SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

MESA REDONDA DEL CONSEJO TECNICO CONSULTIVO

VIGESIMA SEGUNDA REUNION

IICA

SANTO DOMINGO, REPUBLICA DOMINICANA, MAYO 18 DE 1977

MESA REDONDA DEL CONSEJO TECNICO CONSULTIVO

VIGESIMA SEGUNDA REUNION

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS — OEA

CONTENIDO

MESA REDONDA DEL CONSEJO TECNICO CONSULTIVO
VIGESIMA SEGUNDA REUNION

DESARROLLO

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS — OEA

INTRODUCCION

Palabras del Moderador:
Ing. Miguel Paulette del Campo
para la iniciación de la Mesa Redonda

Deseo en primer término extender la más cordial bienvenida a los distinguidos asistentes a esta Mesa Redonda que sobre Sistemas de Producción Agrícola ha organizado el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas como parte de las actividades programadas dentro del desarrollo de la Vigésima Segunda Reunión de su Consejo Técnico Consultivo.

El objeto de esta Mesa Redonda es el de continuar profundizando en un tema de gran interés y actualidad, y cuya consideración esta tarde dada la jerarquía de los expositores que están con nosotros y el alto nivel de los ilustres colegas que constituyen el auditorio, asegura que en las exposiciones que vamos a escuchar y en los comentarios que en torno a ellas seguramente se habrán de producir, se encuentren ideas y conceptos importantes que contribuyan al diseño de Sistemas de Producción Agrícola más eficientes, y como resultado de ello al mejoramiento de los niveles de vida de nuestras poblaciones rurales en particular y al desarrollo de nuestros países en general.

Están con nosotros en esta Mesa en calidad de expositores, de acuerdo al orden en que harán sus presentaciones el Dr. Edmundo Gastal, Director Ejecutivo de la Empresa Brasilera de Investigación Agropecuaria, EMBRAPA, con sede en Brasilia D.F., Brasil, quien tratará sobre los aspectos básicos conceptuales de los Sistemas de Producción Agrícola. Luego hará uso de la palabra el Dr. Jorge Soria, Jefe del Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, con sede en Turrialba, Costa Rica, quien enfocará el tema dando énfasis a los aspectos físico-biológicos inherentes al mismo y a los Sistemas de Producción Agrícola para Pequeños Agricultores; y por último, hará uso de la palabra el Dr. Peter Hildebrand, funcionario del Instituto de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, ICTA, con sede en Guatemala, quien se referirá a los aspectos socio-económicos de los Sistemas de Producción Agrícola.

Para el desarrollo del evento hemos adoptado el siguiente procedimiento: lo hemos iniciado con un breve período que estoy agotando en este momento en mi calidad de Coordinador, para fines de presentar a los señores expositores y hacer una rápida introducción al tema. Luego cada uno de los expositores dispondrá de 30 minutos para la presentación, de la parte del tema central que se les ha asignado, y que consideramos serán en su conjunto complementarias, de manera que al final quede visualizada la globalidad e integralidad implícita en los Sistemas de Producción Agrícola. Después de un breve receso de 15 minutos, pasaremos al período de preguntas y comentarios. Esperamos

que en este lapso se produzca un amplio cambio de ideas sobre el tema, y a fin de dar la posibilidad de participación a la mayor parte de los asistentes, les ruego que como una deferencia a sus colegas participantes, aquellos que hagan uso de la palabra, sean breves en sus comentarios, o en las fundamentaciones que puedan preceder a las preguntas.

A continuación quisiera referirme muy rápidamente dentro de los siguientes minutos al tema que vamos a tratar hoy día.

Un sistema de producción podría definirse "como la aplicación conjunta de conocimientos interrelacionados con el objeto de obtener un determinado producto", definición general que puede adoptarse para el caso de la producción agrícola.

Por su parte un sistema de producción agrícola puede ser descrito de muchas maneras. Puede así ser orientado a cultivos, a fincas (haciendas, fundos, granjas, etc.), a comunidades rurales, a regiones, etc.; lo esencial es que esta descripción tenga límites definidos en relación con los objetivos del sistema, que se tengan claras las preguntas que es necesario contestar; de ello dependerá el nivel a que se debe plantear el estudio del sistema.

Además los sistemas de producción agrícolas por su propia naturaleza son extremadamente complejos porque es posible incluir gran número de elementos vivos que interactúan entre sí y con el ambiente; y porque responden a la influencia de factores socioeconómicos, con la consideración adicional de que las decisiones que deben tomarse y que afectan al sector agrícola tienen a menudo un ingrediente de tipo político que obliga a que aquéllas no deben necesariamente basarse sólo en los resultados de tipo técnico, ya que este aspecto no representa la totalidad de la utilidad, la cual requiere incluir además, los aspectos sociales que contribuyan al beneficio de la comunidad donde el sistema está descrito.

Por otra parte, una característica de los sistemas agrícolas es que contienen procesos regidos por las leyes de probabilidades, y por ello se dificulta muchas veces el predeterminar las relaciones entre variables.

Considerando esta complejidad, los sistemas a formular deberían entonces ser suficientemente flexibles para resistir dentro de ciertos límites las variaciones de comportamiento de las variables del sistema y lo suficientemente dinámicos para permitir en forma fácil la introducción de modificaciones a medida que ellas se hagan necesarias.

