

CATIE
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
Programa de Cultivos Anuales

EL PROBLEMA GENERAL DE LA AGRICULTURA Y LA
INVESTIGACION AGRÍCOLA BASADA EN
EL ENFOQUE DE SISTEMAS

Luis A. Navarro ✓

Turrialba, Costa Rica

Enero 1979

EL PROBLEMA GENERAL DE LA AGRICULTURA Y LA
INVESTIGACION AGRICOLA BASADA EN
EL ENFOQUE DE SISTEMAS

Luis A. Navarro*

INTRODUCCION

La Investigación Agrícola ha estado tradicionalmente basada en el estudio de productos individuales y en la acción de disciplinas en forma independiente. La pérdida de eficiencia relativa, experimentada por este tipo de investigación ante las exigencias que ciertos tipos de agricultura experimenta hoy, es reconocida. Así la necesidad por un enfoque de investigación más realista y que integre el aporte que pueden dar los conocimientos acumulados y las distintas disciplinas trabajando en conjunto, parece también clara.

El Enfoque de Sistemas ha surgido como la herramienta integradora y de posible guía a una nueva organización de la Investigación Agrícola.

El propósito de este documento es revisar, en la perspectiva de la agricultura general, la evolución hacia la situación recién anotada, el Enfoque de Sistemas y su posible aporte como ayuda a la Investigación Agrícola.

* Ph.D., Economista Agrícola, CATIE.

PROBLEMA GENERAL DE LA AGRICULTURA

Existen cuatro aspectos importantes, comunes al desarrollo de las sociedades modernas y que implican presión directa sobre la agricultura.

Ellos son:

- a) Crecimiento de la población. Aunque con diferencias en la tasa de crecimiento, la población de todas las sociedades ha estado y sigue creciendo en una proporción absoluta mayor que en otras épocas. Esto implica una mayor necesidad de alimentos, además de energía y materia prima necesaria para proveer de techo y abrigo a esa población.
- b) Aumento del ingreso. También con diferencias en su velocidad de aumento y muchas veces con problemas de distribución, el ingreso total y per capita de las sociedades ha estado en aumento. El resultado es transformar aunque sea parte de las necesidades anotadas anteriormente, en un aumento de la demanda efectiva por alimentos, energía y materias primas producidas por la agricultura.
- c) Generalización de la educación, información y cultura general. Otra característica de las sociedades modernas es su esfuerzo por una educación más generalizada y el impacto en ellas de los medios de información que las comunican entre sí. El resultado es una población que mejora su cultura y está expuesta a incentivos y estímulos de distintos orígenes y naturaleza. Como repercusión de esto resulta una sociedad más exigente que demanda mayor variedad y calidad de alimentos como de otros productos agrícolas que consume.
- d) Los recursos básicos son fijos en cantidades absolutas y disminuyen en términos relativos. Los recursos básicos de que dispone la sociedad son,

en general, fijos en cantidad. Para la agricultura el recurso más importante es tierra. La tierra útil como recurso agrícola está siendo empleada casi en un 100% por lo que su cantidad en producción no puede ser aumentada. Más aún, hay por lo menos dos razones importantes por la que se espera que la tierra puede disminuir como recurso para la agricultura. La primera razón es el aumento de uso alternativos como por ejemplo urbanizaciones, parques industriales, reservas naturales para protección de fuentes de agua y vida silvestre, minería, etc. La otra razón es el deterioro que gran parte de la tierra en explotación está presentando en su capacidad productiva e incluso en su estructura.

La conclusión general de lo anotado anteriormente es que: la agricultura debe producir mayor cantidad de alimentos en mayor variedad y calidad en relativamente poco tiempo y con recursos cada vez más limitados en cantidad y calidad.

Esta conclusión se puede identificar como el problema general de la agricultura al cual el hombre ha estado siempre enfrentando pero que se hace más crítico hoy tanto por lo ya expuesto como por dos aspectos adicionales. Estos dos aspectos tienen un origen muy diferente pero llegan a la misma exigencia de aumentar la productividad agrícola de tal manera que se disminuyan los costos por unidad de producto.

El primer aspecto emana del problema de ingresos que enfrentan los productores en los países desarrollados. Estos productores presentan una productividad agrícola de sus recursos básicos en constante aumento pero también enfrentan una demanda inelástica para sus productos. Esto implica que una mayor producción llevada al mercado resulta en una disminución de los precios unitarios, lo que en una situación de demanda inelástica resulta en un menor

ingreso total para los productores. Sin embargo, si el aumento en productividad resultó en una disminución del costo por unidad de producto suficiente para compensar por la disminución en precio el resultado es de beneficio tanto para el productor como para el consumidor.

