolas que más se exportan de la región hacia otras áreas del país o al exterior y su valor.
- Terminales de mercadeo existentes en el área. Tipo, capacidad, formas de pago, comportamiento, productos, etc.
- Organizaciones de agricultores para efectos de comercialización agrícola. Tipo de organización, productos, número de agricultores, tipos de agricultores.
- Caminos; tipos de camino y calidad durante períodos claves del año.
- Transporte, tipo de transportes accesibles al agricultor y costos por producto. Aspectos críticos de éstos durante el año.

La sección A.6 debe terminar con ciertas conclusiones de utilidad para el trabajo posterior y especificando preguntas que quedan pendiente.

#### A.9 DELIMITACION DE SUBAREAS HOMOGENEAS DENTRO DEL AREA DE TRABAJO

Ya sea estudiando mapas, fotos aéreas y visitas, el área debería ser subdividida en subáreas más homogéneas. La homogeneidad podría estar dada en términos de alguna combinación de algunas variables discutidas. Por ejemplo pueden ser según tipo de suelo, según topografía, según tipos de finca (ganadera, cafetalera, sólo cultivos), según acceso a caminos, según el grado de mecanización, según el tipo de sistema de cultivo predominante o combinaciones entre alguna de estas variables. Esta subdivisión es necesaria para la escogencia posterior de sitios experimentales, agricultores cooperadores y estudios de caracterización (posiblemente encuestas) más detallados. Esta subdivisión debe ser

hecha por los especialistas en recursos y socio-economía dentro del equipo de investigación.

#### A.10 CONCLUSIONES O DIAGNOSTICO PRELIMINAR

Este trabajo debería terminal con ciertas conclusiones generales o diagnóstico preliminar. Esto puede incluir por lo menos:

- Sistemas principales en los cuales trabajan y su justificación breve.
- Principales objetivos de la investigación, por ejemplo intensificación, diversificación, uso de insumos, aspectos sanitarios obvios, uso de mano de obra, cambio en los arreglos (lo que se pueda definir basado en la información obtenida).
- Principales criterios para evaluar los sistemas a probar. A este nivel es ver como calzarán con las circunstancias descritas.

Esta sección debe apuntar y guiar claramente lo que se hará en la fase posterior; ese es todo el propósito del ejercicio.

#### Fase B. Inicio de la Fase de Experimentación y Perfeccionamiento en la Caracterización del Area

Si el objetivo de la primera fase ha sido cumplido, los lineamientos específicos para la fase B ya están dados. En general ésta deberá incluir las secciones de experimentación exploratoria y la de perfeccionamiento en la caracterización y diagnóstico del área. Toda esta fase puede tomar la mayor parte del primer año tratando de sentar las bases para el trabajo posterior.

### B.1. EXPERIMENTACION EXPLORATORIA

En la fase A sólo se han identificado en general los sistemas de cultivo principales. Estos deben ser conocidos en sus detalles técnicos para una mejor evaluación e identificación de aspectos claves a investigar para su mejoramiento. De la misma manera se conocerá mejor como calza en el sistema de finca en el que se practica; cómo interacciona con el resto de la finca, cuál es su aporte.

Por otra parte ya en las visitas de reconocimiento o en conversaciones con personal clave, surgirán algunos aspectos que en forma muy obvia podrían ser modificados dentro de esos sistemas. Estos cambios deberían ser intentados desde un principio. Más aún hay experimentación que de todas maneras será necesaria por lo que es propio empezarla lo más temprano posible; esto último corresponde a ensayos de pruebas de variedades nuevas para el área como también de especies nuevas que permitan potencial tanto ecológico como de mercado.

Lo que se propone con estos experimentos es que al final el equipo tenga más claro cuáles son los aspectos claves para investigar con posibilidades de mejorar ese sistema. El ver como cuadra en la finca pretende ayudar a definir más claramente los criterios de evaluación propios del agricultor para ese sistema. El probar las variedades y especies nuevas en el área permitirá anticipar la posibilidad de algunos cambios más drásticos al sistema, como cambiarle la especie.

En resumen se pretende identificar mejor las líneas de investigación, los criterios de evaluación apropiados y adelantar el desarrollo de alternativas tecnológicas apropiadas y adoptables.

Todos estos ensayos deberían hacerse a nivel de finca del agricultor.

## B.2 LA CARACTERIZACION Y DIAGNOSTICO PROPIAMENTE TAL

Paralelamente a la experimentación y con propósitos similares se debe perfeccionar la caracterización hecha durante la fase A. Esto puede realizarse mediante encuestas especiales, estudios de seguimiento y otros estudios especializados. La metodología específica dependerá de los medios y personal disponible.

Para propósitos de asignación de responsabilidades, se puede sugerir la siguiente división en estos estudios de caracterización más detallados.

B.2.1 Aspectos agronómicos y de recursos.

B.2.2 Aspectos de protección de cultivos.

B.2.3 Aspectos socio-económicos.

### B.2.1 ASPECTOS AGRONOMICOS Y DE RECURSOS

El propósito de estos estudios será obtener un entendimiento y una descripción técnica del manejo y otras características del o los sistemas seleccionados como más importantes. Esto debe incluir una evaluación del sistema y de los recursos de suelo y clima del área que permita identificar los puntos críticos en manejo, uso de insumos y recursos que puedan estar limitando un mejor comportamiento del sistema. Lo mismo debe permitir la sugerencia de líneas de investigación tanto para modificar el sistema o para reemplazarlo con alguna alternativa más atractiva.

Estos estudios pueden hacerse independientemente o en conjunto con otros, mediante encuestas estáticas, estudios de seguimiento en fincas, mediciones directas de rendimiento en fincas durante épocas de cosecha, y/o como complemento a los experimentos exploratorios.

#### B.2.1 ASPECTOS DE PROTECCION DE CULTIVOS

Los aspectos de protección de cultivo aunque pueden considerarse parte de los aspectos de manejo de los sistemas requieren de tratamientos especiales. Esto en parte porque las técnicas de investigación en ellos tienen requisitos diferentes a aquéllos de manejo agronómico propiamente tal. Estos estudios pueden incluir desde la identificación y estudio de los ciclos de plagas, enfermedades y malezas de importancia económica hasta el estudio y análisis de las prácticas de control utilizadas por los agricultores. Todo esto como base para intentar cambios o mantención de esas prácticas según se vea su beneficio y aporte al intento de mejorar los sistemas de cultivo identificados para estudio.

Estos estudios deberán ser un complemento a los otros y de esta manera responder a preguntas específicas en aspectos sanitarios que surjan durante el proceso de la fase B.

Las técnicas para estos estudios pueden incluir también desde encuestas hasta experimentos exploratorios y otros estudios especializados.

### B.2.3. ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS

La responsabilidad principal de los estudios socio-económicos debe ser la definición y caracterización de la población de agricultores para la que se está trabajando en el área. Esta caracterización debe fortalecer los aspectos socio-económicos que se empezaron a describir en la fase A. Además se debe hacer un esfuerzo por entender mejor la actitud y propósitos del agricultor, su mano de obra familiar y otros recursos. Todo básicamente con la idea de identificar criterios de evaluación de los resultados de toda la investigación de acuerdo a los intereses del agricultor. Esto posibilita acercarse más al desarrollo de tecnologías mejoradas que sean atractivas y posiblemente adoptables por los agricultores.

También como apoyo al resto de la investigación estos estudios pueden intentar una buena descripción del sistema de finca para entender mejor la posición e importancia de los sistemas escogidos dentro de estas fincas. Esto puede ayudar a anticipar la posibilidad de impacto de una mejora en el sistema de cultivo en estudio, para la finca.

Otra manera que puede apoyar el resto de la investigación es identificando los diferentes cultivos que se producen en el área exclusivamente para subsistencia. También se puede estudiar lo que se pudiera denominar "historia tecnológica del área"; los sistemas que eran comunes y que han desaparecido. Todo esto ayuda a que el equipo pueda entender mejor el potencial de producción y diversificación del área básico para el diseño de alternativas.

### B.3 CONCLUSION Y DIAGNOSTICO PRINCIPAL

Todos los trabajos durante la fase B tienden a fortalecer y definir mejor lo obtenido en la primera fase. Como tal deben llevar a la especificación más clara de líneas de investigación para el equipo en el área. A la vez se podrán identificar problemas o limitaciones cuyo "ataque" está fuera de las posibilidades del trabajo de investigación. Esos casos deberían ser comunicados a aquéllos que si pudieran hacer algo al respecto. Esto puede incluir tanto problemas institucionales como problemas propios de investigación pero que no se pueden intentar en el área como parte de la investigación en fincas. Aquí existe la posibilidad de especificar estos problemas y su necesidad de respuesta a especialistas en distintos campos de investigación que puedan intentar resolverlos a nivel experimental en estaciones experimentales, laboratorios y/o invernaderos.

Esta fase debe terminar especificando también los criterios de evaluación de mayor importancia tanto para los técnicos como para los agricultores.

La profundidad y recursos que se dediquen a la fase B dependerá tanto de las necesidades específicas de información por parte del equipo en cada uno de los aspectos discutidos como de los recursos disponibles para la investigación.

El o los documentos generados durante esta fase son en sí un gran aporte de investigación para el desarrollo del área.

## LO QUE SIGUE EN LA METODOLOGIA

La caracterización y diagnóstico es la base para iniciar la investigación agrícola aplicada propiamente tal. En resumen este diagnóstico debe permitir:

- a. Identificar y dar un orden de prioridad a los problemas y restricciones más importantes para el desarrollo de los sistemas de cultivo.
- b. Identificar aquéllos que pueden ser "atacados" a través de investigación agrícola en sí, a través de investigación agrícola en colaboración con otras instituciones (ej.: extensión, crédito, mercadeo) o por otras instituciones y fuera de las posibilidades de investigación.
- c. Identificar criterios de evaluación de resultados en términos agronómicos, económicos y de adopción. Esto es criterios importantes tanto para el técnico como para los agricultores.

Con esto las próximas fases de la metodología pueden bosquejarse como sigue:

- Identificación de posibles soluciones a los problemas identificados como prioritarios.
- Experimentación, prueba y evaluación de esas soluciones propuestas. Mayormente en fincas de agricultores.
- Validación de las alternativas evaluadas positivamente, bajo manejo del agricultor.
- Preparación de alternativas validadas positivamente para un proceso de extensión o programas de producción.

USO DE INFORMACION SECUNDARIA EN LA CARACTERIZACION DEL SUELO  
Y DEL CLIMA EN AREAS SELECCIONADAS

Washington Bejarano\*

I. CARACTERIZACION DEL SUELO

1. Obtención de Información Secundaria

1.1 En primer término es necesario disponer de material cartográfico; todos los países centroamericanos lo tienen a escala 1:50.000.

1.2 En segundo, los mapas y guías de interpretación sobre: a) clasificación taxonómica de suelos, b) clasificación de la tierra por su capacidad de uso y c) clasificación de la tierra para uso potencial.

Los estudios de clasificación taxonómica de suelos pueden ser de diferente grado de categorías y dependiendo de ello, resultar o no útiles para los fines que se persiguen en nuestro trabajo. En el Cuadro 1, se presenta un resumen de las especificaciones de los diferentes niveles de estudio.

1.3 También es deseable obtener otro tipo de información, si la hay, sobre los suelos de interés, como estudios de fertilidad, conservación e investigación.

---

\*M.S., Especialista en Fertilidad de Suelos, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Cuadro 1. Resumen de las especificaciones de los diferentes niveles de estudios de suelos.

Nivel Estudio	Objetivos	Escala mapa	Unidades cartográficas	Areas cartografiadas	Observaciones por Km <sup>2</sup>
Reconocimiento	Obtener un diagnóstico general de recurso suelo y de sus posibilidades de desarrollo	1:1000.000 o mayor	Asociaciones de grandes grupos de suelos, subórdenes y órdenes.	Cuadrados de 1 cm por lado representa 100 ha a escala 1:100.000.	Menos de 0.1 observaciones por Km <sup>2</sup>
Preliminar	Obtener información suficiente sobre el recurso suelo para planificación general del uso de la tierra. Características generales del suelo.	1: 50.000 1:100.000	Asociaciones de familias y subgrupos.	Cuadrado de 1 cm por lado representa 25 ha a escala 1:50.000.	De 0.2 a 1.0 por Km <sup>2</sup> de acuerdo a la escala del estudio.
Semidetallado	Obtener información para el uso agroforestal de la tierra. Satisface las exigencias para proyectos de asentamientos campesinos de riego, drenaje, etc.	1: 25.000 1: 50.000	Series y/o familias y asociaciones de las mismas.	Cuadrado de 0.5 a 1 cm por lado. Representa 1.6 y 6.25 ha a escala 1:25.000 y 1:50.000. 25 ha a escala 1:50.000.	De 5 a 10 por Km <sup>2</sup> para la escala 1:25.000 y de 2 a 4 para escala 1:50.000.
Detallado	Determinar con precisión de la extensión y características de los suelos. Se obtiene información detallada que permite la planificación adecuada del uso de la tierra.	1: 10.000 o mayor	Series y sus respectivas familias, grupos indiferenciados y unidades misceláneas.	Cuadrados de 0.5 a 1.0 cm por lado representa 0.25 y 1 ha en escala 1:10.000 y 1 y 4 ha en escala 1:20.000.	15 a 25 por Km <sup>2</sup> para escala 1:20.000 y no menos de 50 para escala 1:10.000.

## 2. Propósitos y Aplicaciones de la Clasificación de Suelos

La clasificación de suelos constituye una parte importante de los programas agrícolas de cualquier país y sirve de guía para el adecuado aprovechamiento de la tierra.

La esencia de la clasificación moderna consiste en reconocer como unidades naturales los distintos tipos de suelos, determinar sus características y propiedades, y su capacidad productiva. Así pues, se adapta por completo a los fines agronómicos, ya que cada tipo de suelo puede identificarse. La interpretación y generalización de las unidades taxonómicas permite extrapolar el comportamiento de un cultivo entre unidades de similares características.

La finalidad práctica de la clasificación de los suelos es suministrar una base técnica para el estudio de las relaciones entre la vegetación y el suelo, con la mira de aumentar su productividad y facilitar su conservación.

Los reconocimientos de suelos son de necesidad fundamental porque sirven de nexo entre la investigación y la agricultura. Como los mapas muestran los diferentes tipos de suelos que hay en una zona dada, constituyen uno de los mejores medios de que se dispone para sintetizar los resultados experimentales a fin de darles aplicación en las granjas de los agricultores.

La clasificación de suelos facilita por otra parte la adaptación de cultivos y la determinación de las necesidades de correcciones de fertilidad.

### 3. Interpretación de los Mapas de Clasificación

La interpretación de la clasificación de suelos y de los mapas que la acompañan, es el proceso por el cual se pone a prueba el uso práctico y aplicado de las teorías, hipótesis y conocimiento que se tiene de los suelos.

La interpretación de los mapeamientos de suelos comprende la organización y presentación del conocimiento que se tiene acerca de las características, cualidades y comportamiento de suelos, de acuerdo a la forma en que están clasificados y mapeados.

Desde el punto de vista agrícola, uno de los propósitos de la interpretación de la clasificación y mapeamiento de suelos es diferenciarlos de acuerdo a su productividad y adaptación de cultivos.

En la interpretación de la clasificación hay que distinguir las unidades taxonómicas o categorías de suelos y las unidades de mapeo, que son las que se presentan cartográficamente. La interpretación y la generalización de las unidades taxonómicas sirven para la extrapolación de un área a otra y la interpretación de las unidades de mapeo provee de información sobre áreas en un mapa específico, en localidades específicas.

Una vez conocido el nivel de estudio (Cuadro 1), la interpretación de las unidades cartográficas se hace mediante la comprensión de los signos que las identifican en el mapa y la interpretación de las unidades taxonómicas se desarrolla a través del conocimiento de las características y cualidades de los suelos expresadas en los informes respectivos del estudio.

4. Interpretación de los Mapas de Clasificación de tierras por su Capacidad de Uso

En el levantamiento agrológico, (capacidad de uso), las tierras se cartografían según su capacidad agrícola, pecuaria y forestal, en función de los siguientes factores ambientales y edáficos que limitan su capacidad de uso:

Disponibilidad de agua	Obstrucciones (piedras)
Profundidad efectiva del suelo	Erosión
Pendiente	Inundación
Salinidad y alcalinidad	Drenaje interno
Lixiviación	Textura

Esto requiere que se agrupen las tierras en clases, las que se aplican en forma regional, en orden a las crecientes restricciones que los factores limitantes imponen al número y calidad de los cultivos que son capaces de sostener económicamente, dentro de un régimen climático dado.

En base al uso, el sistema clasifica las tierras en ocho clases, designadas con números romanos (de I a VIII). Cada demeritamiento por cualquiera de las limitantes, implica una disminución en las posibilidades de uso de los suelos respecto a la variabilidad y calidad de los cultivos viables.

Dentro de estas clases en algunos estudios se establecen subclases de capacidad de acuerdo a las limitaciones y riesgos de conservación;

estas subclases se designan con letras minúsculas. Además se pueden establecer las unidades de capacidad.

5. Interpretación de los Mapas de Clasificación de Tierras para  
Uso Potencial

La elaboración de una carta de uso potencial, supone la posibilidad de poner en práctica los recursos técnicos y agronómicos que se derivan del conocimiento científico actual, a fin de dar a dicha carta las proyecciones prácticas más amplias posibles.

Para uso potencial se usa el mismo sistema que para capacidad de uso, identificando las clases con números arábigos, pero expresando con mayor precisión las bases fundamentales, definiendo mejor los factores limitantes, e inclusive agregando dos nuevos: acidez y fijación del fósforo.

Se hace una jerarquización de los factores limitantes en controlables e incontrolables, externos o restringidos y extrínsecos o intrínsecos.

## II. CARACTERIZACION DEL CLIMA

### 1. Obtención de Información Secundaria

1.1 Todos los países de América Central tienen el mapa ecológico de zonas de vida de Holdridge; aunque varían en la escala y en el nivel de clasificación del bioclima, estos mapas dan una buena información inicial sobre la clasificación del clima en relación con la vegetación.

1.2 En algunos países se dispone también de mapas de clasificación del clima con el sistema Koppen, son muy útiles, por la oportunidad que brindan de ser aplicados en zonas en donde la existencia de información de los elementos del clima es limitada.

1.3 De igual manera, en todos los países, hay servicios meteorológicos que obtienen datos climáticos a través de redes de estaciones meteorológicas de 1º, 2º y 3º orden.

Lo ideal sería obtener datos de los siguientes elementos del clima: precipitación (valores diarios e intensidad), temperatura (media, máxima y mínima), radiación y brillo solar, humedad relativa, viento y evaporación.

En todo caso es imprescindible obtener, por lo menos, los valores de precipitación diaria y de temperatura.

## 2. Importancia del Clima

El potencial de un área para la producción agrícola depende de varios factores, entre ellos es de suma importancia el clima. En el trópico la agricultura es y continuará siendo de secano, luego, la productividad depende de la disponibilidad de una cantidad adecuada de precipitación.

La selección de cultivos agrícolas adecuados depende también de varios otros factores climáticos, como temperatura, radiación, humedad relativa y velocidad del viento. Sin embargo, el más importante es la disponibilidad de agua.

El entendimiento de las exigencias climáticas de varios cultivos

es necesario entonces para el desarrollo eficiente de la agricultura de una zona determinada.

En la selección de áreas para los proyectos de investigación en sistemas de producción de cultivos para pequeños agricultores, la evaluación del clima facilitará el trabajo de quienes se ocupan de esa selección.

### 2.1 Estimaciones de agua para requerimientos agrícolas

Mucho se ha escrito sobre los requerimientos de agua y muchos procesos y fórmulas existen para estimar las necesidades de las plantas; algunas de ellas tienen aplicaciones limitadas, otras son demasiado complicadas.

Los datos climáticos no son siempre recolectados de la misma manera o con el mismo grado de precisión; por esta razón, es imperativo que las necesidades de agua sean evaluadas para cada zona.

Los requerimientos de agua para los cultivos se determinan por los factores climáticos y las características de los cultivos, incluyendo su estado de crecimiento y pueden ser estimados con exactitud usando los datos de las publicaciones de datos climáticos.

La cantidad de precipitación que normalmente está disponible para la producción de cultivos, depende de varias consideraciones. La precipitación media mensual, generalmente no es una información confiable. Una precipitación media mensual de 185 mm podría ser buena para la agricultura; sin embargo, puede darse el caso extremo pero ilustrativo, de que la media de 185 mm sea el resultado de periodos con medias

de valores de cero (meses secos) y periodos que exceden los 1000 mm. En este caso, las probabilidades de ocurrencia son significativamente superiores para un índice de disponibilidad de agua que los valores de precipitación media reales. Para estudios agrícolas, el uso de la probabilidad del 75 por ciento, que equivale o excede a los 3/4 del tiempo, tiene considerable aceptación.

Los suelos varían en su capacidad de almacenar y retener fácilmente la humedad disponible en la zona de las raíces. La cantidad de humedad disponible para el cultivo y la humedad total del suelo, dependen de las características de las raíces del cultivo y de la capacidad del suelo para retener y mantener la humedad.

Para algunos suelos y cultivos o combinación de cultivos, la humedad debe ser reemplazada en las zonas de las raíces con intervalos cortos de tiempo (5 días o menos). Para otras condiciones, es adecuado reemplazar la humedad del suelo en intervalos de 15 ó 20 días.

Las probabilidades mensuales de ocurrencia de precipitación no siempre definen la distribución adecuada para un mes. A fin de determinar los requerimientos de precipitación para periodos cortos de tiempo, se usan los datos de precipitación diaria de varios lugares de interés, para calcular las probabilidades de 5, 10, 15 días y un mes de precipitación.

Las probabilidades de lluvia mensuales de cortos periodos, ayudan a determinar las fechas de siembra y cosecha y el posible uso de maquinaria durante periodos específicos.

## 2.2 Indice de disponibilidad de humedad (MAI)

La producción del cultivo puede ser generalmente aumentada por medio de un estudio cuidadoso del clima, que permite determinar las localidades en donde las temperaturas y las lluvias son bien adecuadas para la producción de cultivos específicos. Se propone que se usen los valores mensuales del MAI, como índice para determinar la adaptabilidad de los cultivos con respecto a las lluvias. El MAI indica el suministro de humedad disponible para los cultivos en base de la precipitación que tiene el 75% de probabilidad de ocurrencia.

Los valores del MAI como índice de humedad adecuada varían con la longitud de los períodos de registro. Se proponen los siguientes valores mínimos para determinar la producción económica de los cultivos:

<u>Período de Registro</u>	<u>MAI mínimo para humedad adecuada</u>
Más de 20 años	0.34
De 11 a 20 años	0.38
De 5 a 10 años	0.43

Por otra parte, el MAI puede adaptarse como índice para determinar las deficiencias o excesos de agua, de la siguiente manera:

<u>Valores del MAI</u>	<u>Disponibilidad de humedad</u>
0.00 a 0.33	muy deficiente
0.34 a 0.67	moderadamente deficiente
0.68 a 1.00	poco deficiente

1.01 a 1.33	adecuada
1.34 a más	excesiva

El mes que tienen un valor de MAI que excede a 1.33 es considerado como un mes con lluvias excesivas y requiere un buen drenaje natural o artificial.

Inclusive usando los valores del MAI, se puede obtener una clasificación del clima relacionada con la capacidad de producción.

### 2.3 Zonificación agrícola potencial

La zonificación agrícola potencial en base a los datos climáticos puede usarse con diferentes propósitos, tales como determinar las necesidades de riego, definir el grado adecuado de precipitación para un sistema de cultivos particular o mostrar la clasificación del clima.

Donde el clima es relativamente uniforme en áreas considerables, los índices de disponibilidad de humedad (MAI), han sido usados con éxito para hacer la zonificación de cultivos y para definir el uso conveniente de la tierra. Si los valores mensuales de probabilidad de precipitación no se ajustan bien para dicha zonificación, se sugiere usar las probabilidades de precipitación para periodos de 10 días.

### 2.4 Intensidad de la precipitación

Las intensidades de precipitación son de gran valor en estudios hidrológicos de inundaciones, necesidades de drenaje, y especialmente, de problemas relacionados con la erosión y conservación del suelo.

## 2.5 Clima y producción potencial del cultivo

La producción potencial del cultivo, depende en gran parte de la humedad y de la energía disponibles. Es necesario definir las relaciones entre temperatura, radiación y producción.

Las plantas sufren daños a temperaturas extremas, altas o bajas. Dentro de un límite de condiciones óptimas, el potencial de producción del cultivo aumenta con el incremento en la energía disponible. La radiación es más efectiva para producir fotosíntesis y crecimiento a temperaturas altas. Sin embargo, los cultivos varían en sus rangos de temperatura óptima y necesidades de luz para la fotosíntesis.

Los cultivos que tienen las temperaturas óptimas más altas y las necesidades de luz más altas para la fotosíntesis, también tiene la eficiencia más alta en el uso del agua. Dentro del rango óptimo, hay una alta correlación entre producción potencial y evapotranspiración potencial.

EXPERIENCIA EN PANAMA SOBRE CARACTERIZACION DE UNA REGION Y SELECCION  
DE AREA DE TRABAJO PARA INVESTIGACION AGRICOLA APLICADA

Carlos Winter\*  
Ernesto Vergara\*\*

INTRODUCCION

Aunque el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá es de reciente formación, (creado por ley en 1975, inició labores en 1976) ha venido realizando actividades de planificación y ejecución de programas que constituyen una experiencia interesante dentro de un nuevo enfoque de investigación agropecuaria para solucionar los problemas de la producción de escasos recursos.

El IDIAP ha iniciado su proceso de desarrollo institucional con la formulación y elaboración de un plan de cinco años, que tiene el propósito de servir de marco de referencia a las acciones del Instituto, con la participación de otras instituciones del Estado, principalmente las que inciden en el sector agropecuario.

El plan considera los siguientes aspectos:

1. Las políticas globales del Plan Nacional de Desarrollo.
2. Las políticas y objetivos del sector agropecuario.
3. La situación actual de la producción agropecuaria, y la problemática del sector.

---

\* Director de Planificación y Presupuesto, IDIAP, Panamá  
\*\*Jefe de Area, MIDA, Panamá.

4. La organización del sector y la coordinación interinstitucional.
5. Los diagnósticos generales a nivel regional.

Sus objetivos son:

A. Objetivos generales

1. Generar y adaptar tecnología apropiada para aumentar la producción y productividad agropecuaria, los ingresos de los pequeños y medianos productores, y el empleo rural.
2. Diseñar y validar sistemas para realizar una rápida difusión de la tecnología apropiada, a través de la coordinación efectiva de todos los organismos que proporcionan servicios agropecuarios.

B. Objetivos específicos

1. Investigar y producir alternativas para reducir el consumo de los recursos de energía no renovables.
2. Investigar sistemas de producción que favorezcan la conservación y el mejoramiento de los recursos naturales, para mantener y asegurar la productividad de la tierra.
3. Contribuir a la expansión de las fronteras agrícolas, y desarrollar las regiones geográficas prioritarias.
4. Evaluar el progreso en la adopción del mejoramiento de la tecnología apropiada, identificar las limitaciones en el uso eficiente de la misma, e incorporar las acciones o medidas necesarias para resolver los problemas.

5. Coordinar a nivel de la finca, las actividades en investigación, asistencia técnica, difusión, evaluación socio-económica, crédito, suministros, mercado, seguro agropecuario y otros servicios.

Para lograr los objetivos señalados, el plan contempla dotar al Instituto de la capacidad física y humana necesaria para llevar a cabo las investigaciones que conduzcan al desarrollo de métodos y sistemas de producción agropecuaria que solucionen los problemas que rodean a los productores agropecuarios.

Para estos efectos se considera primordial el fortalecimiento institucional, que se cumplirá a través de:

1. Reforzar la capacidad de las instalaciones físicas del Instituto, mediante la creación de centros regionales.
2. Fortalecer el equipo técnico, mediante la capacitación de personal del Instituto de Investigación Agropecuaria y asistencia técnica internacional.
3. Dotar al Instituto de maquinarias y equipo agropecuarios, para el mejor desenvolvimiento de sus actividades.

Para desarrollar una estrategia de racionalización de los recursos disponibles y previstos, se analizaron los siguientes aspectos:

1. La población económicamente activa dedicada a actividades agropecuarias en el país, y por provincia.
2. El número de exportaciones agropecuarias, según su tamaño, por provincia, distrito y corregimiento.

3. Los suelos del país aptos para cultivos y ganadería, por provincia, distrito y corregimiento.
4. Los niveles de producción de los rubros agropecuarios prioritarios.
5. Las políticas y programas de desarrollo regional.
6. Los niveles tecnológicos predominantes, por región.
7. La capacidad institucional y su posible ampliación.

Estos análisis dieron como resultado la formulación de las siguientes estrategias:

#### Estrategias generales

1. Concentrar los esfuerzos en regiones y áreas geográficas prioritarias.
2. Enfatizar las acciones de investigación y transferencia de tecnología en los pequeños y medianos productores, sin descuidar los identificados como grandes productores.
3. Aplicar una metodología de investigación, basada en el mejoramiento de los sistemas de producción que prevalecen en las áreas.
4. Establecer los mecanismos necesarios para eliminar los obstáculos que limiten el uso eficiente de las tecnologías, mediante una coordinación efectiva de las instituciones del sector agropecuario.

#### Selección de áreas

Para la etapa inicial se han seleccionado las siguientes regiones, micro-regiones y áreas:

<u>Regiones</u>	<u>Micro-Regiones</u>	<u>Areas</u>
Chiriquí	Barú Bugaba Gualaca Renacimiento	Progreso Cerro Punta Gualaca Plaza Caizán
Veraguas	Santiago (parte) San Francisco (parte) Montijo Soná	Ponuga Calabacito Montijo Sur de Soná
Azuero	Tonosí	Valle de Tonosí

### Beneficiarios

En estas áreas existen diferentes clases de productores, a saber: independientes, asentamientos, juntas agrarias, cooperativas; ellos constituyen, en conjunto, la población potencial de los programas.

### Cobertura

Aunque la definición de la cobertura se logrará a través del diagnóstico por áreas, y se señalará en el plan operativo anual, en forma general, basándonos en las cifras de los compendios estadísticos de la Contraloría General (Estadística y Censo) 1970 estimamos que en las áreas de influencia de las zonas seleccionadas hay unas 24,000 explotaciones agropecuarias, las que poseen una superficie menor de 100 ha. en el 95% de los casos.

## Beneficiarios dentro de las áreas de influencia (cifras de 1970)

Chiriquí	No. de explotaciones
Renacimiento	1,351
Barú	2,966
Bugaba	5,525
Gualaca	<u>1,002</u>
Sub-Total	10,844
Veraguas	No. de explotaciones
Soná	3,117
Montijo	2,819
Santiago	<u>3,061</u>
Sub-Total	10,991
Azuero	No. de explotaciones
Tonosí	<u>2,461</u>
Sub-Total	<u>2,461</u>
TOTAL	24,296

El plan está orientado a mejorar los sistemas de producción predominantes en cada área, en consecuencia incidirá positivamente en los principales cultivos y renglones pecuarios, fomentando productos potenciales cuando las condiciones indiquen su factibilidad.

Considerando las limitaciones de recursos humanos y financieros, se destacarán equipos multidisciplinarios en cada área, los que se someterán a un plan de capacitación científica y técnica.

### Coordinación interinstitucional

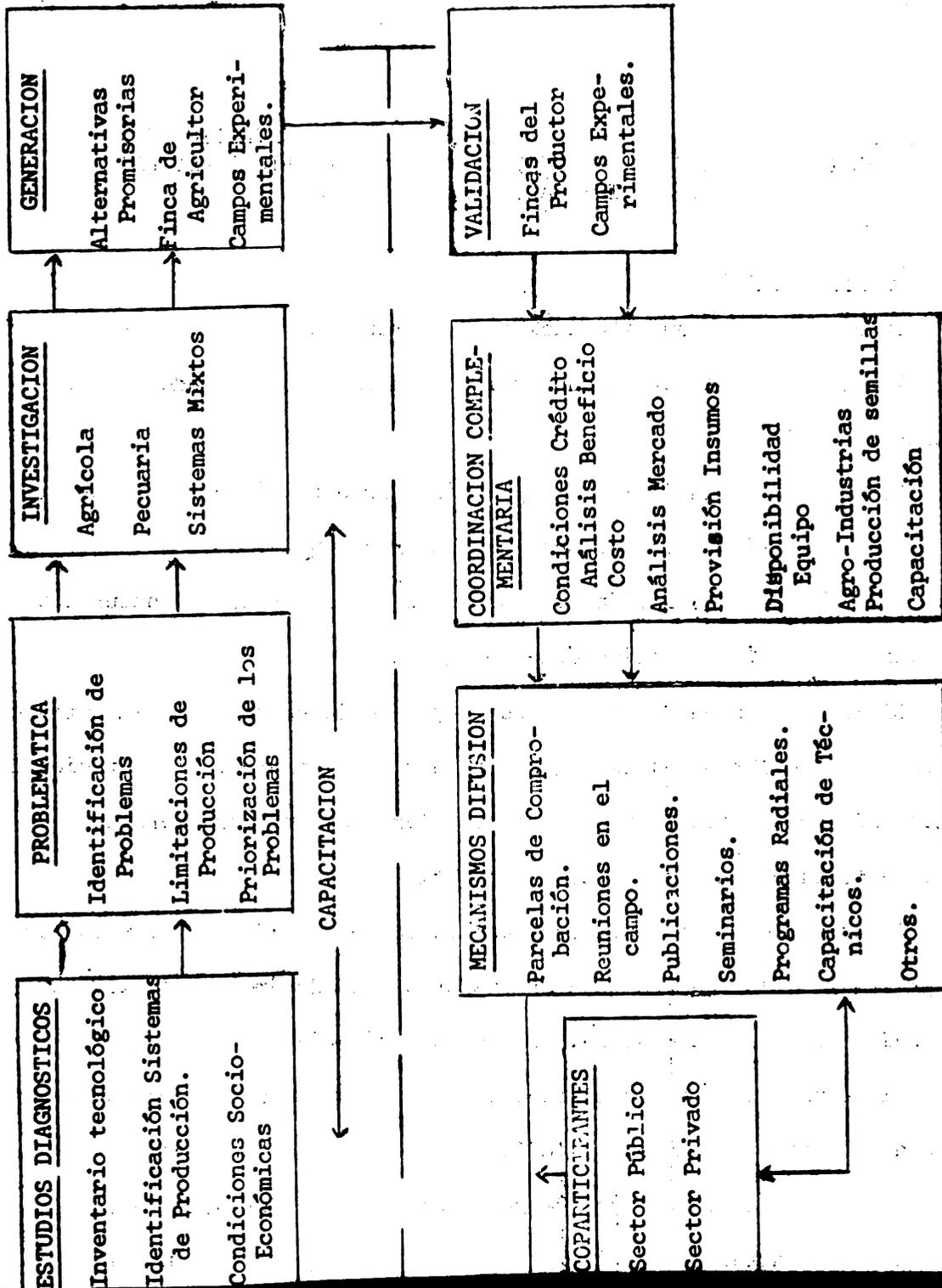
Ninguna institución espera resolver sola los problemas limitantes de la producción. Participar para el logro de objetivos comunes debe ser un esfuerzo conjunto de todas las organizaciones públicas y privadas.

El plan contempla aprovechar la capacidad y los mecanismos existentes y deja abierta la posibilidad de desarrollar los necesarios para coordinar las acciones conjuntas.

El esquema adjunto, señala una serie de etapas o acciones donde necesariamente tienen que participar en un menor o mayor grado una serie de instituciones que se activan en el sector agropecuario.

**TECNOLOGIA APROPIADA**

**GENERACION - CAPACITACION - TRANSFERENCIA**



opera en cualquiera de las fases con respecto a los procedentes. en todo el proceso diagramado; dependiendo del público receptor se especificidad pertinente.

BASES Y PUNTOS DE PARTIDA PARA EL PROGRAMA DE INVESTIGACION EN  
PRODUCCION DE MAIZ Y FRIJOL EN AREAS ESPECIFICAS DEL PAIS  
ETAPA INICIAL: AREA DE CAIZAN

I. Marco de referencia

En Panamá la producción nacional de granos básicos, en este caso MAIZ Y FRIJOL, no alcanza a cubrir las crecientes necesidades alimenticias del país.

El objetivo principal de la política agropecuaria es aumentar el grado de autosuficiencia nacional, de acuerdo con las necesidades alimenticias de la población, ya que se cuenta con recursos naturales y humanos para la producción de estos granos.

El IDIAP, convencido de que puede y debe jugar un papel importante en el logro de estos objetivos, ha ordenado su estrategia institucional y tecnológica en base a un conjunto de elementos que caracteriza, en la actualidad, las acciones de la entidad.

El primer elemento está dado por la concentración de los recursos en programas orientados a encarar los problemas de áreas específicas del país, que han sido definidas como prioritarias.

El segundo elemento está dado por el hecho de que, a través de la concentración en áreas específicas, se pretende tener en cuenta e incorporar a todas las etapas de generación y transferencia de tecnología, las circunstancias socio-agroeconómicas en que se desenvuelven los productores, como condición necesaria para asegurar la viabilidad operativa de las tecnologías y recomendaciones que surjan de dicha investigación.

Lo anterior requiere del trabajo en equipo de las distintas instituciones que laboran en el sector, y que deben encarar desde las etapas iniciales los programas de Investigación y Extensión. A medida que los programas avancen, se irán capacitando técnicos de ésta y otras instituciones, para hacer posible su extensión a otras áreas del país.

## II. Area seleccionada para la etapa inicial del programa: corregimiento de Caizán

Para la etapa inicial del programa se ha seleccionado como unidad operativa espacial el corregimiento de Caizán, localizado en la región noreste del distrito de Renacimiento, provincia de Chiriquí. El área cuenta con una extensión total de unos 12,374 hectáreas, que en gran parte se encuentran improductivas. La provincia de Chiriquí, una de las mayores concentraciones de pequeños y medianos productores, así como una de las mayores superficies sembradas de maíz y frijol. Por otra parte, el área de Caizán presenta condiciones óptimas para la expansión de la frontera agropecuaria, pues está en principio de ejecución un programa vial que permitirá la salida de los productos agropecuarios del área hacia los centros nacionales de consumo.

El corregimiento se encuentra situado a unos 800 m.s.n.m., la precipitación pluvial oscila alrededor de los 3000 mm. anuales, y la temperatura promedio fluctúa entre 19.0 y 30.2°C.

Cuenta con suelos volcánicos, profundos, de textura franco arenosa y alto contenido de materia orgánica. La topografía va de plana a

generalmente ondulada, lo que permite la mecanización, aunque con alto riesgo de erosión. Los cultivos predominantes son maíz y poroto, con rendimientos promedio de 30 y 8 por hectárea respectivamente.

En Caizán coexisten dos tipos de productores: Las Juntas Agrarias, con un total de 123 miembros, como forma asociativa, y los productores independientes; su conjunto conforma la población objetivo potencial del programa.

### III. Composición institucional, organización y equipo técnico, cooperación internacional

Con el fin de concentrar esfuerzos para generar tecnología apropiada y su incorporación al sector, así como por la necesidad de resolver la problemática agrícola que afecta al área, es necesario integrar un equipo multi-institucional, responsable de realizar el trabajo como una sola unidad y garantizar el éxito del proyecto.

Inicialmente, el IDIAP, conjuntamente con el MIDA, han determinado asignar al área un equipo técnico integrado por dos Ingenieros Agrónomos y tres Peritos Agropecuarios, quienes tendrán la responsabilidad de conducir las primeras etapas del trabajo.

A la medida que el proyecto avance, se espera que las otras instituciones involucradas en la problemática agrícola, como BDA, IMA, ENASEM, ISA y ENDEMA, participen, dentro de sus ámbitos de acción, en el análisis y solución de los problemas del área, designando personal de sus cuadros técnicos para integrar el equipo que desarrollará las tareas en el terreno.

El desarrollo de este proyecto requerirá, paralelamente, la participación de especialistas de centros internacionales, quienes brindarán asesoramiento y apoyo en la interpretación y solución de los problemas agroeconómicos que se deban afrontar.

#### IV. Objetivos

1. Contribuir al aumento de la producción y autosuficiencia nacional en materia de granos básicos en general y de maíz y poroto en particular, en base al diseño y puesta en marcha de proyectos integrales de producción en estos rubros, adaptados a la circunstancias agroecológicas de áreas específicas del país.
2. Contribuir a superar la situación de ingresos en que se encuentran el grueso de los productores agropecuarios, localizando, en consecuencia, la atención y los recursos del Estado en el pequeño y mediano productor.
3. Consolidar y ampliar la base técnico-institucional del aparato agropecuario gubernamental, mediante componentes de capacitación que se integren y desarrollen sobre la marcha y en base a la experiencia de ejecución del programa; haciendo posible la concentración de esfuerzos institucionales y multidisciplinarios en los problemas prioritarios de nuestro medio rural.
4. Contribuir a la expansión de la frontera agrícola en áreas prioritarias.

5. Validar y ajustar con contenido operativo la metodología del trabajo de generación y transferencias de tecnología, de manera de hacer posible su adecuación a los requerimientos agroeconómicos de áreas específicas del país.

V. Metas verificables

1. Ordenamiento y revisión de la información agroeconómica disponible sobre el área de Caizán, con miras a ser utilizada en el diseño de una encuesta de productores para dicha región.
2. Realización de la encuesta de productores y procesamiento de la información, definiendo, entre otras cosas, los sistemas de producción prevalecientes en el área, y su representatividad en términos del total de productores y del área bajo cultivo en la región.
3. Selección, en base a la encuesta y a los resultados experimentales preexistentes, de nuevos componentes tecnológicos que aparezcan como prometedores para superar la situación de productividad e ingresos de los productores de la región.
4. Incorporación de estos componentes tecnológicos, en la estrategia de investigación, en campos de agricultores. Definición de las alternativas de diseños experimentales. Definición de tratamientos testigo y prácticas culturales complementarias, estrictamente en función de las prácticas seguidas por los agricultores representativos, tal cual surgen de la encuesta. Definición del rango de análisis de las variables experimentales asociadas con los nuevos componentes tecnológicos seleccionados.

5. Integración de los elementos precedentes en una primera propuesta detallada de ensayos en campos de agricultores.
6. Discusión de la propuesta con las autoridades nacionales y programación final de los ensayos en campos de los agricultores.
7. Implementación de los ensayos, con participación de los agricultores y bajo la responsabilidad del equipo, que habrá de localizarse en el área.
8. Análisis de los resultados, formulación de las recomendaciones de vigencia inmediata para los productores, y definición, en base a la experiencia realizada y los resultados obtenidos, de los ensayos a realizar en el ciclo siguiente.
9. Formulación de un programa crediticio que provea fondos nacionales o internacionales para el financiamiento de las inversiones, asociadas con la adopción por parte de los productores de las recomendaciones que surjan de los ensayos.
10. Definición de las acciones a tomarse en materia de comercialización, con miras a asegurar la colocación de los excedentes de producción en los centros de consumo del país.
11. Implementación del segundo ciclo de ensayos en campos de productores, y del programa crediticio y de comercialización a que hacen referencia los puntos 9 y 10.
12. Realización, sobre la base de la experiencia del proyecto, de un curso nacional de producción maicera y otro en producción de frijol, que permita la capacitación de los técnicos nacionales que trabajan

en estos cultivos en otras áreas del país.

13. Evaluación del programa de Caizán al cumplirse dos años de su implementación, y planteo de su extensión a otras áreas del país.

14. Continuación del programa con ajustes secuenciales en cada ciclo productivo, y principio de implementación del programa en otras áreas del país con las metodologías y procedimientos operativos sugeridos por la experiencia de Caizán.