Probablemente sea razonable resumir entonces que un sistema de producción vinculado al sector agrícola puede ser descrito de muchas maneras, pero en todo caso con límites claros e íntimamente relacionados con los objetivos del sistema; que estos mantienen una gran interacción con el medio ambiente, además

de la que existe entre los propios componentes o elementos constitutivos de los mismos, y ello determina que sea defícil determinar con precisión cuál es la exacta influencia que cada una de las variables puede tener aisladamente, y establece que el "todo" o sea el sistema no es necesariamente el resultado de la suma de los componentes independientes.

El interés del IICA por los sistemas de producción data de años y ha estado íntimamente ligado a sus propios objetivos. A todos los niveles ha manifestado este interés a través de sus voceros más calificados, asociándolo a su permanente preocupación por el problema de la producción de alimentos en América Latina y el Caribe.

Es conocido que el crecimiento de la población y de las aspiraciones de la misma por mejorar su nivel alimenticio están imponiendo fuertes presiones sobre la producción de alimentos. sabemos igualmente que si bien en el conjunto de América Latina y el Caribe existe una alta potencialidad productiva, hay sectores que todavía se caracterizan por el atraso de su agricultura.

Esta situación dramatiza su vigencia cuando se la relaciona con la producción de alimentos y la comprobación de que la gran masa de pequeños productores, sobre quienes recae la responsabilidad de producir esos alimentos mantiene todavía un nivel de productividad bajo, no usa la tecnología disponible y conserva sistemas de producción que no le permiten desarrollar al máximo su produ-- tividad potencial.

Está comprobado que existe una diferencia clara entre los rendimientos potenciales sobre los que los investigadores informan en las estaciones experimentales y el rendimiento real que se obtiene en las tierras de los pequeños agricultores. Aun cuando esto es comprensible y normalmente aceptado, se tiene sin embargo que también es posible detectar entre el máximo rendimiento real que es posible obtener en esas mismas tierras. Esta diferencia existe porque seguramente se están utilizando prácticas de cultivo que dan como resultado rendimientos más bajos que los que son posibles obtener, y la justificación de este hecho pueda encontrarse en dos formas: una sería identificando "qué" tecnología contribuye a la diferencia; y la otra, identificando "qué hace" que los pequeños agricultores utilicen la tecnología que puede darles como resultado un incremento de producción. Cada una de estas explicaciones en forma individual nos acerca a la razón de la diferencia, pero si se las toma aisladamente son una respuesta incompleta al problema. Por otra parte, esos agricultores reaccionan de la misma forma ante las perspectivas de éxito o fracaso que los agricultores más grandes (agricultores de tipo comercial), pero dada su precaria situación y escasez de oportunidades de inversión, y en razón de su larga experiencia en actividades agrícolas, han desarrollado sus propios sistemas de producción que no pueden ni deben ser ignorados ya que generalmente les han dado resultados casi óptimos dentro del ambiente en que se desarrollan. No debemos olvidar además que existe mucha diferencia entre correr riesgo cuando el mal mayor es perder un ingreso que no es vital, que correr el mismo riesgo cuando la alternativa es pasar o no hambre.

De allí que el esfuerzo de síntesis que se realice para diseñar los sistemas de producción que se consideren como alternativas mejores para lograr adecuadas perspectivas de ingreso y bienestar para el pequeño agricultor, debe basarse en el conocimiento de la situación de las unidades de producción que manejan estos agricultores, incluídos los factores exógenos que condicionan su comportamiento.

Este concepto me lleva a manifestar que es importante primero entender los actuales sistemas de producción antes de tratar de modificarlos. Esta política permitiría ofrecer luego a los agricultores aquellas alternativas de producción más convenientes a su condición específica.

Por experiencia personal estoy convencido que los investigadores agrícolas en su tarea de desarrollar nuevas tecnologías no pretenden diseñarlas para que sean utilizadas única o preferencialmente por los medianos o grandes agricultores, pero como tradicionalmente el uso de la tecnología más avanzada conlleva la utilización de una serie de insumos y servicios adicionales y complementarios a los que muy difícilmente tiene acceso el pequeño agricultor, son entonces los medianos y grandes agricultores lo que con mayor facilidad de acceso a estos recursos, están en mejores condiciones que los pequeños para tomar ventaja de las nuevas tecnologías que se desarrollan.

Esto es lo que me lleva a decir, que precisamente el criterio no descriminatorio de la tecnología que se crea, es lo que la hace descriminatoria para el pequeño agricultor, y en consecuencia sería razonable pensar en lo acertado de buscar sistemas que sean diseñados específicamente para los pequeños agricultores y los cuales tomen en cuenta las condiciones básicas en las que se aplicarán. Esta es una de las razones fundamentales por las cuales el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas viene apoyando y colaborando con todos aquellos esfuerzos cuyo objetivo es desarrollar Sistemas de Producción Agrícola específicos para el pequeño agricultor.

Antes de terminar quisiera muy rápidamente referirme a un aspecto que creo es importante por su conexión con los sistemas de producción.