El segundo aspecto surge de la distribución de ingresos existente y que resulta con una gran proporción de la población mundial con poco poder adquisitivo aún para la obtención de los alimentos necesarios a los precios existentes. Esta situación es más crítica en los países en desarrollo. Aquí es más fácil visualizar la necesidad de una mayor productividad que resulte en un menor costo unitario para beneficio de toda la sociedad.

EL PROGRESO DE LA AGRICULTURA COMO SUBSISTEMA DEL SISTEMA ECONOMICO-SOCIAL GENERAL

El problema general de la agricultura, descrito en la sección anterior, es un problema intrínscico de la sociedad. Por ello las sociedades, por medio de sus gobiernos o instituciones nacionales e internacionales, han estado permanentemente preocupados de aportar soluciones. Para ello se han diseñado diferentes organizaciones e instituciones, se han probado diferentes estrategias y se han desarrollado muchas disciplinas de estudios especializados. Los éxitos y fracasos de estos esfuerzos, junto a aquéllos experimentados en su práctica por los agricultores mismos, han sido variados en su alcance pero el impacto total en el tiempo ha sido positivo. Así la agricultura ha mostrado un aumento en producción y productividad, disminuyendo los costos unitarios de muchos productos. A la vez han surgido industrias de apoyo al proceso de producción agrícola básico y al proceso de disposición de los productos. Estas industrias incluyen aquéllas encargadas

de proveer insumos e información a la agricultura y aquéllas encargadas de las distintas funciones de comercialización de los productos.

El resultado es que hoy la agricultura, como sector de la economía, es más importante e involucra a muchas más personas y recursos sociales, aunque la proporción de la población involucrada en producción básica ha disminuido demostrando una mayor productividad de la mano de obra.

Las organizaciones necesarias se han hecho también más complejas. En cada país hay cuerpos especializados para dictar las políticas generales de desarrollo de la agricultura y cuerpos dedicados a la ejecución de esas políticas, de acuerdo a los planes de desarrollo general para la sociedad. Entre estos últimos están aquéllos encargados de la generación, evaluación y difusión de mejoras tecnológicas para los distintos procesos incluidos en la producción agrícola básica. En su denominación más familiar estos cuerpos son conocidos como instituciones o grupos de investigación y extensión agrícola.

Las discusiones que siguen tratan de circunscribirse al campo de acción de estos grupos de generación, evaluación y difusión de mejoras tecnológicas en la producción agrícola.

EL PROCESO DE PRODUCCION AGRICOLA BASICO Y

EL APORTE DE LA INVESTIGACION AGRICOLA

La base principal de la agricultura sigue siendo el proceso de producción agrícola básico. De hecho el progreso existente en la agricultura es resultado de experiencia basada en prueba y error, de la investigación directa o de la aplicación de conocimientos y principios científicos desarrollados

en otros campos a los distintos aspectos de ese proceso de producción agrícola básico.

Un análisis conceptual de este proceso básico permite observar cinco componentes principales: a) recursos, b) agente transformador (p.e. plantas), c) insumos, d) condiciones ambientales y e) el operador y las técnicas de manejo. Estas cinco categorías abarcan todos los elementos que pueden participar en el proceso de producción agrícola e ilustran los distintos aspectos en que el proceso ha sido estudiado para su mejoramiento.

Recursos

Los recursos básicos para la producción agrícola son nutrientes (elementos químicos determinados proporcionados por el suelo y el aire), agua y energía solar. En términos cuantitativos interesan la cantidad de nutrientes, la disponibilidad de agua y la cantidad de energía solar como radiación solar que existe por unidad de superficie y tiempo. La unidad de tiempo que debe utilizarse para evaluación del proceso es el año agrícola. Los recursos son transformados por plantas y animales en los productos agrícolas directamente útiles a la sociedad.

Dada una ubicación geográfica, la cantidad de energía recibida como radiación solar por unidad de superficie y tiempo es muy constante. Su aprovechamiento depende de la habilidad del agente transformador y de la disponibilidad de agua y nutrientes en cantidades adecuadas.

La disponibilidad de agua y nutrientes en cantidades adecuadas depende en gran medida de la calidad y manejo de la tierra, fuentes de agua y las condiciones ambientales, que se discutirán más tarde.



La posibilidad de mejorar la disponibilidad de agua y nutrientes para plantas y animales mediante el manejo de recursos ha dado lugar al desarrollo de disciplinas e investigación en estos aspectos. Estos esfuerzos han aportado bastante al incremento de la producción y productividad agrícola. Los desarrollos de la Ingeniería Agrícola, distintas disciplinas del suelo y manejo de agua dan ejemplos de estos aportes.