En el área se realizó una encuesta mediante la cual se detectaron las circunstancias agroeconómicas del agricultor, que se introducen como componentes de investigación.

Se plantean dos horizontes en la investigación: uno para darle respuesta lo más rápidamente posible, como es el caso de malezas, y otro, a más largo plazo, como lo referente a fertilización y erosión, problemas que por el momento no requieren una respuesta inmediata, pero que se tienen en cuenta y se están estudiando, para poder solucionarlos en la medida en que se vayan presentando.

Para medir el grado de adopción de las alternativas tecnológicas que se están generando en el área, se harán encuestas informales, consistentes en charlas con los agricultores, visitas a los campos de cultivos, etc.

Además se está escribiendo un documento que intenta sistematizar y ordenar la información generada sobre el programa de investigación en producción de maíz y poroto para el área de Caizán, a la vez que describe la naturaleza y contenido del programa en su desarrollo y

ejecución hasta el presente. Asimismo cubrirá con más detalle, cuestiones operativas de política agropecuaria de vigencia para el área.

EXPERIENCIAS EN EL SALVADOR SOBRE DIAGNOSTICO  
DE SISTEMAS DE PRODUCCION

Hernán Ever Amaya Meza\*

INTRODUCCION

El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria, dependencia del Ministerio de Agricultura y Ganadería, tiene a su cargo la producción y fomento de cultivos alimenticios y agroindustriales, lo cual está contemplado dentro de los programas y estrategias del Plan Nacional Bienestar para Todos, del gobierno de la república.

Para poder acelerar el proceso tecnológico del país como medio de alcanzar mejores niveles de producción dentro del sector, la estructura organizativa de la Institución debe estar orientada a lograr un uso más eficiente de los recursos, de acuerdo a las necesidades reales de los pequeños y medianos agricultores.

El CENTA, con el afán de mejorar las probabilidades de que la investigación se adapte a las necesidades del pequeño y mediano agricultor, ha tratado de implementar un sistema que permita la identificación de los sistemas tradicionales de los usuarios, pues solamente partiendo de una base real, podemos planificar, evaluar, comprobar, y difundir algunas alternativas.

---

\*Ing. Agr., Jefe Departamento Economía Agrícola, CENTA, San Andrés, El Salvador.

## ANTECEDENTES

En el CENTA, a partir de 1976, la investigación se realiza mediante grupos multidisciplinarios, constituidos por técnicos de los diferentes departamentos que integran la División de Investigación Agropecuaria. Sus integrantes planifican los proyectos, que son analizados por el grupo, fue así que tres técnicos del Departamento de Economía Agrícola planificaron el primer estudio Agro-socio-económico de pequeños agricultores, para la zona oriental del país.

El estudio pretendió describir las condiciones agrosocioeconómicas de la región, con el objeto de orientar la generación y transferencia de tecnología; además, permitió que los técnicos visualizaran algunos problemas comunes que sugerían la necesidad de integrar los esfuerzos. En los programas de investigación y extensión, por ejemplo, se detectó:

- a) Que el nivel de tecnología generado por los investigadores no respondía a lo requerido por los agricultores, especialmente los que laboran en áreas críticas en suelo y clima.
- b) Que el enfoque de los problemas detectados por los investigadores era parcial.
- c) Que los extensionistas usaban limitadamente los resultados de la investigación para la transferencia de tecnología.

Los resultados del estudio fueron publicados y expuestos a los técnicos de la institución.

### Adiestramiento y asesoría

En agosto de 1977 tres técnicos de CENTA fueron enviados a CATIE, Turrialba, a un seminario sobre sistemas de cultivo.

A finales de ese mismo año fue designado el Ing. José Arze Borda como el asesor residente de CATIE, para CENTA, en la investigación en sistemas de cultivo.

En enero y julio de 1978 se impartió un seminario sobre "Sistemas de producción de cultivos anuales" a 40 técnicos de las divisiones de investigación y extensión agropecuaria del CENTA; en noviembre, 28 extensionistas participaron en el seminario "El diagnóstico como base del desarrollo agropecuario"; en ambos casos hubo participación de personal del CATIE y del CENTA.

A partir de febrero de 1978, el CENTA integró un grupo de trabajo multidisciplinario denominado "Sistemas de producción", que se ha convertido en el puente entre la demanda de tecnología del agricultor, y lo que percibe de esta demanda el investigador de la estación experimental.

La labor inicial del grupo fue realizar estudios de diagnóstico; participaron 40 técnicos de las divisiones de investigación, 10 de extensión y 2 asesores; para su operatividad fue dividido en 5 subgrupos, contando con tres coordinadores generales y 5 coordinadores regionales.

## METODOLOGIA

1. Selección de áreas o zonas prioritarias

Las áreas dentro de las prioridades señaladas por el gobierno, son consideradas por el equipo técnico como críticas por uno o varios de estos factores: clase de suelos, clima, topografía, indicadores sociales o económicos. Hasta la fecha el CENTA, cuenta con el diagnóstico de 10 municipios, 9 de los cuales pertenecen a la zona norte del país.

2. Tipo de beneficiario

De acuerdo a la política institucional se seleccionaron pequeños y medianos agricultores, ya que estos constituyen el 71% del total de agricultores del país.

3. Selección del tamaño de muestra

Para diseñar la muestra de trabajo se consideró la varianza de tamaño de finca, tomándose como base la lista de los agricultores del municipio.

4. Identificación de sistemas y factores

Durante el desarrollo del estudio se determinaron los sistemas predominantes en la zona y los factores críticos asociados con ellos.

5. Generación de recomendaciones

Una vez identificados los factores limitantes, se establecieron mesas de trabajo y se priorizaron los problemas a investigar.

### Herramientas utilizadas

1. Giras de reconocimiento y observación del área.
2. Revisión de información secundaria.
3. Registros de finca de los agricultores cooperadores, que fueron visitados cada 15 días por alguno de los miembros del grupo que tenía la responsabilidad en el área.
4. Entrevistas informales.
5. Encuestas.

Con la información así obtenida se han elaborado documentos en los que se dan a conocer los detalles de los modelos de sistemas en los diferentes niveles jerárquicos, o sea, a nivel regional, agropecuario, de finca y de agroecosistema. Se han considerado las características sobresalientes de los siguientes grupos de información:

- a) Factores físicos: clima, suelos, etc.
- b) Factores agrobiológicos: cultivos, ganado.
- c) Factores económicos: ingreso familiar, producción.
- d) Factores sociales: composición social, servicios.

### Tecnología disponible para los modelos actuales

Conocidos los factores críticos limitantes factibles de modificar por el agricultor, se han realizado, en el correr del año, mesas de trabajo con los técnicos para conocer la tecnología disponible y confiable para estos problemas específicos. Se ha constituido un grupo

denominado "INVEXT" integrado por 14 ingenieros agrónomos extensionistas y 5 técnicos de la división de investigación, que tiene a su cargo la planificación y ejecución de ensayos y las parcelas de comprobación de resultados en fincas de agricultores, en las áreas analizadas durante 1978.

#### BIBLIOGRAFIA

1. ARZE B., JOSE. Diagrama de flujos para el diagnóstico de sistemas de producción. San Andrés, El Salvador, CENTA, 1978.
2. DIAGNOSTICO DE SISTEMAS DE PRODUCCION AGROPECUARIOS DEL MUNICIPIO DE TEJUTLA. DEPARTAMENTO DE CHALATENANGO. San Andrés, El Salvador, MAG/CENTA, 1979.
3. SEMINARIO SISTEMAS DE CULTIVO. San Andrés, El Salvador, CATIE/CENTA, 1978.
4. SEMINARIO DIAGNOSTICO COMO BASE DEL DESARROLLO AGROPECUARIO. San Andrés, El Salvador, CATIE/CENTA, 1978.

## RESUMEN DE LA DISCUSION

GRUPO No. 1

Participantes: H. E. Amaya, O. M. Hernández, J. F. Rodríguez, E. Vergara, E. Enamorado, D. Kass.

Aspectos destacados en la discusión, en forma de recomendaciones:

1. Detectar áreas homogéneas a nivel de Centroamérica y Panamá, a fin de extrapolar la información y evitar la duplicación de trabajos; esto con el propósito de integrar y reforzar los programas de investigación y transferencia de tecnología para dichas áreas.
2. Solicitar a CATIE que como centro regional, promueva y vele por la integración de equipos multidisciplinarios en los países del área, para que se ejecuten los diagnósticos específicos.
3. Determinar el momento en que el agricultor efectúa sus actividades, para caracterizar todas las variables que influyen sobre él, así como los factores críticos de la finca.
4. Procurar que el diseño de alternativas a partir del diagnóstico, sea hecho a nivel de fincas modelos, considerándolas como una unidad productiva con diferentes actividades.

GRUPO No. 2

Participantes: R. Prado, J. A. Trejo, M. A. Juárez, M. Casares, J. C. Rufz, M. R. Sosa, J. Arza, L. Navarro.

El grupo decidió discutir el tema basándose en la presentación de L. Navarro y hacer énfasis en los aspectos no analizados en la expo-

sición mencionada.

Se hicieron las siguientes consideraciones:

1. Respecto a la metodología de información, se dijo que es muy importante utilizar la información existente y saber manejar en cada caso, las herramientas disponibles (encuestas, entrevistas, etc.). Por ejemplo: en Honduras, la experiencia demuestra que las encuestas han dejado de detectar realidades existentes; esto impone la entrevista personal realizada por el investigador.
2. Es posible elevar paralelamente la investigación histórica y la de los aspectos tecnológicos, a fin de respetar la evaluación normal del agricultor y de los técnicos, en lo individual y en lo institucional.
3. Se debe establecer claramente el objetivo de las "visitas preliminares", a fin de obtener información verídica, e ir ganando la colaboración del agricultor.
4. El extensionista puede ser quien haga el análisis histórico de los sistemas agrícolas de la región; su trabajo podría enriquecerse -y sería de desear que así fuera- con la integración de un antropólogo al equipo de investigaciones.
5. Con respecto a las alternativas metodológicas que pueden ayudar a la definición de las áreas, y a cómo intervienen la fase estática y dinámica del proceso de diagnóstico, fue planteado lo siguiente:
  - a) Muchas veces las decisiones a nivel superior (generalmente político) hacen que las áreas seleccionadas para diagnóstico, no sean las más

representativas de cada región.

- b) Se considera que la metodología propuesta en el seminario, es adaptable a la realidad nacional de Honduras.
- c) Para El Salvador, se considera que tanto la fase estática, de información general, como la fase dinámica, de seguimiento, son apropiadas y complementarias, realizadas en su secuencia lógica.

6. Respecto al uso de encuestas se vio que:

- a) En Costa Rica la encuesta no ha sido muy utilizada, pues ha existido una actitud de rechazo por parte del agricultor. En este sentido, se propone que la aplicación de las encuestas se haga por etapas, y que se combinen métodos que no traumatizan al agricultor.
- b) Previamente a la aplicación de las encuestas es necesario establecer las tácticas para los encuestadores.
- c) Es muy importante enfatizar que las encuestas constituyen sólo una herramienta y que su uso no es obligatorio en todos los casos.
- d) Para realizar las encuestas es necesario que los investigadores se integren con los extensionistas y los agricultores en un sólo grupo de trabajo.

### GRUPO No. 3

Participantes: A. Bonilla, R. A. Alegría, M. Molina, J. Nufiez, A. Cruz, C. Burgos, R. McColaugh.

El consenso del grupo es que los criterios expresados por Navarro en su documento, llenan lo referente a los elementos que deben tomarse en cuenta para la selección del área, siempre y cuando estos elementos sean calificados apropiadamente de acuerdo a las prioridades de la política de planificación nacional.

El proceso de selección de áreas se considera adecuado, porque permite regionalizar, y funciona, porque incluye al agricultor como elemento básico para dicha selección.

La información obtenida con esta metodología permite llegar a un diagnóstico rápido, basado en fuentes secundarias, sondeos, y un posterior seguimiento.

Consideramos que se debe definir la participación del agente de extensión agrícola, en el paquete de la selección y caracterización de áreas como guía a la investigación agrícola aplicada.

#### GRUPO No. 4

Participantes: O. González, M. Marroquín, A. Saénz Ch., C. Winter, H. Durón, M. Holle, W. Bejarano.

En la discusión del tema se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Para que se puedan obtener efectos positivos en el desarrollo del área o zona; el diagnóstico de ésta debe contemplar la participación de otras instituciones. También se considera importante mejorar mecanismos para lograr una mejor comunicación entre el investigador y el extensionista y de ambos con el agricultor.

2. El diagnóstico debe orientarse hacia la definición del sistema de producción y sus subsistemas de importancia económica.

3. El nivel de detalle y el tipo de información para la caracterización de un área y sus sistemas de producción, deben definirse antes de realizar el diagnóstico, para que así se concentren los esfuerzos y se utilicen las diferentes actividades (herramientas) con mayor adecuación.

En las áreas que lo permitan, los problemas agrícolas y pecuarios deben ser integrados a nivel de finca.

#### COMENTARIOS ESPECIALES

KASS: Como "grupos relacionados" no solamente debe considerarse el gobierno, sino grupos particulares organizados, como iglesias o grupos de caridad. Hay comunidades en las que esto influye mucho potencialmente. Por ejemplo, en el caso de Guatemala, hay una comunidad con muchas posibilidades, porque hay un grupo especial trabajando allá. Esta comunidad es similar a otras, pero la presencia de este grupo abre más posibilidades. Otro aspecto es que, al caracterizar las actividades del agricultor en América Central, tenemos la situación de que muchos de ellos no dedican el cien por ciento de su tiempo a los terrenos de cultivos básicos descuidando otras actividades dentro de la finca, como producción de frutas, huevos, aguacates, etc. Estas, y otras fuera de la finca son importantes para él, y cuando probemos modificar el sistema, tendremos que tener conocimiento de estas actividades para que las recomendaciones que demos no interfieran con ellas.

Se pide que no haya duplicidad. Creo que habría que ser preciso. Por ejemplo, en la mañana se expusieron los problemas de diagnóstico en El Salvador. Estos no van a ser nunca iguales a los que puede haber en Honduras, Panamá o Costa Rica. Sería muy difícil pensar un marco en el cual extrapolar todas esas situaciones. La otra cuestión es respecto al clima: se hace mucho énfasis en eso, habría que enmarcarlo también para cada país, porque las épocas son diferentes y si se hace un diagnóstico por zonas podría haber diferencias muy significativas.

**DISEÑO DE ALTERNATIVAS, PRUEBAS DE CAMPO Y SU EVALUACION**

www.pearsoned.com



MECANICA PARA LA PRUEBA DE SISTEMAS DE CULTIVO EN DIFERENTES LUGARES\*

Carlos F. Burgos\*\*

Los sistemas de cultivo, diseñados con base en el diagnóstico del área, entrevistas con pequeños agricultores y personal de extensión y datos provenientes de fuentes secundarias, deben ser probados en el campo con el fin de sustentar la hipótesis formulada en la fase de su diseño.

La prueba de los patrones de cultivo recientemente diseñados puede llevarse a cabo de varias maneras: 1. Selección al azar de las fincas. 2. Colocación de los sistemas de cultivo en fincas escogidas, dispuestas en una gradiente, con base en una variable determinante.

Cuando la selección de los sitios de prueba se hace al azar, no es necesario tener repeticiones en cada finca. No obstante, se requiere un número adecuado de fincas para determinar el desempeño de los sistemas de cultivo bajo una amplia gama de condiciones.

La instalación de sistemas de cultivo a lo largo de los puntos de una gradiente es aconsejable cuando se desea alcanzar algún grado de habilidad para predecir el desempeño del sistema de cultivo.

En Costa Rica, el Proyecto de Sistemas de Cultivo para Pequeños Agricultores del CATIE (PSCPA) tiene parcelas situadas en una gradiente

---

\* Traducción del documento presentado en la Reunión de Trabajo sobre Investigación en Sistemas de Producción Agrícola, Trinidad-Tobago, Abril 23-24, 1978, auspiciada por CARDI-CATIE.

\*\*Ph.D., Especialista en Manejo de Suelos, Programa de Cultivos Anuales, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

topográfica y en una gradiente de textura de suelo.

Resultados preliminares obtenidos en parcelas situadas en la gradiente de textura de suelo sugieren que los sistemas de cultivo que involucran asociación rinden mejor en suelos de textura fina que en suelos de textura gruesa. Con el fin de verificar esta conclusión, podrían escogerse otras fincas que presenten condiciones extremas en cuanto a textura de los suelos e instalar en ellos estos sistemas de cultivo.

La razón principal para probar los sistemas de cultivo en terrenos de los agricultores es valorar el desempeño de tales sistemas de cultivo bajo el manejo del agricultor. Además, deben someterse a prueba otras suposiciones hechas por el investigador.

Dado que siempre es conveniente tener una estimación del error experimental, debe adoptarse algún tipo de diseño estadístico. En el IRRI, K. Gómez ha propuesto un diseño para la prueba de sistemas de cultivo en fincas. Consiste, básicamente, en una parcela de aproximadamente  $1000 \text{ m}^2$  que se divide en tres secciones. Dos de las secciones se usan para sobreponer tratamientos en el sistema de cultivo bajo prueba. La parte central se destina a mediciones relativas a requisitos o demandas de mano de obra.

La prueba en fincas es posible cuando se estudian tratamientos sencillos, porque el experimento exigirá un mínimo de supervisión por parte del investigador. El agricultor se involucra en el proceso de prueba del sistema de cultivo y es la persona que transmite al investigador los problemas, observaciones o modificaciones del sistema de cultivo.

Al seleccionar el sitio para el experimento deben tomarse varias precauciones, algunas de las cuales son: fácil acceso, protección ade-

cuada contra posible hurto de productos, buen drenaje del suelo y forma de manejo previo de esa parcela.

La investigación sobre sistemas de cultivo tiene como propósito elaborar recomendaciones para los agricultores, con el objeto de mejorar los sistemas de cultivo existentes o presentarles nuevos sistemas que podrían ajustarse a los sistemas de explotación de finca en uso. Esto significa que, necesariamente, las recomendaciones deben hacerse para lugares específicos. Por consiguiente, cuando se estudia un sistema de cultivo, éste debe probarse en fincas que representen la zona o región a que la recomendación está destinada.

A menudo las fincas se seleccionan porque el agricultor se muestra dispuesto a cooperar y no porque el sitio sea el más adecuado. Si esto ocurre, es recomendable establecer contacto con alguna persona de la comunidad en quien los agricultores locales confíen y quien pueda explicarles el propósito del trabajo. Debe evitarse la selección de agricultores que siempre son escogidos por otras organizaciones, porque esto hace que otros productores se sientan excluidos y no cooperen en otras fases de la metodología de sistemas de cultivo.

En el PSCPA hemos encontrado diversas situaciones, a saber:

En Guatemala, la prueba de sistemas de cultivo se encuentra concentrada en tierras altas con agricultores ya conocidos por el agente de extensión agrícola o el investigador nacionales. La principal dificultad que hemos enfrentado es que las fincas se encuentran muy dispersas y gran parte del tiempo se emplea en ir de un sitio a otro. Pareciera deseable algún grado de concentración de las parcelas para investigación.

En El Salvador, el CENTA ha concentrado sus esfuerzos en una zona

saturada de pequeñas fincas. Esto facilita las acciones de investigación y la tarea de lograr que las pequeñas fincas que se escojan para las pruebas sean homogéneas.

En Honduras, los pequeños agricultores se encuentran muy distantes uno de otro y bajo una diversidad de condiciones ecológicas. Cuando fue posible, se utilizó algún grado de localización de las pruebas de patrones de cultivo en una gradiente.

En Nicaragua, los sitios para las pruebas se determinan con la ayuda de un líder local que comprendía muy bien el propósito de nuestro trabajo.

En Costa Rica, inicialmente los sitios se escogieron tomando en consideración que la persona estuviese dispuesta a cooperar y que la finca fuese representativa. Las pruebas se hicieron en pendientes similares a aquéllas explotadas por pequeños productores. Bajo estas condiciones y en una etapa posterior, la prueba de sistemas de cultivo se hizo en parcelas situadas en una gradiente topográfica. La posición relativa de la prueba se estableció en relación con un arroyo o corriente de agua de importancia. Siempre en Costa Rica pero en tierras bajas llanas, los sitios se localizaron en una gradiente de textura de suelo.

En el futuro, la localización de nuestras pruebas dependerá del resultado que deseemos obtener. En caso que deseemos desarrollar metodología para extrapolar, las pruebas deberán hacerse en condiciones análogas o en gradientes con diversas variables determinantes. Si el resultado que deseamos obtener consiste en hacer recomendaciones específicas para un sitio, la localización al azar de las parcelas puede ser aconsejable.

A veces es necesario realizar la prueba de los sistemas de cultivo

bajo control del investigador. Cuando esto ocurre, la localización de los sitios puede realizarse, sistemáticamente, en un campo experimental.

Para la prueba de sistemas de cultivo en fincas se recomienda el uso de pocos tratamientos y, si es posible, un solo sistema de cultivo. Si han de compararse varios sistemas de cultivo, sugeriría un máximo de tres.

El tamaño de la parcela debe ser mayor que el usado en la estación experimental. Para pruebas sobrepuestas, serían ideales  $60 \text{ m}^2$ , mientras que las parcelas destinadas a mediciones de índole económica deben tener unos  $300 \text{ m}^2$ . En PSCPA del CATIE hemos adoptado un tamaño de parcela de  $30 \text{ m}^2$  para experimentos manejados por el investigador. Siempre que los factores bióticos no fueran muy severos, las parcelas de  $50 \text{ m}^2$  han dado buen resultado.

### Manejo de Experimentos

Una vez escogido el sitio para el experimento, puede procederse a delimitarlo. Es mejor atenerse a las distancias entre hileras usadas por el agricultor. Esto puede dar lugar a dificultades porque podemos terminar con parcelas de diferentes tamaños pero debemos aceptar que el sistema de cultivo bajo estudio será valorado por el agricultor según las condiciones de su finca. No es necesario que las parcelas individuales estén en ángulo recto una de otra. Más importante es la orientación de las parcelas en relación a una característica principal del terreno, tal como pendiente, humedad, malezas, profundidad del suelo, etc.

En cualquier caso, la homogeneidad del sitio experimental debe valorarse visualmente. Es buena idea demarcar con estacas las esquinas del experimento. Los límites de la parcela pueden marcarse con estacas de

madera que haya disponible en la finca.

La siembra debe hacerse con la asesoría y/o cooperación del agricultor, en la fecha acordada con él. La aplicación de fertilizante al comienzo de la estación debe hacerse como el agricultor acostumbra. De allí en adelante, es buena política dejar que el agricultor ejecute aquellas prácticas que no incluyan tratamientos del experimento.

Cuando sea posible, en las fincas donde se localicen experimentos debe instalarse un pluviómetro. Como no es posible llevar un registro pormenorizado para cada experimento, deben escogerse unos pocos para llevar un control detallado. De estos experimentos escogidos se llevarán registros minuciosos. Por consiguiente, será necesario que el investigador los visite con frecuencia (por lo menos semanalmente).

Algunos experimentos se llevan con buen éxito durante la etapa de crecimiento pero se pierden cuando llega el momento de cosechar, debido a falta de comunicación con el agricultor. La buena comunicación es indispensable, especialmente en el caso de experimentos que no son supervisados estrechamente.

Debe asegurarse un rotulado y empaque correctos de los productos de cada parcela, en el sitio experimental. Siempre que sea posible, el producto cosechado debe pesarse en el campo y tomarse una muestra apropiada para las indispensables pruebas de laboratorio.

Al realizar investigación en el campo, debemos observar técnicas experimentales adecuadas que son de nuestro conocimiento.

Los sistemas de cultivo que se experimentarán pueden variar en número y no es posible ensayar todos los sistemas en cada uno de los sitios. En consecuencia, solamente uno o dos sistemas pueden probarse en cada lugar. El sistema que se ensayará en un sitio se escoge con

la ayuda del agricultor, quien tendrá que realizar ciertas prácticas él mismo, ya que al investigador no le será posible estar en muchos lugares en las mismas fechas.

### Medición de Variables

Las variables que deben medirse dependerán del propósito del experimento. Generalmente la población de plantas y el rendimiento del cultivo se miden en todos los sitios. Otras variables pueden ser de importancia en sitios donde se lleva un control estricto, para entender mejor el patrón de cultivo.

Los sistemas de cultivo que incluyen dos o más cultivos requieren medición de biomasa en términos de materia seca e información para convertir la producción a términos monetarios. En la mayor parte de los casos, la comparación de los nuevos patrones se hace contra el sistema usualmente empleado por el agricultor; para hacer esto, es necesario hacer las mismas mediciones, tanto en el nuevo sistema de cultivo como en el sistema utilizado por el agricultor.

La evaluación del desempeño de los sistemas en prueba puede significar un procedimiento de dos pasos. El primero podría ser la determinación de la conveniencia agronómica de cada sistema para el sitio de prueba. Se considera que un cultivo de prueba, adecuado, debe reunir las siguientes características: 1. Rendimientos estables. 2. Producción de buena población de plantas, bajo condiciones de suelo y humedad altamente variables. 3. Buena resistencia a plagas. 4. Ausencia de efecto adverso para el cultivo siguiente. El segundo paso es someter el sistema en prueba a un análisis económico. Inicialmente, esto significa la evaluación de las necesidades de insumos de mano de obra y

dinero efectivo para los sistemas, respecto a los recursos que el agricultor tiene disponibles.

La elección que hace el agricultor de un patrón de cultivo se basa en varios factores que actúan unos con otros. Se considera que las cualidades que busca el agricultor pueden especificarse en un conjunto de criterios de índole económica.

### Adaptación de la Tecnología Disponible a la Descripción y Patrón de Cultivo de un Sitio

La primera actividad del grupo investigador es describir el sistema de cultivo existente en el área elegida. Sería bueno identificar los complejos de producción de la región y relacionarlos con las diferencias del medio. La clasificación del medio puede hacerse en términos de posición topográfica, textura del suelo o alguna propiedad química predominante del suelo.

Los sistemas de cultivo que se encuentren en los diferentes complejos de producción pueden considerarse como las alternativas escogidas por los agricultores por adaptarse al medio. La relación entre el sistema de cultivo y el medio debe ser entendida claramente, si el investigador desea juzgar el impacto de los patrones de cultivo presentados como alternativa.

Ha habido mucha discusión sobre cuán óptimo es el sistema de cultivo escogido por el agricultor para el medio en que vive. Dando por descontado que sea el mejor, los investigadores no tienen más alternativa que cambiar el medio o recurrir a técnicas de manejo que no han sido bien evaluadas por el agricultor, eliminando así una restricción en el

ceso de información.

En la etapa descriptiva el investigador determina las condiciones socioeconómicas de la región, tales como tamaño de la finca, tamaño de familia, tenencia de la tierra, mano de obra, disponibilidad de dinero y fuente de energía y costos, lo mismo que las secuencias de cultivo y la historia tecnológica del lugar.

El diseño de sistemas de cultivo es una actividad sintética que emplea las características físicas y socioeconómicas del sitio según se terminen en el diagnóstico, lo mismo que el conocimiento del efecto de estas características sobre el desempeño del sistema de cultivo, para preparar nuevas alternativas adecuadas para la región.

Además, hay alguna tecnología disponible que también puede usarse en la etapa de diseño. Esta tecnología consiste en variedades, prácticas de cultivo, métodos de siembra, densidad de siembra, información sobre relaciones espaciales entre cultivos intercalados, interacción de cultivos, combinación de cultivos y métodos para el control de plagas. También incluye el conocimiento acumulado acerca del desempeño de variedades bajo diversas condiciones de suelo y clima.

La habilidad para diseñar sistemas de cultivo mejorados aumentará conforme haya más información disponible acerca del comportamiento de los cultivos y las prácticas de manejo en diversos medios.

A nivel de un agroecosistema, existe mucha información sobre tecnología en el manejo de diversas técnicas para intensificación de cultivos.

Se ha encontrado que los cultivos intercalados y los cultivos en relevo usan la luz disponible de manera más eficiente que los monocultivos. Los cultivos intercalados proveen un mecanismo para reducir los efectos de insectos y enfermedades sobre la producción, tales como la

incidencia del taladrador del tallo del maíz y el mildiú polvoriento. El manejo del follaje puede también ser útil para reducir la población de malezas.

La mayor parte del tiempo, el propósito de la investigación en sistemas de cultivo es intensificar los sistemas de cultivo con el fin de hacer un mejor uso de los recursos de la finca. Esto puede lograrse utilizando toda la información disponible acerca del sistema bajo estudio, incluyendo información sobre los componentes y su función.

#### Procedimientos y Criterios para la Selección de Cooperadores

En la fase inicial, de diagnóstico, deben realizarse toda clase de esfuerzos para identificar a los posibles cooperadores para la prueba de campo de nuevas alternativas en sistemas de cultivo.

En Costa Rica incluimos dos preguntas en el cuestionario de la encuesta inicial, relativas a la inclinación y disposición del agricultor para colaborar luego en el proyecto.

Una vez analizada la encuesta, elaboramos una lista de todas aquellas personas que habían indicado su deseo de cooperar y volvimos a conversar con ellas. En esta oportunidad estudiamos más cuidadosamente la información brindada por el agricultor y revisamos si éste reunía las condiciones que deseábamos tuviese el colaborador.

Cada grupo o equipo encargado de un programa tiene que decidir el tipo de cooperador que desea. En algunos casos es aconsejable escoger hombres maduros que ya hayan criado sus hijos y que no tengan que preocuparse demasiado respecto al ingreso y producción para el consumo del hogar. Además, este tipo de agricultor tiene más experiencia y será capaz de indicar al investigador, con prontitud, si las alternativas

que se consideran presentan peligros o si las posibilidades de cultivo han sido probadas antes y el tipo de resultados obtenidos con su uso.

Las áreas donde se llevará a cabo el proyecto deben representar zonas agroclimáticas de importancia en el área bajo estudio. Esto permitirá a los investigadores utilizar los sistemas probados en una amplia zona geográfica.

Con el fin de decidir la representatividad del área, deben tenerse en cuenta los siguientes factores físicos: cantidad y distribución de la precipitación pluvial, altitud (metros sobre el nivel del mar) y calidad del suelo para producción vegetal.

Antes de iniciar trabajos en el área, la manera más rápida de juzgar su representatividad es obtener la información existente sobre cultivos y sistemas que predominan en ella. Puede suponerse que la presencia de cultivos y su distribución cronológica y espacial son resultantes de variables determinantes del sistema. Estas pueden agruparse así: humedad disponible, topografía y condiciones químicas y físicas del suelo. La humedad se determina en forma relativamente fácil con base en registros de precipitación pluvial, textura del suelo y profundidad real de éste. La topografía es un aspecto del paisaje que fácilmente puede determinarse; ésta influirá en la disponibilidad y distribución de agua y cultivos. La determinación de las condiciones químicas y físicas del suelo y aquellas condiciones desfavorables para el crecimiento de las plantas se determinan con base en anteriores experiencias del agricultor y del investigador acerca del tipo de plantas existentes en el área, síntomas de deficiencia y características morfológicas y fisiológicas de las plantas que se cultivan en la zona.

Las regiones geográficas que muestran sistemas semejantes con

desempeño similar pueden considerarse como una sola región, aunque estén separadas geográficamente. En cierta forma el proceso de selección fundamentado en la representatividad del área implica parear áreas análogas de manera intuitiva. El grado de analogía es posible debido al hecho conocido de que la mayoría de los cultivos tienen requisitos específicos que se relacionan fácilmente con las condiciones climáticas y ambientales del área.

En algunos casos el uso de cultivos indicadores puede ayudar a determinar si un área es o no es típica del país o región que se estudia.

#### Selección de Fincas Típicas

Las áreas bajo estudio deben incluir la mayoría de las fincas similares a aquellas explotadas por el mayor número de los finqueros de la región. A la primera aproximación, el equipo investigador debe considerar la clasificación de fincas con base en su grado de orientación hacia la producción para el mercado. Luego debe considerarse también la proporción de fincas dedicadas a la explotación de cultivos anuales, animales y cultivos perennes.

Se recomienda que en un proyecto de sistemas de cultivo se escojan las áreas con fincas destinadas a producir para el mercado, ya que éstas presentan un más alto potencial para mejoramiento. Hay algunas áreas que tienen el potencial necesario para convertirse en áreas con fincas destinadas a producir para el mercado; éstas son también adecuadas para investigación sobre sistemas de cultivo.

#### El Paquete Tecnológico - Su Importancia y Desarrollo

El término "Paquete Tecnológico" ha sido usado por algunas agencias

ganismos internacionales y tiene diferentes significados. En América Central, en nuestro Proyecto, preferimos usar el término "alternativas para los sistemas de producción". La alternativa a que nos referimos debe ser una colección viable de tecnología e información descriptiva para un área objetivo determinada. No es una colección de tecnología o documento para distribución masiva, en este sentido, no está orientada hacia extensión. La parte relativa a recomendaciones se redactará y presentará en forma tal que las secciones puedan ser fácilmente adaptadas por el personal de extensión, para boletines de extensión. En América Central, el CATIE trata de no interferir con las responsabilidades nacionales, absteniéndose de preparar documentos de extensión.

#### Formato de Alternativa para un Área Objetivo Determinada

Parte A. Es una recopilación de datos descriptivos y experimentales, potencialmente útiles, acerca del área.

1. Descripción del medio
2. Información de la encuesta
3. Datos de investigaciones (pasadas y actuales)

Parte B. Resumen de cada grupo de datos basados en categorías del sistema, destinado al formato final de la alternativa.

Parte C. Conclusiones (si las hay) o recomendaciones para cada componente del sistema para el área objetivo.

1. La recomendación
2. Confiabilidad en la recomendación
3. Mejor suposición en cuanto a potencial para mejorarla

#### 4. Nuevos datos, necesarios para confirmación

Una posible evolución de la alternativa podría ser como sigue: en el primer año del Proyecto el documento podría abarcar la descripción del área, información básica e investigación previa. Para el segundo año, el documento se preparará con base en el del primer año, actualizado con nuevos datos arrojados por la investigación en el campo. Se harían agregados a las partes A y B y la Parte C se revisaría.

#### Formato de Alternativa para Sistema de Cultivo

El formato de alternativa que hemos desarrollado en Costa Rica y que todavía está evolucionando, es como sigue:

1. Un resumen - Consiste en una breve descripción del área objetivo y del sistema de cultivo corrientemente usado por los pequeños productores del área. Es un compendio de otras partes del documento.
2. Descripción, en forma de cuadro, del sistema de cultivo utilizado por el agricultor. Esta ilustración es una secuencia cronológica de actividades y de los insumos y productos necesarios en cada etapa. Estas actividades se disponen para cada una de las semanas del año.
3. Descripción de la alternativa para el sistema de cultivo. Es también un cuadro que contiene el plan de actividades para cada semana. La cantidad de materiales necesarios en cada etapa se especifica claramente. En la columna destinada a observaciones se hace referencia a la evidencia experimental que respalda la práctica recomendada.

5. Comparación entre el sistema usado por el agricultor y la alternativa recomendada. En este cuadro se comparan los dos sistemas, actividad por actividad.
6. Anexo 1. Es una descripción detallada del sistema empleado por el agricultor y, en algunos casos, se incluyen y discuten en mayor detalle las modificaciones recomendadas. La descripción abarca aspectos relacionados con: (a) preparación del terreno; (b) variedades; (c) métodos de siembra; (d) densidad de siembra; (e) control de malezas; (f) manejo de plagas; (g) métodos de recolección; (h) almacenamiento; (i) transporte y mercadeo; y (j) niveles de fertilización.
6. Anexo 2. Aspectos socioeconómicos. Es una caracterización socioeconómica del área donde se usa corrientemente el sistema descrito empleado por el agricultor. Es también la especificación de un conjunto de condiciones bajo las cuales se espera que funcione la alternativa propuesta en la fase de diseño. En esta sección se analizan muchas de las características sociales de la gente en relación con los sistemas de cultivo descritos en la alternativa. La infraestructura existente en el área se analiza en relación con los sistemas nuevos y los ya existentes.
7. Anexo 3. Consiste en la descripción geográfica del área en la que podría aplicarse la alternativa. En esta sección se cubren aspectos relativos a suelo, clima y vegetación natural. Donde sea posible, se asignará la adecuada importancia a los aspectos ecológicos.
8. Anexo 4. Abarca el análisis económico, tanto del sistema del

agricultor como de la alternativa recomendada. Es un análisis completo que relaciona los recursos económicos del agricultor con el sistema recomendado.

9. Anexo 5. Incluye la evidencia experimental que respalda las recomendaciones o las modificaciones al sistema del agricultor.
10. Anexo 6. Se prepara una bibliografía para quienes deseen profundizar su conocimiento acerca del contenido del documento.

El documento que contiene la alternativa puede considerarse como un subproducto de la investigación o podría representar el producto final de un Proyecto; todo depende de los objetivos del Programa de sistemas de cultivo. En algunos casos, el objetivo del grupo investigador es desarrollar metodología y, cuando es así, los documentos descriptivos de las alternativas podrían considerarse como informes de progreso del Proyecto.

No obstante, debe tenerse en mente que la razón fundamental para realizar investigación sobre sistemas de cultivo es mejorar el bienestar económico y general del pequeño productor que, a la postre, será quien use la tecnología que el equipo investigador trata de generar.

La importancia de la alternativa reside en que permite al equipo investigador tener un marco de referencia que puede servir como guía para futuros trabajos de investigación. Igualmente, ofrece una manera de informar sobre resultados obtenidos que otros técnicos pueden utilizar en etapas posteriores de la metodología de sistemas de cultivo.

Las alternativas de primera aproximación deben validarse en el campo. Esta validación debe involucrar un buen número de finqueros, con el fin de probar adecuadamente las suposiciones hechas en el momento

laborar la alternativa. Debe entenderse muy claramente que esta obra no es una demostración y el agricultor debe estar plenamente consciente de que él es parte del equipo investigador en esta fase de metodología.

Las alternativas de segunda aproximación pueden prepararse después un año de validada la alternativa de primera aproximación.

La preparación de alternativas es, por consiguiente, un proceso continuo que depende de la disponibilidad de nueva información sobre componentes del sistema y de cambios en los factores externos e internos del sistema de cultivo.

#### ferentes Niveles de Alternativas y su Importancia para Situaciones de Predominan en Pequeñas Fincas

Ya se han discutido las alternativas de primera y segunda aproximación, en relación con su importancia para los pequeños finqueros. Ahora deseo establecer niveles de alternativas en relación con las bases en que descansa la metodología de los sistemas de cultivo.

En el CATIE, durante los primeros tres años del Proyecto decidimos comenzar con el sistema del agricultor como base para la investigación en sistemas de cultivo. Las alternativas que hemos preparado son más flexibles que el tipo de recomendaciones surgidas de la Revolución Verde pero todavía no lo flexibles que quisiéramos que fuesen.

La alternativa que estamos preparando ahora incluye los componentes básicos de una publicación tradicional de extensión para un productor determinado. Además, especifica el manejo más conveniente para el medio en estudio. Dice al agricultor las opciones que tiene en ciertas actividades de su plan de manejo y finalmente le brinda alguna información

acerca del efecto de los cambios en su plan sobre el sistema de cultivo como un todo. Sin embargo, ofrece al agricultor solamente una alternativa para el patrón de cultivo. En nuestro segundo Proyecto quisiéramos ofrecer una alternativa que indique al agricultor qué ambiente de manejo favorece específicamente cuál opción. Nos gustaría también una alternativa que pudiese indicar al agricultor cuáles opciones escoger una vez que haya descrito el medio en que vive y que, finalmente, le de información pertinente para integrar el sistema de cultivo a su sistema de finca (qué recursos de producción se necesitan y cuándo). La alternativa debiera resumir los beneficios de cada opción. Esta información la constituyen los datos de efecto principal obtenidos en los experimentos.

La alternativa debiera ser redactada por personal del programa nacional (el representante del CATIE en el país es parte del personal) como una publicación nacional, con la ayuda del equipo investigador. Para este fin el equipo investigador debe formar un cúmulo de información técnica resumida sobre el área objetivo, compuesto por:

- a) Trabajo de investigación realizado por otras organizaciones.
- b) Datos de encuestas.
- c) Trabajo de investigación, por el equipo investigador del proyecto.
- d) Análisis de la correlación entre tecnología y ambiente, hecho por el grupo investigador.

Con base en este expediente de información se redacta la alternativa final.

En el primer Proyecto concentramos nuestros esfuerzos en los sis-

temas de cultivo; en el nuevo Proyecto comenzaremos a trabajar con sistemas mixtos de cultivos y animales. Este paso en la evolución hacia un programa de investigación sobre sistemas de finca ha sido posible gracias a la experiencia obtenida en los primeros tres años de trabajo.

Algunas instituciones que trabajan con el enfoque de sistemas hacen distinción entre patrón de cultivo (arreglo espacial y cronológico) y sistema de cultivo. Argumentan que la investigación sobre patrones de cultivo es mucho más fácil de manejar que aquella sobre sistemas de cultivo. Esto se debe a que la mayoría de nosotros conocemos algo acerca de los requisitos de un patrón de cultivo, mientras que los requisitos de los sistemas de cultivo aún no son bien conocidos por los investigadores. Lo mismo puede decirse acerca de los requisitos del sistema de finca.

El enfoque normal o más frecuente ha sido el de realizar investigación sobre los componentes de cada disciplina y esperar que alguien integre la información así obtenida, convirtiéndola en un mensaje que eventualmente llegue al usuario. Esto trataría entonces, por algún medio, de integrar esta información a su sistema de cultivo o de explotación agropecuaria. Si el productor es capaz de hacer esta integración, la recomendación se adopta y usa; de lo contrario, la recomendación no es puesta en práctica y en algunos casos es rechazada. Ha ocurrido que la información producida por medio de investigación disciplinaria es bien adecuada para sistemas de explotación agropecuaria distintos a aquellos empleados por pequeños finqueros.

#### Puntos a Considerar en el Refinamiento de Alternativas

Las alternativas de primera aproximación se refinan para llegar a

alternativas de segunda aproximación en la fase de validación de la metodología. Las alternativas de segunda aproximación deben ponerse al día periódicamente para ajustarlas a nueva tecnología de los componentes. Este sería el caso de una variedad de cultivo recientemente puesta a disposición del público. En algunos casos la nueva variedad es de ciclo más corto que la anterior y, en vista de esta característica, el manejo del suelo del sistema de cultivo debe modificarse. En otras partes del mundo, la disponibilidad de una variedad de ciclo corto ha hecho posible la intensificación del sistema de cultivo existente.

Los elementos básicos del documento sobre la alternativa son los cuadros que describen el sistema empleado por el agricultor y el sistema propuesto; de estos dos, el correspondiente a la alternativa propuesta es el que está más sujeto a refinamientos. Los refinamientos podrían concentrarse en aquellas prácticas que requieren que el productor disponga de dinero en efectivo. En un enfoque de sistemas, este tipo de estudio podría realizarse en un campo experimental y constituir un estudio factorial. La importancia de este tipo de experimento es averiguar qué componentes tienen interacción significativa. Los componentes con interacción significativa deben estudiarse simultáneamente; aquéllos que no interactúan pueden estudiarse en forma separada.

Algunos factores sobre los cuales es importante saber si interactúan o no, son: fertilizante y población de malezas, arreglo espacial y arreglo cronológico, y manejo del suelo y población de insectos en el suelo.

Otro punto de refinamiento podría ser la elaboración de varias (3 ó 4) alternativas de sistemas de cultivo para un área determinada y

la inclusión de una guía que indique al agricultor cuál sistema es mejor bajo cuáles condiciones. La presentación de opciones al agricultor, sin embargo, demandará el desarrollo de algún tipo de criterios que el agricultor pueda usar solo o con la ayuda del extensionista. De esta manera, el productor puede fácilmente evaluar su situación y decidir cuál sistema es mejor para él.