Estimo que todos estamos concientes de la presencia de una serie de interacciones entre los diversos componentes de un Sistema de Producción; interacción que precisamente determina que en oportunidades el "todo" no sea necesariamente el resultado de la suma de sus componentes individuales. De la misma manera, y considerando límites más amplios, podemos identificar al "Sistema" que se integra con la producción, la distribución y el consumo como componentes. Me atrevo a afirmar que el éxito en la fase de producción como resultado de mejores sistemas y tecnología más avanzada, no necesariamente significará por ejemplo, mayor disponibilidad de alimentos para la población consumidora ni tampoco mayor bienestar para el agricultor, si no incorporamos el análisis, los aspectos que tienen que ver con las causas que determinan las pérdidas luego de la cosecha, y aquéllas que determinan la presencia de una serie de problemas en la comercialización de los productos. De esta forma, así como creo que el no considerar

las posibles interacciones entre los diversos componentes de un sistema de producción agrícola (semilla, fertilizantes, insecticidas, plagicidas, asociaciones de cultivos, agua, etc.) contribuye a hacer peligrar el mismo, de igual manera creo que los incrementos y beneficios susceptibles de lograrse con mejores sistemas de producción, pueden esterilizarse si de alguna manera se dejan de lado aspectos como los mencionados.

Hecha esta introducción, me complace dar la palabra a nuestros ilustres expositores.

SISTEMAS DE PRODUÇÃO*

Os sistemas de produção consistem na aplicação conjunta de un grupo de conhecimentos interrelacionados, para obtenção de um determinado produto (11).

Trata-se da aplicação da idéia de sistemas e dos princípios da Teoria Geral de Sistemas ao processo produtivo. Por isto, nesta parte, após uma breve resenha daquela teoria, conceitos envolvidos e citação das principais escolas, serão referidos os diversos níveis de utilização na agricultura e, finalmente, repassadas as principais etapas da pesquisa de sistemas.

A. TEORIA GERAL DE SISTEMAS

Maciel (15) define a teoria geral dos sistemas como: "ciência multidisciplinar que tem por objeto a investigação dos Sistemas e seus elementos, das combinações daqueles em super sistemas e destes, respectivamente, em estruturas e/ou subsistemas, bem como de seus modos de ação (ou comportamento)".

A idéia de sistema é praticamente tão antiga quanto o homem, visto que é inerente à natureza e, consequentemente, perceptível desde o momento em que o homem estabelece relações conscientes com a mesma. Entretanto, só mais recentemente, com o desenvolvimento da Cibernética e a revolução da "comunicação" é que se desenvolveu todo um esforço de elaboração teórica em torno da velha idéia de "Sistema".

A noção de sistema, conforme assinala Maciel (15), é bastante primitiva, no sentido de que não se deixa facilmente definir em função de conceitos mais simples, visto que se trata de um conceito de grande extensão, isto é, aplica-se a quase tudo o que existe, e é "complexo" e "organizado". Consequentemente, é também conceito de pequena "compreensão", isto é, o conjunto de notas, nos termos em que podemos entender, é bastante pobre, dando margem às mais variadas denotações.

Maciel (15) termina por apresentar uma definição "interna" e outra "externa" de "sistema", assim como a definição dos conceitos fundamentais envolvidos nas duas definições.

Definido "internamente", um sistema é um conjunto de elementos quaisquer ligados entre si por cadeias de relações, de tal modo a constituirem um todo organizado. Distinguem-se na definição os seguintes conceitos:

Conjunto - conceito primitivo, fundamental à Matemática, objeto de estudo da Teoria dos Conjuntos. A Teoria Geral dos Sistemas, por conseguinte, implica a Teoria dos Conjuntos, e portanto, toda Lógica Matemática, em especial o Cálculo Proposicional, a Lógica de Classes e a Lógica de Relações.

Elemento - conceito primitivo, relativo, que supõe, juntamente com o anterior, o problema clássico em Filosofia da Ciência do dualismo: Partes x Todo, problema de grande importância que conduz diretamente às questões da simplicidade e da complexidade em Ciência.

---

* Este trabalho é parte de outro maior, ainda em fase de elaboração, sobre "O Enfoque de Sistemas na Programação da Pesquisa Agropecuária".

Relação - conceito absolutamente primitivo, constituindo problemática clássica tanto em Filosofia quanto em Ciência, essencial à correta compreensão de "conjunto" e "sistema". Recorde-se que somente em termos de relação é possível definir as propriedades de "pertinência" (de um elemento a seu conjunto) e de "inclusão" (de um subconjunto em seu conjunto). Além disto o conceito de relação está na essência mesma do conceito de sistema, visto que um sistema não pode ser entendido senão em termos de uma estrutura e esta vem a ser, em última análise, um conjunto de relações.

O próprio conhecimento se define como uma relação entre sujeito (congnoscente) e objeto (conhecido), em que o sujeito se acha determinado pelo objeto (12). E a ação, contraparte do conhecimento, se define como uma relação entre sujeito (agente) e objeto (paciente), em que o sujeito determina o objeto. Através da relação, portanto, à Gnoseologia corresponde a Praxeologia, isto é, a uma teoria do conhecimento corresponde uma teoria da ação.

Todo - conceito primitivo (mas complexo, porque supõe todos os outros), levando diretamente ao estudo da Cosmologia. Envolve algumas das questões mais profundas da Filosofia e da Ciência: o uno e o múltiplo, o simples e o complexo, o orgânico e o inorgânico, a harmonia e o caos, a entropia e a desentropia (ausência de entropia), o determinado e o indeterminado, o uniforme e o multiforme, etc.

Definido "exteriormente" (15), um sistema é concebido como um todo organizado, dinâmicamente relacionado com o meio externo (isto é, continuamente sujeito à mudança) e que apresenta, em qualquer momento, um conjunto de atributos e de modos de ação (ou comportamento). Destacam-se os conceitos:

Mudança - filosoficamente equivalente à "diferença" e considerado talvez, o mais "primitivo" da Cibernética, devido a sua grande extensão e pequena compreensão. É praticamente impossível sua conceituação em um trabalho limitado como este.