El Agente Transformador

Los recursos básicos de producción son transformados en los productos directamente útiles para la sociedad por las plantas y animales. Estas plantas y animales son entonces los agentes transformadores seleccionados a través del tiempo ya sea por experiencia de prueba y error e investigación.

La posibilidad de acelerar el proceso de selección y mejoramiento de estos agentes útiles por investigación, estudio y aplicación de principios científicos ha dado lugar también, a disciplinas especializadas. El aporte de estas disciplinas como la genética y el mejoramiento genético al progreso de la agricultura ha sido también notable. El último ejemplo más importante ha sido la llamada "Revolución Verde".

El agente transformador puede ser mejorado en su eficiencia transformadora, en su habilidad para competir por los recursos básicos, en su resistencia a enfermedades y tolerancia a plagas, en la calidad de su producto, etc.

Insumos

En sentido estricto, insumos agrícolas son materiales que se pueden agregar al proceso de producción básico con el fin de mejorar, en algún sentido, la acción transformadora de recursos en productos útiles que realizan plantas y animales escogidos. Su función puede estar basada en una combinación de varias posibilidades.

1. Suplementar los recursos básicos disponibles para el agente transformador en la unidad de superficie-tiempo. El suplemento puede ser directo de nutrientes, de agua y energía. Ejemplos de cada uno son fertilizantes, agua de riego y la energía intrínseca en la extracción, procesamiento, acarreo o aplicación de distintos insumos.
2. Ayudar al agente transformador a utilizar más eficientemente los recursos básicos disponibles. Ejemplo de esto puede ser el uso de variedades, razas o especies con características deseables, utilización de hormonas, etc.
3. Ayudar al agente transformador escogido por su producto socialmente útil; a competir por los recursos básicos disponibles con otros agentes transformadores de los mismos recursos y que conviven naturalmente en el mismo ambiente. Esto puede incluir desde el uso de variedades más agresivas hasta la eliminación o inhibición de los competidores como lo haría el manejo de malezas.
4. Ayudar al agente transformador a defenderse de sus enemigos naturales de tal manera que su función transformadora no se vea desmejorada. Esto incluye todas las medidas sanitarias.

La posibilidad de apoyar y mejorar el proceso productivo mediante la adición de insumos ha creado otro frente de ataque al problema general de la agricultura. La consideración de las distintas funciones de insumos, la posibilidad de mejorar su eficiencia ya sea por su composición o por su manejo ha dado lugar al surgimiento de disciplinas de estudios especializados como también de industrias de apoyo a la agricultura. El aporte que estas disciplinas e industrias han dado al mejoramiento del proceso de producción, la producción y productividad agrícola como a las economías en general, ha sido también notable.

Condiciones Ambientales

El proceso de producción agrícola no ocurre en el vacío sino que en un ambiente en el que existen factores de tipo físico, bióticos, sociales y económicos que pueden determinar o modificar las características de todo el proceso. Esto ocurre ya que los factores ambientales pueden afectar tanto la disponibilidad de recursos básicos, el comportamiento de los insumos como del agente transformador a la vez que determinan las técnicas de manejo en uso.

La variabilidad que existe en la disponibilidad de nutrientes, agua y energía solar a través del espacio y tiempo está determinada en mayor parte por factores climáticos (lluvia, nubosidad, viento, etc.), de suelo (material parental, topografía, textura, estructura) y bióticos (otros organismos que conviven en la unidad superficie-tiempo). Muchos de estos factores también, determinan el comportamiento y necesidad de distintos insumos o la selección de agentes transformadores específicos. Finalmente, factores ambientales de índole social y económicos determinan el tipo de agente y las tecnologías.

de manejo en uso. Este tipo de factores ambientales han sido los menos considerados en la búsqueda de mejoras tecnológicas para la agricultura.

El estudio de los factores ambientales que pueden influir determinante-mente sobre el proceso de producción agrícola ha dado lugar a otro grupo de disciplinas especializadas. Estas incluyen desde Climatología, Ciencias del Suelo, Entomología, Patología, Manejo de Malezas hasta Sociología y Economía Agrícola. Estas disciplinas tratan de estudiar el comportamiento de los distintos factores ambientales, las posibilidades de predecir su comportamiento y las relaciones entre estos factores y la eficiencia del proceso productivo. La importancia de estos estudios y la contribución de las disciplinas encargadas es cada día más importante.

Los factores ambientales son en su mayor parte no manejables en forma directa. Muchas veces se logra un manejo indirecto al adaptar el proceso, mediante la selección adecuada del agente transformador y de la técnica de manejo, de acuerdo a las condiciones favorables y las restricciones que el ambiente impone. La probabilidad de escoger el proceso y la técnica más eficiente para un ambiente dado, depende del conocimiento que se tiene de los factores ambientales existentes y de la influencia de éstos sobre el proceso productivo.