La elaboración de este tipo de alternativa requiere de un enfoque de sistemas de finca y creo que dependería en alto grado de la clasificación de ambientes que podría hacer el equipo investigador. Debe mencionarse que esta clasificación debe incluir factores físicos lo mismo que socioeconómicos.

Para el desarrollo de una clasificación apropiada debe existir un buen conocimiento de las variables determinantes de los sistemas de cultivo. Esto se obtiene gradualmente a través de las etapas de diagnóstico, diseño, prueba y validación de alternativas. En cada caso, el agricultor debe participar de manera activa.

En general puede decirse que las alternativas recomendadas deben evaluarse constantemente en terrenos del agricultor. La evaluación del desempeño de las alternativas puede consistir en un proceso de dos pasos como ya se ha mencionado antes:

El primero podría ser determinar la conveniencia agronómica de cada sistema o patrón para el lugar de prueba. La experiencia ha señalado que hay cuatro características que un cultivo agronómicamente bien adaptado debe reunir: rendimientos estables, buena población de plantas bajo condiciones altamente variables de humedad del suelo, buena resistencia a plagas, y carencia de efecto adverso sobre el cultivo siguiente. Aquellos sistemas con deficiencias agronómicas palpables deben suprimirse

para luego realizar trabajos sobre la tecnología de sus componentes, o descartarse como errores de diseño.

El segundo paso podría consistir en someter la alternativa en prueba a un análisis económico. Esto significa evaluar las necesidades de mano de obra y de insumo de dinero efectivo para los patronos, respecto al recurso de insumos que el productor podría tener disponibles. Para este análisis cada productor participante tendría que llevar un registro completo de sus operaciones diarias en las áreas experimentales, utilizando formularios especialmente preparados para anotar los insumos de mano de obra y materiales.

La elección de un sistema de cultivo por parte del agricultor, se basa en diversos factores que interactúan. Podría conjeturarse que algunos de los más importantes aspectos que el productor busca para seleccionar un sistema podrían especificarse en un conjunto de cuatro criterios económicos:

1. Utilidad promedio para la empresa agrícola: Medida del ingreso neto que la familia obtiene del cultivo.
2. Utilidad promedio por mano de obra y administración.
3. Utilidad neta promedio por insumos en dinero efectivo.
4. Probabilidad de resultados negativos.

Se considera que las alternativas que presentan el potencial más fuerte para ser adoptadas por el agricultor son aquellas que podrían aumentar apreciablemente las utilidades por cada uno de los tres recursos (tierra, mano de obra y capital) pero que no aumentarían significativamente la probabilidad de resultados negativos, en comparación con la tecnología existente.

A principios de un programa, la conceptualización debiera proponer-  
se llegar a un formato para las recomendaciones finales para el sistema.  
El formato que he presentado es un ejemplo de este tipo de documento.

Una vez diseñado el formato para la recomendación del sistema,  
pueden evaluarse las pruebas de investigación, principalmente por su  
posible contribución a llenar los espacios de este formato.

## PROBLEMAS TECNICOS DE LOS SUELOS DE PEQUEÑAS FINCAS

La consecución y el mantenimiento de un alto nivel de productividad del cultivo, en forma sostenida, dependen de la conservación de la fertilidad del suelo como principal variable determinante. Los agricultores enfocan este problema de cuatro maneras; tres de ellas envuelven métodos de recirculación de nutrimentos provenientes de fuentes externas.

### Fertilizantes comprados

Si un agricultor tiene conciencia comercial, la metodología actual es directa. Cuando el agricultor tiene acceso a insumos de fertilizantes y mercados para el producto de la cosecha, un sistema de cultivo productivo que incluya el uso de fertilizante comprado, es parte normal y lucrativa de la mayoría de los sistemas de explotación agropecuaria altamente productivos.

La compra de fertilizante comercial es el método más corriente en la agricultura destinada al mercado. Los fertilizantes comerciales pueden ajustarse a las necesidades exactas del cultivo. Este método es el menos exigente en cuanto a uso de mano de obra y tiene el potencial físico necesario para suprimir las deficiencias de nutrimentos como factores limitantes en la producción intensiva de los cultivos. Donde sea posible, este método debiera ser parte de todos los sistemas. Además, puede ser y debiera ser suplementado por otros métodos.

### Recolección de Nutrimentos de Fuera de la Finca

Un segundo método implica la recirculación de nutrimentos provenientes de fuera de la finca. Los animales pueden pastar en extensio-

nes mayores, el estiércol se recoge cuidadosamente y se lleva a lugar adecuado para la elaboración de abono orgánico (compost). El estiércol recogido de encierros nocturnos para los animales es también mezclado con materiales vegetales obtenidos de bosques cercanos y convertidos en compost para uso como fertilizante en campos cultivados de modo intensivo. Este método se practica cuando no hay fertilizantes químicos disponibles. La limitación del sistema reside en la gran demanda de mano de obra que significa y la necesidad de mantener un equilibrio adecuado entre la tierra arable, el bosque y las tierras de pastoreo.

#### Reciclaje de Materiales de la Finca

Un tercer método es el reciclaje de nutrimentos entre diversas actividades del sistema mismo. Los materiales vegetales se mezclan con desechos del hogar para convertirlos en abono orgánico. Este método, al igual que la recolección de nutrimentos de fuera de la finca, es de alto consumo de mano de obra.

El predominio de la recirculación de nutrimentos parece estar inversamente relacionado con el grado de participación en una economía de mercado. Parece estar más específicamente conectado con la relación entre costo del fertilizante y el costo contingente de la mano de obra. Donde este último recurso tiene un bajo valor en dinero efectivo en relación con el costo del fertilizante, existe el potencial para la recirculación intensiva de nutrimentos. La disponibilidad de fertilizantes es también, por supuesto, crucial.

#### Eficiencia de la Recirculación de Nutrimentos dentro de cada Cultivo

El cuarto aspecto se refiere a la eficiencia en el uso de los

nutrimentos dentro del cultivo mismo.

En un ecosistema forestal los nutrientes son gradualmente extraídos del suelo a través de un largo período de tiempo. Luego la gran acumulación de nutrientes que constituyen la biomasa vegetal y animal es parcialmente recirculada por medio de la caída de las hojas y por la acción de animales e insectos.

Esta recirculación es mantenida en parte por el crecimiento de monocultivos, pero se pierde la ventaja de mantener grandes cantidades de biomasa vegetal y la eficiencia de absorción de un cultivo de maduración pronta es mucho menos eficiente.

En la agricultura nómada ocurre un rápido reciclaje debido a las quemas.

La circulación de nutrientes en la finca puede ser lucrativa a tasas o grados de utilidad más bajas, ya que el agricultor generalmente dispone de períodos durante el año cuando hay menos trabajo y durante los cuales el compost es llevado al campo. Durante esta época el agricultor adjudica menor valor a la mano de obra disponible.

Una breve explicación del proceso de recirculación de nutrientes nos ayudará a comprender diversas medidas para lograr mayor eficiencia en el uso de nutrientes. Los nutrientes son liberados durante la descomposición del material parental del suelo debido a la acción del proceso de meteorización física y química a través de largos períodos de tiempo, a medida que el suelo se forma. Los nutrientes disueltos se convierten en parte del agua del suelo (D). La concentración de nutrientes en la solución de suelo es muy baja y permanece en equilibrio con nutrientes absorbidos en partículas arcillosas. Los nutrientes fijados en el suelo son relativamente no aprovechables para el crecimiento

Resumen y Trad. de HARDWOOD, R.R. y BORTON, R.E.  
More from ICRD; a people oriented research and  
development method for small tropical farms.  
núm. 169 p.

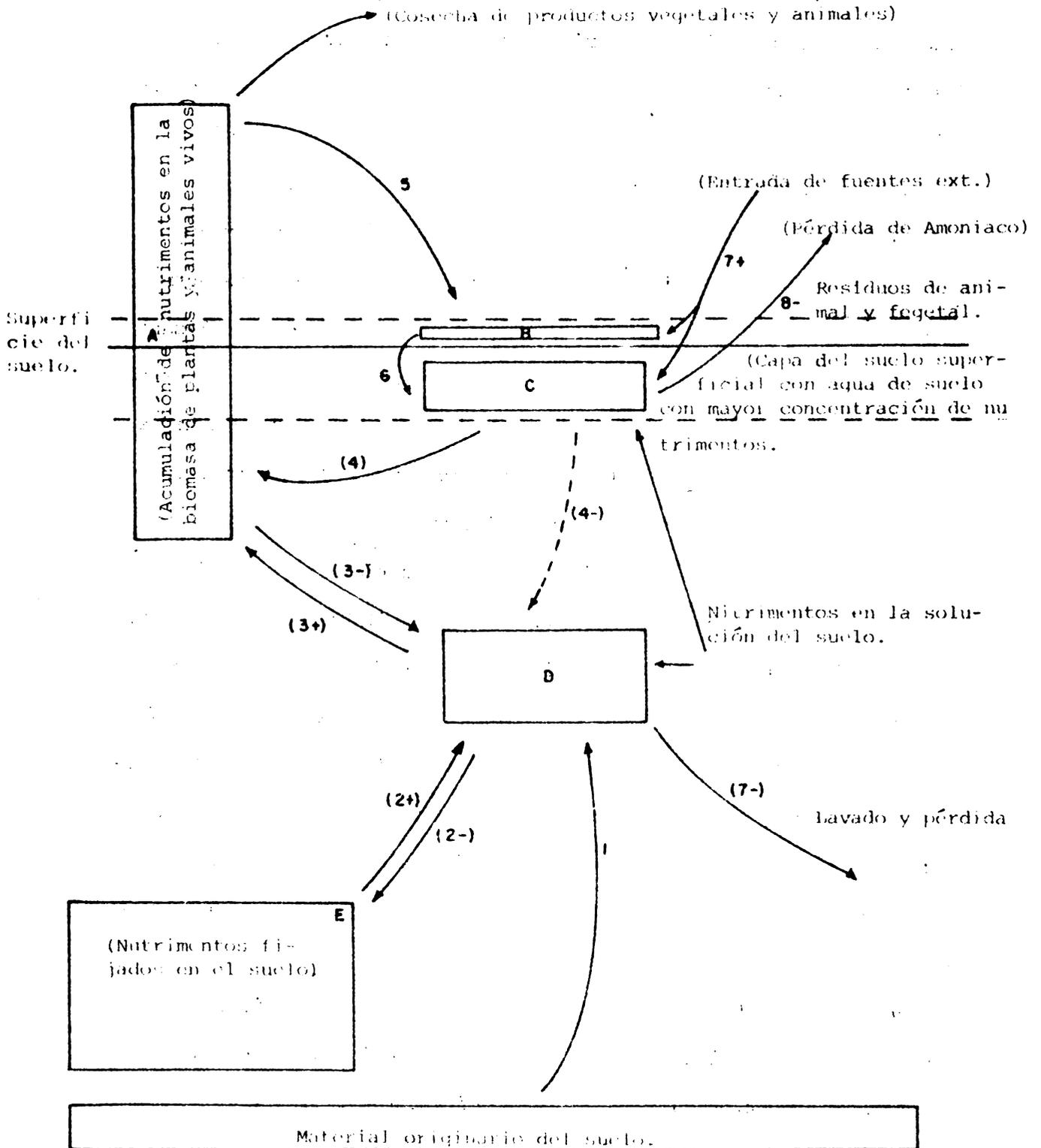


Fig. 1. Ciclo de nutrimentos en sistema de cultivos.

de las plantas. Las plantas absorben de aquellos nutrimentos disponibles en la solución de agua y suelo y los acumulan en la biomasa vegetal (A) durante el crecimiento.

Las plantas que mueren se depositan en la superficie del suelo, donde ocurre acumulación de nutrimentos (B). Este desecho vegetal se descompone por una serie de procesos biológicos, que envuelven principalmente la flora microbiana del suelo, para convertirse en ácidos orgánicos y nutrimentos solubles que, a su vez, pasan a formar parte de la concentración de nutrimentos del agua del suelo, concentrada en unos pocos centímetros en la capa superior del suelo (C). Los nutrimentos recirculados en el sistema por medio de insumos de fertilizantes, por obra del hombre, por depósitos dejados por inundaciones o de otras fuentes, se agregan ya sea a (B) o a (C). Los nutrimentos contenidos en (C) se agregan entonces a (D), son absorbidos por las plantas en crecimiento, lavadas por el agua en movimiento que los lleva a (D) y eventualmente alcanzan el equilibrio con los nutrimentos contenidos en el suelo (E) o se pierden por lixiviación. El nitrógeno puede perderse por amonificación y escape de amoníaco, desnitrificación y pérdida de compuestos del nitrógeno, o por quema y pérdida directa en la atmósfera.

Las cantidades relativas de nutrimentos en A, B, C, D y E determinan la productividad del sistema y son la clave para el manejo de nutrimentos bajo diferentes situaciones de disponibilidad de recursos. Para el rápido crecimiento y alto rendimiento de una variedad mejorada de cultivo anual, se requiere una alta concentración de nutrimentos en el agua del suelo (C y D) en el espacio inmediato a las raíces de la planta. El mantenimiento de esa alta concentración es el propósito de todos los intentos que se hagan de recircular nutrimentos.

Las prácticas tradicionalmente seguidas por el agricultor incluyen tres formas de uso de nutrimentos bajo condiciones de baja fertilidad:

(1) El cultivo intensivo estabilizado mantiene cultivos perennes de raíz profunda que hacen circular los nutrimentos desde la profundidad del suelo hasta la superficie, debido a su apreciable biomasa vegetal, concentrando esos nutrimentos en la capa superior del suelo por medio de la caída de hojas o por corta y mulching (cobertura del suelo con mantillo vegetal, natural o artificial).

(2) Una segunda eficiencia nutritiva es el cuidadoso manejo de los residuos vegetales, usándolos como mantillo antes que quemarlos o incorporarlos al suelo con arado. Esto permite una descomposición más lenta y concentración de nutrimentos en la capa superior del suelo, varias semanas después de formado el mantillo. Para entonces, el siguiente cultivo está llegando al punto crítico de su demanda de nutrimentos.

(3) Una tercera forma de uso eficiente de nutrimentos, ligada al mantenimiento de un mantillo de rastrojos (stubble mulch), es la asociación intensa de cultivos intercalados. La disponibilidad de nutrimentos en la capa superior del suelo, especialmente donde los desechos vegetales se han dejado en la superficie del suelo durante la estación seca, se incrementa de manera marcada durante el período de iniciación de la estación lluviosa y luego disminuye gradualmente a través de la época de lluvias, a medida que los nutrimentos son absorbidos o lavados, llegando a su punto más bajo en la estación seca.

De ningún modo se quiere decir que estas prácticas sustituyen la aplicación de nutrimentos desde un punto de vista para alcanzar altos rendimientos. Sencillamente, son eficientes en la utilización de nutri-

mentos cuyo abastecimiento es escaso, para lograr rendimientos módicos de los cultivos.

Los especialistas en fertilidad de suelos deben considerar éstas y otras prácticas que pueden aumentar la eficiencia en el uso de nutrientes que son escasos.

No existe razón alguna para no usar de manera más eficiente los insumos de fertilizantes de alto costo, en combinación con aspectos de métodos tradicionales de recirculación de nutrimentos.

En América Central hemos encontrado varios problemas del suelo que están relacionados y que limitan la productividad de los cultivos en fincas pequeñas. Uno de ellos es el bajo contenido de fósforo en el suelo, asociado con pH bajo. Otro es la preparación de la tierra antes de la siembra.

El agricultor hace frente al primer problema acumulando cuidadosamente material vegetal (desechos vegetales) en lomillos donde luego siembra su maíz y frijol. A medida que las plantas se hacen más altas, agrega más tierra y materia orgánica al lomillo original. Tiene cuidado de no mover el horizonte alto en aluminio hacia el lomillo donde crecen las raíces de maíz y frijoles. Hemos realizado experimentos para buscar alternativas a esta práctica, las que incluyeron diferentes métodos de manejo de residuos de cosechas y malezas, aplicación en banda de carbonato de calcio y fosfatos y métodos de labranza de la tierra, uso y no uso de lomillos.

El segundo problema se refiere al tiempo que media entre la recolección de un cultivo y la siembra del siguiente. En el CATIE tuvimos la idea de que bajo ciertas condiciones ambientales tropicales, una labranza mínima haría que el agricultor dependiese menos del clima

para sus prácticas de preparación de la tierra. El uso de herbicidas hace posible sembrar maíz o frijoles manualmente, sin tener que labrar el suelo con implementos tirados por animales o por medios mecánicos. Los resultados de la investigación han indicado que la labranza mínima es más conveniente bajo algunas condiciones que encontramos en pequeñas fincas de América Central.

Es difícil hacer recomendaciones respecto a fertilización de sistemas que no son monocultivos, con base en la investigación sobre componentes que hay disponible. Hace falta investigación en estos aspectos. Hasta ahora se ha recomendado aplicar una cantidad igual a la suma de las dosis recomendadas para cada uno de los cultivos incluidos en el sistema. Sin embargo, con base en información limitada que tenemos, proveniente de América Central, se ha encontrado evidencia clara de que para algunas combinaciones de cultivos son adecuadas dosis de fertilizantes más bajas que la suma de las cantidades recomendadas para cada cultivo.

El diseño de experimentos de esta clase requiere consideraciones estadísticas especiales. Afortunadamente, varios especialistas en biometría han prestado mayor atención a este problema y los investigadores tenemos ahora algunos instrumentos que pueden ayudarnos en este aspecto de la investigación en fertilidad de suelos.

En la sede del Proyecto, en el CATIE, hemos estado estudiando el efecto de los residuos de cultivos dejados en el suelo, por el sistema maíz asociado con frijoles y seguido por maíz. Las prácticas de manejo del suelo incluyen mulching (cobertura del suelo con mantillo vegetal natural) dejado en la superficie del suelo, mantillo parcialmente incorporado y tallos del maíz dejados en pie; cada uno de estos sistemas

se compara con el sistema convencional de manejo. La cantidad de fertilizante aplicado a los sistemas que incluyen los desechos o residuos del cultivo como fuente de nutrimentos es menor que la cantidad aplicada a la labranza convencional. Hasta ahora, los rendimientos han sido similares en todos los sistemas. El estudio continuará durante una estación más, con el fin de tasar la incidencia y severidad de algunas importantes enfermedades de las plantas, presentes en el sistema.

FITO 891/79  
CB/idev

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. BURGOS, C.F. Bosquejo sobre la metodología seguida por CATIE en la ejecución del proyecto de sistemas de cultivo para pequeños agricultores. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1977. 29 p. 24 ref.
2. BURGOS, C.F. Importancia de la investigación en fertilidad de suelos como componentes de los estudios en sistemas integrados de producción agrícola. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1977. 7 + 7 p.
3. GARRITY, D.P. et al. Evaluating alternative field crop patterns for upland rice areas. Los Baños, Laguna, Philippines, IRRI, 1975. 47 p.
4. GOMEZ, K.A. On farm testing of cropping systems. In Symposium on Cropping Systems Research and Development for the Asian Rice Farmer. Los Baños, Laguna, Philippines, IRRI, 1976.
5. HARWOOD, R.R. Physical aspects of cropping pattern design, introduction. In Symposium on Cropping Systems Research and Development for the Asian Rice Farmer. Los Baños, Laguna, Philippines, IRRI, 1976.
6. HARWOOD, R.R. and BORTON, E.R. More from less. A people oriented research and development method for small tropical farms: New York, International Agricultural Development Service. (In press).
7. HART, R.D. An ecological systems conceptual framework for agricultural research and development. Turrialba, Costa Rica, 1979. 19 p. 7 ref.
8. KASS, D.C.L. Polyculture cropping systems: review and analysis, New York, Cornell University. Cornell International Agriculture Bulletin No. 32. 1978. 69 p.
9. SANCHEZ, P.A. Soil management in multiple cropping systems. In: Sánchez, P. A. Properties and management of soils in the tropics. New York, Wiley, 1976. pp. 478-532.
10. ZANDSTRA, H.G. Cropping systems research at IRRI. In Cropping Systems Workshop, Naha Illuppallana, Sri Lanka, April 20-21, 1976. Proceedings 1976. pp. 23-29.
11. ZANDSTRA, H.G. and PRICE, E.C. Research topics critical for the intensification of rice based cropping systems. Los Baños, Laguna, Philippines, IRRI, 1977.

EXPERIMENTACION EN SISTEMAS DE CULTIVOS

Pedro Oforo\*

## I. INTRODUCCION

Dentro del proceso de investigación en sistemas de producción en fincas pequeñas existe el componente de experimentación que permite probar modelos o hipótesis específicas y así aumentar el conocimiento del sistema. Como resultado de los experimentos y del uso adecuado de la información resultan nuevas alternativas de investigación o recomendaciones para ser adoptadas por los agricultores.

Un experimento debe resultar del análisis de una situación que lleva a plantear algunas hipótesis, que a su vez determinan en gran parte el tipo de experimento que debe realizarse, cuáles tratamientos utilizar y cuáles variables medir.

A continuación se presentan algunos comentarios sobre el componente de experimentación en la investigación sobre sistemas de producción agrícola. No se incluirán recomendaciones específicas sobre algunas etapas de la experimentación, sobre técnicas experimentales y sobre el registro de la información generada y su manejo posterior.

---

\*Ph.D., Jefe, Programa Cultivos Anuales, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

## II. TIPOS DE EXPERIMENTOS EN EL PROCESO DE INVESTIGACION

De acuerdo al tipo de hipótesis involucradas y a la precisión requerida se pueden considerar tres tipos de experimentos. En algunos casos es difícil decidir a cuál tipo corresponde determinado experimento, sin embargo, lo importante no es trazar líneas divisorias sino distinguir diferentes puntos dentro de la escala.

### A) Experimentos exploratorios

Entre estos están aquellos con los cuales se pretende averiguar qué pasa a un material determinado al cambiar uno o varios factores afectados, o cómo se comportan, en general, materiales diferentes bajo condiciones similares.

En estos experimentos se quiere saber sobre varios y muchos factores, o sobre el comportamiento de muchos materiales (tratamientos) con poca precisión. Ejemplo de estos puede ser aquel en el cual se utilizan dos niveles de N, dos de P y dos de K para averiguar si hay deficiencia de alguno de estos nutrimentos, la cual se infiere por la respuesta del sistema a la dosis alta de éste. Con base en los resultados se decidirá cuáles nutrimentos deben considerarse en trabajos posteriores. También se clasifica como exploratorio un experimento en el cual se prueban variedades de un cultivo para averiguar si se adaptan a un ambiente determinado; como resultado se podrán seleccionar algunas variedades para pruebas más exhaustivas. Los experimentos en los cuales se compara un número relativamente grande de sistemas deben considerarse y manejarse como de tipo exploratorio para elegir los sis-

temas más adaptados o con mayores ventajas comparativas para el área.

La calidad de exploratorio viene dada por el tipo de información suministrada que, en este caso es preliminar. En estos casos no se requiere mucha precisión por lo cual el número de repeticiones es bajo mientras que el número de tratamientos puede ser alto.

También pueden considerarse como exploratorios, con relación a la investigación en proceso, los experimentos para probar o comparar técnicas experimentales que se van a utilizar más adelante en la investigación misma. Por ejemplo, un experimento para determinar el método de siembra de camote que va a incluirse como un nuevo cultivo en sistemas para estudiar en la región.

#### B) Experimentos Analíticos

Generalmente se ejecutan después de los exploratorios, en estos interesa hacer evaluaciones sobre el comportamiento del material bajo prueba o al cambiar algunos factores que lo afectan; también hay experimentos en que resultan comparaciones entre tratamientos seleccionados de experimentos exploratorios con el objeto de dar recomendaciones. En el primer caso se trata de profundizar en la escogencia de la mejor hipótesis para explicar algún fenómeno; en el segundo se busca la mejor recomendación o el mejor material. En ambos casos se requiere una precisión que asegure una probabilidad baja de error (p.e.  $p = 0.05$ ).

Se puede considerar dentro de este grupo a los experimentos para averiguar el tipo de respuesta de un cultivo o un sistema de cultivos a dosis variables de nutrimentos.

Es común que al considerar varios nutrimentos se presente interacción entre estos; también pueden presentarse interacciones entre dosis de fertilizantes y densidad de siembra o entre los cultivos en sistemas. Para estudiar la función de respuesta del material experimental a esta clase de factor se harían experimentos que caen dentro de la denominación de analíticos.

Una proporción grande de los experimentos que se van a realizar en la investigación sobre sistemas de producción serán experimentos analíticos.

Dentro de la investigación en sistemas agrícolas se quiere saber cómo funciona el sistema, para lo cual se recurre, entre otras cosas, a experimentos donde se estudia el comportamiento del sistema al variar algunos factores que lo afectan. En este tipo de experimentos el énfasis está en averiguar cómo se manifiestan ciertos fenómenos o cómo se relacionan entre sí.

### C) Experimentos de validación y ajuste de recomendaciones

Su función principal consiste en verificar o comprobar si algunos resultados obtenidos en determinadas condiciones no controladas, se repiten en condiciones similares, o no muy diferentes. Pueden servir en algunos casos como pruebas demostrativas y podrían utilizarse con doble propósito.

En estos experimentos el énfasis está en probar si lo que se ha encontrado como válido en ciertas condiciones se mantiene en condiciones similares o un poco diferentes. Aquí no es indispensable una alta

precisión pero se requiere escoger adecuadamente la muestra que servirá para hacer inferencias hacia la población.

### III. CLASES DE EXPERIMENTOS EN INVESTIGACION EN SISTEMAS AGRICOLAS

Las principales diferencias entre experimentos agronómicos tradicionales y experimentos de investigación de sistemas agrícolas está en parte en el tipo de tratamientos que en muchos casos se utilizan, y el contexto dentro del cual se realizan los experimentos.

Dentro de un enfoque de sistemas los experimentos dependen de los requerimientos de información, para conocer mejor o para manejar el sistema. En muchas ocasiones la clase de experimentos y la secuencia en que se ejecutan puede basarse en un plan establecido con bastante anticipación, pero puede ocurrir que resultados de algunos experimentos indiquen necesario cambiar el contenido o la secuencia.

Además de resultados de experimentos realizados por el grupo debe considerarse información proveniente de investigación realizados por otros grupos, información de los estudios de diagnóstico y la obtenida por otros medios.

Para propósitos de exposición se han considerado las siguientes clases de experimentos en sistemas de producción agrícola.

- a) Combinaciones de cultivos
- b) Arreglos espaciales de cultivos en un sistema
- c) Arreglos cronológicos (épocas de siembra)

- d) Nutrición
- e) Protección de plantas
- f) Manejo del suelo.

Debe quedar claro que en la práctica muchos experimentos pertenecen a varias de las clases mencionadas.

#### A- Combinaciones de Cultivos

En estos experimentos se compara combinaciones de varios cultivos que pueden variar desde el monocultivo continuo hasta la asociación continua. Por ejemplo, en un experimento podría partirse de cultivos como maíz, frijol yuca y camote, considerando como un tratamiento a cada una de las combinaciones. Para una siembra podrían formarse 15 tratamientos (Número total de tratamientos =  $N = 2^k - 1$ , donde  $k$  = número de cultivos) utilizando todos los monocultivos posibles, todas las combinaciones de dos, todas las de tres y la combinación de los cuatro cultivos. Sin embargo, es probable que utilizando información anterior y suposiciones basadas en teorías o leyes conocidas se considere que no es necesario comparar todas las combinaciones. Consideraciones de tipo práctico también pueden ayudar a seleccionar las combinaciones a probar; se recomienda, en cualquier caso, incluir los monocultivos en el experimento.

En general, sólo deberían incluirse en este tipo de experimentos a cultivos de los cuales se sepa que se adaptan al ambiente y de los cuales se tenga alguna experiencia en el manejo. Incluir cultivos completamente nuevos implica el riesgo de perder algunas parcelas o de

obtener información errada o poco confiable correspondiente a los cultivos poco adaptados o no manejados adecuadamente; también se presentaría el efecto de la interacción con los otros cultivos.

La duración del ciclo de cada combinación (sistemas) puede variar de acuerdo al ciclo de los cultivos que la forman; las comparaciones deben hacerse para un período de tiempo que abarque por lo menos la duración del cultivo más tardío. Esta duración podría corresponder al año agrícola, pero en algunos casos podría abarcar ciclos de más de un año; también, en otros casos, este ciclo podría ser de seis meses o menos (como en sistemas de hortalizas). Lo aconsejable de cualquier modo es referir todo a un año agrícola ya que esta unidad es más repetible que un semestre (hay mayor similitud entre un año y otro que entre el primer y el segundo semestre de un año).

Ya que las distancias de siembra de los cultivos varían es común que los tamaños de parcela de una combinación sean diferentes de los de otra y que, aún dentro de una combinación, el área cosechada de un cultivo sea diferente de la de otros. Esto debe tenerse en cuenta para expresar los valores observados en una unidad común de área (por ejemplo, Kg/ha o Ton/ha). En la mayoría de los casos la diferencia en tamaño de las parcelas aún cuando llegue a afectar apreciablemente a la estimación de rendimiento y otras variables puede no afectar significativamente la precisión para el análisis de varianzas; sin embargo, se recomienda hacer una prueba de homogeneidad de varianzas si la diferencia en áreas es de más del 25%, para decidir si debe hacerse ajustes para

el análisis de varianza.

Para este tipo de experimentos se recomienda un diseño simple como el de Bloques Completas al Azar (BCA); el Diseño Completamente al Azar (CA) no es recomendable en general debido a la falta de homogeneidad que es de esperar en fincas de agricultores.

Las combinaciones factibles al considerar un ciclo de un año se incrementan apreciablemente y hacen bastante complejo el manejo de la información. Si se supone que el tiempo que permanece cada cultivo en el campo es de 3, 4, 5 y 12 meses para el frijol, maíz, camote y yuca, respectivamente, se observa que hay posibilidad de combinaciones para otro cultivo o asociación después de cosechar lo que existía en la mayoría de las parcelas; en efecto, sólo aquellos sitios ocupados por yuca no permitirían otra siembra, pero aún en parcelas con yuca es factible sembrar otro cultivo intercalado. El objetivo del experimento consistiría precisamente en averiguar cómo se comportan los sistemas formados por las diferentes combinaciones y sacar conclusiones sobre el comportamiento esperado de otras combinaciones (que podrían incluir cultivos diferentes a los considerados en el experimento) con características similares, bajo condiciones comparables.

Es posible tener información, que puede analizarse por separado, para cada cultivo en cada siembra y sacar conclusiones para cada cultivo, por ejemplo, rendimiento del maíz en cada tratamiento en que estuvo presente. Sin embargo, puede ser más importante considerar el comportamiento de los sistemas durante el año agrícola o el ciclo que se

escoja como básico.

Con los cultivos del ejemplo podría suponerse un ciclo de un año si la yuca se cosecha a los 12 meses. La unidad experimental correspondería a lo obtenido en el año en cada parcela y el tratamiento sería el sistema (combinación) utilizado.

La recomendación anterior hace necesario en muchos casos utilizar una variable que reduzca a un término común alguna información de cada cultivo. No sería muy útil, por ejemplo, sumar el peso fresco de la cosecha del camote y del frijol de una parcela, así como tampoco comparar el rendimiento de la yuca con el del maíz; sin embargo, es muy útil considerar variables como biomasa total, peso seco del producto comestible, proteína total, carbohidratos o energía, producidos por la parcela durante el ciclo; también puede considerarse el valor total de la producción, para precios dados de los productos de cada sistema bajo experimentación, que permita realizar un análisis económico.

Cuando estos experimentos son de tipo preliminar o exploratorio pueden utilizarse pocas repeticiones (por ejemplo dos) y es suficiente medir pocas variables (por ejemplo: rendimientos total y comercial, población inicial, población final) e incluir un número relativamente grande de combinaciones (arreglos o sistemas). Como resultado de estos experimentos se pueden elegir algunas combinaciones para estudiar mejor su comportamiento en experimentos analíticos; es posible que se decida no incluir algunos cultivos ensayados en la etapa exploratoria por falta de adaptación, por no tener información suficiente sobre su manejo, o porque se obtuvo alguna información que no lo hace recomendable.

En los experimentos analíticos se debe considerar variables de la planta, el suelo y el clima para ayudar a explicar mejor la respuesta de los sistemas. Aún cuando los sistemas a probar no forman un patrón definido, que permita cuantificarlos o clasificarlos fácilmente, debe considerarse como una meta sacar conclusiones que hagan posible inferir con alguna confiabilidad sobre el comportamiento en condiciones similares de sistemas con características determinadas. En otras palabras, si bien las conclusiones que se saquen sólo son directamente aplicables a los sistemas probados y para condiciones iguales a las del experimento las observaciones adicionales y un proceso de razonamiento lógico deben hacer posible formular hipótesis sobre comportamiento de clases de sistemas similares a algunas de las estudiadas. Puede también averiguarse sobre comportamiento de clases de cultivos bajo condiciones determinadas.

#### B- Arreglos Espaciales de Cultivos

Después de seleccionar las combinaciones de cultivos más promisorios quedan por averiguar otros aspectos relacionados con el arreglo de esos cultivos en el campo y su distribución en el tiempo.

El arreglo espacial determina en gran parte la respuesta del sistema en forma directa, también por la interacción con factores ambientales y de manejo. Por ejemplo, para monocultivos, al reducirse la distancia entre plantas, partiendo de distancias grandes, aumenta el número de plantas y el rendimiento por unidad de superficie; inicialmente podría esperarse un aumento en rendimiento proporcional a la densidad de población, sin embargo, al reducirse la distancia comienza a presentarse e

incrementarse la competencia que reduce en forma creciente el rendimiento por planta. Esta competencia puede ser por luz, agua o nutrientes. Al considerar cultivos asociados se acentúa lo mencionado arriba por los efectos de competencia interespecífica.

Los efectos de competencia por agua y nutrientes son más marcados y comienzan a presentarse a menores densidades en zonas secas no irrigadas y en suelos pobres no fertilizados que en suelos con más agua o más nutrientes. Se observa entonces la influencia de dos factores sobre la respuesta a arreglos espaciales. La competencia por luz dado un arreglo espacial puede depender de la época del año y de la arquitectura de las plantas.

Los experimentos sobre arreglos espaciales pueden ser muy importantes por lo menos como base para continuar el resto de la investigación agrobiológica. Estos experimentos pueden permitir recomendaciones específicas para los sistemas estudiados y, además, permitan sacar algunas conclusiones generales sobre respuesta que se espera en algunos sistemas que incluyen cultivos similares a los estudiados. Por ejemplo, qué esperar cuando se siembra una gramínea de porte alto asociada con una leguminosa trepadora.

Los experimentos podrían incluir variaciones en distancia entre surcos, entre plantas o ambos. En algunos casos, como por ejemplo con maíz o frijol, puede tener como otra variante el número de plantas por sitio. Con cultivos asociados podría cambiar el arreglo de un cultivo dejando fijo el de otros o podría cambiar el arreglo de todos. Se espera con estos experimentos tener información sobre los patrones de

respuesta de algunas variables de interés en cada cultivo o en el sistema al variar los arreglos espaciales (las distancias o densidades) de ese cultivo o de los otros; esto representaría efectos de competencia intra e interespecífica.

Es posible, midiendo algunas variables del suelo, planta y ambiente, tener información sobre la importancia de la competencia por agua, nutrientes y luz. En muchos casos puede cuantificarse cada uno de los tres tipos de competencia; con base en esto pueden hacerse inferencias sobre nuevos arreglos o manejo de algunos de los sistemas ensayados que incluye variar algunos de los factores que se mantuvieron fijos (por ejemplo fertilización). Esto da origen a hipótesis a probar en experimentos posteriores.

Es común que al sembrar un sistema haya pérdidas de plantas por mala germinación, o por ataque de enfermedades o insectos en etapas tempranas de desarrollo de los cultivos; además, se pierden plantas por daños mecánicos al efectuar las labores de manejo (deshierbas, aporque, raleo, etc.). Puede ocurrir que en las parcelas se tengan arreglos espaciales o poblaciones de plantas que en realidad no corresponden a las planeadas; esto se agrava al considerar que al pasar de una repetición a otra hay diferencias apreciables de población entre parcelas que se supone tienen el mismo tratamiento.

Cualquier conclusión que se saque estará viciada en la medida que cada parcela no representa el tratamiento que se supone representa. Por ejemplo, si se pierden cuatro "golpes" de un total de 20 en una parcela se terminará con un tratamiento diferente al que se planeó;

cualquier ajuste que se haga para "corregir" por población está en contra de la suposición de que existe interacción originada por la competencia.

Cuando, por ejemplo, se tiene un experimento de fertilización y se pierden plantas se está afectando la precisión de las comparaciones pero cada tratamiento conserva su esencia; se ha perdido precisión pero, en general las comparaciones no son viciadas. En un experimento sobre arreglos espaciales la pérdida de plantas es grave porque afecta a la esencia del tratamiento mismo en forma aleatoria cuando por hipótesis, se supone que hay efectos diferenciales debido al arreglo espacial de los cultivos.

En estos experimentos hay muchas posibilidades para considerar ya que las distancias entre plantas del mismo cultivo son variables continuas y si se consideran varios cultivos las combinaciones posibles aumentan, mucho más si se considera la posición relativa de un cultivo con relación al otro o a los otros.

Lo lógico entonces es reducir el número de alternativas a probar y escogerlas de modo que se puedan sacar inferencias validas dentro de un ámbito de interés.

Por otro lado, debe maximizarse la información útil que va a suministrar el experimento, para lo cual se recomienda tener en cuenta, entre otras, las siguientes sugerencias:

1. Utilizar un mayor número de arreglos (distancias entre surcos y entre plantas, por ejemplo), para los cultivos de los cuales se conoce menos al respecto. Por ejemplo, se tiene el sistema maíz camote en

una región donde se siembra maíz pero el camote es poco común: se podrían recomendar tratamientos correspondientes a combinación de dos distancias entre "golpes" de maíz (manteniendo fija la distancia entre surcos) y dos distancias entre surcos y tres distancias entre plantas de camote.

2. Cuando se tiene poca información en un área dada o en una similar podría ser conveniente escoger una gama de variación de distancias relativamente amplia, por ejemplo, de 20 cm a 1 m entre plantas de frijol lima, pero escogiendo pocas distancias para comparar, por ejemplo 20, 60 y 100 cm. Cuando se tiene mayor información debe trabajarse dentro de un ámbito de variación más reducido.

3. Debe hacerse esfuerzos para mantener la población de plantas lo más cercana posible a la teórica. Esto puede requerir siembras más densas (por ejemplo más semillas por "golpe") y mayor cuidado al raleo y otras operaciones. Puede recurrirse a trasplante de material sembrado simultáneamente con el experimento, que se utilizará para reemplazar plantas perdidas.

#### C- Arreglos cronológicos

Se pueden distinguir dos grupos de experimentos sobre arreglos cronológicos; a) fechas de siembra en términos absolutos para averiguar las más adecuadas para desarrollo y producción del sistema o de los cultivos que lo forman; b) épocas relativas, dentro de un margen determinado, para la siembra de un cultivo con relación al otro, o los otros (asociación, relevo, rotación).

Para sistemas de cultivo en los trópicos, los arreglos cronológicos están relacionados con el patrón climático. La distribución de lluvias es el factor más importante para determinar las épocas de siembras de los cultivos o los sistemas; sin embargo, de un año a otro el patrón de distribución cambia, lo cual impide precisar fechas para siembra o para ejecutar labores en el sistema de cultivos. Cuando se consideran fechas debe tenerse en cuenta la aclaración anterior ya que cualquier inferencia debe hacerse con relación al patrón de distribución de las lluvias (en algunos casos pueden ser importantes otros factores del clima).

Antes de diseñar un experimento sobre arreglos cronológicos debe de **obtenerse** información sobre los requisitos totales y para las diferentes fases de crecimiento en cuanto a agua, luz y temperatura por parte de los cultivos que se consideran. Por otra parte, debe tenerse información sobre las características del ambiente en cuanto a esos factores; los patrones de distribución de lluvias, temperatura y radiación deben servir para escoger diferentes alternativas para probar en ese experimento. Puede, por ejemplo, tenerse un gráfico de distribución de lluvias y superponer a éste varios arreglos correspondientes a diferentes opciones de épocas de siembra de los cultivos en los cuales estamos interesados como parte de los sistemas como se ilustra en la Figura A.

Generalmente la cosecha no debe coincidir con períodos lluviosos que favorecen el ataque de bacterias y hongos o dificultan la cosecha y secado. Por ejemplo, para el arroz, es importante evitar que la época

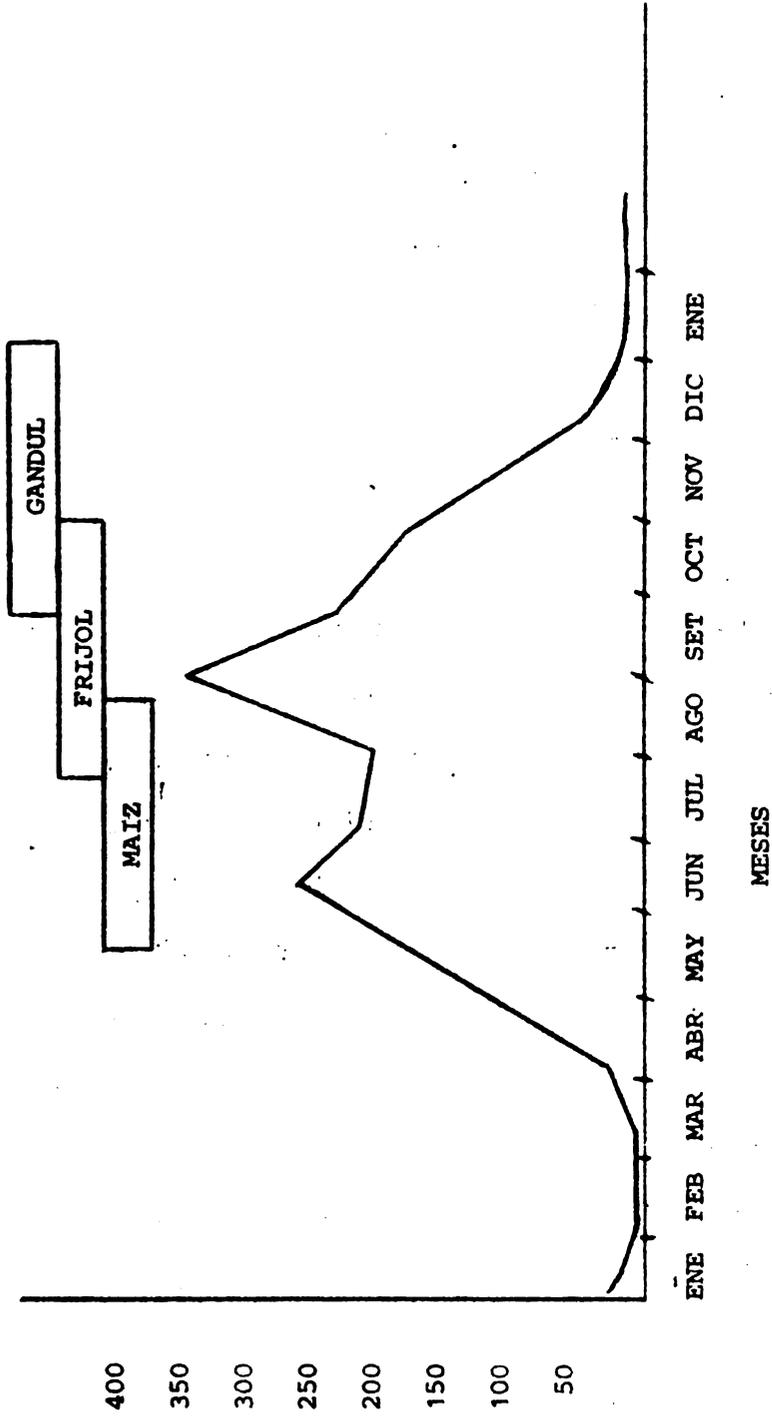


Fig. A Distribución de lluvias y época de crecimiento de tres cultivos.

de cosecha coincida con períodos con mucha precipitación, esta precaución es aplicable con más fuerza al caso del frijol. Otro ejemplo es el caso de la yuca, donde es recomendable que la cosecha no corresponda con un período largo de sequía debido a la dificultad para la cosecha, sobre todo si los suelos no son de textura liviana.