Atributo - aquilo que é próprio do Sistema, que o fez diferente dos demais, sua característica específica. Confunde-se com o que se entende por predicamento ou categoria.

Modo de ação - (ou comportamento) de um Sistema, relação definida entre a ação que o sistema recebe do meio exterior e aquela que ele transmite ao meio. Novamente se evidência o papel central da relação na Teoria Geral dos Sistemas.

Somente a Teoria Geral dos Sistemas, com sua abordagem eminentemente interdisciplinar, pode fornecer um enfoque suficientemente universal e ao mesmo tempo heurístico, à altura de propiciar um método ou uma linguagem adaptável às diversas ciências, mesmo àquelas cujo objeto material se situa em ordem distinta do real, como por exemplo Biologia e Economia. A Teoria Geral dos Sistemas realiza este método através da análise relacional, estrutural ou funcional.

Um "Sistema" é, em última análise, um conjunto de entes (elementos) e de suas relações. Uma "estrutura" vem a ser o conjunto dessas relações entre esses elementos. Logo, Sistema é "coisa", estrutura é "relação". Sistema é conceito absoluto; estrutura é conceito eminentemente relativo.

Portanto, se todo sistema tem sua estrutura, e se esta não se acha determinada cosmologicamente pela natureza objetiva dos elementos ativos que o compõem,

torna-se possível adotar um método de análise de estrutura -análise relacional- suficientemente geral para que se aplique a todos os domínios do real. Por isto é que Maciel (15) afirma que a Teoria Geral dos Sistemas realiza a unificação das Ciências.

Matematicamente, diz ele, uma sociedade é um conjunto (Sistema) de indivíduos (elementos ativos); e um organismo multicelular é um conjunto (Sistema) de células (elementos ativos). Portanto, "sociedade" e "organismo multicelular" são entes matematicamente isomorfos. A unificação das ciências da vida, por conseguinte -incluídas aí, naturalmente, a Biologia e também a Sociologia- torna-se metodologicamente viável e bastante natural.

Estabelecido o isomorfismo entre os sistemas investigados (biológicos ou sociais, por exemplo), cabe destacar os conceitos fundamentais em torno dos quais se concentra a unificação das ciências. A categoria fundamental é a de "Ação". Os elementos que constituem um organismo vivo, ou um sistema social, são "elementos ativos". Ao conjunto de elementos do Sistema (biológico ou social), está necessariamente associado um conjunto de "atividades". Porém, ação subentende "relação".

Qualquer sistema, não importa a que domínio objetivo da realidade pertença, supõe estes três conjuntos intimamente associados: conjunto de elementos, conjunto de atividades (ações) e conjunto de relações.

No entanto, as categorias de ação e relação não são suficientes para determinar um sistema complexo. Juntas, elas constituem a categoria da "interação", que tanto pode ser definida em termos de terceiro conjunto (estrutura), quanto em termos de uma relação definida no conjunto dos estímulos e respostas ("inputs" e "outputs") do sistema. Falta ainda uma última categoria para completar a análise. A relação entre estímulo e resposta, que constitui a essência da interação, exige, pela própria definição de relação, que se tenham ao menos "dois elementos" trocando ação. O estímulo de um é igual à resposta do outro, é uma "transformação" dessa resposta. Impõe-se, pois, mais essa categoria -a de comunicação ou informação.

Ainda segundo Maciel (15), existem, na Teoria Geral dos Sistemas, seis grandes correntes ou "escolas":

- Escola americana; que se iniciou ainda na década de 30, com os trabalhos do matemático N. Wiener e do médico A. Rosenblueth, respectivamente do Massachussetts Institute of Technology e da Harvard Medical School. E é esse mesmo Wiener que confessa um já então antigo interesse pela metodologia: "De há muito que eu vinha me interessando pelo método científico, tendo, de fato, participado do seminário Josiah Royce, de Harvard, sobre o mesmo assunto, de 1911 a 1913" (23). Oficialmente, entretanto, o que nascia àquela época era a Cibernética, embora ela só viesse à luz, como tal, 35 anos depois, com a publicação dos livros (hoje clássicos) de Wiener, "Cybernetics", anteriormente citado, e de Shannon e Weaver, "The Mathematical Theory of Communication" (20). A Teoria Geral dos Sistemas, sob a denominação de "teoria organísmica", já havia nascido por volta de 1925, com os trabalhos de Biologia de Von Bertalanffy (5) e com os trabalhos filosóficos de Whitehead (22). Mais recentemente, a escola americana expandiu-se extraordinariamente, subdividindo-se em diversas "correntes" complementares, das quais é preciso destacar: (a) a corrente da chamada Pesquisa Operacional; (b) a corrente da Teoria

Geral dos Sistemas, ambas bem representadas por Mesarovic e Ackoff (17), ou mais representativamente, pelo grupo que trabalha atualmente no Case Institute of Technology, sob a direção do Prof. E. A. Johnson; (c) a corrente da chamada "Computer Science" (Ciência da Computação), atualmente o campo mais dinâmico de aplicação e desenvolvimento da Teoria Geral dos Sistemas; (d) a corrente da Teoria dos Autômatos e, finalmente, (e) um grupo de subcorrentes responsáveis por importantes desenvolvimentos como as Gramáticas Formais, a Informática de um modo geral, e outros.