El Operador y las Técnicas de Manejo

La técnica de manejo se refiere a la combinación e interacción específica que se escoge para los recursos, insumos, agente transformador y factores ambientales durante el proceso de producción. Esta técnica de manejo es escogida e impuesta en un proceso de decisión humana en el que el agente de

decisión (agricultor, administrador, operador o técnico), utiliza la información disponible sobre sus posibilidades, restricciones y objetivos.

Dado todos los elementos del proceso de producción discutidos para una unidad superficie-tiempo, existen muchas combinaciones o manejo técnicamente posibles. De estas posibilidades el agente de decisión conoce, en el mejor de los casos, sólo un subgrupo lo que depende de su experiencia o conocimientos tanto generales de manejo como específicos sobre los elementos y el ambiente de que dispone. Su decisión final es escoger de este subgrupo aquella técnica de manejo que él considera contribuye más a sus objetivos dentro de los incentivos y restricciones impuestos por el ambiente en que opera.

La percepción y existencia de estas condiciones ambientales determinan parte del comportamiento, metas, objetivos o propósitos del operador. Expresado en otros términos, los propósitos del operador son la función objetivo que él tratará de optimizar dentro de las restricciones que impone el ambiente en que opera. Por ejemplo, la función objetivo de un agricultor que es completamente de subsistencia (lo que posiblemente ya no existe) es producir una cantidad determinada de alimentos para él y su familia. Este agricultor tratará de optimizar esta función escogiendo entre aquellos sistemas que le proporcionen esa cantidad de alimento con el mínimo costo o uso de insumos. Esto sucederá incluso cuando sus medios de producción se reducen a tierra, su semilla y su trabajo. La elección puede ser un sistema de costo mínimo pero que no maximiza el ingreso neto en relación a los otros.

En el otro extremo, un agricultor que tiene acceso casi ilimitado a insumos (incluyendo créditos) y quiere trabajar para el mercado tendrá como función objetivo maximizar su ingreso neto. Para optimizar esta función el

agricultor escogerá aquellos sistemas que maximicen la diferencia entre ingreso bruto y costos de producción total pero que no necesariamente requieren menos en insumos o inversión total.

Lógicamente, el rango entre estos dos extremos contiene toda la gama de agricultores cuyas funciones objetivos pueden ser parcialmente de un carácter o del otro y por lo tanto más complicadas.

Básicamente el proceso de decisión involucra el determinar, dentro de las posibilidades que da el ambiente: 1) qué producir, lo que implica seleccionar el agente transformador; 2) cuánto producir, que implica determinar en general, la escala de operación en base a las expectativas de consumo y venta del producto y a la cantidad de recursos básicos (número de unidades superficie-tiempo) e insumos disponibles y 3) cómo producir, que es determinar la técnica o manejo mismo. Todas estas decisiones son de tipo técnico-económico. Esto último significa que para decidir adecuadamente el operador debe conocer las exigencias e incentivos que ofrecen las condiciones socio-económicas del ambiente en que trabaja. Lo más concreto de estas condiciones ambientales se refiere a a) la oferta o existencia de recursos e insumos necesarios; b) la demanda efectiva o mercado (incluyendo consumo familiar) para los productos y c) las relaciones de precios entre insumos, productos e insumos y productos.

La multiplicidad de posibilidades técnicas y económicas de manejo del proceso de producción agrícola ha identificado el estudio e investigación de estas técnicas como una de las avenidas más promisorias para encontrar soluciones al problema general de la agricultura en el futuro. Esto se debe a que la limitación de recursos no ofrece las posibilidades de aumentar la producción basado en la expansión de la escala de operación de la

agricultura quedando como única posibilidad aumentar la productividad de los recursos ya en uso.

Esta avenida de mejoramiento en la agricultura ha sido siempre el campo de acción del agricultor mismo. Hoy, disciplinas como Administración de Empresas Agrícolas, Análisis de Sistema y otras disciplinas integradoras están tomando este rumbo en busca de entender y aportar soluciones al problema general de la agricultura.

LA NECESIDAD POR UN NUEVO ENFOQUE DE LA INVESTIGACION AGRICOLA

El análisis hecho en la sección anterior muestra que en términos de Investigación Agrícola, el problema general de la agricultura ha sido enfrentando mediante el aporte de soluciones especializadas a distintos aspectos del proceso de producción agrícola básico. Estos distintos aspectos, o ángulos del problema general se han convertido en el campo de acción de distintas disciplinas científicas las cuales han progresado, han aportado y pueden aportar bastante conocimientos y soluciones especializadas. Esta tendencia a la especialización y enfrentamiento parcial de problemas complejos ha sido general al progreso científico.