Para algunos cultivos es importante la longitud del día y el patrón con relación a número de horas de luz; el comportamiento de esos cultivos puede variar apreciablemente por ese factor y lleva a la consideración de si deben utilizarse variedades sensibles o insensibles al fotoperíodo, si existen.

Con relación a arreglos cronológicos es común que se presenta confusión sobre qué es lo que debe investigarse. Se recomienda dedicar suficiente tiempo a aclarar los objetivos del trabajo después de considerar por separado los diferentes elementos del problema. Por ejemplo, debe quedar claro si lo que se quiere averiguar es la posibilidad de obtener rendimientos aceptables al sembrar en una época determinada o si se quiere averiguar las épocas de siembra que aseguran una mayor producción del sistema. También debe considerarse si se puede separar el factor distribución de lluvias de otros factores que pueden estar relacionados parcialmente con ésta (p.e. plagas, enfermedades, malezas) o con la longitud del día, temperaturas, estado de crecimiento de otros cultivos, etc.

Una recomendación tentativa de la secuencia de estos trabajos podría ser:

- a) Averiguar si los cultivos pueden sembrarse en una época que se considere como la más adecuada.

- b) Averiguar el comportamiento del sistema en diferentes épocas de siembra y relacionarlo con factores del ambiente.
- c) Averiguar el efecto individual y la interacción de varios factores que a través del tiempo inciden sobre el sistema.

La situación expuesta en el paso a), se presenta, por ejemplo, cuando hay interés en incluir algún cultivo nuevo en un sistema o se prueba un sistema en una época diferente de la que es tradicional. El paso b), para ayudar a optimizar con relación a época de siembra considerando el ambiente como algo integral inmodificable. El paso c), permite considerar alternativas de manejo que puedan complementar a los factores no modificables del clima; por ejemplo, un cultivo no produce buenos rendimientos porque es atacado por una plaga relacionada a su vez con factores climáticos y bióticos, pero cuando no se presenta la plaga o cuando se la combate, los rendimientos son altos. En este caso podría ser recomendable en un experimento de épocas de siembra dar la protección a los cultivos contra la plaga o comparar tratamientos con y sin control de plagas.

Otra consideración que debe tenerse, es que cuando se siembra el mismo sistema en diferentes épocas (por ejemplo, cada mes en doce épocas de siembra) en un experimento se tiene una situación anormal para las parcelas ya que tienen como vecinas a parcelas que están en diferente estado de crecimiento y pueden influir sobre la población de insectos, malezas o enfermedades. Al no proteger los cultivos se está permitiendo que influyan, sobre las parcelas de algunos tratamientos, factores que no son los que normalmente incidirían si todas las parcelas se hubieran

sembrado en la misma época. En estos casos podría ser recomendable dar la protección necesaria a los cultivos para saber la respuesta a factores físicos del ambiente. En experimentos posteriores se consideraría el aspecto biótico del ambiente.

Cuando se tiene cultivos asociados puede ser muy importante la fecha de siembra de un cultivo en relación con la fecha de siembra de los otros en la parcela. En esta situación lo importante es la competencia entre cultivos. En general la competencia para un cultivo será mayor cuando se siembra más tarde con relación a aquellos con los cuales está asociado; esto también depende de las condiciones ambientales (p.e. distribución de lluvias) dentro del lapso en el cual crecen los cultivos.

Las decisiones sobre cómo combinar las fechas relativas dependen de los cultivos involucrados, condiciones ambientales que requieren, tipo de competencia entre los cultivos, manejo que se les va a dar y material genético utilizado.

Cuando se comparan fechas relativas de siembra en una asociación (p.e. fecha de siembra del frijol con relación al maíz) debe evitarse mezclarlo con el efecto de las fechas absolutas. Por ejemplo, podrían escogerse tratamientos correspondientes a: a) siembra de frijol dos semanas antes del maíz; b) frijol una semana antes; c) frijol simultáneo con maíz; d) frijol una semana después. En el tiempo esto podría quedar así:

Tratamiento	Épocas de siembra (semanas)			
	1	2	3	4
1	F*		M*	
2		F	M	
3			FM	
4			M	F

\*F = frijol; M = maíz.

En este caso el maíz se ha sembrado en una sola fecha; las condiciones del clima asociados con esa fecha de siembra pueden ser muy diferentes de las condiciones una semana antes o una semana después, por ejemplo, pero no se tiene esa información. Por otro lado, las fechas absolutas de siembra de frijol van a influir además de las épocas relativas.

En resumen, se confunde efecto de épocas absolutas (clima principalmente) con el de épocas relativas (competencia principalmente). Una alternativa sería agregar tratamientos consistentes en monocultivos de frijol y de maíz, para cada una de las fechas de siembra en que están asociados, que permitan comparar el efecto de competencia (fecha relativa) y separarlo de efecto de clima (fecha absoluta). Existen otras posibilidades para aislar o considerar diferentes aspectos que pueden tenerse en cuenta dependiendo de cada situación particular.

#### D- Nutrición

En general, estos experimentos permiten averiguar la respuesta de los sistemas al estado de fertilidad de los suelos. Como un paso inicial se averiguará cuáles son los nutrimentos que en ese suelo limitan la producción del sistema; en etapas posteriores se trata de averiguar el grado de deficiencia de los nutrimentos (respuesta a fertilización) y el comportamiento de los sistemas a diferentes combinaciones de niveles de nutrimentos.

En este tipo de experimentos por lo general se actúa sobre el suelo que representan una fuente de entradas al sistema de cultivos. La forma más común de influir sobre la nutrición de los cultivos es por adición de nutrimentos o enmiendas al suelo; sin embargo, hay otras formas directas o indirectas. La siembra de leguminosas para fijar nitrógeno, o la práctica de algunas labores, que influyen sobre la disponibilidad de los nutrimentos o sobre la capacidad de las plantas para llegar a ellos afectan el estado nutricional de los sistemas lo cual se reflejará sobre los rendimientos.

La escogencia de los tratamientos dependerá en gran parte de lo que se conozca sobre el manejo y estado de fertilidad del suelo, así como de los factores (características de los cultivos, distribución de lluvias) que afectan el uso de los nutrimentos por los sistemas.

Con base en lo anterior se decidirá sobre cuáles nutrimentos deben ensayarse y las dosis que deben utilizarse. Esto, en muchos casos, permite hacer suposiciones sobre la posibilidad de interacciones entre los nutrimentos, lo cual a su vez permite escoger las combinaciones o

diseño de los tratamientos.

Cuando se quiere medir interacciones debe utilizarse un número de tratamientos mayor que cuando éstas no existen. Por otra parte, para obtener mayor información sobre respuesta a los nutrimentos es necesario escoger más niveles para probar y extender el ámbito de variación (separar los límites). Sin embargo, en experimentos preliminares en un área dada puede ser suficiente utilizar dos niveles (inferior y superior) para averiguar si hay respuesta (si el elemento es deficiente). En experimentos analíticos puede ser conveniente al principio, ensayar dosis superiores a las que podría considerarse recomendables desde el punto de vista económico. En experimentos posteriores el énfasis debe ser en dosis cercanas a un óptimo económico (que siempre son menores que el máximo biológico). En general, no conviene ensayar muchas dosis que difieran poco entre sí, ni usar límites demasiado espaciados.

Cuando se ignora si existe respuesta a un elemento, conviene utilizar un nivel cero (ausencia del elemento); cuando se sabe que existe respuesta y se tiene una idea aproximada de la magnitud de la respuesta para una dosis determinada no se justifica utilizar un nivel 0; es preferible utilizar dosis que ayuden a encontrar un nivel óptimo en vez de continuar utilizando niveles extremos para los cuales ya se tiene alguna información.

En los experimentos para encontrar dosis óptimas pueden hacerse experimentos en secuencia en los cuales la amplitud entre el máximo y el mínimo se haga menor y tenga como punto medio una dosis cercana a

la que se considere óptima. Sin embargo, no debe exagerarse la precisión con la cual se quiere estimar este óptimo. Por ejemplo, no se justifica aspirar a una precisión de 5 Kg/ha de N ya que hay otros factores que pueden hacer variar la respuesta en una magnitud mucho mayor, que pudieron estar afectando el resultado que se obtuvo en el campo. Es preferible en estos casos dedicar más esfuerzo a obtener mayor información sobre otros factores cuyo efecto se hace más importante cuando los otros nutrimentos están en niveles cercanos al óptimo.

Cuando se quiere ensayar más de un nutrimento debe decidirse cuáles combinaciones deben escogerse. Para esto hay varias alternativas que también pueden utilizarse al estudiar varios factores (variables de tratamientos) correspondientes o variables continuas y aún a variables discretas (ausencia, presencia) y no solamente para experimentos con fertilizantes.

1. Escoger todas las combinaciones posibles de las dosis que van a probarse para cada nutrimento; esto da origen a un arreglo factorial completo, que permite obtener información sobre el efecto de cada factor por separado y el efecto de las interacciones. Este arreglo de tratamientos es recomendable cuando se quiere averiguar efecto de interacciones además de los efectos de cada factor en general.

Desde el punto de vista de la cantidad de información este es un arreglo ideal. El inconveniente está en que el número de tratamientos necesarios puede resultar muy grande. Así, por ejemplo, si se quiere

trabajar con 5 factores, cada uno a dos niveles resultan 32 tratamientos; si se tuvieran 3 niveles de cada uno de los cinco factores se necesitarían 243 tratamientos. Por este motivo se recurre a otras opciones.

2. Escoger algunas combinaciones de tratamientos de acuerdo a alguna regla, como por ejemplo:

A. Eliminar combinaciones que se consideren de poco interés desde el punto de vista biológico o económico.

B. Eliminar combinaciones que no agreguen información como ocurre con tratamientos correspondientes a diferentes dosis de un elemento con una dosis de otro con el cual no interacciona.

Por ejemplo si se tienen los tratamientos A y B se podría formar con dos niveles de cada uno:

$A_1 B_1$              $A_2 B_1$

$A_1 B_2$              $A_2 B_2$

Si no existe interacción sería suficiente usar, por ejemplo:

$A_1 B_1$  y  $A_2 B_1$  para estimar efecto de A y  $A_1 B_2$  (con  $A_1 B_1$ ) para estimar efecto de B. En este caso se eliminaría  $A_2 B_2$ .

Si se consideran tres factores a dos niveles resultan 8 combinaciones:  $A_1 B_1 C_1$ ,  $A_1 B_1 C_2$ ,  $A_1 B_2 C_1$ ,  $A_1 B_2 C_2$ ,  $A_2 B_1 C_1$ ,  $A_2 B_1 C_2$ ,  $A_2 B_2 C_1$ ,  $A_2 B_2 C_2$ . Si el factor C no interacciona con B se podrían eliminar algunos tratamientos de modo que sólo queden:  $A_1 B_1 C_1$ ,

$A_1 B_1 C_2$ ,  $A_1 B_2 C_1$ ,  $A_2 B_1 C_1$ ,  $A_2 B_1 C_2$ ,  $A_2 B_2 C_1$ . En esta forma se tendrá información no confundida sobre el efecto de A, B y C y la

interacción **AB** y **AC**; la interacción **BC** se consideró nula lo mismo que **ABC**.

### 3. Factoriales confundidos y repeticiones fraccionarias.

Los factoriales confundidos permiten formar bloques relativamente homogéneos en el campo, con pocas parcelas. La variación dentro de bloques se hace más pequeña y la comparación entre tratamientos resulta más precisa. Esto se obtiene a cambio de pérdida de precisión en el cálculo de algunas interacciones (las que se han confundido) si la confusión es parcial; si la confusión de algunas interacciones es total, no puede estimarse el efecto de éstas.

Es posible tener experimentos en los cuales el número total de parcelas es una fracción del número de tratamientos que correspondería a un factorial completo. Con estos arreglos de tratamientos se pueden estimar efectos principales de los factores y algunas interacciones. En algunos textos de diseños de experimentos aparecen "planes" que pueden utilizarse en varias situaciones (Cochran & Cox, Petersen).

### 4. Considerar un arreglo geométrico de los tratamientos.

Se escogen niveles de tratamientos y combinaciones de estos que formen un arreglo geométrico con características específicas. Esto permite calcular funciones de respuesta que incluye el efecto lineal y cuadrático de los diferentes factores y las interacciones de los efectos lineales. Los llamados diseños "compuestos" o "compuestos rotables" (Cochran & Cox, 1957) pertenecen a este tipo así como el San Cristóbal.

### E- Protección Vegetal

Los trabajos en esta área pueden incluir estudio de la distribución espacial y temporal de las plagas, los patógenos y las malezas, el estudio de su biología, su efecto sobre los cultivos perjudicados y su modo de control, prevención o reducción del daño.

El papel de la protección vegetal es reducir las pérdidas por efecto de organismos perjudiciales a los cultivos, y por lo tanto depende de la presencia e intensidad del ataque de aquellos. Debe darse la suficiente importancia a conocer mejor las relaciones entre el clima, el tiempo, las condiciones de manejo, estado de crecimiento de los cultivos y la intensidad de ataque de organismos perjudiciales.

Los experimentos más comunes están relacionados con el control y pueden incluir alguna o varias de las siguientes alternativas:

- a) Prueba de productos (clase de ingrediente activo, concentración)
- b) Determinación de dosis efectivas
- c) Determinación de épocas y frecuencia de aplicación
- d) Determinación de formas de aplicación.

Algunas veces es necesario determinar niveles de infestación o daño a los sistemas de cultivos en experimentos que no tienen como finalidad el control de los organismos perjudiciales. Por ejemplo, en evaluación de variedades de cultivos, o comparación de épocas de siembra de una asociación.

Deben tenerse en cuenta algunas consideraciones de orden práctico al hacer experimentos de control entre los cuales puede citarse:

a) Solo tienen éxito estos experimentos cuando hay un nivel de infestación capaz de producir pérdidas comerciales de las cosechas. En muchos casos no se presenta infestación apreciable, los daños son muy bajos o prácticamente nulos y no es posible detectar diferencias entre tratamientos. Además, si entre los tratamientos no existe un testigo absoluto (sin control) se podría llegar a la falsa conclusión de que todos los tratamientos fueron muy efectivos.

En algunos casos es posible producir infestaciones artificiales o incrementar la intensidad de infestación sembrando variedades susceptibles en los bordes.

b) Debe considerarse que los insectos y microorganismos pueden moverse de una a otra parcela y causar infestaciones secundarias. Por ejemplo, los insectos de una parcela sin control de plagas pueden moverse a una parcela vecina y producir un ataque más intenso que el que se tendría si la parcela no hubiese recibido ningún control. Esto podría ocurrir en casos en los cuales el efecto residual del insecticida o fungicida es de corta duración. Es recomendable el uso de bordes suficientemente anchos en cada parcela y diseño experimental adecuado para reducir este efecto.

c) La distribución espacial de los insectos, malezas y microorganismos no es uniforme (ocurre "por parches") lo que causa diferente nivel de infestación natural en las parcelas y reduce la información sobre efecto de los tratamientos y la precisión del experimento en general. En algunos casos es posible medir el grado de infestación antes de

aplicar los tratamientos y utilizar esta variable para ajustar los cálculos con un análisis de covarianza. La infestación artificial también puede considerarse para reducir el efecto de este factor.

d) Al aplicar productos químicos en experimentos para comparar formas de control debe tenerse cuidado para evitar que los productos aplicados en una parcela lleguen a otra. El viento puede desplazar los productos químicos y confundir los resultados del experimento, porque algunas parcelas estarían recibiendo tratamientos diferentes de los supuestos, debido a la contaminación.

Igual que para b), se hace conveniente dejar en las parcelas bordes más grandes de los comunes para pruebas de variedades o de fertilización.

e) Las distribuciones de probabilidad de las poblaciones de insectos, microorganismos y malezas no son normales por lo general. Se hace necesario hacer una transformación de los datos para obtener una distribución normal que permita aplicar las pruebas de hipótesis generalmente asociadas con el análisis de varianza. Cuando se tiene número de microorganismos ( $X$ ) en muchos casos es satisfactoria una transformación a una variable ( $Y$ ) correspondiente al logaritmo de  $X$  ( $Y = \log. X$ ); para algunas especies de insectos esta puede ser satisfactoria. Para otras especies de insectos, así como para malezas puede ser preferible tomar

$Y = \sqrt{X}$  ó  $Y = \sqrt{1 + X}$ , ó  $Y = \sqrt{1/2 + X}$  donde X es el valor original.

Cuando los datos se expresan en % (por ejemplo: X = % de plantas infestadas) es recomendable transformar los datos tomando  $Y = \arcsin \sqrt{X}$ , especialmente cuando hay gran variabilidad entre estos y si están cercanos a 0% ó a 100%.

#### F- Manejo

Los tipos de experimentos mencionados antes dan información sobre la adaptación de algunos sistemas a determinados ambientes, sobre el estado nutricional de los suelos y requerimientos de los sistemas así como la información relativa a factores bióticos externos que tienden a reducir los rendimientos del sistema (plagas, enfermedades y malezas), y sobre los factores que inciden en la magnitud del ataque o del daño y sobre posibles formas de reducir o eliminar ese daño.

En los experimentos sobre manejo generalmente se comparan recomendaciones en forma de prácticas o labores ejecutadas sobre el suelo o los cultivos, en respuesta a factores modificables o no modificables, basadas en lo que se ha podido averiguar en los otros tipos de experimentos; sin embargo, es común que se realicen estos experimentos sin adecuado conocimiento del comportamiento del sistema a factores ambientales o a los que pueden regularse por el agricultor. Pueden incluir tratamientos utilizados en otros tipos de experimentos, pero en esta sección se hará énfasis en experimentos correspondientes a prácticas o labores que realiza el agricultor o alternativas que se consideren promisorias.

Los experimentos más comunes de manejo se hacen para averiguar respuesta a tratamientos en que varían factores modificables que influyen

sobre el rendimiento de los cultivos. Por ejemplo, fertilidad de suelo, ataque de plagas, enfermedades y malezas y competencia entre cultivos.

En muchos casos se requiere considerar más de un factor en cada experimento teniendo en cuenta que la interacción entre estos puede ser importante. Se puede tener, por ejemplo, un experimento en el cual se comparan combinaciones de varias formas de preparación (laboreo) del suelo antes de la siembra y aplicación de herbicidas; también es común tener combinaciones de densidades de siembra, formas de aplicación de fertilizantes y época de aplicación. Vale la pena tener en cuenta, además, que un tratamiento (p.e. laboreo) puede influir sobre varios factores (humedad del suelo, insectos, malezas, etc.) que a su vez inciden sobre la respuesta del sistema.

Los diseños experimentales y los tratamientos que deban utilizarse dependerán de los objetivos del trabajo. Se recomienda utilizar el diseño más simple que sea factible, teniendo en cuenta la naturaleza de los tratamientos (puede ser necesario utilizar parcelas divididas o subdivididas).

La escogencia de los tratamientos puede presentar dificultad ya que en muchos casos se debe escoger de entre un número elevado. Además de arreglos factoriales o sus variantes pueden considerarse otros criterios para seleccionar tratamientos entre los cuales se mencionarán: el "método del factor faltante", el "método del factor adicional" y el "método de la resta acumulada", que son aplicables a experimentos en fincas de agricultores y pueden recomendarse principalmente en experimentos exploratorios o en los de validación. Existen por supuesto otras

posibilidades que pueden ser recomendables en casos específicos.

1) Método del factor faltante:

Se parte de un tratamiento con los factores a probar en sus niveles altos (p.e. recomendados); los demás tratamientos se forman restando un factor diferente cada vez. Si se consideran 4 factores se parte de aquel que tiene los cuatro en sus niveles altos (o recomendados) y se obtendrá:

Nó.	Tratamiento
1	R (el recomendado)
2	R-A (el recomendado menos el factor A)
3	R-B (el recomendado menos el factor B)
4	R-C (el recomendado menos el factor C)
5	R-D (el recomendado menos el factor D).

Este tipo de experimentos es adecuado para pruebas de validación y ajuste de tecnologías y se puede utilizar cuando se ha llegado a recomendaciones para un sistema y se quiere hacer ajustes en busca de alternativas más económicas o más prácticas.

Si por ejemplo, el tratamiento R-B, produjo resultados esencialmente similares el tratamiento R, se podría recomendar R-B que generalmente implicará menor costo. Si ocurre que R-B y R-C dieron diferencias significativas con relación a R, existe aún la duda sobre que pasaría si se utilizara una tecnología en que a R se le resta B y C simultáneamente. El efecto de B y C podría ser aditivo o podría existir algún tipo de interacción de la cual no se obtiene información. También po-

dría ocurrir algo similar si R-B y R-C no difieren significativamente de R.

Esta forma de elegir los tratamientos sería adecuada y sin riesgos de conclusiones erradas cuando se estudian factores independientes (que no interaccionan).

Es conveniente, y a veces indispensable, utilizar un tratamiento que corresponda al manejo del agricultor el cual en muchos casos podría corresponder al recomendado ("en prueba") menos los demás factores. (En realidad, debe entenderse que los factores no se restan sino que se "consideran", "usan" o "aplican" en su nivel más bajo o "básico").

## 2) Método de la resta acumulada

En este caso los tratamientos se forman partiendo del tratamiento con los niveles o alternativas recomendadas que se van a estudiar (que representen un cambio con relación al sistema del agricultor); los demás tratamientos corresponden a alternativas en que se van restando las alternativas recomendadas de modo que al final de ese proceso se llegue a un tratamiento que corresponde al del agricultor o a uno básico.

Para cuatro factores en consideración se tendría, por ejemplo:

- 1 - R (recomendado)
- 2 - R-A
- 3 - R-A-B
- 4 - R-A-B-C
- 5 - R-A-B-C-D (básico).

En este tipo de experimento la información obtenida depende del orden en que se consideren los factores a restar. Esta escogencia

puede a su vez depender, entre otras, de consideraciones socio-económicas o agronómicas.

Al considerar aspectos económicos, por ejemplo, reducción de costos de producción con relación a una tecnología recomendada podría ordenarse los factores de acuerdo a su costo y eliminar primero aquel que es más costoso; en esta forma se tendrá más información sobre el efecto de este factor y de sus interacciones con los demás; este proceso se continúa escogiendo cada vez el más costoso de los restantes factores para utilizar en su nivel básico.

Al considerar aspectos agronómicos (rendimiento, por ejemplo) debe tenerse en cuenta que si se comienza modificando al factor que más afecta los rendimientos, los tratamientos a continuación podrían no expresarse en forma adecuada. Por ejemplo: supóngase que al utilizar el factor A en su nivel mínimos o base ("eliminar A" = R-A) se produce una reducción en los rendimientos del 50%, con relación al recomendado ("R") y que al eliminar A y B (R-A-B) la reducción llegue a 55%. Podría ocurrir que, en realidad, el efecto de B sea mucho mayor que el 5% pero que no se expresa adecuadamente debido a que ya se ha producido una reducción fuerte por ausencia de A y existe interacción entre A y B. Sería recomendable, entonces, adoptar la alternativa de eliminar primero aquellos factores que se cree afectan menos los rendimientos.

### 3) Método del Factor Adicional

Otra alternativa consiste en partir de un tratamiento con los ni-

veles bajos de insumos o tecnología (o ausencia de insumos) y formar los otros tratamientos con la adición de un insumo a la vez. Por ejemplo: Testigo (T = nivel bajo o tecnología del agricultor), T + A, T + B, T + C. Ejemplo: se quiere averiguar el efecto de la aplicación de N, P, K, y uso de una variedad mejorada a la tecnología del agricultor. Los tratamientos serían:

1. Tecnología del agricultor (T)
2. Tecnología del agricultor + N
3. Tecnología del agricultor + P
4. Tecnología del agricultor + K
5. Tecnología del agricultor + Variedad mejorada.

Podría considerarse también incluir un sexto tratamiento que corresponda a:

6. Tecnología del agricultor + Variedad mejorada + N + P + K, para tener información sobre el potencial de un sistema con todas las innovaciones.

Si se compara, por ejemplo, el tratamiento 1 con el 2 se tiene una estimación del efecto del N; al comparar el 1 con el 5 se tiene una estimación del efecto de cambiar la variedad. Estas comparaciones, sin embargo, no permiten tener una medida de las interacciones. Por ejemplo, no se podría saber si la respuesta a nitrógeno (N) con la variedad mejorada es igual a la suma del efecto del N y de la variedad mejorada por separado. A pesar de esta limitación es posible averiguar sobre la importancia de los factores que se incluyen en el experimento.

Al incluir el tratamiento completo (6) es posible estimar el efecto conjunto de los elementos que faltan en un tratamiento en comparación con el completo.

Puede tenerse un experimento que incluya los tratamientos que se utilizarían por el método del "elemento faltante" y los del "elemento adicional". Sin embargo, podría pensarse en usar el método del elemento adicional como una primera aproximación cuando se va a iniciar trabajos en un área o un sistema poco estudiado o conocido. El método del "elemento faltante" podría ser útil cuando se quieren hacer ajustes de recomendaciones existentes adaptadas de otra área o cuando las prácticas recomendadas son difíciles de aplicar o resultan antieconómicas.

Debe quedar claro que con cualquiera de las dos formas no se puede averiguar mucho sobre interacciones, pero este es el precio que debe pagarse por reducir el número de tratamientos.

#### IV. TECNICAS EXPERIMENTALES DE CAMPO

##### A) Tamaño, forma y orientación de las parcelas

Las parcelas en fincas de agricultores deben ser pequeñas debido al poco terreno disponible, sin embargo, no deben tenerse parcelas de menos de diez metros cuadrados y debe considerarse como satisfactorias parcelas útiles de 20 m<sup>2</sup>.

Para experimentos en campos de agricultores hay gradientes determinadas por la posición en una pendiente, por variación en la pendiente,

distancia a un canal, a una carretera o camino, profundidad variable de capas impermeables o del nivel freático, etc.

Si en el terreno existe alguna gradiente (p.e. fertilidad, humedad, pendiente) las parcelas deben ser largas y angostas orientadas con su eje más largo en el sentido de la gradiente de modo que cada parcela participe de los diferentes niveles de la gradiente y en esta forma no haya diferencia apreciable entre parcelas dentro de bloques, como se muestra en la Figura C.

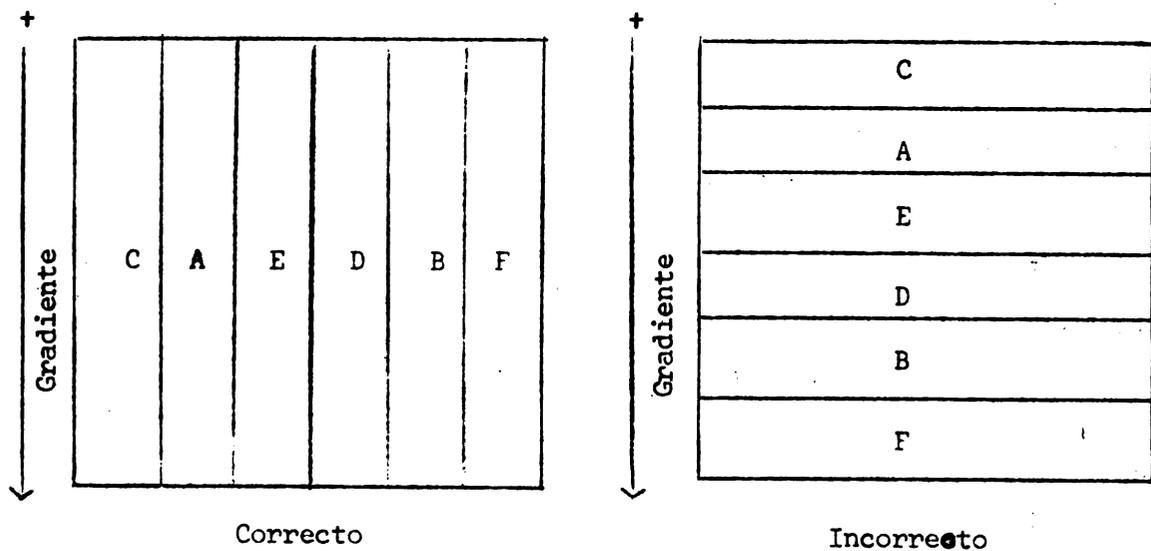


Figura C. Orientación de las parcelas en una gradiente.

Más importante que la forma es la orientación de las parcelas. Por otra parte, si el terreno es homogéneo la forma y orientación de las parcelas no es importante. Sin embargo, es poco probable tener terrenos homogéneos en fincas de agricultores de escasos recursos.

#### B- Número de tratamientos y repeticiones

El número de tratamientos en fincas de agricultores debe mantenerse bajo por limitación en área disponible y para hacer más fácil el manejo. Se considera como conveniente un número de tratamientos para experimentos analíticos entre 5 y 10; no debería ser inferior a 3 ni superior a 20. En el caso de pruebas preliminares de variedades de algunos cultivos podría llegar a 25 pero con dos o tres repeticiones y parcelas más pequeñas.

El número de repeticiones en un experimento depende de la magnitud mínima de las diferencias entre tratamientos que se quiere detectar como significativa, de la precisión típica del experimento (varianza o coeficiente de variación), y de la probabilidad de error que se quiera usar. Si se pueden cuantificar estos factores se puede utilizar la siguiente fórmula como guía para decidir sobre un número adecuado de repeticiones.

$$r \geq \frac{(t_1 + t_2)^2 \cdot C^2}{d^2}$$

donde:

r = número de repeticiones

C = coeficiente de variación de experimentos similares en el área.

$d$  = diferencias entre promedios de tratamientos que se desea detectar, expresada como un porcentaje con relación al promedio del experimento.

$t_1$  = valor de  $t$  de las tablas para nivel de significancia escogido (probabilidad de error tipo I) y grados de libertad correspondiente al error.

$t_2$  = valor de  $t$  de las tablas para  $2(1-P)$  donde  $P$  es la probabilidad de detectar diferencias significativas cuando realmente existen.

Una fórmula aproximada es:

$$r \geq 10 \left( \frac{c}{d} \right)^2$$

Es frecuente que no se conozcan los valores de  $C$  en un área dada, o que el investigador tenga dificultad en escoger un valor de  $d$  adecuado. Por este motivo las fórmulas anteriores son utilizadas con poca frecuencia y se recurre, para generalizar, a prescribir un número estándar de repeticiones. Es recomendable hacer el esfuerzo por consultar sobre los coeficientes de variación y sobre todo poder decidir cuál valor de  $d$  puede considerarse como satisfactorio.

El coeficiente de variación depende del tamaño (forma y orientación) de las parcelas y de características inherentes al material experimental y del suelo, entre otros factores. No hay mucha información experimental para hacer recomendaciones de tamaño de parcela para combinaciones de cultivos en áreas específicas.

Al tener cultivos asociados se recomienda aplicar estas reglas por separado para cada cultivo y escoger el tamaño de parcela calcula-

do para el cultivo que requiere mayor área. En algunos casos se recomienda un tamaño de parcela intermedio, reduciendo la precisión requerida para el cultivo que necesitaría la mayor área.

Cada experimento en fincas de agricultores debería tener más repeticiones que las que se considerarían adecuadas en una Estación Experimental, para lograr una precisión determinada en las comparaciones de promedios, debido a que generalmente el campo del agricultor es más heterogéneo y la precisión es menor por unidad experimental. En experimentos analíticos se debe usar por lo menos seis repeticiones, que pueden repartirse en varias fincas. Se podría por ejemplo, tener 1 repetición cada una de seis fincas; también podría tenerse 2 repeticiones en cada una de tres fincas lo cual permitiría alguna conclusión para cada finca y además, comparar fincas y sacar conclusiones para el área de la cual las fincas son representativas. Con un diseño de bloques completos al azar se tendría la siguiente tabla de análisis de varianza general.

<u>F. de V.</u>	<u>G.L.</u>	
Fincas	$f - 1$	$r_i$ = número de repeticiones en la finca $i$ ;
Rep./Fincas	$\Sigma (r_i - 1)$	$t$ = número de tratamientos;
Tratamientos	$t - 1$	$f$ = número de fincas.
Error	$(\Sigma r_i - 1) \cdot (t - 1)$	

Para cada finca se tendrá:

<u>F. de V.</u>	<u>G.L.</u>	
Repeticiones	$r_i - 1$	$r_i$ = número de repeticiones en la finca $i$ ;
Tratamientos	$t - 1$	$t$ = número de tratamientos.
Error	$(r_i - 1) \cdot (t - 1)$	

### C- Area de parcela efectiva

Se supone que una planta ocupa espacio aéreo y en el suelo. El espacio que en efecto ocupa cada planta depende de su capacidad de desarrollo (factor genético), del suelo, factores ambientales y proximidad de otras plantas de la misma especie o de otras especies.

Se dice que hay competencia en las situaciones en que las plantas se desarrollan o producen menos que cuando están más distanciadas. En muchos casos, las plantas están sometidas a efectos de competencia cuando se siembran en forma comercial; puede decirse que esa es la condición normal y corresponde a una alternativa **deseable**. Esto se debe a que el efecto perjudicial de la competencia se compensa con creces por el aumento en el número de plantas por unidad de área, lo que hace que, por ejemplo, la biomasa total o el rendimiento sean mayores que en condiciones de menos competencia.

Por lo general, en las condiciones en que se siembran los experimentos hay un grado intermedio de competencia entre plantas. En algunos trabajos de selección genética, sin embargo, se acostumbra sembrar a distancias tales que el efecto de competencia es muy bajo.

En parcelas experimentales con monocultivos puede considerarse que el área ocupada por una planta competitiva tiene por límite la mitad de la distancia entre ésta y las plantas vecinas más cercanas.

En las Figuras E y F se presentan varias situaciones en cuanto a disposición de plantas en una parcela y se señala con líneas punteadas el área teóricamente ocupada por cada planta.

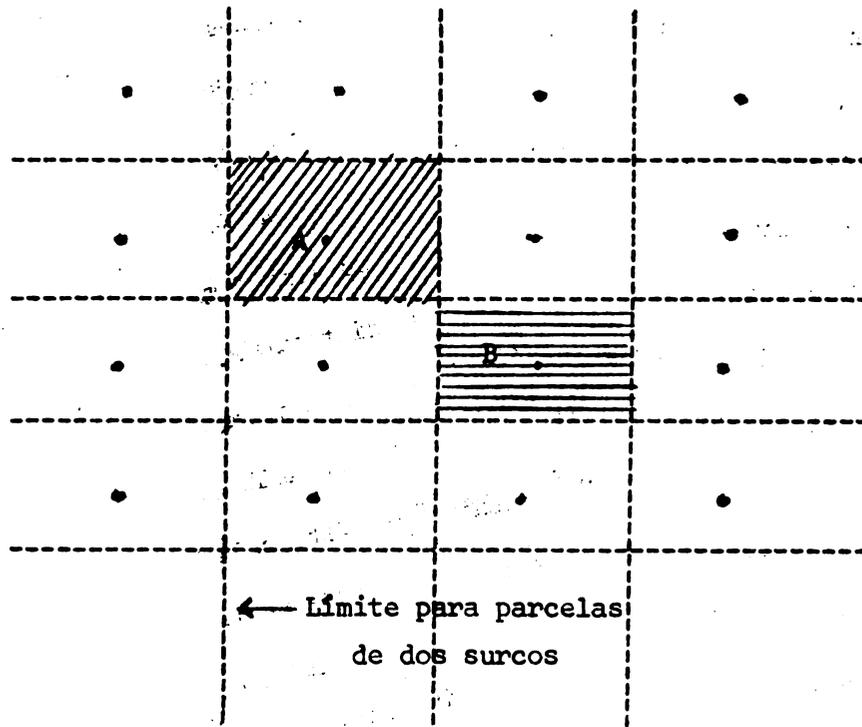


Fig. E. Área ocupada por la planta A (líneas oblicuas) y por la planta B (rayado horizontal). Plantas en cuadro.

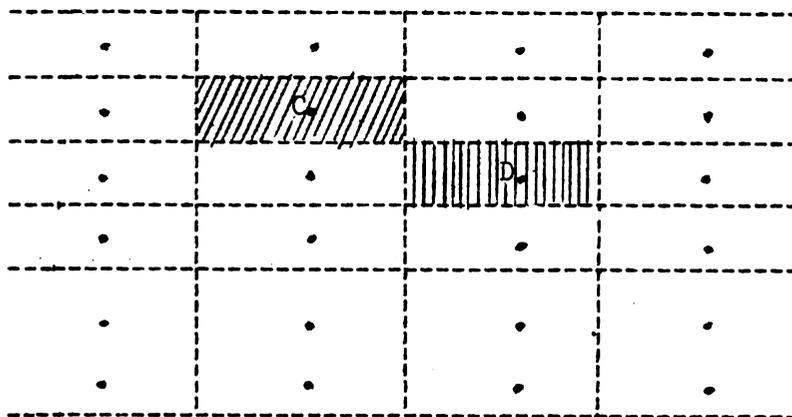


Fig. F. Area ocupada por la planta C (líneas oblicuas) y por la planta D (líneas verticales). Plantas en arreglo rectangular.

En experimentos con cultivos intercalados generalmente se considera por separado la densidad de cada cultivo y es común utilizar densidades para cada cultivo iguales a las que se utilizan en monocultivos.

En algunos casos puede ocurrir que se tengan parcelas efectivas para un cultivo diferentes de las del cultivo asociado en la misma parcela experimental. Esto no representa problema si los rendimientos de los cultivos se reducen a la misma unidad de área. Sin embargo, es preferible tener parcelas efectivas de igual tamaño para ambos cultivos.

Por ejemplo, se tiene una asociación maíz + yuca en la cual las

plantas de yuca están sembradas a una densidad de 10000 plantas/ha (1 m en cuadro) y los de maíz a 40000 plantas /ha (1 m entre surcos y 50 cm entre golpes de 2 plantas c/u) como se esquematiza en la Figura G.

Se puede suponer que la parcela efectiva está formada por surcos 3, 4, 5 y 6 (dos de yuca y dos de maíz) que representa la proporción de surcos correspondientes (si se tomasen solo los surcos 3, 4 y 5 se tendría el doble de surcos de yuca que de maíz). Haciendo caso omiso del maíz se tendría que el ancho efectivo de parcela de maíz tendría por límite los surcos de yuca 3 y 7. En ambos casos el ancho de parcela es de dos metros. Para efectos de limitar la parcela puede suponerse también que el límite izquierdo de la parcela está en un punto intermedio entre los surcos 2 y 3; por la derecha está entre los surcos 6 y 7. En ambas formas queda claro que se van a considerar como parte de la parcela efectiva los surcos 3 y 5 de yuca y los surcos 4 y 6 de maíz.

La importancia de determinar los límites correctos y la superficie de cada parcela efectiva es más notoria cuando los tratamientos a probar incluyen diferentes distancias o diferentes arreglos de los surcos. Si se mide incorrectamente el área de las parcelas las comparaciones entre tratamientos resultarán viciadas.

En el ejemplo anterior puede considerarse como la unidad básica de asociación a cada par de surcos adyacentes (en este caso uno de maíz y uno de yuca) con los límites ya definidos. En forma estricta el

problema radica en que es difícil decidir cuál debe considerarse como el área de influencia de un cultivo cuando está sembrado en surcos alternos con otro; en este caso se tomó como igual y como límite se supuso el punto medio de la distancia entre los surcos a cada lado de los surcos que limitan cada unidad básica. Por ejemplo, la distancia media entre los surcos 2 y 3, por la izquierda y la distancia media entre los surcos 6 y 7 por la derecha.

Si se supone un arreglo de maíz sembrado a 1 metro entre surcos con frijol intercalado a 50 cm entre surcos de frijol y a 25 cm de cada surco de maíz se tendría la siguiente alternación en el orden de los surcos:

M F F M F F M F F M F F M F ...

En este caso cada unidad básica está formada por el conjunto FMF; puede observarse que esta unidad es un arreglo simétrico de maíz y frijol. Los límites de esa unidad vendrán dados por la distancia media, a izquierda y derecha, entre el surco de frijol de la unidad y el surco de frijol adyacente, como se muestra en la Figura H. La parcela experimental útil puede estar formada por una o más unidades básicas.

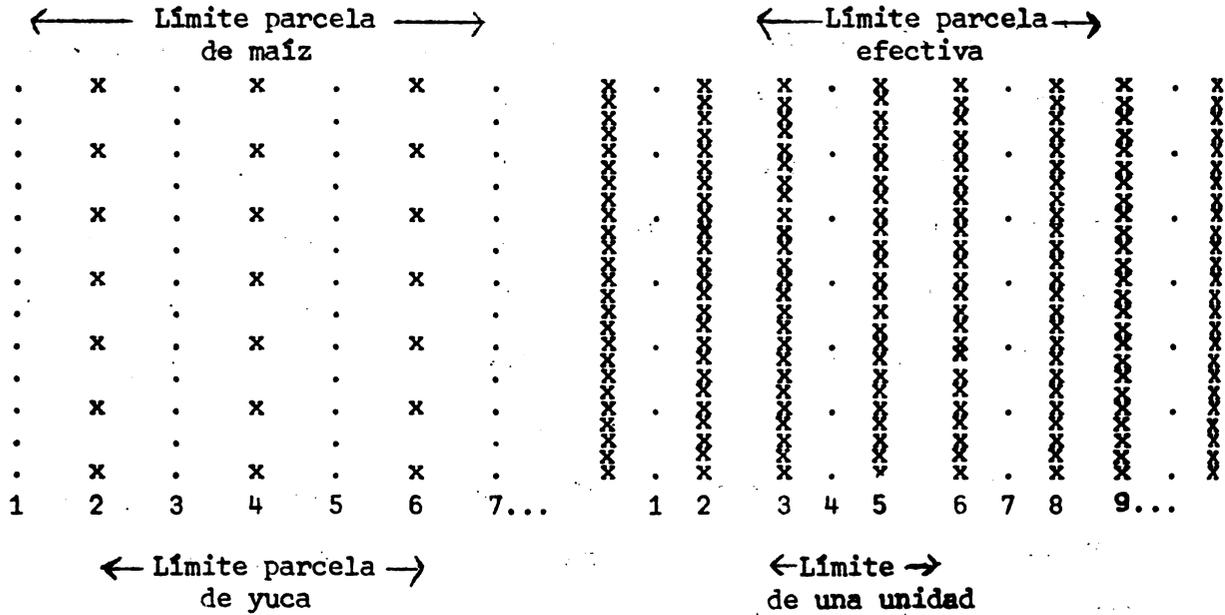


Fig. G. Parcela de cultivo asociado de maíz (x) y yuca (.). Fig. H. Parcela de asociación de maíz (.) y frijol (x).

D- Elección de sitios para experimentos

Los sitios experimentales deben formar una muestra representativa del área a la cual se quieren extender las conclusiones. Si existe en el área alguna gradiente identificable cuyo efecto se quiera estudiar pueden escogerse los sitios de modo que se tengan puntos representativos de diferentes valores de la gradiente.