- Escola inglesa; representada pelos importantíssimos trabalhos do psiquiatra R. Ashby -autor da melhor obra sistemática e de tratamento conceptual de Cibernética até hoje publicada (recentemente traduzida e entregue ao público brasileiro)-, pelos trabalhos do neurologista G. Walter e outros.

- Escola francesa; embora menos importante, também é expressiva, tendo à frente o matemático L. Couffignal.

- Escola polonesa; bem mais significativa, chegando ao mesmo nível de excelência das escolas inglesa e americana, é a escola polonesa que, com Tadeusz Kotarbinski, filósofo e professor da Universidade de Varsóvia, pretende ser pioneira no estudo dos sistemas. Kotarbinski foi un dos mais ilustres representantes do chamado "Círculo de Varsóvia", do movimento neo-positivista lógico contemporâneo. Entre suas mais importantes contribuições filosóficas, está precisamente a Praxeologia, ou Teoria Geral da Ação, que ele entendia como a "ciência da ação eficaz". O.Lange, outro grande nome da escola polonesa, econometrista ilustre, faz datar de 1913 os primeiros trabalhos de Kotarbinski sobre Praxeologia ("Esboços Práticos", "O Ato", "Curso de Lógica", etc.), embora reconheça com Von Mises que o termo "praxeologia" fora utilizado pela primeira vez pelo sociólogo francês Espinas, em 1890, e, logo depois, pelo matemático soviético E. Slucki, cuja obra (publicada em alemão, "Ein Beitrag zur formal-praxeologischen Grundlegung der Oekonomic") data de 1926. O próprio O. Lange trouxe uma boa contribuição à Teoria Geral dos Sistemas, com seu livro "Wholes and Parts - A General Theory of System Behavior" (14), no qual ele oferece um tratamento matemático rigoroso (e vazado numa linguagem quase exclusivamente retirada das Matemáticas Finitas) do monumental livro de R. Ashby, "An Introduction to Cybernetics" (4).

- Escola canadense; merecem especial atenção, pelo seu vigor e alcance, duas correntes do pensamento cibernético atual. A primeira é liderada por Von Bertalanffy, biólogo ilustre, professor de Biologia Teórica do Departamento de Zoologia da Universidade de Alberta, Canadá, fundador do Center for Advanced Studies in Theorethical Psychology da mesma instituição, e co-fundador, em 1954, da Society for the Advancement of General Systems Theory, hoje Society for General Systems Research, afiliada à American Association for the Advancement of Science. Esta escola representa a contribuição valiosa dos cientistas que trabalham estritamente no campo da Biologia. Disputando (aparentemente com vantagem) as honras de pioneirismo com a Cibernética da escola americana, ela tende a substituir o nome "cibernética" pela locução (sem dúvida mais sugestiva e metodologicamente mais heurística) de "teoria geral dos sistemas". Além disso, cabe a ela -e principalmente a Von Bertalanffy- a primazia na abertura para uma problemática mais ampla e mais geral, a dos chamados "sistemas abertos", que contém os "sistemas fechados" como casos particulares. Nessa área trabalham N. Rashevsky, atualmente na Universidade de Chicago; A. Rapoport, W.R. Hess, R. Rosen, J. von Uexkull, e outros.

- Escola soviética; a segunda corrente é a que se poderia chamar de escola soviética, cujas origens remontam, de certo modo, a Pavlov e Frolov, representada pelo Prof. V.M. Glushkov, da Academia de Ciências da URSS e atual diretor do Instituto de Cibernética de Kiev. Embora tenha se ressentido da fase de obscurantismo da época de Stalin, quando a própria Lógica Matemática foi banida dos programas da Universidade por imposição do Partido Comunista, a escola soviética é hoje poderosa e responsável por uma intensa produção, somente comparável à dos matemáticos russos.

B. NÍVEIS DE APLICAÇÃO - SISTEMAS NA PESQUISA

Conforme foi destacado, a Teoria Geral dos Sistemas, com sua abordagem eminentemente interdisciplinar, propicia um enfoque suficientemente universal e uma metodologia adaptável às diversas ciências. É justamente com base nesta universalidade que se pode viabilizar a aplicação da idéia de sistemas e a utilização do instrumental da Teoria Geral dos Sistemas nos mais variados níveis da atividade humana.

Em termos do processo produtivo, aplicando-se às diversas formas de produção, desde a produção individual intelectual, até àquelas que envolvem a utilização de um instrumental bem mais complicado e diversificado, como é o caso dos grandes complexos institucionais com múltiplos produtos.

Dentro dessa linha, e considerada a agricultura como um processo de ação do homem sobre a natureza, como o processo produtivo através do qual o homem obtém da natureza os produtos essenciais para a sua sobrevivência e bem estar, também em termos de setor agropecuário, poderemos encontrar a utilização da idéia de sistemas nos mais variados níveis.

Em primeiro lugar, a utilização do enfoque e do instrumental de sistemas, a nível do processo primário de produção de bens agropecuários. Trata-se do processo através do qual se obtém os produtos agropecuários, em forma isolada ou associada, e que se constituem em um sistema, podendo, portanto, ser abordado com os meios propiciados pela Teoria Geral dos Sistemas. Com isto o homem, o técnico, o produtor, o agricultor, passa a contar com os instrumentos que lhe permitem explicar, compreender e realizar a produção agropecuária em forma mais eficiente, no seu benefício e dos demais.