Aunque el impacto de este procedimiento ha sido notable en el tiempo, su manifestación ha sido espontánea y esporádica, dependiendo del desarrollo logrado en las distintas disciplinas como también de los intereses sociales y económicos envueltos. En una situación de laxitud de recursos, respecto a la producción necesaria, el procedimiento puede ser aún adecuado. Bajo la situación de restricción de recursos y demanda por más producción, mayor variedad y mejor calidad que existe hoy día, el procedimiento empieza a

mostrarse ineficiente. Esto se ve aún más claro en un análisis seccional del sector agrícola. Agricultores con disponibilidad de suficientes recursos tanto físicos como financieros pueden hacer buen uso de los progresos aportados por las distintas disciplinas al proceso de producción agrícola. En cambio agricultores con restricciones en sus recursos - pequeños agricultores - y que constituyen una mayoría en el mundo, han quedado casi completamente marginados de esos beneficios. De hecho la tecnología de estos últimos agricultores se denomina "tradicional" por mantenerse sin alteraciones notables e incluso presentar algún deterioro en su productividad a través del tiempo. Ya se ha demostrado que la condición restrictiva de sus recursos impide que ellos puedan adoptar la mayor parte de los elementos de tecnología moderna que sin duda han sido generados para otros clientes con otras condiciones económicas y de recursos.

Un nuevo procedimiento o enfoque es necesario para seguir aportando soluciones al problema general de la agricultura bajo condiciones de recursos restringidos tanto para la investigación necesaria como para el proceso de producción mismo. Al considerar que la mayoría de los productores agrícolas en el mundo opera bajo esas condiciones restrictivas para alimentar la mayor parte de la humanidad, la necesidad por ese nuevo enfoque se hace más crítica.

Las bases que existen para el nuevo procedimiento de investigación son: el mejoramiento tecnológico o de técnicas de manejo utilizadas por la mayoría de los agricultores es teóricamente posible; considerar las técnicas de manejo implica la consideración del proceso de producción en su totalidad; para considerar el proceso de producción en general se necesitará el aporte e interacción de las distintas disciplinas especializadas. En conclusión

una posibilidad para el nuevo procedimiento de investigación agrícola es: utilizar un enfoque más integral del proceso de producción, en el que se integren también, el concenso de distintas disciplinas, su conocimiento y sus capacidades, en la búsqueda de soluciones adecuadas a las exigencias y restricciones de la agricultura de hoy.

Esta conclusión ha sido ya aceptada en revisiones hechas por varias entidades nacionales e internacionales preocupadas de la investigación agrícola y su proyección futura. La revisión más reciente y que posiblemente tendrá mayor repercusión fue realizada en Nairobi en mayo de 1978 por el Comité Asesor Técnico del Grupo Consultivo de los Centros Internacionales de Investigación Agrícola^{1/}.

Dado el desarrollo actual del pensamiento científico una de las herramientas más apropiadas que existe para guiar el nuevo procedimiento es el Enfoque de Sistemas implicando investigación multidisciplinaria e interdisciplinaria. Este enfoque está siendo utilizado con distinta intensidad por algunos centros de investigación agrícola internacional como IRRI, ICRISAT, centros regionales como CATIE e instituciones de investigación agrícola nacional como sucede en Centro América, Senegal y otros países.

EL ENFOQUE DE SISTEMA Y EL PROCESO DE PRODUCCION AGRICOLA

El enfoque de sistema requiere conceptualizar o identificar el objeto de observación o estudio como un todo o sistema. En su definición más simple

1/ The Consultative Group on International Agricultural Research. Technical Advisory Committee. Farming systems research at the International Agricultural Research Centers. Washington, D.C., 1978. 200 p.

un sistema es un conjunto de elementos interrelacionados o que interactúan entre sí y con el ambiente que lo contiene.

Así un sistema está compuesto por lo menos por dos elementos y cada elemento debe estar relacionado por lo menos con uno de los otros elementos en el conjunto. Cada elemento de un sistema se relaciona con cada uno de los otros elementos ya sea en forma directa o indirecta. El ambiente del sistema y que lo contiene, está constituido por un grupo de elementos que no forman parte del sistema pero cuyos cambios o comportamiento pueden afectar el comportamiento de éste.

La mayoría de los sistemas son abiertos significando que interactúan con su ambiente. Esta interacción se manifiesta generalmente por flujos de material, energía o información que entran del ambiente al sistema, que estimulan la acción del sistema y flujos que salen del sistema al ambiente, generalmente como respuesta a los flujos de entrada y condicionados por el resto de los factores ambientales.