Para determinar representatividad de un sitio con relación a un área pueden considerarse factores de clima y suelo. Los primeros se espera que tengan poco cambio de un lugar a otro dentro de un área de trabajo; además, por lo general no existe la información adecuada para los lugares que permita establecer esas diferencias si existen. Los

factores del suelo se espera que varíen de un sitio a otro dentro de un área de acuerdo a gradientes o por cambios bruscos.

a. Clima

1. Precipitación considerada en términos de cantidad (mm) anual y distribución a través del año, o mejor aún, dentro del ciclo de los sistemas de cultivos. La distribución es más importante que la cantidad total. Pueden presentarse variaciones apreciables de distribución de las lluvias entre puntos no muy distantes y aún cuando no estén separados por barreras físicas visibles.

2. Temperatura media (relacionada generalmente con altura sobre el nivel del mar). Para algunos cultivos puede ser importante la diferencia entre máxima y mínima diaria. Esta diferencia puede variar apreciablemente con la época de año en algunas zonas.

3. Radiación solar que depende en parte de la latitud, época de año (largo del día) y nubosidad en general. Es importante para algunos cultivos, y debe tomarse en cuenta al diseñar sistemas que consistan en combinaciones de cultivos.

4. Humedad relativa y vientos dominantes son factores importantes solo cuando en el área llega a valores extremos críticos.

b. Suelo

1. Relieve. Se refiere a la variación en las pendientes que producen irregularidades en el terreno (lomas, llanos, hondonadas).

2. Pendiente. Se refiere a la inclinación de la superficie del suelo con relación a la horizontal. Debe tenerse en cuenta que esta

inclinación es una variable de por sí, además es importante la posición del lote experimental en la pendiente (parte alta, media o baja).

3. Profundidad del suelo, considerada como espesor de la capa superior. Esta puede depender de la inclinación de la pendiente y de la posición a lo largo de la pendiente en terrenos inclinados; influyen además procesos erosivos, de formación y de manejo del suelo.

4. Manejo anterior, que afecta condiciones químicas, biológicas y físicas del suelo. Es preferible tener los experimentos en sitios que hayan tenido un manejo anterior similar al de los sistemas predominantes del área.

En general, cada experimento debe corresponder a un conjunto de condiciones identificadas que se presente con una probabilidad relativamente alta. Algunas de esas condiciones, como el clima, cambian en forma impredecible de un año a otro. Otros factores varían en el espacio pero son relativamente constantes en el tiempo como ocurre con topografía y suelos.

Después que se ha decidido trabajar en un área a la cual se van a extender las recomendaciones resultantes de la investigación o la validez de los resultados obtenidos es necesario escoger sitios que formen una muestra representativa de esa área.

Hay por lo menos dos formas en que se podrían tomar sitios, entre los cuales se pueden mencionar: a) seleccionar los sitios al azar, b) escoger los sitios de modo que representen determinado patrón.

La primera alternativa tiene muchas ventajas desde el punto de

vista de validez de los resultados "a la larga" pero requiere que se satisfagan condiciones que generalmente no pueden lograrse en este tipo de investigación. Algunas de esas condiciones serían: contar con mapas detallados, o una lista de fincas en el área; tomar una muestra de un tamaño determinado para aspirar a una determinada precisión (generalmente el número de sitios bastante mayor que el que se puede manejar). Desde el punto de vista operativo pueden resultar seleccionados sitios de difícil acceso.

Se recomienda, entonces, escoger sitios de modo que representen algunas combinaciones de condiciones típicas del área para trabajos cuyo objetivo es buscar alternativas mejores para los sistemas de cultivos en el área. Para estudios sobre respuesta de los sistemas a variaciones en algunas determinantes (que sería importante para extrapolación) se deben escoger los sitios de modo que representen diferentes valores dentro de la gradiente. Esto sugiere entonces la posibilidad de estratificar el área en subáreas homogéneas para tomar sitios representativos de cada área.

Las características deseables que deben tener los sitios experimentales son:

1. Facilidad de acceso desde el punto de ingreso al área o de la base de operaciones en el área (distancia, estado de las vías).
2. Localización con relación a otros sitios escogidos en el área.

Los sitios escogidos no deben estar muy dispersos (en términos de tiempo para llegar de uno a otro. Podrían formar una red o estar a lo largo

de una línea que corresponda a una gradiente. También aquí es importante la facilidad para desplazarse de un sitio experimental a otro.

3. Localizados en fincas de pequeños agricultores que estén interesados en ese trabajo y que muestren disposición a cooperar, que se debe reflejar en acciones concretas. Por ejemplo, que puedan colaborar en selección de alternativas a probar y en el manejo y cuidado del experimento.

4. Estar localizados por lo menos a 100 metros de carreteras pavimentadas o por lo menos a 50 metros de caminos de tierra transitables por automotores y por lo menos a 20 metros de otros caminos comunales.

Debe tenerse en cuenta la probabilidad de concluir los experimentos en forma satisfactoria. Esto depende, además de las condiciones del suelo y clima, del control que se tenga sobre otras variables que afectan el experimento, el cual a su vez depende del cuidado que se dé a éste por parte del grupo de investigación, y de la acertada cooperación por parte del agricultor.

Es importante escoger sitios donde se puede asegurar visitas frecuentes de los técnicos y/o ayudantes.

#### E- Escogencia de variables a medir

Los objetivos de la investigación deben ser los que determinen las variables que deben medirse en un experimento. Sólo se darán aquí algunas pautas para escoger las variables y se indicarán algunas que deberían considerarse en cualquier experimento en fincas de agricultores

o en una estación experimental.

A medida que aumenta el número de variables medidas, aumenta la capacidad potencial de obtener información para explicar el comportamiento del material, sin embargo, en muchos casos la información adicional suministrada por algunas variables no justifica el esfuerzo de medirlas y analizarlas; además, el incluir más variables se puede introducir confusión si no aumenta la capacidad para procesarlas y analizarlas por separado y en conjunto con las otras variables.

Como primera opción debe considerarse la medida de rendimientos de los cultivos, no sólo por la importancia para recomendaciones de tipo práctico sino porque representan la canalización del efecto de muchos factores que pudieron ser modificados por los tratamientos.

En los casos en que sea importante determinar rendimiento pero no sea posible medirlo, debe utilizarse una medida que presente alta correlación con éste. Sin embargo, cuando puede medirse el rendimiento no deberían medirse variables que se sabe están estrechamente correlacionadas con éste porque no se está ganando nueva información.

En muchos casos es indispensable registrar variables que sirvan para hacer ajustes a datos de rendimientos actuales de las parcelas. Entre esas se puede citar: "Población" o "Número de plantas por parcela", "Número de plantas cosechadas", "Número de tubérculos", "Número de mazorcas", etc.

Otras variables sirven para clasificar el producto en categoría

como por ejemplo: "Número de mazorcas sanas" o "Peso de granos dañados" o "Peso del producto comercial"; en otros casos se agrupa el producto en categorías excluyentes de acuerdo a criterios no muy objetivos, por ejemplo, la producción de camote puede separarse en categorías 1a, 2a, 3a y desecho. La utilidad de estas variables depende del tipo de estudio que se haga. Si, por ejemplo, se quiere tener información sobre la capacidad de producción de un cultivo no será indispensable tomar datos sobre calidad comercial; pero será recomendable si se va a hacer un análisis económico para comparar variedades o tratamientos que se espera puedan hacer variar el tipo del producto y si a cada calidad corresponde diferente precio.

A continuación se mencionan algunos criterios que deberán considerarse al escoger las variables que van a medirse. Para cada ejemplo a continuación se supone que las condiciones no mencionadas se mantienen constantes. Se presenta alternativas correspondientes a situaciones que no siempre ocurren por separado.

1. Debe medirse la variable en la que directamente estamos interesados siempre que sea práctico, como alternativa deben considerarse la(s) variable(s) que puede(n) medirse con facilidad y permite(n) estimar el valor de la variable en que estamos más interesados. Por ejemplo; alguien puede estar interesado en peso seco de la cosecha de frijol de una parcela para lo cual se registra: 1) el peso a la humedad de campo, 2) el % humedad de una muestra. Los valores obtenidos permiten calcular el peso seco de la cosecha o el peso de una humedad

stándard.

En otros casos, conociendo la función de regresión que relaciona a dos variables es posible tener una buena estimación de la variable en la que estamos interesados.

2. Si es necesario escoger entre dos variables que dan información sobre el mismo factor debe medirse la que:

- a) Es más fácil de medir, o
- b) Cuesta menos medirla, o
- c) Está sujeta a menos errores de medida, o
- d) Está sujeta a menos factores que afecten la precisión, o
- e) Puede medirse antes (más temprano), o
- f) Está más correlacionada con la variable más importante que no se ha medido.

3. En general, debe darse énfasis en medir las variables que varían más por efectos no aleatorios. Por ejemplo, no es recomendable registrar número de granos por vaina de frijol en un experimento de fertilización en una variedad si se sabe que esa variable está influenciada principalmente por la constitución genética de la planta y muy poco por las dosis de fertilizantes. (Esta variable podría ser importante como un componente de rendimiento al comparar variedades de frijol). Sería preferible medir número de varinas por planta.

En términos generales, deben medirse y registrarse variables relacionadas con las hipótesis que se están sometiendo a prueba. Si vale la pena medir una variable debe ser porque vale la pena probar

alguna hipótesis con relación a esa variable y por lo tanto, vale la pena analizarla e interpretar su comportamiento.

## COMENTARIOS Y PREGUNTAS

GONZALEZ: Quisiera preguntarle sobre el planteamiento que hizo usted de las estrategias para la experimentación en sistemas de cultivos. Usted presentó un listado de lo que es la combinación de cultivos, arreglos especiales, arreglos cronológicos, etc. ¿Eso está en orden de prioridad, o qué criterios se seguirían para establecer las prioridades entre esos tipos de ensayos?

ONORO: Los factores limitantes que se encuentran en el área, para los sistemas que se están estudiando o se quieren estudiar y la información disponible para esos sistemas, sugerirán un orden; sin embargo, si carecemos de esa información, probablemente lo más indicado sería comenzar probando sistemas de cultivo.

Si uno llega a una región nueva, primero trataría de ver cuáles sistemas de cultivo son los que pueden desarrollarse en esa región. luego los arreglos especiales y después, probablemente, los arreglos cronológicos. Quizá, aún cuando no se diseñe en esa forma, vamos a obtener la información en esa secuencia.

Lo de nutrición de los cultivos es algo que generalmente viene después, cuando ya se sabe cuáles cultivos se adaptan, y más o menos en qué forma o cuándo pueden sembrarse. A menos que haya información ya generada sobre deficiencias en esos suelos, una alternativa sería aplicar los nutrientes, de modo que la deficiencia no se presente, y dejándolo a un nivel uniforme, trabajar con otros aspectos de fertilización.

Respecto a plagas y enfermedades, el primer criterio que podemos usar para decir si un cultivo se adapta o no a una región, es que no sea muy atacado por plagas o enfermedades. Se supondrá que los que se eligieron como primera opción para seguir trabajando en ellos, son los que no han presentado muchos problemas de ese tipo. Entonces, la investigación que haya que hacer en esto será posterior, porque los problemas que se presenten serán posteriores.

Esa sería más o menos la secuencia en la cual se trabajaría, con un repito, comenzando en un área que sea desconocida. Si es un área conocida, probablemente no será muy necesario, trabajar sobre fertilización o con combinaciones de cultivo, si hay suficiente información sobre esto, para el área. Así ocurre, por ejemplo, en el altiplano de Guatemala, donde los agricultores tienen una asociación de cultivos que vienen manejando desde hace bastante tiempo, y no es necesario probar muchas más asociaciones. Quizá probar, sí, algunos arreglos especiales y algo de fertilización, de modo que podría comenzarse con esto.

Algo importante con relación a esto, es que debemos procurar usar al máximo la información disponible, y no tratar de comenzar desde el principio y repetir lo que otros han hecho. Eso implica que debemos estar leyendo publicaciones, buscando información no publicada, y en contacto con gente que hace este tipo de trabajos. No debemos esperar lo que dicen los libros, porque éstos salen muchos años después.

KASS: Creo que se puede variar el tamaño de las parcelas en un mismo experimento dentro del bloque; pero hay problemas si vamos a ~~comparar~~ monocultivos de hortalizas con su asociación con maíz. En el caso del maíz, muchas veces habrá necesidad de poner un surco doble en parcelas de 7 metros de largo. Mientras que el monocultivo de hortalizas puede sembrarse en una parcela de 7 m de ancho. Surgirán problemas con un experimento que tendría, en el mismo bloque, parcelas de diferentes dimensiones y formas.

ONORO: Hay problemas que surgen cuando se tienen parcelas de tamaños diferentes, que están relacionados con la precisión con la que se obtiene el análisis de variancia. Se supone que hay más precisión para parcelas más grandes, que para parcelas más pequeñas. Eso afecta la variancia asociada con cada tratamiento. Hay formas de manejar esto, haciendo una ponderación de acuerdo al tamaño de la parcela; en esta forma, hacemos un análisis con variancias homogéneas.

Si el tamaño de la parcela no varía mucho, no tenemos que preocuparnos por ese aspecto del análisis de variancia como tal. Lo único que se sugiere es expresar las medidas tomadas con respecto a un área unitaria (por ejemplo: Kg/Ha).

Ahora, si la variación es grande, hacemos el ajuste.

Otra cosa que podría intentarse es variar las dimensiones para que las parcelas sean más anchas, pero más cortas. Por ejemplo, usar una de 3 metros por 3 metros, y la otra de 5 metros por 2 metros. Eso tiende a reducir la diferencia de área de parcelas.

BEJARANO: Si fuésemos a evaluar nuestros experimentos a través del cálculo de los índices de eficiencia de la tierra, (LER, por ejemplo) ¿cree usted conveniente o aceptable que se calculen éstos a través de las producciones, rendimientos u otro, de pequeñas parcelas de experimentos, o habría que trabajar con parcelas más grandes, para obtener un índice más adecuado?

OÑORO: Al usar parcelas pequeñas, habría que poner cuidado en medir las variables para calcular estos índices. Yo diría que está bien usar el mismo tamaño de parcela; ahora, ocurre esto: el índice que uno está calculando, es un subproducto. En realidad, uno no mide el índice directamente sino que es un subproducto de las variables medidas que se incluyen. Así que quizá no se justificaría hacer un experimento especial sólo para calcular esos índices.

TREJO: ¿Qué tamaño de parcela considera suficiente para insectos de poco movimiento?

OÑORO: Depende del cultivo; diría, por ejemplo, que en maíz sería satisfactoria una parcela de 30 metros cuadrados. Ahora, podría presentarse el problema de que, al aplicar el insecticida, parte del producto vaya a las parcelas vecinas. Habría que cuidar la forma de aplicación para evitar ese riesgo en lo que sea posible. De todos modos, es conveniente, usar parcelas grandes, y dejar bordes suficientes para evitar infestación de una parcela a otra y el riesgo de contaminación cuando se prueban diferentes insecticidas.

EXPERIMENTACION AGRICOLA EN COSTA RICA

Mauro Molina Umaña\*

Estaciones experimentales

El Ministerio de Agricultura cuenta con 4 estaciones experimentales, correspondiendo tres de ellas a la rama agrícola-ganadera y una a la investigación pecuaria.

La Universidad de Costa Rica posee la Estación Experimental Fabio Baudrit, en Alajuela, y en menos de un año, está estableciendo otra en la zona de altura de los Volcanes Barba y Poás. En la Estación Experimental El Alto, compartida con el MAG, lleva a cabo trabajos experimentales de zootecnia.

Las tres estaciones experimentales de la Dirección de Investigaciones Agrícolas del MAG, cuentan con un Director y el personal técnico de los diferentes departamentos de la Dirección de Investigaciones que realiza los experimentos planeados de acuerdo a la política de desarrollo del agro costarricense. Se cuenta también con equipo agrícola, personal auxiliar y trabajadores de campo. El 66.7 del programa de investigaciones se está llevando a cabo en las propias fincas de los agricultores, lo que concuerda con la filosofía básica de por medio

---

\*Ing., Jefe Departamento, Sistemas de Cultivo y Mecanización. MAG, San José, Costa Rica.

de una investigación aplicada, resolver los problemas que a nivel de explotación o finca comercial, afectan la producción y productividad de la empresa agrícola.

Actualmente se trabaja en 38 cantones, ya que los experimentos para cultivo se hacen de acuerdo con las principales zonas ecológicas, lo que asegura a los agricultores nacionales la disponibilidad de tecnología que les permita mejorar sus empresas agrícolas. Se pone especial cuidado en la selección de los agricultores, para garantizar la obtención de los datos que se pretenden.

Los experimentos realizados en las fincas de los agricultores incluyen: evaluación de variedades e híbridos, fertilización, control de plagas y enfermedades, control de hierbas, y parcelas demostrativas.

#### Estaciones experimentales de la Universidad de Costa Rica

Se trabaja con pequeños agricultores para un mejor contacto, y con el principio de inculcar la educación agrícola; también se realizan ensayos en los campos experimentales de los Colegios Agropecuarios. Los funcionarios de la Estación Experimental Fabio Baudrit hacen incapié en los problemas que se les presentan en las parcelas experimentales, como pérdidas por descuido, robos, etc.

## Situación de la experimentación agrícola en algunos cultivos

### Café

En 1950 se inició un Programa de Investigación de Campo y Laboratorio y de Asistencia Técnica, para elevar la producción y productividad por área. Este programa tuvo una base muy importante en los Agentes de Extensión de STICA; ellos permitieron una magnífica interpretación y colaboración de parte de los agricultores medianos y grandes, con quienes, en estos momentos, se lleva a cabo el 95% de los experimentos de campo. El resto se hace en un campo experimental de reciente fundación. Desde luego la asistencia técnica es llevada a todos los agricultores, desde pequeños con áreas entre 0.7 a 9.8 has., hasta fincas mayores de 70 has.

Áreas de trabajo: mejoramiento genético, nutrición, combate de enfermedades, plagas y malas hierbas, sistemas de poda, sombra y otras prácticas de cultivo.

### Caña de azúcar

Se lleva a cabo con agricultores medianos (30 has) y en fincas cañeras grandes; en estos momentos no se están realizando experimentos en las Estaciones Experimentales.

Los agricultores pequeños copian o preguntan a las Centrales Azucareras y a las Cámaras de Cañeros, las nuevas técnicas y la información necesaria suministrada por los especialistas del MAG. Las áreas de trabajo son: introducción, evaluación y multiplicación de

las nuevas variedades e híbridos suministrados por campos experimentales productores de semilla, (Hawaii, Barbados, Colombia, México, U.S.A.) control de plagas, enfermedades y malas hierbas, prácticas culturales.

### Hortalizas

Sólo se hace investigación en la Estación Experimental Fabio Baudrit de la Universidad de Costa Rica. La realizan los estudiantes de Agronomía, y la transferencia de resultados y recomendaciones se hace por medio de hojas divulgativas. No existen trabajos en fincas de agricultores.

### Granos básicos

Los ensayos experimentales se hacen en las estaciones experimentales y en fincas de agricultores de las diferentes zonas ecológicas del país.

## RESUMEN

Si bien es cierto que con la experimentación agrícola hecha en conjunto en estaciones experimentales y fincas de agricultores se obtiene una ganancia de tiempo, se necesita una muy estrecha colaboración del agricultor y suficientes recursos económicos y humanos de la institución.

Hay una serie de ensayos experimentales que son exclusivos de las estaciones experimentales: introducción de líneas, los que presentan

riesgos de pérdidas monetarias, ensayos de contaminación, de nuevos productos, y en general, aquellos que podrían afectar la confianza del agricultor hacia el profesional o hacia la misma institución.

Considero que las zonas que pueden presentar mejor relación de sistemas de cultivo en Costa Rica, son aquellas explotaciones intensivas en que se debe usar mayor mano de obra y se depende relativamente poco de los equipos agrícolas mecanizados.

ALGUNOS CRITERIOS PARA EVALUAR SISTEMAS DE PRODUCCION  
DE CULTIVOS DE PEQUEÑOS AGRICULTORES

Raúl A. Moreno\*

INTRODUCCION

Un sistema de producción de cultivos, es el conjunto de actividades que se realizan y materiales que se usan (manejo) para que un cultivo o un conjunto de ellos (arreglo de cultivos) convierta los recursos de un ambiente en productos para satisfacer una necesidad.

La investigación en Sistemas de Producción de Cultivos es una actividad sistemática y organizada, mediante la cual y a través de modificaciones en el manejo y/o el arreglo de los cultivares se trata de que el proceso de conversión de recursos en productos se realice en la forma más eficiente posible.

Evaluación y Diagnóstico

Generalmente, en un área geográfica dada, existen uno o más Sistemas de Producción de Cultivos. Cualquiera que sea la metodología seguida para investigar con el propósito final de mejorar estos sistemas, es necesario, en primer lugar, caracterizar el área y seleccionar uno o más Sistemas de Producción relevantes y luego también caracterizarlos. Después de estos procesos de caracterización de ambiente y de sistema, se puede establecer en forma más clara la relación ambiente-sistema, que

---

\*Ph.D., Fitopatólogo, Programa Cultivos Anuales, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

es el primer paso o punto de partida para el desarrollo futuro de alternativas tecnológicas.

Durante el proceso de caracterización del ambiente físico-biológico y socio-económico de una región, se establecen más o menos claramente las posibilidades y limitaciones que ofrece el ambiente para que los sistemas de producción en uso actual transformen los recursos en productos en forma más eficiente. A su vez, en el proceso de caracterización de los sistemas de cultivos, se establecen, por otra parte, las posibilidades y limitaciones biológicas de los componentes (plantas) y los deseos, aspiraciones y capacidad del operador (agricultor), frente a la disponibilidad de conocimientos tecnológicos.

Contando por una parte con las limitaciones y por otra parte con las posibilidades, se procede normalmente a un próximo paso en la metodología, que consiste en el diseño de alternativas tecnológicas.

#### Evaluación y Diseño

En este proceso de diseño normalmente:

1. Se estructura un modelo del sistema que nos interesa.
2. Se sintetiza y analiza la información disponible para explicarnos como el sistema opera según el ambiente.
3. Se rediseña el sistema de modo de que opera en forma óptima con respecto a sus objetivos.
4. Se evalúa el comportamiento de este sistema rediseñado para establecer cuán bien satisface los objetivos para el cual fue rediseñado.

En la metodología que se discute, el punto 4 corresponde a dos pasos que son fundamentalmente, prueba de campo y evaluación.

El aspecto que es necesario acentuar antes de cubrir el t3pico de evaluaci3n m3s profundamente, es que el redise1o de un Sistema de Producci3n de Cultivos, implica una modificaci3n al sistema para que opere en forma m3s eficiente con respecto a una limitante en particular y por lo tanto, la evaluaci3n que se haga posteriormente del comportamiento de este sistema, debe consecuentemente relacionarse principalmente a esa limitante para la cual el sistema se ha redise1ado. En el proceso de caracterizaci3n del 3rea y de los sistemas, esta limitante ha sido seleccionada como la m3s importante, o al menos como una de las m3s importantes. La selecci3n de limitante en el diagn3stico y el redise1o para ella son los aspectos m3s importantes en el proceso de desarrollo de tecnolog3a para Sistemas de Producci3n de Cultivos. En su precisi3n descansa el futuro de todo el proceso de investigaci3n, adaptaci3n y adopci3n subsecuente de alternativas tecnol3gicas. Tal vez, en este punto, ser3a conveniente recalcar que el diagn3stico del investigador deber3a coincidir con el diagn3stico del agricultor y el redise1o de los investigadores estar de acuerdo con el agricultor. La agricultura a este nivel de peque1os agricultores es una actividad de medios-prop3sitos y no necesariamente la investigaci3n cl3sica de causa-efecto puede solucionar todos los problemas de ella. El agricultor es en 3ltimo t3rmino qui3n decide lo que se va a hacer, c3mo y cu3ndo.

Es frecuente pensar en que debido a que el sujeto de investigaci3n en sistemas de producci3n de cultivos de peque1os agricultores ya no es un s3lo cultivo y su rendimiento sino que com3nmente un conjunto de cultivos y su ambiente, los resultados de la investigaci3n deber3an

expresarse desde todos los puntos de vista. Esto es deseable, pero no necesariamente verdad en todos los casos. Se trata más bien, de realizar investigación relevante y se estudia el ambiente, el sistema de finca y el sistema de cultivos para diagnosticar con precisión los factores limitantes y diseñar en forma apropiada y no por el simple deseo de conocer factores. Por lo tanto, la evaluación debe descansar principalmente en los factores limitantes identificados en el proceso de diagnóstico.

#### Evaluación y Tipos de Agricultura

Considerando que un Sistema de Producción de Cultivos está influenciado por variables físico-biológicas y socio-económicas, es de esperar que las limitantes detectadas correspondan a este tipo de clasificación y que afecten, unas y otras con intensidad diferente, a grupos de agricultores con problemas generales también diferentes. En el Cuadro 1 se resumen algunos de los caracteres de diferentes tipos de agricultura que ocurren teóricamente a lo largo del proceso evolutivo de una finca.

En la Figura 1 se establece también una relación entre el tipo de agricultura, según su grado de comercialización y el ingreso neto teórico percibido por cada tipo de agricultores que los practican.

Reconociendo la existencia de todo un gradiente de situaciones diferentes a través de esta relación entre tipos de agricultura e ingreso neto, se puede sin embargo, generalizar acerca de algunas medidas, parámetros o criterios para comparar entre alternativas tecnológicas de uso más probable para cada situación.

## Agricultura de subsistencia

La agricultura de subsistencia, según conceptos de Wharton, es aquella que en ocasiones llega a comercializar hasta el 50% del volumen producido. Este tipo de agricultura está determinado o controlado principalmente por variables de tipo físico, tal como está determinada a nivel macro, la agricultura en general de los países subdesarrollados.

De acuerdo con la cantidad de precipitación y la distribución impredecible de ella dentro de la estación de cultivo, los agricultores han diseñado a través del tiempo, Sistemas de Producción de Cultivos que incluyen componentes de comportamiento diferentes frente a la disponibilidad de agua, tal como se representa en la Figura 2. Son estos los casos de asociaciones o cultivos en relevo de maíz con arroz, con sorgo o con millet. El propósito de estas combinaciones de cultivo, es superar el riesgo de tipo ambiental involucrado en producir.

Si el diseño de la alternativa probada se ha realizado con el propósito en mente de superar la limitante carencia de precipitación, entonces, la cantidad de producto por unidad de precipitación puede ser el criterio de evaluación a usar, tal como se aprecia en el Cuadro 2.

Si existe reemplazabilidad total de un cultivo por el otro, el criterio de evaluación a usar será el de unidad de peso de granos, cantidad de precipitación o unidad de energía (caloría/superficie/tiempo) de la parte comestible/cantidad de precipitación o dinero (\$) / cantidad de precipitación, en caso de que el agricultor se incline al lado derecho del eje de las equis (x) en la Figura 1. Si no hay reemplazabilidad

total de un cultivo por el otro, se puede recurrir a equivalentes del cultivo más importante (por ejemplo el maíz) y en este caso se comparará usando equivalentes de maíz/mm de precipitación.

El uso de estos criterios para comparar entre sistemas diferentes o modificaciones dentro de un mismo sistema, es discutible desde muchos puntos de vista. Realmente, la disponibilidad de agua es crítica en determinado momento del desarrollo de un conjunto de cultivos y el parámetro de comparación debería ajustarse a ese período específico, que necesariamente es diferente dependiendo del sistema de producción de cultivos.

En regiones de precipitación escasa y generalmente de período muy corto para el crecimiento de las plantas, el mantenimiento de una superficie foliar fotosintéticamente activa durante toda o la mayor parte del período de crecimiento, está relacionada frecuentemente con mayores posibilidades de buena producción. En estos casos, si el diseño se ha realizado con este propósito, el índice de utilización de tierra (IUT) se puede usar. El IUT se define como el número de días durante el cual los cultivos ocupan la tierra durante el año, dividido por 365. Este índice puede expresarse como fracción o como porcentaje. Sin embargo, no está necesariamente relacionado a fotosíntesis activa. Más bien, la duración del área foliar (DAF) que es la resultante de la integral de las medidas del área foliar durante todo el período de crecimiento, representa con más propiedad, en unidades de tiempo (días o semanas) la permanencia de una superficie foliar fotosintéticamente activa. Este

último índice se aplica en climas templados en áreas con períodos de crecimiento determinados por la temperatura. Es decir, entre la última helada de la primavera y la primera helada del otoño. En el Cuadro 3 se aprecian algunos valores de duración de área foliar para algunos Sistemas de Producción de Cultivos probados en áreas templadas.

Tanto el índice de utilización de la tierra como la duración del área foliar revisten mucha importancia además en la evaluación de aquellos Sistemas de Producción de Cultivos que están relacionados con Sistemas de Producción Animal. Son éstos los casos en que los animales entran al terreno a consumir los restos vegetales una vez que el hombre ya ha obtenido sus productos.

La estabilidad, en el sentido de obtener producciones que varíen menos entre cosechas frente a la alta variabilidad ambiental, ha sido uno de los criterios empleados por los agricultores para seleccionar sus sistemas de producción de cultivos en regiones con agricultura de subsistencia. Las alternativas tecnológicas que deseen desarrollarse para este tipo de agricultura, deberán tomar en cuenta este factor, y en estos casos se puede usar el índice de varianza relativa (IVR) que no es sino la varianza del rendimiento total de un sistema/varianza de un componente más la varianza del otro componente, hasta un componente. Tal como se observa en el Cuadro 4.

En agricultura de subsistencia, en que se produce principalmente para consumir, el índice de diversidad de cosechas (IDC) puede usarse como una estimación de la diversidad de la dieta. El IDC se

define aquí como el valor recíproco de la sumatoria del cuadrado de la proporción de biomasa que cada cultivo representa, frente al total de cultivos que se cosechan y consumen, durante la estación de cultivos.

$$IDC = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{B_i}{\sum_{i=1}^n B_i} \right)^2}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

$n =$  número de cultivos

$B_i =$  biomasa del cultivo "i" cosechado y consumido durante el año

En algunas ocasiones, la optimización en el uso de recursos escasos por parte del agricultor, puede permitir el uso de parámetros tales como el retorno a la semilla (Cuadro 5) para evaluar entre diversas alternativas tecnológicas.

Desde el punto de vista puramente económico, existen diversos indicadores que pueden usarse para evaluar entre alternativas tecnológicas para agricultores cuya disponibilidad de recursos se basa en mano de obra familiar y tierra:

**Margen Bruto Familiar (MBF).** Indica el retorno bruto a los recursos de la familia, tales como administración, mano de obra, tierra y otros, después de compensados todos los gastos en efectivo.

**Ingreso Neto Familiar (INF).** Es el Margen Bruto Familiar menos los Costos Fijos. Se considera en este criterio que la tierra pertenece al agricultor. Se indica además en este criterio, el retorno a la mano de obra familiar y administración, cuando ya fueron compensados todos los demás gastos.

Retribución a la Mano de Obra (RMO). Es la retribución monetaria por cada jornal, después de que se deducen los costos de renta e insumos y mecanización.

Con respecto a este último criterio, es necesario recordar que la distribución de la mano de obra a través del tiempo es una de las características más importantes de este recurso y por lo tanto, este índice debería reajustarse para períodos críticos en el sistema de producción de la finca.

Retribución de la Tierra (RT). Es la retribución monetaria por hectárea cultivada después de cubrir los costos de mano de obra, insumos y mecanización y materiales.

Margen Bruto/Costos Variables (MB/CV). Indica la retribución monetaria por unidad de inversión realizada en concepto de mano de obra, costos variables considerando que el agricultor ya compensó estos costos, pero no los costos fijos.

Ingreso Neto Familiar/Costos Variables (INF/CV). Es el retorno neto para la familia (INF) por unidad de inversión en costos variables.

Ingreso Neto Familiar/Costos Efectivos (INF/CE). Representa el retorno neto para la familia (INF) por cada unidad monetaria invertida en mecanización e insumos.

Agricultura de tipo mixto y semi-comercialización:

En agricultura de semi-comercialización, que corresponde generalmente a

unidades mixtas de producción, los factores determinantes de tipo físico-biológico revisten tanta importancia como los socio-económicos. En este tipo de actividad agrícola los subsistemas de producción dentro de la unidad de producción (finca) se encuentran estrechamente relacionados entre sí y cualquiera alteración en uno de ellos, produce consecuentemente alteraciones en los otros. Este es el tipo de agricultura que predomina actualmente en países tropicales en vías de desarrollo y en donde la identificación exacta de los factores limitantes es más difícil y también donde, con mayor intensidad que en otros tipos de agricultura, el seguimiento a través del tiempo de las consecuencias de una innovación tecnológica, a nivel de la unidad de producción como un todo, resultan finalmente en el único método valioso de evaluación de alguna alternativa tecnológica.

Muchos de los criterios de evaluación que se usan para comparar el comportamiento de Sistemas de Producción de Cultivos frente a una variable física, y que se han señalado anteriormente para agricultura de subsistencia se pueden usar también en este tipo de agricultura. Sin embargo, considerando la naturaleza diversa de la producción, algunos índices de uso más probable podrían ser:

Índice de Multicultivo (IM). Es la suma de las áreas que se plantaron y cosecharon con cultivos, dividida por el área total cultivada. Este índice puede expresarse como fracción o como porcentaje. El IM es igual a 100 si el área total se cultiva una vez al año.

$$IM = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{A} \times 100$$

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

$n$  - número total de cultivos

$a_i$  = área ocupada por el cultivo  $i$  plantado y cosechado ese año

$A$  = área total cultivada

Indice de diversidad de cosecha (IDC). Es el mismo índice que se discutió anteriormente, pero reemplazando biomasa por el valor bruto de cada cultivo plantado y cosechado dentro de un año. Suponiendo que el destino de la producción está más orientado al mercado que en el caso anterior, se reemplaza entonces la biomasa por el valor bruto del cultivo.

$$IDC = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{Y_i/n}{\sum_{i=1}^n Y_i} \right)^2}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

$n$  = número de cultivos

$Y_i$  = valor bruto del cultivo " $i$ " plantado y cosechado dentro del año

Indice de Intensidad de Cultivos (IIC). Es el índice en que se considera no sólo el área ocupada por un cultivo sino también el tiempo de permanencia en el área.

$$IIC = \frac{\sum_{i=1}^{N_c} a_i t_i}{M \left( A_o T + \sum_{j=1} A_j T_j \right)}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

$N_c$  = número total del cultivo crecido por el agricultor en un tiempo  $T$

$a_i$  = área ocupada por el cultivo " $i$ "

$t_i$  = tiempo que el cultivo  $i$  usó el área  $a_i$

$T$  = período bajo estudio, generalmente un año

$M$  = número de lotes disponibles temporalmente para cultivar durante el período  $T$

$j = 1, 2, 3, \dots, M$

$A_j$  = área del lote " $j$ "

$T_j$  = tiempo en que  $A_j$  está disponible

$A_o$  = área total

Los índices IM, IDCE, IIC, deben usarse con cautela y para casos específicos. Estos índices poseen muchas limitantes, entre otras el cultivo de especies fuera de época y en lugares especiales dentro de la finca, en intercultivo de especies de rápido crecimiento entre plantas perennes, la existencia de tierra fuera de la propiedad agrícola, etc, etc. Además, no sólo pueden usarse para comparar el comportamiento entre Sistemas de Producción de Cultivos sino que también sirven y son de uso frecuente, en el estudio del uso de la tierra entre agricultores o para determinar la intensidad de un cultivo en especial en una región dada.

Existen otros índices que se refieren más bien a aspectos fisiológicos del intercultivo, algunos de estos índices son:

**Rendimiento Relativo Total (RRT).** Es la suma de los rendimientos relativos de todas las especies que crecen simultáneamente. El rendimiento relativo es la proporción entre el rendimiento de la especie en la mezcla y el rendimiento de la especie en el cultivo puro.

$$RRT = \sum_{i=1}^n \frac{R_{ci} M}{R_{ci} P} \dots \frac{R_{cn} M}{R_{cn} P}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, n$   
 $n = \text{número de cultivos}$   
 $M = \text{Mezcla de cultivos}$   
 $P = \text{cultivo puro}$   
 $c = \text{cultivo}$

Uso equivalente de la Tierra (UET). Es numéricamente igual al RRT, pero se expresa en unidades de superficie. Es realmente el área (hectárea) que se necesita bajo cultivos individuales, para conseguir el mismo rendimiento que se obtiene en una hectárea con cultivos asociados, siempre que se use un manejo igual y poblaciones de plantas iguales.

$$UET = \sum_{i=1}^n \frac{R_{ci} M}{R_{ci} P} \dots \frac{R_{cn} M}{R_{cn} P} \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$n$  = número de cultivos  
 $M$  = Mezcla de cultivos  
 $P$  = Cultivo puro  
 $c$  = cultivo

También estos dos índices deben usarse con cautela, entre otros factores por la densidad de siembra y el tiempo. La definición de UET requiere que el cultivo puro esté en su densidad óptima. En caso contrario, existe el peligro de confundir la respuesta positiva a una asociación de cultivos con una respuesta positiva a un cambio en la densidad de siembra. El factor tiempo también puede afectar la interpretación del índice UET, cuando debido al intercultivo, se prolonga el ciclo de vida de un componente en la asociación y el terreno se usa en exceso, impidiendo el cultivo de otras especies.

#### Agricultura en pequeña escala orientada a mercado:

Es necesario resaltar a este punto que el riesgo involucrado en producir responde a variables físicas del ambiente a medida que nos aproximamos al lado izquierdo en el eje de las equis (x) de la Figura 1, por el contrario el riesgo responde en su mayor parte a factores de tipo económico a medida que nos aproximamos al lado derecho de las equis (x) en la misma figura.

El criterio más usado para comparar entre sistemas de producción para este tipo de agricultura, es el retorno a la inversión. En el Cuadro 6 se resume una forma de calcular los retornos netos por hectárea. Sin embargo, el criterio más común en este tipo de agricultura es comparar sistemas de producción en base a la posibilidad de maximizar el retorno al factor limitante. En el Cuadro 7 se anota un ejemplo búsqueda de optimización del retorno a la inversión por un factor limitante determinado, en este caso el nitrógeno.

En el Cuadro 8 se resumen algunos criterios para evaluar sistemas de producción con base en el ordenamiento clásico que se hace de los factores de la producción (tierra, capital y mano de obra).

El criterio de maximización al retorno a la inversión realizada puede a su vez afectarse por el criterio de economía de escala. Aún cuando la superficie del terreno que explotan los pequeños agricultores es en general reducida, la producción a escala, a pesar de no maximizar necesariamente el retorno a la inversión puede compensar a través de un aumento en superficie como en los casos de producción de primicias o productos exóticos, que permiten al agricultor competir ventajosamente en el mercado.

Así como los riesgos de tipo económico aumentan hacia la derecha del eje de las equis ( $x$ ) en la Figura 1, también el uso de lo que se conoce como tecnología aumenta en la misma dirección. Muchas de las alternativas tecnológicas que se prueban y que se evalúan en este tipo de agricultura, van a consistir en diferentes niveles de tecnología.

Uno de los criterios más importantes para evaluar entre alternativas tecnológicas de producción es el grado de riesgo que representa su uso. En ocasiones, el agricultor puede preocuparse más de la posible reducción de ganancias en los factores escasos (capital por ejemplo) antes que la rentabilidad global de una alternativa tecnológica. Normalmente se usa como integrante en el cálculo de índice de riesgos, al valor esperado de la pérdida. En el Cuadro 9 se observan los costos de insumos adquiridos, el riesgo expresado tanto en moneda como por unidad de insumos y la ganancia neta por moneda por unidad de superficie.

Así como en la agricultura de subsistencia, el riesgo debido a factores físico-biológicos, debe evaluarse necesariamente en las alternativas probadas, en agricultura de comercialización el riesgo debido a factores de mercado debe evaluarse también con igual intensidad.

En agricultura intensiva, con uso de insumos, se presentan con mayor frecuencia limitantes de tipo biológico, lo que no es común en agricultura de subsistencia debido a la alta adaptabilidad de los sistemas frente al ambiente ni en la mayoría de los sistemas mixtos de producción en donde la diversidad genética existente permite un alto nivel de estabilidad. Así entonces en este tipo de agricultura se usan con más frecuencia índices como intensidad y severidad de enfermedades, número de insectos/unidad de superficie o número de insectos/unidad de superficie o número de insectos/volumen de suelo, etc. etc.

## Evaluación y Conservación

Hasta el momento, casi ninguno de los índices que se han comentado toma en consideración la conservación de los recursos naturales como un criterio para comparar entre sistemas. Este es el reflejo de un enfoque que concibe la agricultura estrictamente como un negocio, en lugar de considerarla una actividad o un estilo de vida que también produce ingresos. El acento que se pone en forma exagerada en criterios tales como unidades monetarias por unidades de superficie de tierra y que se han originado en sociedades altamente evolucionadas en determinadas direcciones, ha repercutido en países subdesarrollados que por inercia o falta de imaginación han venido usando parámetros iguales para evaluar sistemas de producción totalmente diferentes que operan en sociedades también diferentes.

La evaluación de sistemas de producción por criterios tales como cantidad de nutrientes que se devuelven al suelo/unidades de superficie o tiempo; cantidad de granos producida/unidad de suelo preservada de erosión, número de cultivos locales que se usan/unidad de área; número de especies nativas/unidad de área, etc., deberían ser una realidad de uso constante por parte de técnicos y agricultores.

## Evaluación y Energía

El principio básico de la producción agrícola es la conversión de la energía solar en alimentos y otros productos útiles al hombre. El

uso de otros tipos derivados de energía, tales como fuerza humana y animal, energía fósil y mecánica, etc., ayudan a este proceso básico de conversión de energía solar en productos útiles.

A mayor energía solar que se reciba por hectárea, el potencial agrícola también es mayor, dado que exista suficiente agua, nutrientes en el suelo y trabajo. En climas templados, se reciben entre 80-120 kcal/cm<sup>2</sup> por año. En las áreas subtropicales entre 140 y 190 y en los trópicos entre 130 y 220 kcal. La altitud y la nubosidad pueden cambiar estas cifras.

El potencial de producción de biomasa en los trópicos húmedos bajos es de 146 ton/ha<sup>-1</sup>; en los trópicos semi-húmedos de distribución bimodal de precipitación es de 104 ton/ha<sup>-1</sup> y en los trópicos semi-áridos de 37-72 ton/ha<sup>-1</sup>. En climas templados (Inglaterra) el potencial de producción de biomasa es de 50 ton/ha<sup>-1</sup>.

Este alto potencial productivo de los trópicos, no se refleja en la situación real. Sistemas de producción intensivos en zonas templadas alcanzan aproximadamente a convertir el 2% de la energía solar fotosintéticamente activa en biomasa, mientras que en fincas tropicales, esto no llega más allá del 0.2%, en promedio. La situación es más desfavorable aún, si se considera la biomasa comestible, que en regiones templadas es del orden del 30 al 56% de la biomasa total, pero que en los trópicos es sólo del 5 al 25%. Aparentemente, los sistemas de producción de cultivos de regiones templadas producen en promedio, más

biomasa por unidad de energía solar recibida que los sistemas tropicales, y una mayor proporción de ella es comestible.

Si se han diseñado sistemas de producción de cultivos para modificar la eficiencia en el uso de energía solar, entonces el criterio a usar será el de la eficiencia energética de ellos que no es sino, la relación porcentual entre la energía contenida en la biomasa total y la energía fotosintéticamente activa que incidió sobre el sistema durante su permanencia en el campo. Conociendo la energía contenida en la biomasa de la parte comestible, se puede calcular además, la eficiencia energética comestible, que no es sino la relación porcentual entre la energía contenida en la biomasa de la parte comestible y la energía fotosintéticamente activa que incidió sobre el sistema durante su permanencia en el campo.