Neste nível, é muito estreito o relacionamento entre o enfoque de sistemas, a Administração Rural e o Planejamento a nível da unidade de produção agropecuária. É muito difícil, talvez impossível, estabelecer os limites onde termina o campo de um e começa o de outro. O que se sabe é que a idéia de sistemas tem maior abrangência do que a da Administração Rural, assim como esta tem maior amplitude que o planejamento da Unidade de Produção.

No outro extremo pode-se encontrar a utilização da Teoria Geral dos Sistemas na abordagem dos complexos institucionais, como seria o caso do Governo (considerado como conjunto de instituições e organizações que realizam variadas funções), e mais especificamente o nível setorial.

Especificamente no caso do setor agropecuário, trata-se da utilização do enfoque sistêmico, não somente em termos de estruturação e organização do complexo institucional, mas também no que se refere à abordagem operacional.

É o caso do Ministério da Agricultura no Brasil, que procura desenvolver a função que lhe corresponde no setor público, organizado em três grandes sistemas: Sistema de Abastecimento, Sistema de Produção e Sistema de Fiscalização e Controle. Paralelamente, a função Planejamento se desenvolve também em termos de um Sistema Nacional de Programação Agropecuária. Além do que, os diversos órgãos que compõem e atuam nos diversos sistemas antes citados tratam de se estruturar e operar de acordo com a concepção sistêmica.

Vamos encontrar, portanto, a utilização da idéia de sistema no exercício daquelas funções que se constituem em instrumento para uma atuação mais eficiente do setor agropecuário e, conseqüentemente, como um estímulo expressivo para o desenvolvimento da agricultura.

É o caso da pesquisa agropecuária. Para uma instituição de pesquisas agropecuárias, a preocupação com os Sistemas de Produção pode ter diversas dimensões, naturalmente todas elas amplamente interrelacionadas, porém constituindo-se em preocupação mais específica de determinados setores do órgão (11). Uma das dimensões é o sistema de produção como produto final da pesquisa. Em outras palavras, a atividade desenvolvida e/ou promovida pelo órgão pesquisa, nada mais é que o processo produtivo através do qual, mediante a utilização de determinados recursos, especialmente humanos, trata-se de obter um produto final materializado nos novos conhecimentos que permitirão modificar o processo produtivo na agricultura. O enfoque de sistema visa um produto final mais acabado, de tal forma que a pesquisa proporcione, não apenas os conhecimentos isolados, mas o conhecimento sobre o conjunto de variáveis intervenientes, assim como as suas interações e os resultados previstos.

O intenso esforço que vem sendo desenvolvido pelo Departamento de Difusão de Tecnologia da EMBRAPA, é um magnífico exemplo da tentativa de caracterização "a posteriori" deste produto, ordenado em sistema. Para isto utilizam, não só os conhecimentos acumulados pela pesquisa, através do modelo difuso de pesquisas (3), usualmente aplicado na América Latina, mas também, de uma forma muito especial, apelam para a experiência dos produtores agrícolas e para a vivência dos agentes de assistência técnica e extensão rural.

Os Sistemas como Meio (como Método) - Aqui queremos nos referir ao enfoque de sistema como método, como especialidade; trata-se da análise de sistemas ou pesquisa de sistemas, como chamam outros. Queremos referir-nos ao trabalho desenvolvido por elementos especializados, aqueles que se costuma denominar de Sistemólogos.

Trata-se dos analistas de sistemas que, utilizando adequadamente instrumentos como modelagem, simulação, computação, teoria dos jogos, fluxos, etc., desempenham papel semelhante ao dos especialistas em pesquisa operacional nas indústrias e outros setores.

Note-se, como assinala Morley (18), que "na elaboração de modelos, o uso de técnicas de simulação, diagramas de fluxos e de computadores são ajudas para a aproximação por sistema, porém não suas características essenciais". É o próprio Morley que destaca: "O enfoque de sistemas considera um processo objeto de estudo em relação com um sistema definido, e não como um fenômeno isolado. Esta é sua característica essencial". Portanto, o enfoque só se materializa plenamente

através do esforço interdisciplinário em que, juntmmente com os sistemólogos, atuem os pesquisadores das ciências biológicas e sociais, estatísticos, economistas e programadores.

É necessário que o órgão de pesquisa conte com especialistas em Análise (ou Síntese ou Pesquisa) de sistemas, não só em diferentes órgãos do nível central, mas também nas unidades descentralizadas.

O Enfoque de Sistemas como base da Programação - Trata-se da adoção do enfoque de sistemas como estratégia básica na pesquisa agropecuária. Aqui não se trata de técnicas e instrumentos, mas da adoção, por parte de todos os pesquisadores vinculados ao órgão de pesquisa, de uma nova postura com relação à pesquisa, na qual a visão globalizante do sistema de produção se torna o componente essencial.

Conforme assinala Brockington (7), "o enfoque de sistema é uma forma de pensar, e as técnicas que se possam aplicar são essencialmente incidentais ..." Isto não está em oposição com uma pesquisa analítica convencional, onde o pesquisador aborda o processo componente mediante experimentos controlados. A análise de um sistema é essencial para lograr as informações necessárias à síntese do sistema total: os dois processos são mutuamente interdependentes; não competitivos.

Fundamentalmente, trata-se da seleção de problemas e fixação de objetivos, segundo uma nova ótica, na qual o que interessa é o comportamento do sistema de produção como um todo, e não, isoladamente, de cada uma das partes que o compõem.