Lo esencial en el análisis de sistemas, base del enfoque de sistemas, es la delimitación del sistema y su ambiente.

El punto focal para el caso discutido en este documento sigue siendo el proceso de producción agrícola básico. Recordando el análisis hecho en secciones anteriores este proceso se puede conceptualizar fácilmente como un sistema. En él interactúan recursos, agentes de transformación, insumos y operadores para generar los productos útiles dentro de las posibilidades y restricciones impuestas por el ambiente físico-biológico y socio-económico que lo contiene.

El concepto sistema-ambiente aplicado a la agricultura permite delimitar sistemas de producción agrícola a diferentes niveles. En lo más esencial

éste incluiría por lo menos, un agente de transformación, un operador y los recursos e insumos necesarios para interactuar dentro del ambiente contenido por la unidad de superficie-tiempo mínima necesaria para que el agente transformador genere su producto. En el sentido más amplio posible dentro de una sociedad, el sistema contiene todos los recursos e insumos disponibles, agentes de transformación y operadores agrícolas que interactúan, dentro del ambiente físico social y económico de esa sociedad, para generar el producto agrícola total. Esta idea se puede ampliar incluso a nivel mundial. Lo que esto implica es que un sistema delimitado a cualquier nivel puede conceptualizarse, también como a) un subsistema de un sistema mayor o supersistema que constituiría su ambiente o b) el ambiente para cada uno de sus subsistemas. De hecho un principio básico en análisis de sistemas sugiere que para estudiar y entender un sistema A, el investigador debe enfocar un sistema mayor B que contenga a A como subsistema y constituya su ambiente.

Se entiende que lo que se quiere mejorar es el comportamiento general de A dado B por lo que el conocimiento y entendimiento de ambos puede aportar la guía básica para identificar limitaciones y posibilidades de mejoras.

La importancia de esta característica del enfoque de sistema, es que al utilizarlo como guía para la investigación agrícola permite la delimitación del sistema de producción al nivel adecuado según los objetivos de acción.

LA FINCA COMO EL SISTEMA DE PRODUCCION FOCAL

PARA LA INVESTIGACION AGRICOLA

Recapitulando lo discutido en secciones anteriores tenemos:

- a) Las crecientes limitaciones de recursos y la mayor exigencia social sobre la agricultura ha hecho necesario racionalizar los esfuerzos

que se hacen para mejorar la producción agrícola general.

- b) Parte de esos esfuerzos son responsabilidad de Investigación Agrícola por lo que su acción, cualquiera que sea, tiene repercusiones sociales cada vez mayores.
- c) La necesidad de racionalizar esfuerzos sugiere aunar, en investigación, el esfuerzo de distintas disciplinas que tradicionalmente han actuado independientemente.
- d) Una manera de aunar esa acción sería enfocando el proceso de producción como un todo y utilizando una metodología integradora como el enfoque de sistemas.
- e) Un sistema es un todo complejo que actúa en un ambiente y del cual interesa más su comportamiento general que el comportamiento de sus partes.
- f) Sistemas de producción agrícola pueden ser definidos a distintos niveles dependiendo de los objetivos del caso.

Queda, por lo tanto, definir el nivel o sistema focal para la investigación agrícola.

El objetivo de la investigación agrícola sigue siendo el propender al mejoramiento de la producción y productividad del sector agrícola. Dada las restricciones y exigencias sociales sin embargo, deben considerarse también las repercusiones sociales y económicas que las soluciones propuestas tendrán. Esto exige no sólo determinar sobre que sistema básico actual sino que también requiere establecer las prioridades para los problemas a solucionar y escoger adecuadamente entre las soluciones posibles a los problemas más prioritarios.

La célula básica de la agricultura general de un país es la unidad de operación, empresa agrícola o finca. Es la eficiencia y producción de estas unidades la que determina la cantidad, variedad y calidad de la producción agrícola de un país.

La finca como unidad de operación se puede visualizar como un sistema de producción agrícola en el que interactúan recursos, insumos, agentes transformadores manejados por el operador y bajo las restricciones de un ambiente físico, biológico, social y económico, para aportar al producto agrícola general. Definida de esta manera, la finca surge como el sistema focal natural para la investigación agrícola. Esta debe ser entonces, la unidad a estudiar y tratar de mejorar en su eficiencia productiva y generadora de ingresos.

El utilizar la finca como unidad básica para la investigación agrícola no significa que deba considerarse como unidad experimental. Lo que se sugiere es que ella constituya el marco de referencia para identificar a) problemas prioritarios de la producción agrícola, b) guías para la generación y adaptación de soluciones a esos problemas, c) bases para la evaluación de aquellas soluciones y d) guías para la difusión de las mejoras tecnológicas logradas.