Es conveniente recordar para estos cálculos, que del total de la radiación solar, un 47% está en el ámbito disponible de los 390-760 mm, 84% de la cual es activa en la fotosíntesis. Por lo tanto, la radiación neta disponible para la fotosíntesis o radiación fotosintéticamente activa, se considera como 39.5% de la radiación total recibida. Además, es conveniente recordar, que en promedio, un grano de materia seca contiene aproximadamente 4000 calorías. En el Cuadro 10 se presentan algunas de estas estimaciones a forma de ejemplo.

Este modo de comparar sistemas, no sólo se presenta útil al evaluar la eficiencia de producciones en los trópicos en general, sino

que es de especial importancia en aquellas situaciones en que se cultiva bajo sombra. Este es el caso de especies anuales, semi-perennes o perennes que se cultivan bajo árboles frutales o forestales. En estos sistemas, la eficiencia energética está estrechamente relacionada a mayor productividad.

En los últimos años se ha intensificado el interés por la comparación entre sistemas de producción con respecto al uso que hacen de la energía agotable, particularmente la proveniente de restos fósiles y en especial el uso eficiente de derivados del petróleo (insecticidas, fungicidas, herbicidas y fertilizantes). Al respecto se han realizado estudios importantes cuyo interés se acentuó después de las publicaciones de Pimentel y otros, discutiendo el uso de energía fósil en sistemas de producción de países templados a lo largo del tiempo y frente al avance de lo que hoy se conoce como tecnología.

En el Cuadro 11 se resumen algunos balances energéticos para diferentes sistemas de producción. Se entiende por balance energético a la energía total de salida de un sistema, dividida por la energía de entrada, excluyendo la energía solar, que se considera inagotable (al menos para propósitos del cálculo).

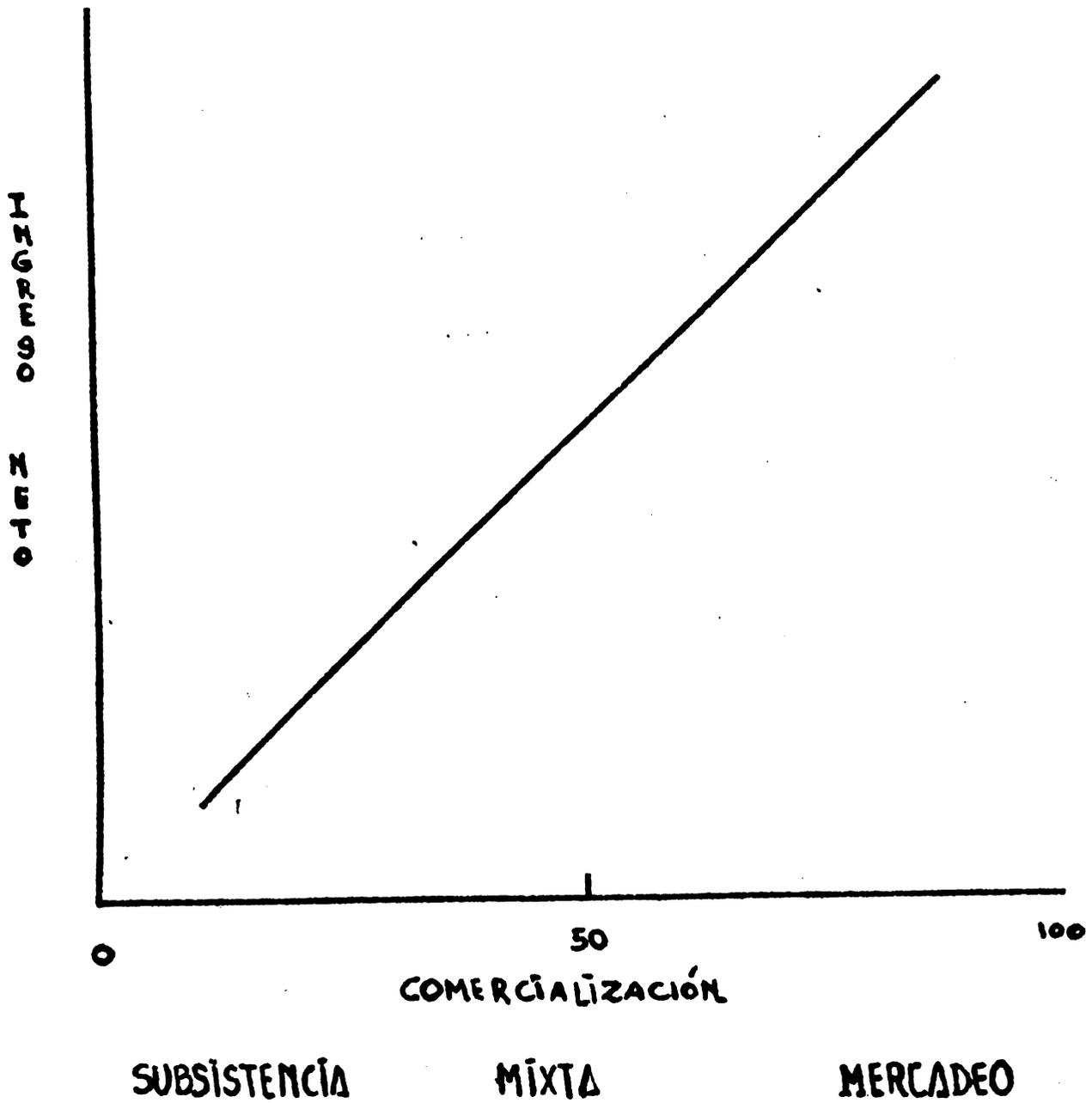


FIGURA 1. RELACION ENTRE GRADO DE COMERCIALIZACION O TIPO DE AGRICULTURA E INGRESO NETO.

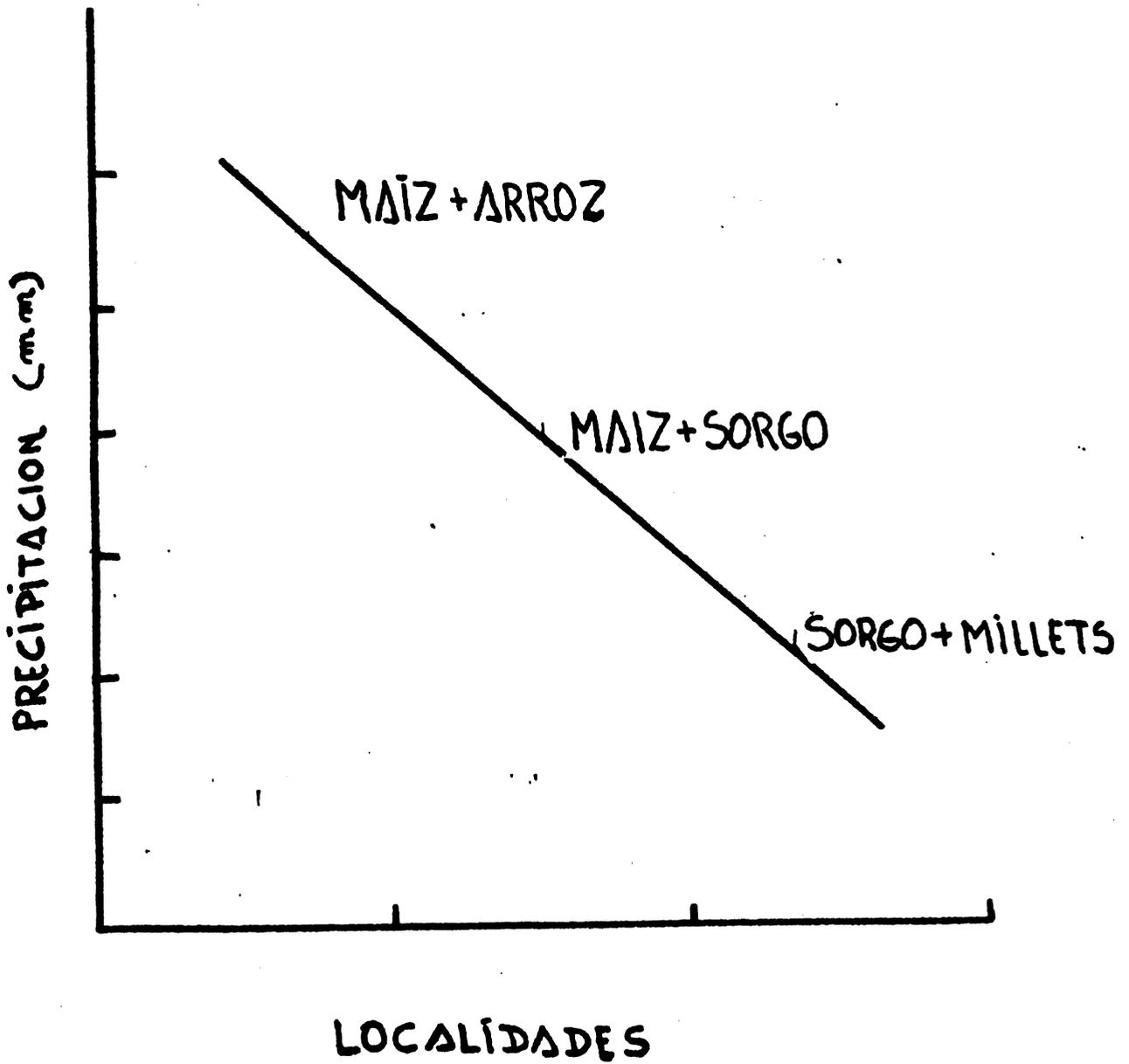


FIGURA 2.. CANTIDAD DE PRECIPITACION Y SISTEMAS DE CULTIVOS

Cuadro 1. Algunos caracteres de 3 fases importantes en el proceso evolutivo de una finca<sup>1</sup>.

Caracteres	-----Fase evolutiva de la finca-----		
	Subsistencia	Producción Mixta	Producción Especializada
Composición de la producción	Un cultivo alimenticio es dominante y otros auxiliares	Diversificada	Un cultivo dominante y otros auxiliares
Propósito de la producción	Doméstico	Doméstico y mercado	Mercado solamente
Uso de mano de obra en el tiempo	Estacional	Balanceado	Estacional
Inversión de capital	Baja	Media	Alta
Ingreso	Bajo	Medio	Alto
Seguridad en el ingreso	Baja	Alta	Baja
Relación Ingreso/valor del producto	Alta	Aprox. 50%	Baja
Conocimiento técnico del operador	Bajo y especializado	Medio Diversificado	Altamente Especializado
Dependencia de sistemas ajenos	Ninguna	Parcial	Total

<sup>1/</sup> Tomado de Weitz, R.

Cuadro 2. Rendimiento en grano e ingreso neto por milímetro de lluvia en algunos arreglos de cultivos probados en agricultura de temporal. Filipinas, 1975

Arreglo de cultivos	Rendimiento total (kg grano/mm)	Retorno (US\$/mm)
arroz	1,7	0,12
arroz - maíz	3,3	0,15
arroz - sorgo	3,2	0,16
arroz - caupí	2,2	0,10
arroz - soya	2,0	0,07
arroz - arroz	4,5	0,32
arroz - arroz - legumbres	4,7	0,29

Adaptado de Zandstra, H. IRRI, 1977

Cuadro 3. Duración de área foliar de maíz, soya e intercultivo de maíz y soya. Plymouth, N. C., USA, 1975.

Arreglo de Cultivos	-----Duración de área foliar (días)-----		
	Maíz	Soya	Maíz + Soya
Maíz	130		130
Maíz + Soya	130	52	182
Soya		125	125

Adaptado de Cordero, A. MAG-Costa Rica, 1977

Cuadro 4. Rendimiento e índice de varianza relativa de maíz y arroz en Honduras

Arreglo de cultivos	Rendimiento (Ton/ha) Maíz	Arroz	Varianza del sistema	Índice de varianza relativa (%)
Maíz	3,5		$2,7 \times 10^6$	100
Arroz		1,7	$1,5 \times 10^6$	100
Maíz + Arroz (intersurcos)	2,3	0,4	$1,1 \times 10^6$	27
Maíz y arroz (en franjas)	2,4	0,7	$2,3 \times 10^6$	53

Adaptado de Hart, R. CATIE, Costa Rica, 1978

Cuadro 5. Superficie sembrada con cantidad de semilla y retorno a la semilla gastada. San Isidro, Costa Rica, 1976.

Sup. sembrada (ha) (observaciones)	Semilla gastada (kg)		Cosecha (kg)		Retorno a la semilla
	Sup.	Ha	Sup.	Ha	
<b>Maíz:</b>					
0,18	0,46	2,56	75,9	421,7	165
0,18	0,46	2,56	75,9	421,7	165
1,05	1,9	1,8	182,2	173	96,6
<b>Frijol Negro:</b>					
0,18	4,14	23	149,0	828	36
0,18	4,14	23	165,6	920	40
1,05	24,84	23,7	670,7	638,7	27

Adaptado de Navarro, L. CATIE, Costa Rica, 1978.

Cuadro 6. Algunos indicadores para estimar ingresos (ha)

## Entradas

- (1) Rendimiento (kg/ha)  
 (2) Precio (\$/kg)  
 (3) Valor bruto  $[(1) \times (2)]$

## Costos

- (4) Arriendo de Tierra \_\_\_\_\_ ;  
 (5) Trabajo      a) Contratado  
                     b) Otro no familiar  
                     c) Familiar
- 
- (6) "Capital"    a) Semilla  
                     b) Tratamiento de semilla  
                     c) Fertilizantes  
                     d) Otros

## Costos de Producción

- (7) Dinero en efectivo  
 (8) Todos los insumos a su precio

## Ganancias Retorno neto

- (9) Incluyendo todos los costos como en (7)  $[(3) - (7)]$   
 (10) Incluyendo todos los costos como en (8)  $[(3) - (8)]$

Cuadro 7. Respuesta a niveles de N aplicados al sorgo bajo manejo del agricultor. Filipinas.

Niveles de Nitrógeno (kg/ha)	Rendimiento (Ton/ha)	Retorno por \$ gastado en N
10	1,58	-
40	2,42	3,70
80	3,15	2,90
120	3,59	1,70

Adaptado de Garrity, P. D. IRRI, Filipinas, 1975.

Cuadro 8. Retorno a algunos de los factores de la producción (Basados en el Cuadro ).

Factores	Retorno específico	Modo de calcularlo
(11) Tierra	\$/ha	(10)+(4)
	\$/ \$ ha	$[(10)+(4)]/(4)$
(12) Trabajo	Mano de obra total	$[(10)+(5)(a)(b)(c)]/\text{total de jornales}$
	Mano de obra familiar	$[(10)+(5)(c)]/\text{total de jornales familiares}$
	Mayor demanda	(10)/total de jornales en el periodo de demanda.
(13) Efectivo	Todo el Efectivo	$[(10)+\text{todos costos efectivo}]/\text{todos los costos en efectivo.}$
	Excluyendo Mano de Obra	$[(10)+(5)(a)(b)]/[\text{todo costo efectivo} - (5)(a)(b)]$
	Período de escasez	(10)/todos los costos en efectivo del periodo.

Tomado de Norman, D. W. IRRI, Filipinas.

Cuadro 9. Arreglo de cultivos y riesgo involucrado en su producción. Caquetza, Colombia. 1973.

Arreglos de cultivos	Costo de insumos adquiridos \$	Riesgo \$	Riesgo por unidad de insumo	Ganancia neta \$/ha
Maíz/frijol/haba	47	21	0,45	55
Maíz/frijol	62	28	0,45	43
Maíz/haba	67	30	0,45	50
Papa	315	145	0,46	432
Papa/arveja	353	167	0,47	396
Haba	68	35	0,51	110
Arveja	68	36	0,53	110

Tomado de Zandstra, H. et al. Caquetza, Colombia. 1978

Cuadro 10. Características energéticas de algunos arreglos de cultivos probados en Turrialba. 1977.

Arreglos de cultivos <sup>1</sup>	Energía en la Biomasa total (Mcal/ha/per) <sup>2</sup>	Eficiencia Energética %	Energía en Parte comestible (Mcal/ha/per)	Energía cosechada <sup>3</sup> %
Y	120584	1,92	54350	0,86
Y + M	134168	2,14	52490	0,83
Y + M + F (c)	147184	2,34	43576	0,69
Y + M + F (y) + V (c)	137992	2,20	45067	0,71
M + F (c)	41800	0,80	12750	0,24
Y + M + V (c)	137064	2,18	47469	0,75

1/ Y = yuca; M = maíz; F = frijol lima; V = frijol ejotero; (c) = creciendo en cañas de maíz; (y) = creciendo en tallos de yuca.

2/ per = permanencia del sistema en el campo.

3/ Cálculos aproximados.

Cuadro 11. Sistemas de producción de diferentes tipos y su balance energético.

Sistema	Balance energético (GJ/ha-año)
Tribu Dodo, Uganda (granos, leche, carne)	5,0
Agricultura migratoria, Congo (yuca, arroz, banano)	65,0
Agricultura de subsistencia, India (arroz, leche, carne)	14,8
Maíz con bueyes y azada, Guatemala	13,6
Maíz con bueyes y algo de mecanización, Guatemala	3,95
Maíz con bueyes y azada y fertilizantes, Nigeria	10,5
Arroz tecnificado en Filipinas <sup>1</sup>	5,51
Arroz tecnificado en Surinam	1,21
Arroz tecnificado intenso USA <sup>2</sup>	1,29
Maíz tecnificado USA	2,02
Arroz + hortalizas intenso Hong Kong	0,825
Yuca y yuca en asocio CATIE	4,00 - 9,16 <sup>3</sup>

1/ Tecnificado = trabajo + combustible + maquinaria + fertilizantes + herbicidas + insecticidas, etc.

2/ Tecnificado intenso = igual al anterior pero mayor cantidad por insumo

3/ Rango

## Bibliografía

1. ALVIM, P. de T. Energía solar y producción agrícola. *Agronomía (Perú)*, 29:115-123. 1962.
2. CORDERO, A. Principles of undercropping: Effects of nitrogen fertilization and row arrangement on growth, nitrogen accumulation, and yield of corn and interplanted understory annuals. Thesis Ph.D. North Carolina State University. Raleigh, USA. 1977. 158 p.
3. DILLON, J.L. The economics of system research. *Agricultural Systems* (1):5-22. 1976.
4. DOS SANTOS, M. A. Evaluación biológica de Agrosistemas basados en el cultivo de la yuca (Manihot esculenta) y su rentabilidad económica. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1978. 172 p.
5. DUCKHAN, A.N. y MASEFIELD, G.B. *Farming systems of the world*. Chatto y Windus Londres, 1971. 542 p.
6. HART, R. Fundamentos para el estudio de agroecosistemas: versión preliminar. Turrialba, Costa Rica, 1979. 250 p.
7. GARRITY, G.P. et al. Evaluating alternative field crop patterns for upland rice areas. IIRI. Saturday Seminar, 1975. Mimeo, 25 p.
8. LEACH, G. *Energy and food production* IPC Sc. and Tech Press. Londres, 1976. 137 p.
9. LIBRERO, F. Two alternatives in evaluating cropping systems. IIRI. Proceedings, 1976. pp. 261-275.
10. MENEGAY, M.R., HUBBELL, J.N. y WILLIAM, R.D. Crop intensity index: A research method of measuring land use in multiple cropping. *Hortscience*, 13:8-12. 1978.
11. NAVARRO, L. Victor Manuel Víquez, estudio de caso en Costa Rica: versión preliminar. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 77 p.
12. NELLIAT, E.V., BAVAPPA, K.V. y NAIR, P.K. Multi-storeyed, a new dimension in multiple cropping for coconut plantations. *World crops*, 26:262-266. 1974.
13. NORMAN, D.W. y PALMER-JONES, R.W. Economic methodology for assessing cropping systems. IIRI. Proceedings, 1976. pp. 241-245.

14. PIMENTEL, D. et al. Food production and the energy crisis. Science, 182:443-449. 1973.
15. RUTHEMBERG, H. The development of crop research in the humid and semi-humid tropics. Institute for Scientific Cooperation. Alemania, Vol. 6. 27 p.
16. TRENBATH, B.R. Plant interactions in mixed crop communities. In Multiple Cropping. ASA Special Publication No. 27. 1976. 378 p.;
17. WEITZ, R. From peasant to farmer: A revolutionary strategy for development. Columbia University Press, 1971. 292 p.
18. WHARTON, C.R. ed. Subsistence agriculture: Concepts and scope. In Subsistence agriculture and economic development. Aldine, Chicago, 1969. 481 p.
19. ZANDSTRA, H. et al. Caquetza: Experiencias en desarrollo rural. IDRC. Canadá, 1979. 386 p.
20. \_\_\_\_\_ . Cropping systems research for the asian rice farmer. IRRI. Proceedings, 1976. pp. 11-30.

Fito: 892  
24-7-79  
RM/cch

## COMENTARIOS Y PREGUNTAS

KASS: Aparentemente existen muchos índices; pienso que es necesario tener indicaciones acerca de cuál usar en caso específico. Para agricultores de subsistencia los índices energéticos pueden ser importantes pero para un agricultor comercial lo más importante en el balance económico. Para un tipo de agricultura de mecanización interna, el balance energético puede ser más importante para el país como un todo, que para los agricultores considerados individualmente.

BEJARANO: Supongo que no es necesario realizar experimentación para calcular algunos de los índices que se discutieron. Se puede obtener la información de los sistemas que practica el agricultor y aunque **estos** índices no van a ser muy precisos, se puede tener al menos una aproximación razonable. Tal vez en la fase de diagnóstico se puede incluir ya el uso de algunos índices de eficiencia.

MORENO: En todo tipo de investigación se usa algún comparador. En investigación en sistemas de producción de cultivos frecuentemente se usa el sistema que practica el agricultor. Por lo tanto, el mismo índice que se usa para evaluar la nueva alternativa tecnológica, deberá usarse para evaluar el sistema del agricultor. Realmente la buena selección de un índice de comparación, depende de la precisión del diagnóstico.

No es necesario hacer experimentación para usar algunos de estos índices. La investigación (búsqueda de alguna verdad) no necesaria-

mente implica experimentación (reordenamiento de componentes y evaluación de comportamiento).

Suponiendo la existencia de un gradiente de manejo en un área determinada, se pueden elaborar recomendaciones generales basadas en el manejo de los mejores agricultores y que serían aplicables a todos los agricultores del área. Todo esto sin hacer experimentación.

El tipo de diseño de experimentos que se supone es determinante en el tipo de índice de evaluación que se use. Hay tres tipos fundamentales: 1) Uso del sistema del agricultor como base. 2) Uso de la ecología del lugar, es decir, diseñar sistemas que se asemejen a los coecosistemas naturales, pensando en obtener mayor productividad y estabilidad y 3) Diseño matemático, es decir, el uso de relaciones estructurales y fisiológicas cuantificables entre los componentes, para matemáticamente diseñar alternativas tecnológicas mejores.

Aparentemente, la mayor parte de la investigación de campo se diseña en base al primer criterio.

INVESTIGACION EN SISTEMAS DE PRODUCCIONEN LA REGION DE COMAYAGUA - HONDURAS\*

## INTRODUCCION

En Comayagua, el Programa Nacional de Investigación Agropecuaria, está desarrollando experimentación en fincas de agricultores. El trabajo conjunto de los técnicos con los agricultores en sus propias fincas, permite conocer mejor la forma de vida, los sistemas de cultivo y los problemas que los afectan, y obtener, al mismo tiempo, resultados aplicables a las condiciones reales de producción del agricultor, al tomar en cuenta el conjunto de factores agronómicos y socioeconómicos que lo involucran.

Los trabajos se iniciaron con una recopilación de la información existente sobre la región, para poder caracterizarla. Esto incluyó un reconocimiento físico del valle y zonas aledañas, y un sondeo agrosocioeconómico, en el cual se detectaron, en forma general, los principales sistemas de cultivos, los problemas agrícolas, tamaño y tenencia de la finca, formación social de los agricultores, vías de comunicación, clima, etc. Luego se hizo una encuesta que permitió detectar problemas y seleccionar colaboradores, y a la vez sirvió de base para el diseño de los ensayos en las fincas de los agricultores.

---

\*Equipo Técnico de la Unidad Central del Programa de Investigación Agropecuaria, Secretaría de Recursos Naturales, Tegucigalpa, Honduras.

Dentro de la región se señalaron cuatro zonas potenciales de trabajo, con características ecológicas bien demarcadas, a fin de que el rango de experiencia en el campo fuera suficientemente amplio. Tres de estas zonas: El Rosario, San Jerónimo y La Paz, se eligieron para instalar ensayos de finca en 1978.

1) El Rosario es una zona semiárida, sin posibilidades de riego, montañosa y rocosa, con suelos generalmente pobres y con un p.H. bastante alcalino. El promedio de altura es de 675 m.s.n.m., y la precipitación (en 1978), de 760 mm, durante el ciclo agrícola.

En El Rosario se practica una agricultura de subsistencia, se cultivan únicamente, maíz, maicillo y frijoles. Estos cultivos se hacen en su mayoría en laderas de montañas con pendientes de 50% y más, y con poca asistencia técnica y social, lo que contribuye al uso mínimo de fertilizantes y plaguicidas en la producción de granos básicos para alimentación. En primera (mayo) se siembra maíz + sorgo que se cosecha en diciembre; el frijol se siembra en relevo, a chuzo, después de la dobla del maíz en setiembre; es la única actividad de postrera. El sistema de producción, en la zona es muy uniforme; el agua y las fuertes pendientes son factores físicos limitantes. La mayoría de los agricultores poseen fincas (10 has.).

2) San Jerónimo es la zona más húmeda de las estudiadas en el diagnóstico de la región; los terrenos son generalmente planos, con cultivo de café en la ladera; tiene posibilidades de riego en algunos lugares, otros dependen en su totalidad de las lluvias. El invierno de

1978 fue muy bueno, con más de 1200 mm. de precipitación bien repartidos de junio a octubre.

Los cultivos más importantes, después del café, son el arroz y el maíz en monocultivo; se siembra solamente en junio, pues en las postreras, la mano de obra existente se utiliza en cosecha de café. San Jerónimo, en contraste con El Rosario, es una zona con una técnica bastante adecuada, en donde se conocen y utilizan toda clase de insumos, especialmente en el cultivo de arroz. Aquí hay además, un fuerte núcleo del sector reformado, con un promedio de 30 has. para cada finca.

3) La Paz, está ubicada en la parte plana del valle de Comayagua, al final del sistema de riego del Distrito de Selguapa, por lo que no existe seguridad en la obtención del agua de riego, siendo la sequía el principal problema del área. Los sistemas de cultivo, predominantes en esta zona son maíz + sorgo asociándose en primera; y maíz + yuca, maíz + frijol asociados en postrera.

#### ENSAYOS

Los ensayos se diseñaron tomando en cuenta la encuesta, y fueron planeados de acuerdo a las siguientes premisas: sencillez, bajo riesgo, y tomar como punto de partida la tecnología del agricultor. Se escogieron ocho colaboradores en San Jerónimo y ocho en la zona de La Paz, Lejamaní y Cane.

En El Rosario se instalaron, en primera: ensayos de variedades de maíz, de variedades de sorgo, y de aplicación de Aldrín en el suelo

en el maíz; en postreras: variedades de leguminosas de grano. En San Jerónimo, se instalaron ensayos de variedades de arroz y de herbicidas e insecticidas en variedades de frijol rojo. En La Paz, ensayos de variedades de maíz, de variedades de sorgo, de arreglos espaciales diferentes en siembras de maíz y sorgo, con y; sin Aldrin en el suelo, en primera; en postrera, ensayos de variedades de leguminosas de grano.

En total se trabajó en 24 fincas que incluyen pequeños agricultores y grupos reformados, con un total de 80 ensayos en todas las fincas.

#### Variedades de maíz

Se compararon las variedades Hondureño Planta Baja, Guaymas VA-501, Tlatizapan 7443, La Máquina 7428, Tocumen 7428, y los maíces locales de los agricultores de El Rosario y del Valle de Comayagua; se utilizó un diseño de bloque al azar con dos repeticiones, en una parcela útil de 4 surcos con 5 metros de largo; se sembraron 20 posturas, a un metro entre surcos y entre posturas. Con algunos colaboradores se elevaron registro de fincas. La siembra fue hecha con chuzo en El Rosario, y con bueyes en el Valle de Comayagua; se utilizó Aldrin Granulado al 5%, aproximadamente 1 kg. I.A./ha. Los ensayos fueron sembrados entre la segunda quincena de mayo y la primera semana de junio; al cosecharse tomó el peso total de mazorcas por parcelas, y se creó una muestra de 5 mazorcas que se utilizó para determinar el porcentaje de desgrano y de humedad.

Variedades de frijol

Se compararon 4 variedades de frijol común: Jamastran - 1, Acacias - 8, Cuarenteño o Cincuentaño, y el frijol local de los agricultores y 2 especies del género Vigna (Mungo ICA-202 y Caupí V-54). En El Rosario, la siembra fue a chuzo, en releve, después de la dóbla de los ensayos de variedades de maíz + frijol, en terrenos surqueados con bueyes y aplicando Furacán al fondo del surco. El diseño fue un bloque al azar con dos repeticiones, utilizando una parcela de 6 surcos con 5 metros de largo, con una distancia de 40 cms. entre surcos y entre plantas; todas fueron sembradas en el mes de setiembre. A la cosecha se contó el número total de vainas por parcelas y se aporrearón la totalidad de las vainas para determinar el peso del grano por parcela, y el porcentaje de humedad.

Variedades de arroz

Se utilizó la variedad CICA-6, se probaron 5 tratamientos: A) Stam en una dosis de 9 l/ha; B) 2:4-D 750 cc/ha; C) Mezcla Stam + 2,4-D 7 l/ha 600 cc/ha; D) Limpia manual total; E) Sin limpia. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 2 repeticiones, se aplicaron 175 Kg/ha. de fertilizantes 15-15-15 y 57 Kg/ha. de Volatón, en una parcela útil de 6 surcos, con 10 metros de largo.

Se compararon las variedades CICA-6, CICA-7, CICA-9, 4 meses, 5 meses, y el testigo del agricultor (CICA-6). Se utilizó un diseño de bloques al azar con dos repeticiones y una parcela útil de 10 surcos por 5 metros, se fertilizó usando 175 Kg/ha. de 12-24-12 y 57 Kg/ha

de Volatón, la siembra fue hecha en terrenos surqueados con bueyes.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### ZONA DE EL ROSARIO

#### Variedades de maíz

De los 7 ensayos sembrados se cosecharon 5, uno se perdió por acame y el otro debido a la mala coordinación con el agricultor colaborador.

Los rendimientos fueron relativamente buenos; (Cuadro 1) todas las variedades superaron en los 5 sitios la tonelada de granos por hectárea, o sea el rendimiento que normalmente se esperaría bajo tales condiciones.

Estos rendimientos posiblemente están influenciados por las buenas lluvias de primera.

La falta de diferencias estadísticas indica que bajo las condiciones de los agricultores de El Rosario, las variedades mejoradas no ofrecen una ventaja en rendimiento.

Un mejoramiento, para el próximo año, sería incluir físicamente en los ensayos la variedad local, porque al momento de la cosecha tuvimos problemas para medir los rendimientos del agricultor.

Las densidades cosechadas varían de 21,300 a 23,500 plantas por hectárea, salvo la del agricultor que tenía un promedio de 26,300.

No sabemos si la densidad del agricultor, fue significativamente más

alta, pero es posible, dado las poblaciones tan bajas; eso indica que podríamos aumentar la densidad aún hasta 30-35,000 plantas por hectárea. Dudamos que sea aconsejable sembrar los maíces mejorados en sus densidades recomendadas sin fertilizantes y una buena cantidad de agua garantizada.

En cuanto a fertilización es notable la diferencia en rendimiento entre el sitio R-8, el único donde se aplicó fertilizante (45 Kg/ha. de 12-12) y los demás sitios.

#### Conclusiones:

1. Ninguna de las variedades mejoradas se comportó significativamente mejor que el maíz del agricultor en todos los sitios, y todas tuvieron rendimientos promedios similares.
2. En cuanto a características agronómicas, podemos observar que Tlatizapan 7443, tenía casi dos veces de daño insectil en las mazorcas, esto enfatiza la importancia de la protección contra ese tipo de daño.

La variedad local presentó en promedio el mayor porcentaje de acame (16%); se observó mucho acame en la zona, por lo que aunque las variedades mejoradas no rindan más, podrían tener una ventaja por volcarse menos que el maíz local. En cuanto a madurez, tal vez valga la pena probar un rango más amplio de maíces.

3. Valdría la pena investigar si es posible conseguir una respuesta económica a Nitrógeno, dado los pocos recursos del agricultor, los terrenos con pendientes fuertes y el régimen de lluvias escaso.

### Variedades de frijol

En la postrera de El Rosario, que fue una época de poca agua, se observaron entre otros problemas los siguientes: en el sitio R-1 no germinó, en R-2 el Mungo y el Caupí fueron comidos por zompos (Insectos Familia Formicidae), las demás variedades fueron cosechadas por el agricultor, en R-3 hubo mala germinación por falta de agua, igualmente el Mungo y el Caupí perdieron por zompos, lo mismo que en R-4. En el R-5, R-6 y R-8, el frijol local fue cosechado por el agricultor, y en R-7 se perdieron parcelas por la sequía.

#### Conclusiones:

1. No hubo diferencia significativa de ninguna de las variedades introducidas con respecto al frijol local, en ninguno de los sitios. En general, los rendimientos en El Rosario fueron bajos, debido a la poca lluvia en postrera.
2. Las especies del género *Vigna* (Mungo y Caupí) se mostraron muy adaptables, aunque presentan el inconveniente de ser comidas selectivamente por los zompos. Si se introducen esas especies en la zona, se impone el control del zompo, lo mismo que un estudio de mercado, y del grado de aceptabilidad de parte de la familia campesina para incluirlas en su dieta alimenticia.
3. La mayoría de las parcelas de frijol del agricultor, fueron cosechadas por éste, lo que dificultó la comparación con las otras variedades; debemos hacer énfasis en lograr una mejor coordinación con el agricultor colaborador.

4. No se pudo sembrar a la misma densidad que el agricultor por escasez de semilla; no había una fuente de semilla limpia. Como las densidades usadas en los ensayos fueron diferentes, no es posible decir que las variedades introducidas sean mejores que las del agricultor.

#### Conservación del suelo

Aunque no se programó conservación de suelos, durante las primeras lluvias se observó empíricamente que esto podría ser una práctica agronómica muy valiosa en la zona.

Para empezar se escogieron 3 colaboradores con quienes se sembraron ensayos de observación, utilizando fajas de sorgo mejorado y sorgo criollo. Las fajas se sembraron en setiembre, a curvas a nivel, ubicándolas cada 12 metros.

Se esperaba que las fajas conservarían el suelo de la erosión de las primeras lluvias de 1978, y al mismo tiempo proveerían una cosecha para el agricultor; además se quería investigar el comportamiento de los sorgos como forraje, sobrevivencia después de la quema, y el rebrote con las lluvias de postrera.

Sólo hubo buen establecimiento de los sorgos en un lugar, indicando que es mejor sembrar los sorgos en primera. Los planes para 1979 incluyen; una encuesta sobre actividades de los agricultores de la zona en cuanto a conservación de suelos; el establecimiento de unos ensayos controlados a largo plazo, (2-3 años) la búsqueda de cultivos alternativos anuales y perennes, para usar como barreras vivas, así como la búsqueda de un aprovechamiento del material rocoso para barreras muertas.

Cuadro 1. Rendimiento de 6 variedades de maíz, zona E. Rosario, Comayagua. 1978, 1,2/

VARIEDADES	R-3	R-4	R-5	R-7	R-8	X VARIEDAD
1. Hondureño planta baja	1,443	2,414	2,208	1,103	3,043	2,040.20
2. Guaymas VA-501	1,533	2,643	2,269	1,806	3,357	2,231.00
3. Tlaltizapan 7443	1,813	2,756	2,368	1,763	3,163	2,373.00
4. Tocumen 7428	1,678	2,689	1,852	1,875	2,997	2,218.00
5. La Máquina 7422	1,830	1,897	1,985	1,789	2,812	2,063.00
6. Local	---	1,932	1,877	2,122	2,773	2,176.00
X. De sitio	1,657	2,388	2,093	1,743	3,024	---
C.V.%	28,54	26,46	16,99	18,04	21,50	---

1/ No hubo diferencia estadística entre variedades en ningún caso, según análisis de varianza.

2/ Rendimiento expresados en Kg/ha. al 12% de humedad.

Cuadro 2. Rendimiento de 6 leguminosas de Grano, zona El Rosario, Comayagua. 1978, 1/

VARIETADES	R-4	R-6	R-7	R-8	X VARIETADES
Mungo ICA-202	<u>2/</u>	678	143	306	282
Caup1 V-54	<u>2/</u>	612	293	522	357
Jamastran 1	422	629	69	269	466
Las Acacias	408	854	288	166	408 (9)
(1) 0 (9)	(9)	(1)	(1)	(1)	436 (1)
Cuarenteño (cuarentena)	551	650	208	337	650 (40)
Cincuentaño	(50)	(40)	(50)	(50)	365 (50)
Local 5	599	--	--	--	599
Sitios	330	685	200	320	--

1/ Rendimiento expresado: en kilogramos/ha. al 14% de humedad, no hubo significancia estadística entre variedades.

2/ Comidos por zomposos (Familia Formicidas).

## ZONA DE LA PAZ, LEJAMANI Y CANE

Variedades de maíz

En el Cuadro No. 3 se presentan los rendimientos promedio por sitio y por variedades expresados en Kgs/ha., y en el No. 4, el promedio de observaciones agronómicas por variedad. De ellos puede concluirse:

1. Los rendimientos fueron aceptablemente buenos en la mayoría de los sitios, excepto en las fincas 4 y 7, en donde fueron bajos, y muy bajos, respectivamente, por poca fertilidad de suelos y sequía en ambos sitios, más deficiente control de malezas y enfermedades en el segundo.
2. En 3 ensayos, los 2 de la estación experimental y el sitio No. 8, todas las variedades mejoradas fueron significativamente superiores que el testigo. En el resto de los ensayos solo Hondureño Planta Baja y Tocumen en el No. 7, y Guaymas en el No. 5 fueron superiores.
3. En general, las variedades mejoradas mostraron pocas diferencias entre sí, lo cual corresponde a su origen bastante similar; en el futuro deberán incluirse variedades precoces e intermedias en los ensayos, manteniendo las mejores variedades tropicales para los sitios con probabilidades de riego.
4. En promedio solo Guaymas VA-501 resultó más precoz que el promedio de las diferentes variedades locales; Tocumen y Tlaltizapan fueron promedialmente las más tardías.
5. En los 6 sitios en donde se registró ataque de cenicilla, Tlaltizapan resultó siempre más tolerante, con un promedio de 3.3% de plantas afec-

tadas; la siguió Tocumen con un promedio de 7.5% y la más atacada fue Guaymas, con un promedio de 13.6%.

6. Al cosechar, registraron diferencias entre las variedades en el porcentaje promedio de pérdidas de plantas entre la población inicial y la final. Guaymas y la Máquina sufrieron la pérdida mayor, con un promedio general de 29 y 29.6% respectivamente; las menores pérdidas fueron para Tocumen y Tlatilzapan, con 18 y 18.9%, lo cual puede reflejar una mayor tolerancia al ataque de insectos, sobre todo cogollero. Si bien la densidad de población de las variedades locales fue en promedio menor, el porcentaje de pérdida de plantas fue solo intermedio (25.5%), lo que indica que las poblaciones iniciales ya fueron más bajas, tal vez por mala calidad de la semilla.

7. Los daños de mazorca fueron bastante similares entre variedades, sin embargo, en promedio, Tocumen y las variedades locales tienen menor porcentaje de daño de insectos.

8. Algunos coeficientes de variación fueron muy altos, superando el 30%; en el futuro deberá tratarse de reducir el error experimental mediante el incremento del número de repeticiones llevándolas por el menos a 3, tal vez un aumento en el tamaño de parcela, y un incremento en el tamaño de la muestra del campo con la cual se calcula el porcentaje de desgrane y de humedad.

### Variedades de frijol

Se llegó a estas conclusiones:

1. Las dos especies del Género Vigna (Mungo y Caupí) tienen rendimientos muy promisorios; ambos fueron significativamente mejores que el testigo en 4 de los sitios.

En cuanto a precocidad, el Mungo se comportó como más precoz en promedio, el Caupí, como más tardío en todos los sitios. Ambas leguminosas necesitan varias cosechas, lo que requiere un manejo diferente.

Además, la introducción de cualquiera de ellas significa un cambio importante en el hábito alimenticio de la familia campesina, y requiere un cuidadoso estudio de las probabilidades de mercado.

Por su precocidad, el Mungo puede adaptarse a zonas con poca precipitación, aunque se sabe que, igual que el Caupí, responde mucho al riego, que alarga su período de producción.

El cultivo de las dos especies de Vigna puede estar seriamente limitado en algunas zonas en las que son selectivamente comidas por zompopos.

2. Del género Phaseolus, sólo Acacias-8 se comportó significativamente mejor que el testigo, en un sólo sitio.

3. Las poblaciones originarias de Olancho, Cuarentefío y Cincuentefío, tienen una alta precocidad, carácter muy importante para algunas zonas. La falta de selección previa se demuestra en una maduración no uniforme. Debe mejorarse también el tipo de planta, pues mostró el mayor porcentaje de vainas contra el suelo, aspecto que **afecta la calidad de la semilla.**

4. Jamastran-1 y Acacias-8 mostraron una maduración muy uniforme y un tipo superior de planta.
5. En los ensayos no se contrataron plantas atacadas y libres de virus, pero en general la infestación fue alta, particularmente en las parcelas correspondientes al testigo. El potencial genético puede estar confundido con la condición de libre o no de virus, subestimando así la variedad del agricultor. En futuros ensayos debería usarse semilla de la variedad local, multiplicada en las mismas condiciones que las introducidas.
6. Las poblaciones de los ensayos fueron relativamente bajas, 60-70 plantas/metro cuadrado, pues las variedades se sembraron con dos o tres semillas por postura, por restricciones en la cantidad de material disponible.

Cuadro 3. Ensayo de variedades de maíz: rendimiento a promedio por sitio y por variedad, en kilogramos por hectárea.

Finca	Herminio Mejía La Paz	Luis Argueta Caña	Asent. La Paz No.1 La Paz	Juan Isaula La Paz	Gaspar Vázquez Lejamaní	Salvador Cáceres Lejamaní	Alejandro Lizardo Lejamaní	Adan Cales Lejamaní	Est.Exp. con Fer.	Est. Exp. <del>esta</del> Fer.	Promedio por variedades
Hondureño											
Planta Baja	926	1935	2045	1243.5	1435.5	1349	471*	2421.5*	4627.5*	4217.5	2067
Guaymas	2420.0	1702	1882	1023.5	2985 *	1351	167.5	2186*	4010*	3601*	2133
Tlaltizapan	1681.5	1566	2284	1376.5	1114	1478.5	245	2452.5	3886.5*	5458*	2154
La Máquina	1161	1125	2785	747	1309	1310	235	2274.5*	4254*	4941.5*	2014
Tocumen	1108	1418	2150	723	1082.5	1089	562*	2166*	4718.5*	4396*	1942
Agricultor	1240	1520	2009	741.5	1020	1392	145	1362	2241	1925	1360
Promedio por finca	1423	1544	2193	976.	1491	1328	304	2144	3956	4090	
C.V.	40.32	11.74	36.76	50.11	31.39	29.34	17.02	7.47	13.00	7.85	
DMS					12.03		133.	411	1352	732	

\*Superiores al testigo.

Cuadro 4. Ensayo de variedades de maíz = promedio de características agronómicas de varios sitios en el Valle de Comayagua.