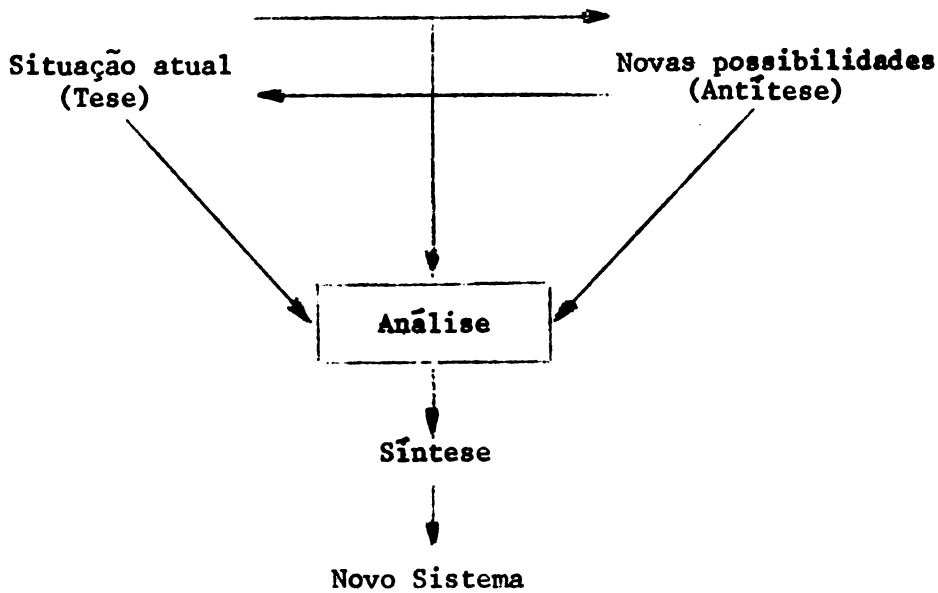
Trata-se da adoção de um enfoque operacional e metodológico na pesquisa, coerente com o Sistema Institucional baseado no modelo concentrado de execução de pesquisa -é o que a EMBRAPA está implantando.

Aqui a preocupação principal se concentra na utilização da abordagem de sistemas como estrutura e fundamento da seleção de projetos e atividades de pesquisa. Envolve necessariamente uma mudança de postura por parte dos pesquisadores e uma revisão na velha rotina: observação (problema)-hipótese-predição dedutiva e teste de desempenho, conforme assinala Dillon (8): "... baseada no culto de níveis arbitrários de significado estatístico". Revisão que não vai alterar a metodologia científica, mas sim o enfoque e o contexto, nos quais ela é um meio e não um fim em si mesmo.

É o descobrimento, por parte do pesquisador agrícola, das possibilidades da utilização de um instrumental científico, até há pouco não utilizado, e, com raras excessões, desconhecido para eles, isto é, a lógica dialética. Note-se que se trata de aplicação da dialética, não como uma alternativa de substituição à lógica formal, mas, para seguir a partir do momento em que esta se esgota, e assim enriquecer metodologicamente a busca dos conhecimentos necessários ao desenvolvimento do setor agropecuário.

É um processo dialético no qual, a partir da situação atual (tese) verificando outras possibilidades proporcionadas pela ciência e a tecnologia e a experiência de técnicos e produtores (antítese), e através da análise desta

situação global e das contradições que ela encerra, chega-se ao novo sistema (síntese). O gráfico abaixo representa este processo.



Ainda segundo Dillon, "Superar uma visão do mundo em função dos conceitos de reducionismo e mecanicismo, em que o reducionismo subentende a redução dos fenômenos às suas partes básicas, enquanto o mecanicismo subentendia que os fenômenos podiam ser explicados em termos de relacionamento de causa e efeito, mecânicos ou automáticos. Substituir esta visão pelo expansionismo, a teleologia e a síntese, cada vez mais recohecidos pelas ciências na época atual como formas adequadas à compreensão do mundo".

O expansionismo é o inverso do reducionismo, pressupondo que os objetos e acontecimentos constituem parte de todos maiores: dá ênfase ao todo, sem abandonar o estudo das partes; porém este, a partir do conhecimento e funcionamento do todo. A abordagem teleológica ou de meios-fins, implica no estabelecimento de um objetivo e na aferição das diretrizes alternativas no tocante à forma de alcançá-lo, quaisquer que sejam as condições iniciais especificadas. A Síntese é o instrumento fundamental de agregação e reconstituição do todo, uma vez reformuladas as partes.

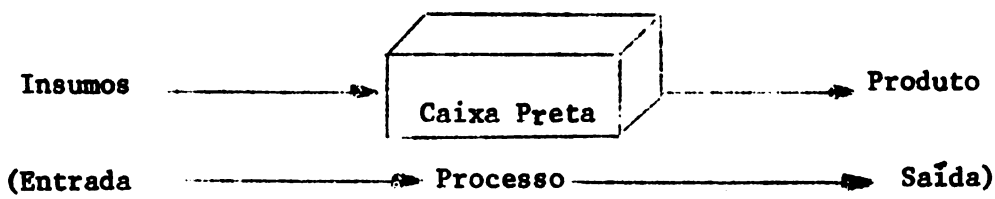
C. ETAPAS E PROCEDIMENTOS

Um sistema de produção, de controle, de comunicação, institucional ou outro, consiste em um conjunto de elementos (insumos e produtos), com uma estrutura que vem a ser o conjunto das relações entre os elementos que o conformam, incluindo nas relações também as interações.