Cualquier cambio que se proponga dentro de la finca, aunque afecte sólo a un subsistema dentro de ésta, debe tener un efecto positivo y sostenido en el tiempo (mejoramiento en productividad y generación de ingreso) no sólo para ese subsistema, sino que también para toda la finca. Observando esto evitarán situaciones en que cambios positivos para un subsistema resulten en una competencia excesiva y detrimental por recursos con otros subsistemas dentro de la finca dando un resultado final negativo para toda la finca.

BOSQUEJO DE UNA METODOLOGIA PARA GENERAR, EVALUAR Y
DIFUNDIR TECNOLOGIAS AGRICOLAS MEJORADAS

Las consideraciones hechas en este escrito han sido ya planeadas en algunas estrategias y metodologías de investigación agrícola. Estas metodologías están siendo utilizadas con distinta intensidad y desarrollo en algunos centros internacionales como IRRI, ICRISAT^{2/}, centros regionales como CATIE^{3/} e instituciones nacionales como sucede en países de Centro América, Senegal y otros.

La metodología que se bosqueja en esta sección, se puede considerar una evolución de aquélla utilizada durante el "Proyecto en Sistemas de Cultivos para Pequeños Agricultores" (SCPA) desarrollado por CATIE/ROCAP en Centro América entre 1975 y 1978^{4/}.

Considerando que es la finca (fundo, hacienda, granja, asentamiento, etc.) la unidad que se debe tratar de llevar desde su estado actual a uno "mejorado", el primer paso necesario y obvio es averiguar cómo es esa finca y cuál su estado actual. El enfoque de sistema requiere que esto se haga mediante un análisis de la finca como sistema, identificando y caracterizando sus componentes y su ambiente. El nivel de detalle para este análisis

-
- 2/ The Consultative Group on International Agricultural Research. Technical Advisory Committee. Farming systems research at the International Agricultural Research Centers. Washington, D.C., 1978. 200 p.
- 3/ Centro Agrónomico Tropical de Investigación y Enseñanza. A farming System Research Approach for Small Farms of Central America, Turrialba Costa Rica. 1978, 28 p.
- 4/ 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.

del ambiente, la finca, sus componentes o algún componente en particular, dependerá de los objetivos establecidos para la investigación.

En el caso del SCPA del CATIE la caracterización y análisis pone mayor atención a los "Sistemas de Cultivos Anuales" los cuales son un subsistema de la finca. Esto podría llegar a ser aún más específico como al poner atención sobre los detalles de los "sistemas de cultivo que incluyan maíz"; si así lo requieren los objetivos. Este primer paso se puede denominar reconocimiento inicial de la finca y su ambiente el cual permite llegar a un diagnóstico.

El análisis de la información lograda en el reconocimiento inicial por un equipo multidisciplinario, que actuando en forma interdisciplinaria, permitirá no sólo describir la finca y su estado actual sino que también permitirá identificar las principales limitaciones o factores que determinan esa situación. Una vez logrado ésto será posible dar un orden de prioridad a los problemas identificados para determinar que es lo importante empezar a trabajar de acuerdo a los objetivos establecidos. El análisis permitirá identificar también, algunos criterios para evaluación y bases para guiar la difusión de resultados. Todo esto constituiría el segundo paso necesario de la metodología general.

Una vez identificados los problemas principales y su orden de prioridad de acuerdo a los objetivos establecidos, empieza el tercer paso cuyo propósito es el de identificar y modelar soluciones factibles. En este paso principalmente, es esencial tanto la interacción entre los miembros del equipo y los agricultores, como la consideración de las condiciones ambientales físicas y socio-económicas encontradas. El aporte de los técnicos especialistas, en la generación de soluciones factibles y en la recolección de información sobre tecnologías mejoradas ya existentes y que pudieran ser adaptadas

como solución a las condiciones del estudio es también muy importante. Este paso finalizaría lo que se puede denominar diagnóstico (p.e. identificar problemas y proponer soluciones).

El progreso conseguido en estos tres pasos permitirá planificar y hacer más eficientes los pasos subsiguientes que son: experimentación, prueba o evaluación controlada de soluciones propuestas, ojalá en finca de agricultores; validación de aquellos resultados promisorios de la experimentación, ojalá por agricultores colaboradores y difusión de resultados validados positivamente.

Algunas de las soluciones que se propongan en el paso de identificación de alternativas pueden requerir de todos los pasos subsiguientes. Sin embargo, el equipo técnico debería ser capaz de identificar algunas que puedan ser sometidas inmediatamente a: validación directa por los agricultores y observación de su comportamiento y reacción de los agricultores por los técnicos. Excepto entonces, por los tres primeros pasos el resto del proceso puede ser acelerado y se debe propender a ello de acuerdo a las posibilidades y objetivos. Esta aceleración es a veces esencial en programas nacionales con pocos recursos y metas a corto plazo.