Variedad	Rend. Kg/ha (10 S)	Dens. Plat./ha (10 S)	Alt. M (10 S)	Prec. Relat 1-6 (7 S)	Cenic % Plant atacadas (6 S)	No. Mazor. Por Pita. (10 S)	Grado de C. de m. 1-5	Insect. % maz. atacadas (10 S)	Pájaros % Mazor. atacadas (10 S)	Pudric. % mazorc. atacadas (10 S)	Pérdida de plantas & (9 sitios)
Hondureño Planta Baja	2067	22625	1.73	3.43	8.9	1.1	3.42	26.3	27.1	7.2	20.2
Guaymas	2133	19925	2.0	1.86	13.6	1.05	3.66	22.2	10.0	6.6	29.0
Tlaltizapan	2154	21825	2.14	4.23	3.3	1.09	3.33	23.9	9.2	6.7	18.9
La Máquina	2014	18250	1.95	3.86	12.0	1.16	3.41	23.5	7.3	7.2	29.6
Tocumen	1942	22500	2.06	4.86	7.5	1.09	3.37	17.9	8.4	7.6	18.0
Agricultor	1360	17025	2.05	2.29	12.6	1.04	4.21	18.9	18.8	5.8	25.5

Cuadro 5. Rendimiento de 6 leguminosas de grano en 6 sitios del Valle de Comayagua.

Variedades	L O C A L I D A D E S						Comayagua E.E.	X Kg/ha
	La Paz H.M.	J.I.	A.PAZ	Lejamani	Cane A.L.			
Acacias	511.7 c	106.74	605.67	650.11	55	616.8*	424.34	
Cuarenteño o Cincuentaño	228.7 d	83.285	358.76	619.37	182.0	393.8	316.78	
Jamastrán-1	362.4 c	77.90	733.20	498.03	100.3	468.9	373.55	
Mungo	666.0 b	81.09	1,468.51*	933.72*	(2)	1,237.6*	877.38	
Caupí	365.6 a	234.22	1,437.7*	620.77	(2)	828.9*	797.44	
Agricultor	(3)	140.89	540.16	554.67	128.2	226.4	318.06	
X por finca	526.78	120.68	857.33	629.43	166.58	628.73		
C.V.	15.99%	13.61%	27.47%	10.66	82.70	19.85		
DMS 05	DUNCAN	42.0	605	174.3	314.75			

1. Rendimientos expresados en kilogramos por hectárea al 14 por ciento de humedad.
  2. Comida por conejos o zompo (insectos familia Formicidae).
  3. Cosecha por agricultor
- \* Variedades mejores que el testigo, (frijol del agricultor).

**ZONA DE SAN JERONIMO**

En esta zona se trabajó tratando de responder a los problemas más importantes planteados por los agricultores y detectados a través de la encuesta, que son:

- a) Competencia de las malezas con el cultivo del arroz.
- b) Insectos en el suelo.
- c) Variedades; las variedades criollas rinden muy poco y la variedad Cica-4 aquí tiene problemas de tamaño del grano, lo cual acarrea para los agricultores que la siembran una depreciación en el precio del mercado.

**Control de malezas**

1. Es necesario limpiar el arroz si se quieren obtener buenos rendimientos: con limpia total manual (Trat. D) resultó mucho mejor que sin limpia (Trat. E) en 2 de los 3 sitios; también se observó que el control químico con propaniltuna y limpia a mano a los 2 meses (Trat. A) fue casi igual a la limpia completa manual (Trat. D).
2. Las malezas más importantes fueron Digitaria, Eleusine, Echinochloa, Echerocarpus y Comelina.
3. En vista de que las gramíneas son las malezas más importantes, es necesario que el control químico sea temprano y con altas dosis de Propanil.

4. Tomando en cuenta el factor económico, (tasa de retorno marginal), las investigaciones en 1979 serán orientadas a un control de malezas, hecho solamente con productos químicos, tratando de reducir el uso de mano de obra. Para esto se piensa utilizar dos estrategias:

- a) Reducir las distancias entre surcos, para que el cultivo cubra el terreno más rápidamente y
- b) hacer aplicaciones fraccionadas de propanil en dosis altas, con un herbicida de efecto residual.

#### Ensayos varietales demostrativos

1. Los mejores rendimientos fueron en el Asentamiento Fátima (3711 Kg/ha) y los peores en el campo de Isable Lezama (2736 Kg/ha).
2. En un lugar Cica-7 fue mejor que el testigo, y en dos lugares Cica-9 fue el más rendidor.

Solamente en el campo de Isabel Lezama, donde hubo muchos problemas con daño de chupadores, hubo una mala cosecha de Cica-9.

3. Los criollos no dieron generalmente buenas cosechas, con excepción del ensayo de Fátima. Sus principales problemas fueron poco macollamiento y gran altura. Se puede concluir que aún con baja tecnología las variedades mejoradas superaron a las criollas, y que Cica-9 fue mejor que Cica-6.
4. Este año no hubo fuerte incidencia de insectos en el suelo, por lo que no podemos inferir recomendaciones para estas variedades.

5. En 1979 esperamos obtener un mejor aprovechamiento de las lluvias. Pensamos adelantar la fecha de la siembra, haciendo una en seco, para cosechar a mediados de octubre, y luego, en un sistema de cero labranza, sobre el rastrojo del arroz, sembrar frijol mungo o maicillo.

### RECOMENDACIONES

1. Durante 1979 trabajaremos con menos sitios, de manera que los ensayos puedan ser conducidos de modo más eficiente y de acuerdo a los recursos técnicos disponibles-
2. Los ensayos deberán ubicarse dentro del cultivo del agricultor y no solamente en su campo, y manejarse con su misma técnica.
3. Se debe buscar una mejor coordinación con otros programas e instituciones competentes que brinden apoyo y asesoría a los agricultores.
4. Deberá mejorarse la técnica experimental, mediante el incremento del número de repeticiones y del tamaño de parcela, y lograr una coordinación más efectiva con el agricultor, especialmente durante la siembra y la cosecha.
5. Habrá que afirmar la metodología para la selección de sitios y colaboradores.

NOTA: Los principales participantes del equipo técnico fueron: E. Durón, Alvaro Díaz, Daniel Galt, Rafael de Lucía, Frank Pcairs, Joshua Posher, Franklin Rosales, Manuel Rosales y Miguel Sosa.

Cuadro 6. Rendimientos de arroz CICA-6 en los ensayos de control de malezas.  
San Jerónimo, Comayagua. 1978.

Tratamiento 1/	L O C A L I D A D		
	Lezama	Fátima Kg/ha	Piedras Azules
A. Stam (9 lt/ha p.c.)	4,042 *	4,387	6,543 *
B. 2-4-D (75 lt/ha p.c.)	2,827 *	4,404	4,387
C. Stam + 2-4-D 7 lt/ha p.c.	2,931 *	3,826	5,997 *
D. Limpia manual total	4,000 *	4,987	77,539 *
E. Sin limpia (testigo)	1,076	3,552	1,953
$\bar{X}$	2,975	4,231	5,284
S	299	693	1,052
C.V. %	10%	16%	20%
DMS 0.50	830	1,923	2,920

1/ A los 60 días todas las parcelas excepto Testigo, fueron limpiadas.

\* Tratamientos con mayor rendimiento que el testigo.

Cuadro 7. Rendimiento de arroz en los ensayos demostrativos de variedades de variedades, San Jerónimo, Comayagua. 1978.

Variedad	L O C A L I D A D			$\bar{x}$
	Lezama	Fátima	Marcelino	
Cica 6	3,384	2,906	3,067	3,119
Cica 7	3,969 *	4,074	3,513	3,852
Cica 9	3,023	4,982	5,318 *	4,441
4 meses	2,001	3,616	2,526	2,714
5 meses	998	3,369	1,517	1,961
Del agricultor 1/				
Cica 6	3,040	3,320	2,532	
$\bar{X}$	2,730	3,711	3,049	3,165
S	155	344	434	
C.V.	6%	9%	14%	
DMS 0.50	430	927	1,205	

1/ Del agricultor, testigo del colaborador sembrado con semilla.

\* Variedades con más rendimiento que su testigo.

## COMENTARIOS Y PREGUNTAS

TREJO: ¿Qué porcentaje de los trabajos que se desarrollan corresponde a sistemas de producción?

DURON: En nuestra región específica, la centro-occidental, que comprende Comayagua y La Esperanza, se está trabajando en un 55% en ensayos de finca, en un 45% en las dos estaciones experimentales de la región; pero esto no ha disminuido el trabajo de los técnicos de las estaciones que complementan el del equipo de sistemas de producción. Ellos van también a las fincas, porque de esa manera nos dan un apoyo directo en la solución de los problemas; o sea que su trabajo dentro del campo experimental está orientado a los ensayos de finca, así como a las actividades de mejoramiento y otras propias de las estaciones experimentales.

VEGA: Quisiera saber si en estos ensayos que se han realizado en las fincas del agricultor, además de la información agronómica que han recogido los técnicos del grupo, se han hecho reuniones o giras con agricultores, con extensionistas, o con personal de otras instituciones del sector gubernamental. Y otra pregunta es **si ante el problema que se está presentando en una de las zonas de daño por ssemisilla en un 40%** el grupo de investigación está tomando cartas en el asunto? Porque en los cultivos de maíz y de sorgo que predominan en el área, pudieran aumentar el porcentaje de daño, y venirse abajo la producción de la zona.

DURON: Sí, definitivamente; en cuanto a la comunicación, se han hecho esfuerzos tanto con los agricultores, como con los extensionistas, se ha tratado de motivar a algunos agentes de crédito. También se han dado cierto tipo de cursos para capacitar líderes campesinos, sobre todo en conservación. Nos movemos de una zona a otra, tanto como a los campesinos interesamos a los extensionistas de todos los sectores de la zona para que visiten los ensayos.

En cuanto a su segunda pregunta, se están haciendo trabajos para encontrar algún tipo de resistencia a semisilla en esta zona. En Comayagua está la sede del Programa de Mejoramiento de Resistencia a Semisilla; este año se incluyeron algunas variedades, algunas líneas que el CIMMYT y la Fundación Rockefeller mandaron al Programa de Maíz de Honduras. Además se está llevando una acción coordinada, acordada en la reunión del PCCMCA, por la cual Honduras, Guatemala y El Salvador, creo, están analizando trabajos dentro del campo experimental y probando ciertas líneas en las fincas de los agricultores.

TREJO: Oí decir que para control de plagas, se usa Aldrin. Este tratamiento ¿es a nivel general, o se usa otro producto que no sea clorinado?

DURON: Para tratamiento de suelos usamos Aldrin en maíz y Furacán en arroz, pero no pudimos conseguir recomendaciones en este tipo de ensayos debido a que no obtuvimos respuesta a ninguno de los dos. Este año se ha descontinuado la investigación en insectos del suelo, no se ha trabajado con ningún tipo de producto.

**KASS:** ¿Y el problema de la gallina ciega?

**DURON:** Los agricultores en sus encuestas dijeron que tenían problemas con la gallina ciega, pero este año no se presentaron. Lo que se está haciendo es evaluación; unos ensayos de diagnóstico de entomología, para tratar de detectar y conocer las plagas que afectan los cultivos principales.

## RESUMEN DE LA DISCUSION SOBRE "PRUEBAS DE CAMPO Y SU EVALUACION"

GRUPO No.1

Participantes: J. Solórzano, J. A. Trejo, O. M. Hernández, A. Sáenz Ch., J. Nuñez, E. Enamorado, J. Arze.

De los puntos sometidos a discusión, consideramos dos como los más importantes:

1. ¿Qué otras formas pueden usarse para obtener resultados de investigación?

En general, la ejecución en el campo, así como el tipo de experimento realizado, ha sido el de interés para los investigadores.

Por otra parte, se ha dado el tipo de método y diseño que podrían ser útiles, pero poca de esa información se ha evaluado.

Se han utilizado, en general, diseños de bloques al azar, parcelas divididas, subdivididas, comparación de sistemas y de factores limitantes, etc.

Posteriormente, se ha recurrido a parcelas de comprobación de resultados así como a parcelas demostrativas, aún cuando el agricultor prefiera parcelas más grandes, en contraste con las de tipo experimental.

Por último, se ha solucionado la dificultad del investigador para evaluar biométricamente ciertos parámetros, respecto al análisis estadístico y el tiempo que conlleva, a fin de obtener la recomendación final y su publicación.

2. Con respecto a la evaluación de alternativas con énfasis en sistemas de cultivo se concluye:

El criterio para evaluar índices experimentales, será el juicio del técnico, y lo que este considere necesario.

En cuanto a qué tipo de evaluación debe hacerse con el resultado final de la información obtenida; sería mejor algún tipo de evaluación intermedia, o por separado, para mejor utilidad del resultado final.

Hay que seleccionar diseños adecuados, que se ajusten a la topografía del terreno del agricultor y permitan obtener información confiable de la interacción y su interpretación, con factores que se presenten en la finca, además, de la evaluación adecuada a los objetivos del diseño y lo que este conlleva.

Respecto a la exposición de Honduras, se plantea la inquietud por la práctica de las quemas que hace el agricultor, y la importancia que esto conlleva respecto a conservación de suelos, y protección de recursos naturales renovables.

#### GRUPO No. 2

Participantes: A. Bonilla, R. Alegría, M. Marroquín, M. Molina, J. C. Ruiz, M. R. Sosa, R. Moreno.

Resumen de aspectos tratados:

Se subrayó la importancia de determinar cuál es la mejor forma y época para realizar una encuesta y obtener información básica para la experimentación, así como de saber seleccionar al agricultor cooperador que reúne las condiciones necesarias para el buen desarrollo del

trabajo designado. También la relación con los vecinos juega un papel importante para que los resultados sean aprovechados en su totalidad. No debemos olvidarnos del tipo de incentivo que se le brindará para compensar la producción según el objetivo del ensayo.

Además, es importante, integrar el equipo en forma más completa, para evitar la aparición de ciertos riesgos en la producción, y completar la investigación hasta el final; también tener el conocimiento completo del comportamiento del cultivo, para evitar la desconfianza del agricultor, y coordinar las nuevas ideas entre el investigador, el extensionista y el agricultor para aprovechar la experiencia de este.

Adicionalmente, se deben ampliar los criterios de índices de evaluación de alternativas para los sistemas de producción.

### GRUPO No. 3

Participantes: D. Prado, H. E. Amaya, M. Casares, E. Vergara, A. Cruz, R. McColaugh, W. Bejarano.

Resumen de las sugerencias planteadas:

1. Que CATIE discuta con más profundidad y busque el mecanismo para la selección, del cooperador tomando en cuenta las experiencias de los investigadores y extensionistas a través de los residentes del CATIE en cada país, y que dicho mecanismo se haga conocer.

2. Que se estudie el tamaño ideal de la parcela, en los experimentos de comparación de sistemas de cultivo.
3. Que se establezcan normas que permitan un uso adecuado de los índices de evaluación; tendiéndose en lo posible a la mecanización del cálculo de esos índices. Por otra parte, que se establezcan normas para obtención de datos en un mismo sistema de cultivo, que faciliten la obtención de índices regionales que permitan las comparaciones entre países. Dada la experiencia de personal del Programa de Cultivos Anuales de CATIE, se sugiere que siga con este trabajo.
4. Que se inviten a los equipos que están trabajando en sistemas de cultivo a que traten de trabajar multidisciplinariamente y en coordinación con las instituciones del sector, en todas las etapas de investigación y transferencia de tecnología.

#### GRUPO No. 4

Participantes: O. González, M. A. Juárez, J. F. Rodríguez, C. Wynter, H. Durón, D. Kass, M. Holle.

Resumen de consideraciones:

1. Tomar en cuenta el tipo "organizaciones de agricultores", versus "agricultor", debido a que este tiende a ser más individualista.
2. Establecer criterios de prueba de alternativas y su evaluación de acuerdo a:
  - a) Política de producción.
  - b) Estratificación por tipos de cultivos.
  - c) Estratificación de agricultores.

3. Tomar en cuenta las corrientes en el área en cuanto a organización de agricultores, lo que plantea ajustes en la metodología. Por ejemplo: reajuste de acuerdo a metas, cuando estos ya están establecidas.

4. Requerir el entrenamiento de los recursos humanos en la aplicación de la metodología desarrollada. Se cree que el énfasis debe ser en:

- a) Métodos.
- b) Diseños experimentales a nivel de finca.
- c) Sociología y economía agrícola.
- d) Planificación con participación integrada de técnicos.
- e) Formas de evaluación.

Hay especial interés en los mecanismos para empatar las diferentes etapas de: diagnóstico, diseño, evaluación y rediseño.

5. En relación a los índices:

Tratar de que estos sean sensibles para detectar en los efectos de la producción, los factores o alternativas responsables de efectos en forma combinada.

**PREPARACION INICIAL Y VALIDACION DE ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS**

UN RESULTADO DE LA INVESTIGACION MEDIANTE EL ENFOQUE DE SISTEMAS:  
PREPARACION DE ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS AL SISTEMA DEL AGRICULTOR

Miguel Holle\*

INTRODUCCION

Uno de los objetivos de la investigación agrícola es la generación de información para ser utilizada en la producción de cultivos. Este ha sido uno de los productos esperados del Proyecto de Sistemas de Cultivo para Pequeños Agricultores en América Central (SFSP 1975-1979).

El proceso descrito esquemáticamente en la Figura 1 utiliza la realidad a nivel del agricultor como punto de partida para desarrollar la investigación y generar las recomendaciones. Hasta el presente se ha enfatizado la generación de recomendaciones para sistemas de cultivo según los flujos A y B: luego de describir el modelo, en base al examen de la situación del sistema de cultivo que maneja el agricultor en una área de trabajo dada, se genera la recomendación.

El presente trabajo describe la estructura y la función de las partes en que se organizan las alternativas tecnológicas preparadas por el personal del SFSP.

---

\*Ph.D., Horticultor, Programa Cultivos Anuales, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

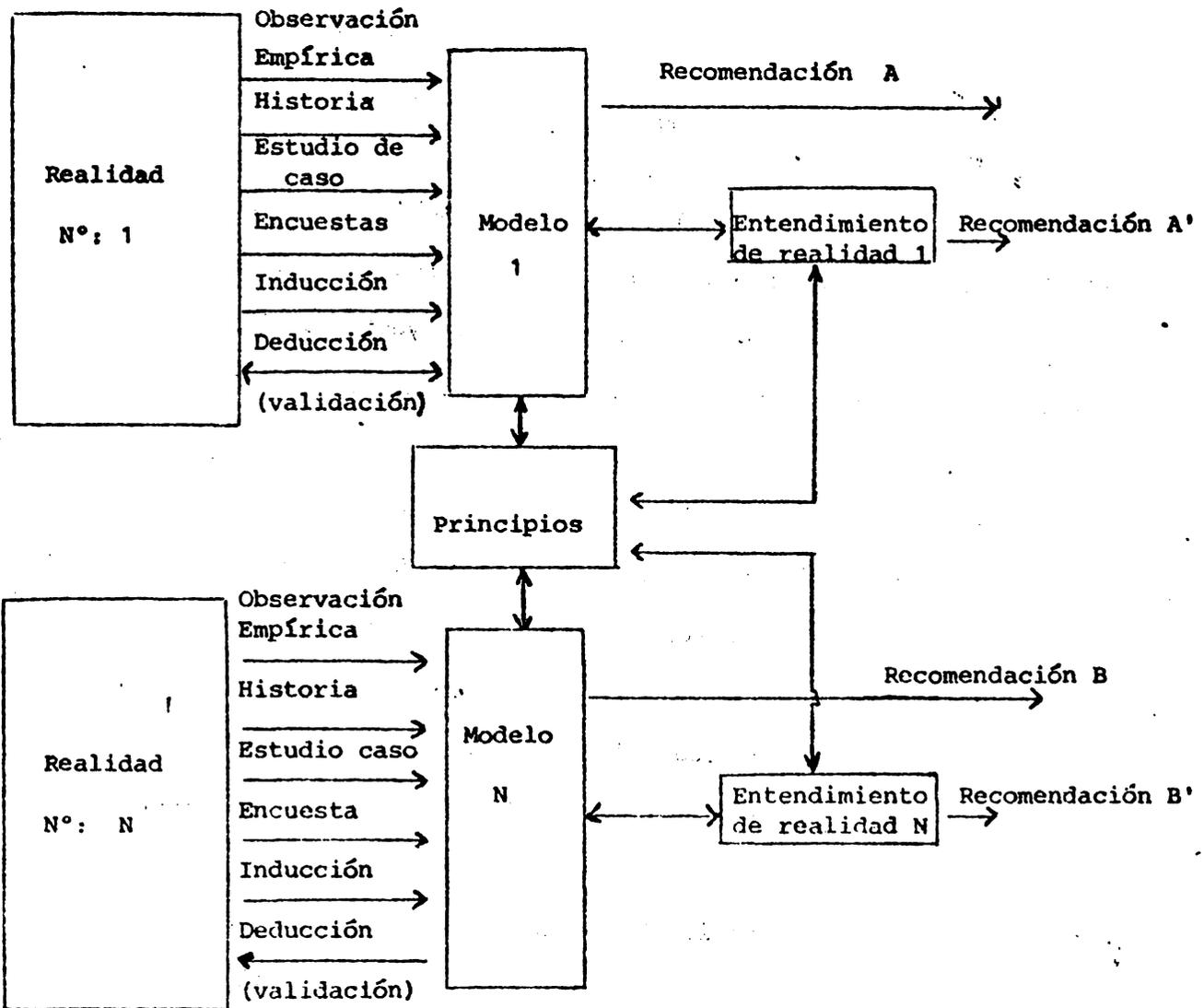


Figura 4.1. Proceso de generación de recomendaciones utilizando la realidad como punto de partida.

### Justificación

-La descripción comentada del agroecosistema (sistema de cultivo) del agricultor y de las alternativas propuestas, constituye un modelo operativo validable en el campo.

-La información relacionada con las alternativas para los agroecosistemas y el ambiente en que funcionan, está usualmente dispersa en diferentes formas y/o documentos parciales.

-Ordenar la información sobre lo que hace el agricultor, el ambiente y las alternativas que se sugieren, facilita la identificación de las áreas débiles en el conocimiento y entendimiento de la situación. Estas áreas pueden enfocarse en investigaciones posteriores.

### Objetivo

Describir y preparar un formato adecuado, con la información disponible sobre el agroecosistema practicado por el agricultor y las alternativas desarrolladas. Este documento puede permitir al técnico desarrollar la fase de validación.

## DESARROLLO DEL TEMA

### Definición

Las alternativas de un agroecosistema son el conjunto de información ordenada sobre la situación actual del agricultor en una región, (microregión, área de trabajo) y las modificaciones propuestas para mejorar su nivel de vida en aspectos de productividad, ingreso y/o nutrición.

El término alternativa reemplaza el de paquete tecnológico. El cambio se justifica, pues el uso común de "paquete" implica rigidez y

la posibilidad de "venta" o "distribución masiva". Ambas condiciones son indeseables en esta etapa de desarrollo y uso de los resultados de la investigación.

Por otro lado, la información recopilada en esta forma no pretende ser un documento de distribución masiva, sino un instrumento para facilitar a los técnicos la planificación de las fases de validación o de diseño de otras opciones, a probar durante su labor en la región. En este sentido es indispensable la revisión periódica de la información que se incluye.

#### Estructura de la descripción del agroecosistema y de una alternativa

Es evidente que el formato es un elemento dinámico que debe revisarse de acuerdo a lo que se decide hacer con él. En la presente exposición se sugiere uno que ha sido utilizado en diferentes formas por el personal del CATIE en el transcurso del Proyecto SFSP (1975-1979). No todas las partes están igualmente perfeccionadas.

#### Aspectos incluidos en la descripción

A. El resumen de la información contenida en el documento.

Se han desarrollado 2 casos: en uno se incluye la metodología seguida para la generación y la evaluación de alternativas, y los resultados obtenidos; en el otro, se omite la metodología.

En el resumen de resultados se incluye una caracterización geográfica somera; la descripción tabulada del agroecosistema (el "patrón" o estándar que se utiliza); la descripción tabulada de la alternativa

propuesta; y una comparación de ambas. Estos tres cuadros constituyen la unidad básica del documento.

La estructura de los cuadros que describen y comparan agroecosistemas se ilustra en los ejemplos adjuntos: uno es el formato sin llenar el otro, un ejemplo parcialmente desarrollado (Cuadros 1 y 2).

B. Un grupo de apéndices que desarrollan los conceptos incluidos en la primera parte y presentan la evidencia de las evaluaciones económicas, experimentales o de otro tipo que se hayan realizado. Los apéndices desarrollados por el grupo generalmente cubren los siguientes aspectos:

1. Descripción detallada de los agroecosistemas usuales en la región, y comentarios relacionados con la adecuación de las actividades individuales a los conocimientos del personal que prepara el documento, y a los especialistas que pueden preparar evaluaciones sobre aspectos específicos tales como insectos, malezas, enfermedades, etc.
2. Caracterización socio-económica de la región donde impera el agroecosistema analizado; esta incluye un comentario sobre las condiciones bajo las cuales se cree que la alternativa se comporte según lo evaluado.
3. Descripción geográfica de la región (microregión, área), en el mismo contexto que el punto anterior, con énfasis en suelo, clima, y vegetación natural y con los comentarios ecológicos pertinentes.
4. Análisis económico detallado; incluye el cálculo de una serie de índices tales como ingreso bruto, neto y familiar, y algunas relaciones tales como ingreso total/costo total, retorno total/jornal y retor-

CUADRO 4.1. FORMATO PARA LA DESCRIPCION TABULAR DE UN AGROECOSISTEMA

CRONOLOGIA	ACTIVIDAD DE MANEJO	INSUMOS X HA.	MEDIO AMBIENTE	PRODUCTO X HA	COMENTARIOS, OBSERVACIONES Y REFERENCIAS.
Una indicación de la sucesión de actividades.	Descripción de la actividad de manejo.	Necesidades del Agroecosistema en energía (p.e. mano de obra), calidad y cantidad de productos y cantidad de dinero.	Reflejo de la situación del clima durante las operaciones.	Una evaluación de los resultados de las actividades bajo ciertas condiciones de medio ambiente, nivel de insumos y tiempo.	Calificación e información adicional de cada actividad de manejo.

**CUADRO 2. EJEMPLO DE LA DESCRIPCION TABULAR PARCIAL DE UNA ALTERNATIVA P.P.P. UN SISTEMA DE CULTIVO (Datos Tomados de : Secretaría de Recursos Naturales, Honduras, -Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, C. R. Descripción y Evaluación del Sistema de Cultivos (maíz-arroz)-frijol de Costa: una alternativa para el sistema arroz-frijol practicado por los agricultores de Yojoa, Honduras. Turrialba, Costa Rica, CATIE 1979. 135pss. 24refs.)**

CRONOLOGIA		ACTIVIDAD DE MANEJO		INSUMOS. X HA.			MEDIO AMBIENTE		PRODUCTO X HA.		COMENTARIOS, OBSERVACIONES Y REFERENCIAS
FECHA Día- Mes	Semana relativa a la siembra	Descripción	Energía	Semilla tipo, Q(3)	Nombre	Q/M <sup>2</sup>	lpt (2)	C°	Nombre (Tipo)	Q	
12/Abril	15 -7	Chapía (manual)	12h/d (1)				18	28			Igual al Agricultor
	16 -6										
23/Abril	17-20 -5 A -4						133	27.5			
26/Mayo	21 -1	Arar (maquinaria contrato)	---				35	26.3			Igual al agricultor
2/Junio	22 0	Surcar (buey)	5.7h/d 2.9h/d				4				
		Siembra maíz y arroz	9 h/d	Hondureño 8.2 kg. Blue Bonnet 65 kg			32				Arreglo especial 2 maíz: 4 arroz siembra simultánea
1/Julio	26							26.9			Exp. Nos. 1-5 (anexo 5)
27.28	5 - 6	Limpia con pando	10h/d				15		lantillo vegetal	0	No evaluado
5-15/Ag.	31-32 9 -10	Aplicar fertilizante arroz	2h/d		Urea	146kg	38	26.3			No practicada por agricultor
20-22/Oct.	38-39 16-17	Cosechar arroz	25h/d				38	25.8	grano	1-1.5TW	Exp. No. 6 (anexo 5)
Una indicación de la sucesión de actividades.		Descripción de la actividad de manejo	Necesidades del agroecosistema en energía (P.E. Mano de obra), calidad y cantidad de productos y cantidad de dinero		Reflejo de la situación del clima durante las operaciones.		La evaluación de los resultados de las actividades, bajo condiciones de medio ambiente, nivel de insumos y tiempo		Calificación e información adicional de cada actividad de manejo.		

(1) h/d = día hombre; b/d = día buey (2) milímetros por mes (3) Q = cantidad

no a la inversión adicional. En el cálculo de estos índices, se utiliza un criterio conservador. Adicionalmente, se hace un análisis del perfil de mano de obra durante el período de operación del sistema de cultivos (generalmente el año agrícola) que trata de aclarar el efecto de los cambios sugeridos en este recurso básico del agricultor pequeño.

5. Evidencia (p.e. experimental ó por observación/validación): describe las operaciones y los resultados a partir de los cuales se ha escogido el cambio a realizar en el agroecosistema patrón.
6. Bibliografía: incluye citas de documentos sobre los diferentes temas tratados, con énfasis en la región en que se trabajó.

#### COMENTARIOS A LA PREPARACION DE ALTERNATIVAS

##### a. Tipos de alternativas:

Las alternativas que se pueden preparar para el agroecosistema de una región específica, pueden ser de dos tipos: conformada total o parcialmente con información externa a la región, o constituida total o parcialmente con base en información existente, originada por investigación actual y/o pasada.

La preparación de una alternativa del primer tipo, permite entrar en una fase de validación inmediata de la información que puede ser adaptada al agroecosistema de la región; sin embargo, es muy probable que tenga un éxito parcial en cuanto a la utilidad de las diferentes actividades de manejo, debido a falta de compatibilidad con los recursos y características encontrados en la región.

En el segundo caso, en que la investigación previa es en la zona, se tropieza generalmente con que la experimentación se ejecutó en lugares no muy representativos (p.e. estaciones experimentales).

b. Ventajas de aceptar el proceso de preparación de alternativas:

-Enfoca la investigación de varias disciplinas hacia un objetivo común.

-Si se usa el "patrón" del agricultor, se tiene un comparador que puede intervenir en las diferentes fases del proceso de desarrollo de las alternativas, especialmente en diseño de tratamientos, evaluación de alternativas, y difusión de las mismas.

-Requiere que se tomen decisiones sobre cada actividad de manejo, su conveniencia y su calidad. Esto ayuda a los investigadores a identificar los vacíos de la información y la calidad de esta.

c. Desventajas del proceso de preparación de alternativas:

-Preparar las alternativas de un agroecosistema no quiere decir que necesariamente se entienda el funcionamiento de éste. Entendiendo el funcionamiento, se puede predecir el efecto de los cambios que se introducen en el agroecosistema o en unos de sus subsistemas, también se puede sugerir alternativas completamente nuevas, acordes con los recursos existentes. Esta capacidad de diseño puede ser uno de los objetivos del grupo que investiga en sistemas de cultivo.

-El formato descrito es bastante rígido, las opciones que tiene

el agricultor y las decisiones que toma son mucho más variables. Estas decisiones dependen de la relación entre el momento del año agrícola, el estado del medio ambiente y el estado del agroecosistema. En la actualidad se conoce poco sobre el efecto del cambio de una actividad en el desempeño del sistema.

PRUEBA EXTENSIVA DE ALTERNATIVAS PROMISORIAS

Anibal Palencia\*

El flujograma adjunto (Figura 1) señala cinco fases mediante las cuales se ordena el proceso para la producción y transferencia de tecnología adecuada a las necesidades del pequeño agricultor.

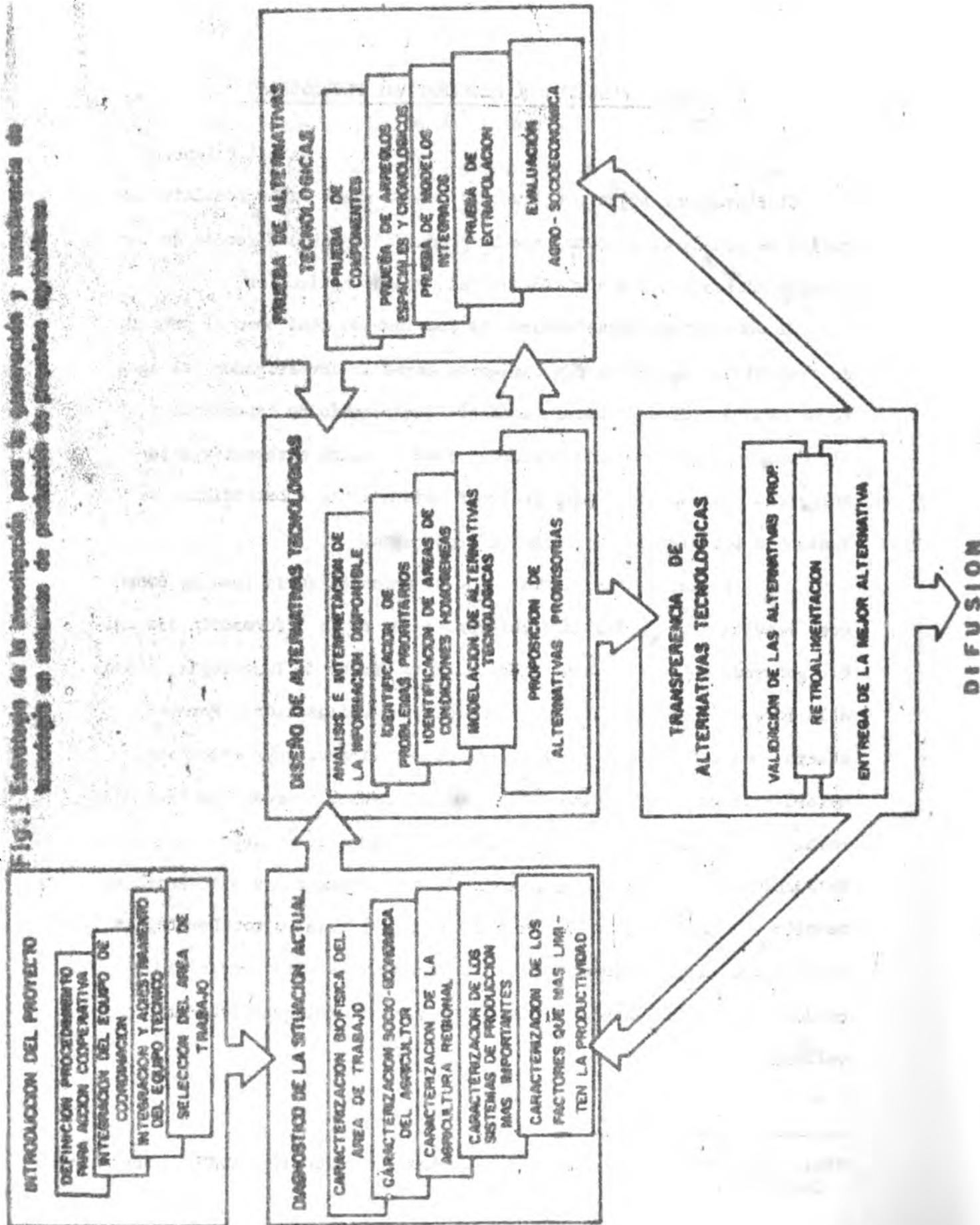
El concepto de transferencia es considerado aquí como el proceso de transmisión de nuevos conocimientos entre el investigador, el agente de cambio y el agricultor, mediante intercambio de experiencias; y el concepto de tecnología adecuada, como aquellas alternativas tecnológicas con capacidad para producir mejoramiento substancial y sostenido en los sistemas actuales de producción.

Las alternativas promisorias que se proponen en la fase de Diseño como resultado del análisis e interpretación de la información disponible generada en las fases de Diagnóstico y Prueba de Tecnología, pasan a la fase de Transferencia para propiciar su utilización. Para el efecto, en esta fase se contemplan dos actividades cuya ejecución estará a cargo de un equipo integrado por investigadores, agentes de cambio y agricultores. Las actividades aludidas se refieren a la Validación de las alternativas tecnológicas propuestas y a la Retroalimentación requerida para mantener o descartar, parcial o totalmente, la vigencia de dichas alternativas. El resultado de estas actividades conduce al acto de entrega de la alternativa tecnológica debidamente validada.

---

\*Ing. Agr., M.S. Especialista en Sistemas de Producción, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Fig.1 Estrategia de la investigación para la generación y transferencia de tecnología en sistemas de producción de pequeños agricultores



## 1. Validación de las Alternativas Tecnológicas Propuestas

1.0 La validación se considera como una prueba de campo a nivel extensivo, con la participación activa de agricultores de condición socio-económica similar, en parcelas comprendidas en áreas cuya homogeneidad agro-ecológica haya sido definida como de extrapolaridad confiable.

Los objetivos específicos perseguidos con esta actividad son:

- a) Evaluar el comportamiento agro-económico de la alternativa tecnológica propuesta, a nivel semicomercial y bajo el manejo exclusivo del agricultor en colaboración con el agente de cambio.
- b) Transferir el nuevo conocimiento a los agentes de cambio y a los agricultores de reconocido liderazgo en la región, mediante la técnica "aprender haciendo".
- c) Crecer la capacidad necesaria entre los agricultores participantes, para utilizarlos después como monitores en la difusión de la tecnología mejorada.

### 1.1 Procedimiento

Para el logro de los objetivos señalados, la actividad de validación se desarrollará en las comunidades agrícolas mejor ubicadas dentro del área de extrapolaridad ya definida para la alternativa propuesta. En cada comunidad, donde el agente de cambio organizará a los agricultores en una agrupación que funcione a manera de club agrícola, se instalará una parcela de validación con el agricultor que se identifique como líder del club. En su defecto, el agricultor podrá ser

cualesquiera de los directivos del club. La parcela será de 0.7 ha (1.0 Mz), dividida en dos sub-parcelas de 0.35 ha cada una, para instalar la alternativa propuesta y la correspondiente a la tecnología del agricultor. Ambas parcelas serán manejadas exclusivamente por el agricultor bajo la dirección del agente de cambio. Cada agente de cambio atenderá 6 comunidades para que dentro de su tiempo disponible pueda dar atención a una parcela por día durante la semana de trabajo (lunes a sábado). Si las comunidades fueran muy grandes e hicieran necesario más de un club agrícola, las 6 parcelas se instalarían en igual número de clubes. Los insumos requeridos serán suministrados por el Programa, y la tierra y la mano de obra por el agricultor; sin embargo, el Programa contará con un fondo que permita cubrir el pago de jornales en situaciones de emergencia.

Los agentes de cambio, que serán los agentes de extensión y de crédito agrícola de la región, actuarán bajo la coordinación de uno de los miembros del grupo de investigación. Estos técnicos, unidos a los agricultores involucrados, formarán el equipo de validación, tal como se muestra en la Figura 2. Toda la actividad podrá ser considerada como un experimento de dos tratamientos (la alternativa y la tecnología del agricultor) y un número de repeticiones que será igual al de las comunidades involucradas.

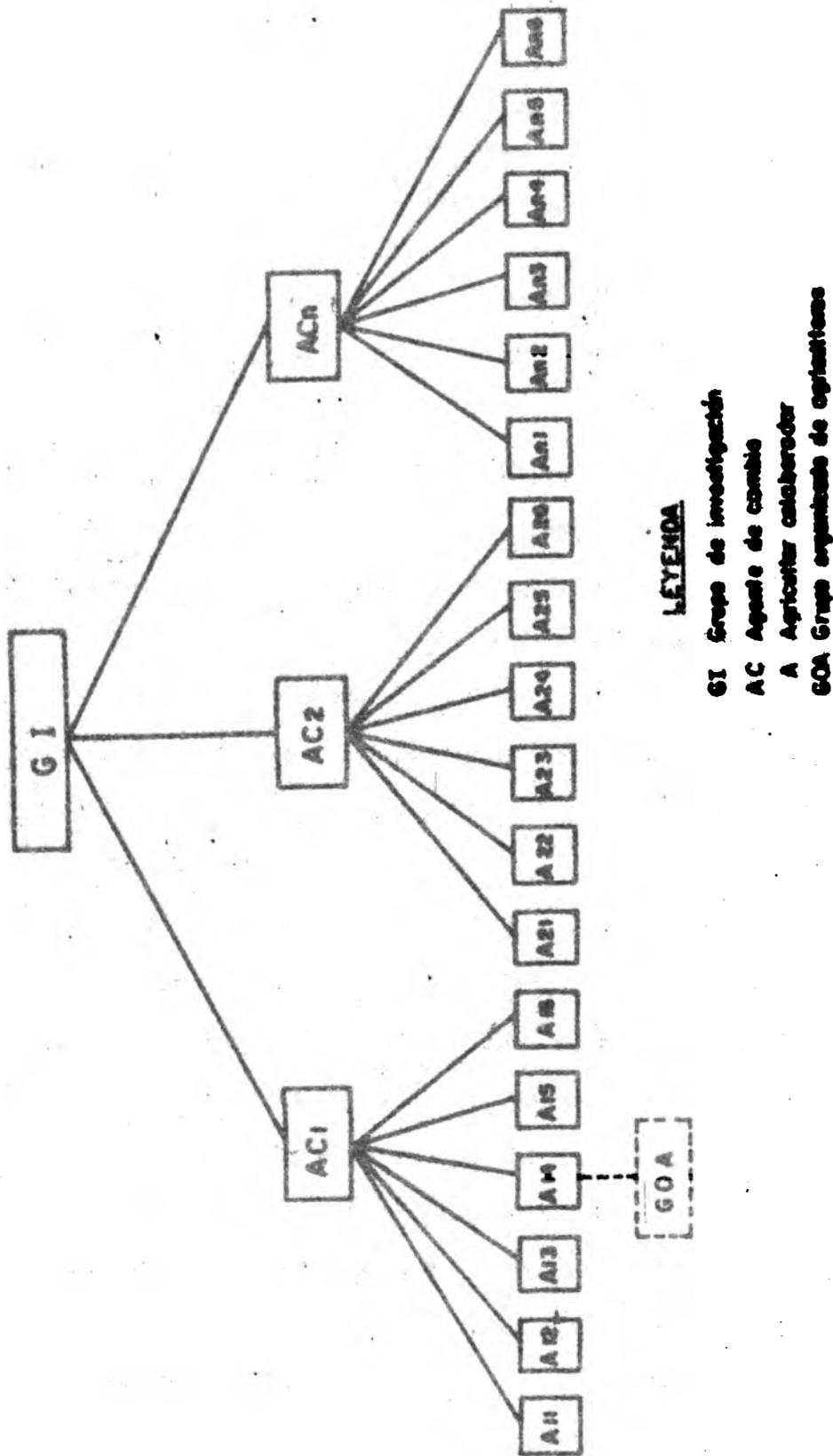


Fig.2 Organigrama de la fase Transferencia de Tecnología

## 1.2 Cronología de las actividades del equipo

A continuación se señalan, en orden cronológico, las principales actividades requeridas para desarrollar el proceso de validación:

- a) Reunión entre el grupo de investigación y los agentes de cambio de la región objeto de estudio para establecer las bases de la acción cooperativa (Mes 5, Año 1);
- b) selección de las comunidades agrícolas donde habrá de desarrollarse la actividad de validación (Mes 5, Año 1);
- c) identificación de los directivos de los clubes agrícolas correspondientes para seleccionar al colaborador (Mes 5, Año 1);
- d) motivación de los agentes de cambio y de los agricultores directivos de los clubes, mediante charlas informales y visitas a los campos experimentales (Meses 6 y 10, Año 1).
- e) Elaboración del programa de trabajo (Mes 1, Año 2);
- f) integración del equipo de validación (Mes 2, Año 2);
- g) seminario de uno ó dos días para presentar y discutir las características de la alternativa tecnológica propuesta (Mes 2, Año 2);
- h) adiestramiento a los agentes de cambio y a los agricultores colaboradores, sobre la naturaleza y manejo de la alternativa tecnológica propuesta y sobre los procedimientos de recolección de los datos requeridos para la evaluación, mediante el uso de ayudas audiovisuales y demostraciones simuladas (Mes 3, Año 2);
- i) localización y medición de los campos donde habrán de instalarse las parcelas de validación (Mes 4, Año 2);

- j) Muestreo y análisis de suelos para reconfirmar los requerimientos de fertilización (Mes 4, Año 2);
- k) Preparación y distribución de los materiales requeridos (Mes 5, Año 2);
- l) Instalación de las parcelas, con ayuda de algunos de los miembros del club que estuvieron interesados (Mes 5, Año 2);
- m) Visitas periódicas del grupo técnico (Agente de Cambio: semanal; Grupo Investigación: quincenal) para la recolección de los datos de evaluación y para dar el apoyo logístico necesario (Meses 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, y 12, Año 2).