La difusión final de resultados permitiría que las fincas que adopten la nueva tecnología alcancen el estado "mejorado" que se constituye en la base para un nuevo ciclo del proceso si así fuera establecido en los objetivos.

En forma esquemática las fases de la metodología que se han bosquejado son:

- a) Reconocimiento adecuado de la finca actual, el agricultor y su ambiente tanto físico-biológico como socio-económico.

- b) Identificación y orden de prioridad de problemas o limitaciones que requieren solución y bases para evaluación y difusión de resultados.
- c) Identificación o modelación de soluciones factibles, desde el punto de vista técnico y de adopción, a los problemas identificados y discutidos con los agricultores.
- d) Experimentación o prueba de soluciones propuestas en el mismo ambiente, en interacción y con máxima participación del agricultor. Esto puede requerir de experimentación de apoyo en condiciones técnicas más controladas.
- e) Validación de aquellas modificaciones o alternativas más promisorias en forma estricta y bajo manejo de los agricultores.
- f) Presentación de las "alternativas" mejoradas en forma adecuada y atractiva tanto para las instituciones de apoyo a la agricultura como para los agricultores mismos. Esto también debe estar basado en el conocimiento que se tenga del agricultor y su ambiente.

Puede existir una gran interacción entre las fases. En algún momento el equipo puede estar trabajando en dos o más fases a la vez. Por ejemplo todas las fases contribuyen a aumentar el conocimiento requerido en la primera y ésta sirve de base a todas las otras. En otros casos pueden haber experimentos en su fase inicial y resultados ya listos para intentar su difusión. Incluso algunos aspectos específicos de la primera fase pueden continuar paralelos a las otras actividades.

Esta metodología ha sido presentada con mayor detalle en varios de los documentos citados al final de este documento.

NOTA BIBLIOGRAFICA

Este documento fue escrito mientras el autor formaba parte del equipo multidisciplinario en el Proyecto en Sistemas de Cultivos para Pequeños Agricultores, CATIE/ROCAP. Los pensamientos de la revisión han sido guiados por la interacción con otros especialistas y la lectura de diferentes autores. Sin pretender hacer una lista completa de esos autores se dan a continuación algunas referencias.

- ACKOFF, R.L. Towards a system of system concepts. *Management Science* 17 (11):661-671.
- BECHT, G. Systems theory, the key to holism and reductionism. *Bio-Science* 24(10):569-579.
- BUNTING, A.H., ed. *Change in agriculture*. London, Duckworth, 1970. 813 p.
- 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.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. *A Farming System Research Approach for Small Farms of Central America*. Turrialba, Costa Rica. 1978. 28 p.
- THE CONSULTATIVE GROUP ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH. TECHNICAL ADVISORY COMMITTEE. *Farming systems research at the International Agricultural Research Centers*. Washington, D.C., 1978. 200 p.
- DILLON, J.L. The economics of systems research. *Agricultural Systems* 1:5-22. 1976
- GEREZ, V. y GRIJALVA, M. en C.M. *El enfoque de sistemas*. México, Limusa, 1976. 580 p.
- HART, R.D. *El concepto de sistemas*. Turrialba, Costa Rica. CATIE, 1978, 5 p.
- HARWOOD, R.R. *Toward the well-being of the small farmer*. New York, International Agricultural Development and Service, 1975. 66 p.

- HILDEBRAND, P.E. Generating small farm technology: an integrated multi-disciplinary system. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, 1977. 33 p.
- LASZLO, E. The systems view of the world. New York, Braziller, 1972. 131 p.
- NAVARRO, L.A. El enfoque de sistemas y herramientas específicas para el reconocimiento de los sistemas de cultivo, el agricultor y su ambiente total. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1978. 47 p.
- NORMAN, D.W. Farming systems research in the context of Mali. Presented at: Workshop on Farming Systems Research in Mali, Bamako, Mali, Institut d'economie rurale and the Ford Foundation. November 14 th, 1976.
- PIMENTEL, D. et al. Food production and the energy crisis. Science 182: 443-449. 1973.
- RUTHENBERG, H. The development of crop research in the humid and semi-humid tropics. Plant Research and Development 6:7-27. 1977.
- SPEEDING, C.R.W. and BROCKINGTON, N.R. Experimentation in agricultural systems. Agricultural Systems. 1:47-56. 1976.
- ZANDSTRA, H.G. Cropping systems research for the asian rice farmer. Manila, Philippines, IRRI. 1976. 24 p.

FITO 923-79
LAN/idev
17/1/79