Los datos requeridos serán sobre el comportamiento agronómico (rendimiento) y sobre costos de producción.

## 2. Retroalimentación

Con esta actividad, que es complementaria de la anterior, se completa el primer ciclo del sistema general y se inicia el siguiente como parte del proceso dinámico emprendido para la búsqueda gradual de las mejores soluciones. Se considera que su ejecución permitirá sistematizar la recolección y el flujo de la información de campo requerida en las fases anteriores, para actualizar el conocimiento sobre la situación de la problemática y mejorar los modelos de solución mediante los ajustes o cambios que se juzguen necesarios. Si esto último no fuera necesario, la alternativa quedaría automáticamente validada.

Los objetivos específicos perseguidos con esta actividad son los siguientes:

- a. Determinar el grado de aceptación de la alternativa tecnológica en proceso de validación.
- b. Identificar las causas que restrinjan el comportamiento esperado y el grado de aceptación de la alternativa tecnológica propuesta, y
- c. Confirmar o cuestionar la aplicabilidad inmediata de dicha alternativa.

## 2.1 Procedimientos

La actividad de Retroalimentación se inicia en el inciso m) del procedimiento indicado en la actividad de validación.

La observación periódica de las parcelas y el trato continuado con los agricultores colaboradores, permitirá al agente de cambio recolectar la información requerida para el logro de los objetivos que se persiguen. Para el efecto, se procederá de la siguiente manera:

- a. Se correrán encuestas de opinión (2 por cosecha) entre los agricultores colaboradores, mediante formularios especiales (Meses 6, 8, 10 y 12, Año 2); y
- b. Se enviará la información a la fase de Diseño, vía fase de Diagnóstico y fase de Prueba de Tecnología, para el análisis e interpretación final de los resultados (Meses 6, 8, 10 y 12, Año 2). En cada envío, el agente de cambio incluirá sus observaciones personales.

COMENTARIOS SOBRE LA EXPERIENCIA DE GUATEMALA (ICTA)EN VALIDACION DE TECNOLOGIA AGRICOLA

Jaime Solórzano\*

## INTRODUCCION

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, fue creado el 10 de mayo de 1973 por el Art. 3º del Decreto Legislativo No.68-72, (Ley Orgánica del Instituto) como una institución de derecho público, responsable de generar y promover el uso de la ciencia y la tecnología agrícolas en el respectivo sector. Le corresponde, en consecuencia, conducir investigaciones pendientes a la solución de los problemas de la explotación agrícola nacional que inciden en el bienestar social, producir materiales y métodos para incrementar la productividad agrícola, y promover la utilización de la tecnología a nivel de agricultor, y el desarrollo rural de todas las regiones del país que determine el sector público agrícola (SPA).

El ICTA, cuenta actualmente con ocho centros de producción y un campo auxiliar, localizados en diferentes partes de la República, (Cuadro 1). Los centros han sido ubicados atendiendo a factores tales como representatividad de la zona agrícola.

---

\*Ing. Agr., Director Regional del Centro de Producción Labor Ovalle, Olimpepeque, Quezaltenango, Guatemala.

**Cuadro 1: Localización y principales actividades de cada uno de los Centros.**

CENTRO DE PRODUCCION	UBICACION	ACTIVIDAD PRINCIPAL
CUYUTA	Depto. Escuintla Sur del país	Investigación y producción de semilla registrada de maíz, arroz y ajonjolí
LA MAQUINA	Depto. Suchitepequez Sur del país	Investigación en arroz, ajonjolí, maíz, frijol de costa y soya
LABOR OVALLE	Depto. Quezaltenango Occidente del país	Investigación en trigo, maíz, papa y otras hortalizas
CHIMALTENANGO	Depto. Chimaltenango Altiplano Central del país	Investigación en hortalizas, maíz, trigo y frijol
JUTIAPA	Depto. Jutiapa Sur-Oriente	Investigación en maíz, maicillo, frijol soya, porcinos
SAN JERONIMO	Depto. Baja Verapaz Norte del país	Investigación en maíz, frijol, hortalizas y producción de semilla registrada de maíz y trigo
CRISTINA	Depto. Izabal Norte del país	Investigación y producción de semilla registrada de arroz
EL OASIS	Depto. Zacapa Nor-Oriente	Investigación en hortalizas de exportación. Producción de semilla registrada de maíz, frijol y arroz bajo riego.
NUEVA CONCEPCION (campo auxiliar)	Depto. Escuintla Sur del país	Investigación en arroz, maíz, ajonjolí, frijol de costa y soya.

## PRUEBA DE LA TECNOLOGIA GENERADA

La unidad utilizada en el ICTA para validar el conjunto de alternativas generadas es la parcela de prueba. Ella constituye el marco de comparación entre la tecnología tradicional y la tecnología generada.

Dentro del proceso de investigación desarrollado por el ICTA, la fase anterior a la parcela de prueba es el ensayo de finca. En esta fase, el evaluador principal de la tecnología es el técnico del Instituto, mientras que en la parcela de prueba, es el agricultor quien evalúa la tecnología. La participación del técnico es menos manifiesta, se procura que el procedimiento que emplea para obtener la información no interfiera con la capacidad del agricultor para determinar por sí mismo el valor de la, o las, prácticas puestas a prueba.

Otro aspecto muy importante de las parcelas de prueba, es que el agricultor absorbe todos los gastos y maneja totalmente la tecnología, con la orientación del técnico en algunos aspectos. Esta situación permite al agricultor participar activamente en el proceso de generación, prueba y evaluación de la tecnología.

Lo anterior se resume básicamente, en dos aspectos:

- a) En la parcela de prueba el técnico del ICTA solamente asesora al agricultor.
- b) El agricultor maneja la tecnología y corre con todos los gastos.

La reunión del equipo técnico del ICTA sobre "parcelas de prueba" realizada en el Centro de Producción de Jutiapa, definió los siguientes puntos:

1. El agricultor realiza todos los trabajos.
2. La parcela de prueba, tiene un número reducido de alternativas, en función de los resultados de la investigación.
3. Debe tener un solo tratamiento contra la tecnología del agricultor.
4. Debe existir seguridad sobre el manejo de las prácticas.
5. Exige diseñar una técnica de muestreo.
6. Cuando hay más de dos materiales, deben ponerse en lugares distintos.
7. Hay que explicar el trabajo al agricultor.
8. Es necesario definir las tecnologías y establecer los costos de producción y el valor del producto.
9. Debe hacerse una selección temprana de sitios y agricultores.
10. Establecer las parcelas en el tiempo en que el agricultor lo acostumbra.
11. Evaluar los cultivos asociados.
12. Utilizar la parcela de prueba como un laboratorio para técnicos extensionistas y agricultores.

Concluido el ciclo del cultivo, se hace necesario, en el año siguiente, medir la aceptabilidad o rechazo de la tecnología propuesta,

lo que se logra con un procedimiento manejado actualmente por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas.

#### EVALUACION DE LA ACEPTABILIDAD DE LA TECNOLOGIA GENERADA

Dentro del proceso de generación y transferencia de tecnología, medir la aceptabilidad de la misma es uno de los pasos fundamentales en la estrategia de acción del ICTA. Esta etapa consiste en evaluar objetivamente el resultado que el agricultor obtiene al aplicar por sí mismo las diferentes alternativas de producción recomendadas el año anterior en las parcelas de prueba.

El procedimiento conlleva un estudio comparativo de la tecnología tradicional versus la tecnología recomendada, en parcelas de prueba, un año antes.

En términos generales, los objetivos de una evaluación de esta naturaleza son:

1. Determinar, dentro del grupo de agricultores que tuvieron parcelas de prueba, si están encontrando utilidad en la tecnología generada por el ICTA.
2. Clasificar las diferentes prácticas de acuerdo con su aceptabilidad y la probabilidad de ser adoptadas a escala más alta.
3. Determinar las razones que tuvieron los agricultores colaboradores para adoptar o rechazar una práctica.

4. Evaluar el procedimiento de generación de tecnología a fin de mejorarlo, ajustarlo o hacerlo más eficiente para que la tecnología llegue al principal cliente: el pequeño y mediano agricultor.

La metodología para efectuar una evaluación es, básicamente la siguiente:

En primer lugar, se obtiene un detalle de las prácticas y alternativas tecnológicas de producción incluidos en las parcelas de prueba del año anterior a la evaluación. Además, se identifican y localizan los agricultores que colaborarán en las parcelas de prueba.

Con base en la información anterior, se diseña una boleta que incluye variables de contraste entre práctica tradicional y práctica recomendada. Se tiene especial cuidado en indagar en qué área se utilizó la práctica, y el por qué de la utilización o rechazo. Posteriormente, se prueba la boleta con el fin de hacerle los ajustes necesarios.

La etapa de encuesta pretende cubrir el 100% de los agricultores colaboradores, sin embargo, debido a imprevistos, la muestra es del 93 al 100 de los casos.

#### INDICE DE ACEPTABILIDAD

El procedimiento de análisis se simplifica, requiriéndose sencillos métodos estadísticos, que pretenden obtener el denominado "índice de aceptabilidad de la tecnología".

Básicamente, el índice se forma con el producto de la proporción de agricultores que están utilizando la práctica introducida, por la proporción del área en que se puso en práctica dividido entre 100.

La fórmula queda así:

$$I.A. = \frac{(\% \text{ de agricultores que } (\% \text{ de área en que se practicó}) \text{ utilizó la práctica})}{100}$$

100

El índice permite mantener un balance porcentual, evitando así sesgos no deseables.

Por otra parte, es necesario aclarar que el índice debe ser interpretado únicamente en términos de los agricultores incluidos en las parcelas de prueba. Es decir, no es representativo del grado de aceptación para una determinada área o región, ni debe ser utilizado para hacer extrapolación.

Para que una práctica sea recomendable a nivel más amplio dentro de una región, se ha sugerido que el índice de aceptabilidad debe tener un nivel mínimo de 50% que permita asegurar que la adopción será factible no sólo en términos de agricultores, sino en función del área.

Mediante este proceso, el ICTA espera conocer cuáles son las prácticas aceptables para los agricultores. Luego, tomando como base el índice de aceptabilidad, y con el criterio del Comité Regional, determinar cuál o cuáles serán las alternativas tecnológicas recomendables para los agricultores de una determinada área o región.

## EJEMPLO DE ACEPTABILIDAD

Las evaluaciones practicadas han mostrado que los agricultores no adoptan el todo, sino parte de las prácticas encaminadas en las parcelas de prueba; no aceptan la totalidad. Las razones están relacionadas con aversiones al riesgo, factores económicos, sociales y culturales.

En 1976, como parte de la recomendación de las parcelas de prueba en el Parcelamiento "La Máquina", se incluyó en el control de plagas del follejo: debe efectuarse un primer control 14 días después de la siembra, utilizando volatón en polvo al 2.5% con un nivel de 13 Kg/ha.; y un segundo control a 30-45 días, utilizando volatón granulado al 2.5% con una dosis de 7 Kg/ha.

Se obtuvo un índice de aceptabilidad del 66%. Pero hay que aclarar que aunque los agricultores utilizaron los productos recomendados, variaron en alguna forma los días que se les había indicado. Las razones expuestas para fundamentar al uso de esta recomendación fueron, en general; las siguientes: permite un control efectivo del gusano cogollero, es de fácil manejo, dio buenos resultados en la parcela de prueba. Los que rechazaron la práctica manifestaron que durante el año el régimen de lluvias había sido más estable, lo que contribuyó a disminuir el ataque de plagas por lo que no hubo necesidad de aplicar los productos. También se mencionaron la falta de recursos económicos y la escasez de mano de obra, como factores que imposibilitaron la utilización de la recomendación.

## BIBLIOGRAFIA

1. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Un sistema tecnológico agrícola. Guatemala. ICTA. Noticia No. 26. 1977. s.p.
2. RICHE, C. E. Evaluación de la aceptabilidad de una tecnología. Socioeconomía Rural. Guatemala. ICTA. 1978. s.p.
3. ORTIZ, R. Objetivos, organización y funcionamiento. Revista Agronomía, Colegio de Ingenieros Agrónomos de Guatemala, Año 2 - Epoca III No. 14.

## COMENTARIOS Y PREGUNTAS

TREJO: ¿Y los agricultores que no aceptan la tecnología, qué objeciones le ponen?

SOLORZANO: Por lo general, razones de tipo económico, social o religioso. La daré un ejemplo: en un grupo de alternativas generadas, iba la labor de entresaque o raleo en el maíz; en las parcelas de prueba, nosotros lo hicimos y lo recomendamos. Pero los agricultores tienen al maíz como un dios, y para ellos, arrancar una planta de maíz no es una acción bien vista desde el cielo, de modo que no lo hicieron. Así es como los aspectos religiosos limitan la adopción de una alternativa.

TREJO: En esos casos, ¿qué medidas toman?

SOLORZANO: Cuando una labor no es aceptada, como en el caso del raleo, tenemos que pensar en descartar esa alternativa, pues no vamos a cambiar la mentalidad de los agricultores, y seguir afinando el conjunto de prácticas para llevarles una alternativa que no los obligue a sacrificar una planta o perder dinero.

PALENCIA: Podríamos agregar que la aceptación de una alternativa tecnológica está relacionada con la calidad de esa tecnología, y esa calidad, a su vez, se relaciona directamente con las necesidades del agricultor, que no son sólo de tipo económico, sino necesidades en relación con el ambiente total. Vemos la importancia que tiene que en el proceso de diagnóstico, determinemos a cabalidad los problemas y las

causas de estos, de suerte que a la hora de estructura para diseñar las alternativas, estas sean las que más se adecúen a las necesidades del agricultor. Parecería que allí está la clave del proceso de producción. A medida que esta tecnología es de más alta calidad, las posibilidades de transferencia o de adopción por parte del agricultor se incrementan, hasta asegurar las máximas posibilidades de éxito en el proceso. Yo conozco un caso concreto, en Guatemala, por cierto. El Primer Programa de Desarrollo Integral que se produjo en Guatemala, el SEI, tenía en un pueblo un fitomejorador trabajando en frijoles. Como se iba con una beca, asomó gente del SEI para despedirlo; a todo esto, llevaba una bolsita de frijoles y alguien le preguntó "¿qué es lo que da?". "Pues unos frijoles". El señor los llevó y los sembró en el patio de su casa, los colaboradores y los agricultores con que trabajaban, a su vez, los llevaron a su finca y entonces el material vino a sustituir al local sin que se hubiera hecho ningún esfuerzo por llevarlo allí. Se regó como pólvora, y a los años en el mercado ya no se encontraba la variedad local.

Esto indica que la variedad que llevaron era superior a la local, bajo el sistema de manejo de ellos, de modo que no tenía las complicaciones que usualmente tienen las alternativas, pues una variedad puede sustituir fácilmente a la variedad local, siempre y cuando se maneje en igual forma.

CRUZ: Tengo dos preguntas, la primera es para Palencia y se refiere al cuadro que nos presentó sobre la estrategia de la investigación para la generación y transferencia de tecnología. De acuerdo a su ex-

perencia, ¿dónde cree que entra el agente de extensión en este proceso, en esta estrategia...? ¿Dónde debe cesar la participación activa del investigador, dejando la responsabilidad directa al extensionista?

Me refiero a esto porque el agente de extensión no tiene sólo la labor de investigación, sino que ésta es una entre varias funciones.

La otra pregunta: el Ing. Solórzano ha dicho que la transferencia comienza en los ensayos de finca, y a la vez, mencionó que algunos ensayos de finca en los que no se obtenía la información deseada, regresaban al mejorador... Entonces, ¿no existe la posibilidad de confundir al agricultor en esa etapa?

PALENCIA: Hay una fase central que es la de diseño de alternativas; allí deben estar los mejores tramos del equipo, y en este equipo que tiene carácter multidisciplinario, entran los extensionistas; no el extensionista en sí, sino sus jefes. La estructura de los equipos de extensión es ésta: un director, especialistas y los agentes de extensión en sí.

Hago referencia a esta parte del equipo, y le llamo agentes de campo, porque en realidad incluye no sólo a los agentes de extensión sino a agentes de crédito, promotores agrícolas, etc. A este nivel comienza la participación del agente de campo; no sólo para planear el diseño de la alternativa, sino para recoger en el proceso de retroalimentación, para definir qué ha fallado en la alternativa que se llevó a la etapa de transferencia. Esta es una información que debe regresar al grupo. Vayamos de esto al especialista de extensión: su participación comienza a ac-

tivarse a un nivel más bajo en las pruebas de validación, en la última etapa; allí termina la responsabilidad del investigador y comienza la responsabilidad activa del agente de campo. Pasar a difusión es responsabilidad exclusiva del agente, no sólo con los agricultores, sino con todo el equipo de investigación.

SOLORZANO: Yo decía que así como comenzamos a hacer ensayos a nivel de finca, empieza la transferencia, pero que ese es un tipo de transferencia indirecta; no estamos recomendando nada, sólo hacemos un ensayo de finca. Pero puede que al agricultor, por propia observación, le llegue a gustar algo del conjunto de alternativas que estamos probando y sin que nosotros se lo digamos, lo adopte.

Y este es un caso de transferencia indirecta, porque él está participando activamente de un proceso de investigación en lo que se está haciendo es conducir al agricultor a que entienda cuál es la función de llevar esos ensayos a nivel de finca, a que sepa que no necesariamente algo de lo que estamos llevando va a ser cierto, o es cierto. Si él está bien compenetrado con el proceso es seguro que no va a adoptar nada, pero puede que detrás del técnico diga "pues a mí me gustó la distribución de plantas", y se quede con ella. Pero insisto, es un tipo de transferencia indirecta.

MARROQUIN: Quería pedirle al compañero de Guatemala que aclarara más la participación de los guías agrícolas. En El Salvador hemos tenido muy buenas experiencias con este tipo de colaborador; pero veo que para alcanzar las metas propuestas el trabajo será arduo y el guía debe-

rá dedicar el 100% del tiempo al programa. ¿Qué incentivos se piensa dar a estos guías?

SOLORZANO: Partamos del entrenamiento, o capacitación de 3 meses, que aparte del entrenamiento incluye una beca de 40 Quetzales mensuales. Esto ya lo está comprometiendo a desempeñar el papel de mutiplicador en su comunidad.

Por otra parte, la experiencia nos ha demostrado que el guía agrícola no requiere el 100% del tiempo para desarrollar este tipo de actividades. Es lo que mencionaba de esos técnicos de prueba de tecnología que superaron sus metas; ellos trabajan para otra institución, y están aprovechando al ICTA para cubrir las metas en los aspectos agrícolas.

Sé está pensando también en algún otro tipo de incentivos. Además de la capacitación y la beca económica, posiblemente premios, o regalos; pero ésto no está definido todavía; y dependerá del rendimiento de los guías agrícolas.

PALENCIA: Mi opinión sobre el particular es que a estos productores que dependen de su trabajo, y al dedicarse a una actividad extraordinaria, van a ocupar tiempo en ello y descuidar su actividad tradicional, no deberían dárseles otros incentivos que no fueran el pago del jornal o de una cantidad equivalente a lo que él está perdiendo por dedicarse a esa otra actividad; creo que ésto aseguraría mayor efectividad en su participación. Por ejemplo: en Nicaragua, cuando iniciamos el trabajo, había un líder general en la comunidad donde desarrollábamos

la investigación que nos ayudaba a recopilar la información que permitió definir las alternativas tecnológicas. Funcionó como líder y estaba a tiempo completo; le pagábamos porque él no podía permitirse el lujo de dedicarse a otras actividades descuidando las propias. En este caso nos dio gran resultado.

MCCOLAUGH: Entiendo que se les reconoce el 60% de la mano de obra, ese tiene que ser el porcentaje, no importa el nivel de educación; no sé como lo dio a conocer el representante de Guatemala.

JUAREZ: Quisiera preguntar si toman en cuenta los aspectos socio-económicos, como grado de educación del agricultor, ingreso, tamaño de finca, y cuándo evalúan el índice de adopción.

SOLORZANO: En una encuesta que se les pasará, hay una serie de preguntas para averiguar estos aspectos; por ella se conocen los registros de finca, donde se obtiene información completa acerca de tamaño de finca, inversión en dinero y en jornales, y otros montos. Esto lo maneja el Departamento de socio-economía para llegar a establecer el nivel económico de cada agricultor.

PRADO: El agricultor seleccionado para la transferencia de tecnología, con las mejoras tecnológicas que se intenta, va a lograr índices más altos de ganancia en su explotación agrícola. Pero creo que al seleccionarlo habría que tener en cuenta el tamaño de la explotación, porque por ejemplo, en el área del Altiplano Occidental de Guatemala

existe el problema grave del minifundio, donde aunque el agricultor sembrara dinero la explotación no resultaría rentable. Entiendo que en última instancia se persigue el desarrollo del agricultor como ser humano, y me pregunto si el Departamento Socioeconómico tiene en cuenta ese criterio para seleccionar qué agricultor va a ser beneficiado con un mejoramiento tecnológico de su producción.

SOLORZANO: Ya lo dijo Palencia, la situación de tenencia de tierra en el Altiplano es bien aguda, y de hecho, antes de llevar al campo de la transferencia el conjunto de alternativas que podemos ofrecerle al agricultor, se ha hecho el análisis económico en cuanto a reforma capital. Estamos conscientes de que a un agricultor minifundista como es el del Altiplano, con agricultores que tienen 440 M<sup>2</sup>, media ha. o una ha, por mucha tecnología que les llevemos, no lo vamos a sacar del ambiente económico en que se encuentra, pero por eso no lo discriminamos del proceso. Todo agricultor se selecciona por la voluntad que demuestre de proporcionar su sitio para hacer las pruebas de validación.

Deseaba hablarles de lo que es la parcela de prueba. En la parcela de prueba, aparte de el conjunto de alternativas, el Instituto (ICTA) le da al agricultor el fertilizante, la semilla y el asesoramiento, pero en forma indirecta, y no de regalo. Al finalizar la cosecha, el agricultor tiene que pagar el costo de la semilla y del fertilizante. Esto se hace con el fin de borrar el paternalismo que ha tenido el Servicio de Extensión en Guatemala. No sé cómo será en otros países; a veces si no

hay algo que regalar, el agricultor no quiere colaborar.

Si se hace el análisis de reforma al capital en esa tecnología que se está llevando, se le garantiza al agricultor un incremento en la producción; si es un agricultor minifundista extremo no lo vamos a sacar de allí, lo que lograremos será minimizar sus costos de inversión, disminuyéndole el costo de la producción en el cultivo que sea.

PALENCIA: En un enfoque que podríamos llamar tradicional, pensamos que el desarrollo se produce en función del incremento del ingreso, pensando en términos de dinero; esto es válido para los agricultores de nivel más desarrollado. Pero creo que en el concepto de pequeño agricultor debe establecerse una subdivisión en grandes, medianos y pequeños; estos pequeños serían los de subsistencia.

En el proceso de producción y transferencia de tecnología habría que considerar también estas tres posibilidades, de modo que a la hora de producir alternativas, si bien es cierto que debe considerarse a la mayoría, se trabaje con esta mayoría siempre que las posibilidades permitan que se atiendan los otros grupos.

En el caso de los agricultores de subsistencia, en que el concepto de incremento económico hablando en términos de plata, no es posible, sí puede lograrse un incremento en bienestar. Pongamos el caso de uno de estos agricultores pequeños que está trabajando para producir su propia comida y tiene problemas con la producción. Si suponemos que necesita 25 quintales al año y sólo está produciendo 15, la acción

será para propiciar que este agricultor coseche los 25 quintales. Cuando lo logre, pasará a otra categoría, en la que ya puede pensar en cambiar de cultivo o disminuir el área dedicada a la producción de su comida, para dedicar una porción del terreno a cultivos de mayor rentabilidad.

En todo caso hay que tener claro que aún a estos agricultores se les puede ayudar; pensemos en estos términos: para un agricultor de subsistencia, tener su troje lleno de maíz implica la misma tranquilidad que significa para nosotros tener una cuenta de ahorro en el banco.

SOLORZANO: Deseo hacerle un comentario al Ing. Prado sobre un área que se está desarrollando actualmente en el Occidente de Guatemala, en la zona de San Marcos, a través de los proyectos o distritos de mini-riego que se están instalando.

En esos terrenos, con pendiente de 30-35%, la gente sembraba maíz y trigo; pero hoy, con el servicio de riego y fuertes obras de conservación de suelos, cultiva hortalizas.

El servicio les dio agua para riego y agua potable, y los campesinos deben pagarlo a un costo de unos 700 Quetzales. Tienen dos años como período de gracia y luego cinco para amortizar, en el Banco Nacional de Desarrollo Agrícola (BANDESA). Aún están dentro del período de gracia, y con el cambio de cultivos ya tienen capacidad de pago; como el Banco no puede aceptarles que empiecen a amortizar, los ha guiado a que abran una cuenta de ahorro, así a su tiempo podrán hacer pagos iniciales más fuertes.

El proyecto de miniriego ha cambiado totalmente su situación anterior; cambiaron de cultivo, se sirven de la banca nacional, son ellos mismos ahorrantes. El problema que vivimos allá fue mercado, COMERCIALIZACION. El técnico del ICTA que hace investigación en hortalizas tuvo que constituirse en buscador de mercado y caer en manos de los intermediarios.

Los almolongueños, que son los productores de hortalizas a nivel centroamericano, llegan ahora a sacar el producto de esta zona, pero ya la gente cambió totalmente su forma de trabajo, y en gran parte el estilo de vida.

## CONCLUSIONES

CONSIDERACIONES FINALES PRESENTADAS POR LOS  
PARTICIPANTES AGRUPADOS POR PAIS

A. COSTA RICA

A grandes rasgos, en nuestros países, la política agropecuaria debe desenvolverse **en relación a la política de planificación nacional** orientándose hacia nuestro gran objetivo: el agricultor.

Esta Reunión ha **descrito** las herramientas de trabajo, la metodología.

La toma de decisiones estará basada, lógicamente, en el criterio que nos presenta la dinámica de los sistemas; la metodología a usar es exclusividad del investigador.

El equipo multidisciplinario deberá seguir las pautas que dicten:

1. El economista agrícola, que estudiará los aspectos de mercadeo, socioeconómico, y de evaluación.
2. El **extensionista**, quien deberá sondear los aspectos que le competen, así como encargarse de la divulgación.
3. El **biometrista**, que tendrá a su cargo el diseño y análisis de los resultados.
4. El **investigador**, que decidirá cuáles variables se han de estudiar, basado en la ingeniería del suelo y del agua, así como en el componente biótico.

Respecto a otros aspectos de la metodología, en relación a Costa Rica, creemos que es necesario ahondar en:

- a) Tamaño y tipo de parcela y criterio de escogencia.
- b) Información en cuanto al retorno económico de las variables evaluadas.
- c) Ejemplos prácticos resueltos numéricamente.
- d) Comparación de resultados con los equipos técnicos de los otros países para facilitar el intercambio de ideas y de materiales.

#### B. HONDURAS.

1. Consideramos el diagnóstico como un aspecto básico porque nos permite conocer más la realidad de las regiones consideradas prioritarias.
2. Deberá afinarse la metodología para poder plantear y evaluar las alternativas de investigación, estableciendo, desde el diagnóstico, la estratificación del grupo de agricultores, tomando en cuenta costumbres, organización y objetivos.
3. Debe haber buena información acerca de las experiencias obtenidas con esta metodología, para evitar la duplicidad de esfuerzos.
4. Consideramos necesario que CATIE continúe brindando su asistencia en sistemas de cultivo, para que los técnicos nacionales puedan desarrollar en la mejor forma dicha metodología.

### C. GUATEMALA

1. Buscar la manera de agilizar la obtención de datos para llegar al diagnóstico.
2. Delimitar criterios para definir el marco muestral en vistas a ese diagnóstico.
3. Exigir recursos humanos calificados para que la metodología se lleve adelante con éxito.
4. Estandarizar la metodología de investigación a efectos de hacerla comprensible y comparable entre los centros de investigación de los diferentes países.
5. Realizar seminarios a nivel regional, con el fin de conocer el por qué de la situación actual de los cultivos en cada región.
6. Reajustar la aplicación de la metodología cuando se trate con agricultores organizados.
7. Cuando se realiza el diagnóstico o se revalida la alternativa diseñada, conocer la función de la producción en relación con las variables más importantes a nivel del sistema.

### D. PANAMA

Panamá está de acuerdo con la metodología a aplicarse en la investigación pero hay dudas sobre la aplicación en algunas de las fases, ya consideramos que hay diferencias entre trabajar con grupos organizados y hacerlo con productores independientes.

Debido a ésto, es muy necesario la capacitación de los técnicos,

especialmente para la presentación de alternativas; hay que capacitarlos acerca de cómo escogerlas, aplicarlas y evaluarlas.

También es necesario el intercambio de experiencias entre los países que van a desarrollar esta metodología de investigación.

#### E. EL SALVADOR

En base a las experiencias de los diferentes equipos multidisciplinarios del CENTA, llevadas a cabo en distintas localidades de la zona norte del país durante los últimos tres años, consideramos que para contribuir en el desarrollo agropecuario de la misma, recomendaríamos:

1. Ordenar adecuadamente la información obtenida para su interpretación.
2. Buscar información para profundizar el conocimiento de la estructura de la finca.
3. Concentrar los esfuerzos del CENTA y de otras instituciones del sector, en la generación y uso de tecnología, a fin de que estos sean aprovechados eficientemente en el desarrollo agropecuario de la zona.
4. Buscar metodología de validación y extrapolación, a fin de que los logros alcanzados sean generalizados en áreas similares.

**ANEXOS**

## DISCURSO DE INAUGURACION DEL ING. FELIX RODOLFO CRISTALES AVELAR,

Director General - CENTA

Soy portador de un afectuoso saludo de los señores titulares de agricultura y ganadería de El Salvador para todos los participantes de esta Reunión Regional sobre Metodología para el Desarrollo de Alternativas Tecnológicas en Sistemas de Cultivo.

Quiero hacer notar la importancia que reviste este evento, porque estoy conciente, de lo que significa el estudio sistemático, ordenado y lógico, de variables o factores que están interviniendo en la producción y productividad del sector agropecuario en nuestros respectivos países.

Estamos convencidos de que no debemos considerar solamente a factores físicos, biológicos y económicos que intervienen en este proceso, sino políticas, estrategias y prioridades del sector agropecuario.

Por ello el gobierno de la República ha establecido en el plan nacional "Bienestar para Todos", que comprende 51 programas estratégicos, una definición clara y precisa de las acciones.

El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA), institución que de acuerdo a las necesidades del agro-salvadoreño, está en la mejor disposición de seguir proyectando programas que conlleven a la búsqueda de alternativas necesarias, para mejorar las condiciones de vida de nuestra creciente población rural y urbana.

La cooperación internacional en todo este proceso es un factor muy importante, por lo que el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) conjuntamente con nuestras instituciones nacionales y otras internacionales de asistencia técnica y financiera, unen esfuerzos en la búsqueda de las mejores alternativas que nos permitan agilizar el cumplimiento de los objetivos de nuestros programas.

A nombre del gobierno de la República de El Salvador, declaro solemnemente inaugurada esta Reunión Regional sobre Metodología para el Desarrollo de Alternativas Tecnológicas en Sistemas de Cultivo, esperando que se obtenga el mejor provecho posible y sus conclusiones nos permitan establecer amplios programas para el desarrollo de nuestros países.

Gracias.

## DISCURSO DE INAUGURACION DEL ING. ROBERTO ANTONIO VEGA LARA,

Jefe, División de Investigación Agropecuaria - CENTA

Es de muy especial satisfacción estar reunidos en esta ocasión, en la que se inicia la Reunión Regional sobre Metodología para el Desarrollo de Alternativas Tecnológicas en Sistemas de Cultivos, especialmente cuando contamos con profesionales especializados en la materia, como es el grupo de técnicos de CATIE, y técnicos de los programas nacionales con experiencia en el área de sistemas de cultivos, que tienen un objetivo y denominador común, como es el de mejorar más integralmente los sistemas de cultivo de nuestro pequeño y mediano agricultor del área de Centro América y Panamá.

El CENTA, ha visto con mucho interés el desarrollo de estos estudios que tienden a investigar las alternativas más viables para lograr establecer o mejorar programas de investigación y de transferencia de tecnología, en áreas específicas, dado también que esto conlleva a un acercamiento más práctico de investigadores y extensionistas con la problemática rural.

Esperamos que en esta Reunión Regional, se amplíe el intercambio de experiencias que comprenden las metodologías y resultados, para que sea posible uniformizar el criterio que permita a los técnicos contar con premisas dadas, de acuerdo a las condiciones de nuestros pequeños y medianos agricultores.

Nuestro país se siente complacido al ser sede de este evento y estamos dispuestos a apoyar en lo sucesivo la parte operativa, con el fin de agilizar el conocimiento y aplicabilidad de las nuevas técnicas.

A nombre del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA) y del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), doy a ustedes la más cordial bienvenida y que su estadía en este pequeño gran país, sea placentera y fructífera, de acuerdo a los fines perseguidos.

DISCURSO DE CLAUSURA DEL ING. ROBERTO ANTONIO VEGA LARA,

Jefe, División de Investigación Agropecuaria - CENTA

En mis palabras inaugurales manifestaba la importancia del significado de este evento, porque sigo seguro de que las conclusiones obtenidas y el intercambio de experiencias han sido positivas.

El enfoque del *¿cómo generar?* y *¿cómo transferir?* es una de nuestras principales preocupaciones; hemos establecido alternativas y estamos en medio de una serie de situaciones que ustedes han planteado.

En esta Reunión Regional en la que estamos concientes de su éxito, se han desarrollado diferentes temas expuestos por conferencistas del CATIE y técnicos de los diferentes programas del área de Centro América y Panamá, en los cuales la ecología ha jugado el papel más importante; han tomado al agroecosistema como base del principio de desarrollo de alternativas tecnológicas y, al hombre y a las plantas como el factor principal del desarrollo de nuestros países.

Algunos de los aspectos relevantes de las discusiones, son la determinación de áreas homogéneas a nivel regional para extrapolar la información a otras áreas similares, evitando así la duplicidad innecesaria de esfuerzos. Todo ello, con el propósito de integrar y reforzar programas de investigación y transferencia de tecnología, a dichas áreas.

Con respecto a la metodología de información, se planteó que es más importante integrar la información existente con las herramientas disponibles en cada caso particular.

Nuestro gobierno, en el plan nacional "Bienestar para Todos", está conciente que el sector agropecuario tiene un rol que cumplir en la estrategia del desarrollo; los productores de granos básicos, frutas y hortalizas, en su mayoría son pequeños agricultores. Por ello la implementación del programa estratégico "Producción de Granos Básicos".

Cada uno de los programas nacionales, con la colaboración estrecha del CATIE, debe desarrollar alternativas en base al conocimiento de la realidad de nuestros agricultores, partir de la función social que deben cumplir nuestros productores, porque allí está centrada la base de la tranquilidad y el bienestar de la familia rural.

Estamos satisfechos de terminar el principio de una jornada de trabajo a nivel regional porque los objetivos fundamentales se han logrado; que quede en mente que el fomento de la producción de alimentos básicos y la contribución al mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de los agricultores es nuestra meta.

En representación del Ing. Félix Rodolfo Cristales Avelar, Director General del CENTA, y con profunda satisfacción, clausuro esta Reunión Regional sobre Metodología para el Desarrollo de Alternativas Tecnológicas en Sistemas de Cultivo, esperando que la estadía en nuestro país haya sido grata y de gran provecho.

Gracias.

## LISTA DE PARTICIPANTES

Roberto Antonio Alegría Martínez  
**Fitotecnia**  
 CENTA, Apt. Postal 885  
 San Salvador, EL SALVADOR

Hernán Ever Amaya Meza  
 Jefe, Depto. Economía Agrícola  
 CENTA, Apt. Postal 885  
 San Salvador, EL SALVADOR

José Arze Borda  
 Sistemas de Cultivos  
 Apartado Postal (01) 78  
 San Salvador, EL SALVADOR

Washington Bejarano  
 Suelos  
 CATIE  
 Turrialba, COSTA RICA

Asdrubal Bonilla  
 Prueba de Tecnología  
 ICTA - Región V  
 Chimaltenango, GUATEMALA

Carlos Burgos  
 Manejo de Suelos  
 CATIE  
 Turrialba, COSTA RICA

Melvin Casares Villalobos  
 Entomólogo  
 Estación Experimental "Los Diamantes"  
 Guápiles, COSTA RICA

Abilio Cruz  
 Programa Maíz y Frijol  
 Coordinador Asistente  
 Secretaría de Recursos Naturales  
 Boulevard Miraflores  
 Tegucigalpa, HONDURAS

Gustavo Denys  
 Comprobación de Tecnología  
 CENTA, Apt. Postal 885  
 San Salvador, EL SALVADOR

Elio Durón  
 Encargado, Campo Experimental  
 de Olancho  
 Programa Nacional de  
 Investigaciones  
 Secretaría de Recursos Naturales  
 Tegucigalpa, HONDURAS

Emilio Vicente Enamorado  
 Investigador  
 Programa de Desarrollo Regional  
 Santa Rosa de Copón, HONDURAS

Marco Antonio Escobar  
 Subjefe, División de Investigación  
 CENTA, Apt. Postal 885  
 San Salvador, EL SALVADOR

Oscar González  
 Director, Dpto. Ingeniería  
 Agrícola  
 Facultad de Agronomía  
 Universidad de San Carlos  
 Ciudad Universitaria, Zona 12  
 Guatemala, GUATEMALA

Robert Hart  
 Sistemas de Cultivo  
 CATIE  
 Turrialba, COSTA RICA

Oscar M. Hernández Palma  
 Jefe, Ordenación Cuenca  
 Río Tamulasco  
 Dirección General de Recursos  
 Naturales  
 San Salvador, EL SALVADOR

Miguel Holle  
Horticultor  
CATIE  
Turrialba, COSTA RICA

Modesto Antonio Juárez V.  
Economía Agrícola  
CENTA, Apt. Postal 885  
San Salvador, EL SALVADOR

Donald C. Kass  
Agrónomo  
ICTA  
Guatemala, GUATEMALA

Mario Marroquín M.  
Jefe, Agencia de Extensión Agrícola  
CENTA, Apt. Postal 885  
San Salvador, EL SALVADOR

Mauro Molina Umaña  
Jefe, Depto. Sistemas de Cultivo,  
Mecanización  
MAG, Apt. Postal 1094  
San José, COSTA RICA

Raúl Moreno  
Fitopatólogo  
CATIE  
Turrialba, COSTA RICA

Luis Navarro  
Economista Agrícola  
CATIE  
Turrialba, COSTA RICA

José Luis Núñez  
Agrónomo  
MIDA  
David, PANAMA

Pedro Oñoro  
Jefe, Programa Cultivos Anuales  
CATIE  
Turrialba, COSTA RICA

Aníbal Palencia  
Suelos  
Convenio MAG-CATIE  
Apartado Postal 1094  
San José, COSTA RICA

Rolando Prado  
Director, Programa Ciencias  
Agrarias  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos  
Ciudad Universitaria, Zona 12  
Guatemala, GUATEMALA

Francisco Rodríguez Rodríguez  
Fitopatólogo  
Estación Experimental "Los  
Diamantes"  
Guápiles, COSTA RICA

Juan Carlos Ruiz  
Agrónomo  
IDIAP  
Alarge, PANAMA

Alberto Sáenz Chaverri  
Horticultor  
MAG, Apt. Postal 1094  
San José, COSTA RICA

Jaime Solórzano  
Director Regional, ICTA  
Centro de Producción, Labor Ovaye  
Olimpepeque, GUATEMALA

Miguel Rafael Sosa  
Sistemas de Cultivo  
Secretaría de Recursos Naturales  
Pradero, HONDURAS

José Arnoldo Trejo  
Entomólogo  
CENTA, Apt. Postal 885  
San Salvador, EL SALVADOR

Carlos Walter Valdez  
Divulgador Técnico  
CENTA, Apt. Postal 885  
San Salvador, EL SALVADOR

Ernesto Antonio Vergara  
Jefe de Area - Región I  
MIDA  
David, PANAMA

Carlos Wynter  
Director de Planificación y Presupuesto  
IDIAP, Apt. Postal 58  
Santiago de Veragua, PANAMA

## AGENDA DE ACTIVIDADES

Lunes 23 de julio

Recepción de los participantes en el Aeropuerto Ilopango.

Traslado de los delegados al Hotel La Montaña en Cerro Verde.

Martes 24 de julio

Discurso de inauguración por el Ing. Félix Rodolfo Cristales Avelar, Director General - CENTA.

Discurso de inauguración por el Ing. Roberto Antonio Vega Lara, Jefe, División de Investigación Agropecuaria - CENTA.

Conferencias

Comentarios preliminares a la metodología que se va a discutir.  
Pedro Oñoro.

Marco conceptual para la investigación en sistemas agrícolas.  
Robert Hart.

Discusión general. Moderador: Miguel Holle.

Experiencia en Panamá sobre caracterización de una región y selección de área de trabajo para investigación agrícola aplicada.  
Carlos Wynter y Ernesto Vergara.

Selección y caracterización de áreas como guía a la investigación agrícola aplicada. (Primera Parte), Luis A. Navarro.

Miércoles 25 de julio

Selección y caracterización de áreas como guía a la investigación agrícola aplicada. (Segunda Parte), Luis A. Navarro.

Experiencias en El Salvador sobre diagnóstico de sistemas de producción. Hernán Amaya Meza.

Discusión por grupos de trabajo.

Presentación del resumen de la discusión. Moderador: Hernán Amaya Meza.

Mecánica para la prueba de sistemas de cultivo en diferentes lugares. Carlos F. Burgos.

Experimentación y evaluación. Pedro Oñoro.

Preguntas y comentarios.

Experimentación agrícola en Costa Rica. Mauro Molina.

Preguntas y comentarios.

#### Jueves 26 de julio

Algunos criterios para evaluar sistemas de producción de cultivos de pequeños agricultores, Reúl A. Moreno.

Preguntas y comentarios.

Investigación en sistemas de producción en la región de Comayagua, Honduras.

Preguntas y comentarios.

Discusión por grupos.

Presentación del resumen de la discusión.

Resultado de la investigación mediante el enfoque de sistemas: la preparación de alternativas tecnológicas al sistema del agricultor. Miguel Holle.

Discusión por grupos.

Presentación de conclusiones.

Discusión general. Moderador: Carlos Wynter.

Viernes 27 de julio

Prueba extensiva de alternativas promisorias. Aníbal Palencia.

Comentarios sobre la experiencia en Guatemala (ICTA) sobre validación de tecnología agrícola. Jaime Solórzano.

Preguntas y comentarios.

Visita a la sede del CENTA en San Andrés.

Discurso de clausura del Ing. Roberto Antonio Vega Lara, Jefe, División de Investigación Agropecuaria - CENTA.

FITO: 956-80  
ph  
Febrero, 1980.