O objetivo da pesquisa, em base ao enfoque de sistemas, pode ser a explicação e predição do comportamento de um sistema, ou o que é mais freqüente, o aperfeiçoamento do controle de sistemas já utilizados e a caracterização de novos sistemas mais eficientes que os atuais.

Análise e síntese são os instrumentos básicos do enfoque de sistemas. Ao contrário do que alguns erroneamente supõem, a síntese não substitui a análise; ao contrário, entre as duas deve existir uma estreita relação de complementariedade. Cada esforço e cada fase da pesquisa deve envolver a ambos.

O uso do conceito da "caixa preta" pode ajudar a diferenciação entre a análise e a síntese. Usa-se a figura da "caixa preta" para representar fenômenos, detalhes e processos que apresentam um comportamento regular, estável e independente. Em princípio pode-se considerar o "sistema" como uma "caixa preta", em uma situação na qual os insumos ou entradas e os produtos ou saídas, são conhecidos e podem ser medidos; no entanto, permanece desconhecido o processo de transformação de insumos em produtos.



Através da análise do sistema trata-se de ir abrindo pelo menos alguns dos compartimentos que conformam a "caixa preta", onde cada um representa uma parte conhecida do processo de transformação. Quando a "caixa preta" original é totalmente substituída por caixas abertas, fica-se conhecendo todos os detalhes do sistema e se tem uma análise completa.

Já a síntese do sistema geralmente tem a ver com a aplicação do conhecimento obtido com a análise para modificar o sistema original, ou para formular sistemas completamente novos. Isto tanto envolve a especificação de um novo conjunto de elementos (descrição do sistema), como também a modificação das relações entre os componentes (controle ou manejo do sistema através da modificação da estrutura).

Wright (24) assinala que a seqüência habitual na pesquisa de sistemas é a seguinte:

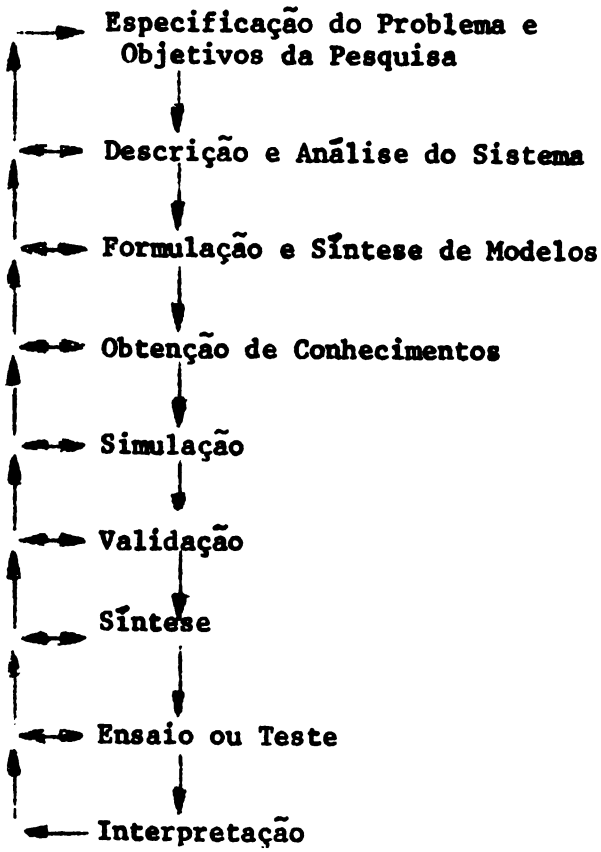
i) Especificação do problema, o que leva a uma definição qualitativa do sistema relevante;

ii) Análise do sistema, com o que se tenta obter uma especificação quantitativa do sistema;

iii) Síntese do Sistema, que procura dar a solução do problema original

Ainda segundo Wright, esta seqüência de atividades tem uma interrelação muito estreita; a análise e a síntese podem ocorrer simultâneamente a muitos níveis do sistema básico.

Com base em Morley (18) e Wright (24) e com algumas modificações, as etapas no estudo de sistemas seriam as que seguem:



Esquema do Fluxo do Estudo de Sistemas

Como se pode ver, a principal característica do esquema apresentado é a auto-regulação com respeito às etapas anteriores.

Especificação do Problema - Trata-se da reunião dos antecedentes e justificativa do esforço a ser desenvolvido mediante a utilização do enfoque de sistemas, apoiado no uso do instrumental propiciado pela Teoria Geral dos Sistemas. É fundamental uma clara definição dos objetivos perseguidos com o esforço a ser realizado. Nada mais é do que a caracterização do Problema, sua importância, e definição dos objetivos, referentes ao método científico.

Descrição e análise do Sistema - Esta fase, sendo parte do contínuo iniciado na anterior, não deve ser facilmente diferenciável. Uma adequada especificação do problema deve incluir uma descrição dos componentes dos sistemas utilizados e suas relações. Segundo Wright (24), o ponto de partida deste processo deve ser uma representação muito simples de insumos e produtos -para o que podem ser usadas representações diagramáticas- a qual deverá ser aprofundada progressivamente através da identificação de:

i) Subsistemas maiores

ii) Componentes relevantes e relações dentro de cada subsistema

iii) Conexões entre os subsistemas

iv) Variáveis ambientais importantes

v) Pontos de controle

Uma representação diagramática facilita identificar o tipo de dados e informações que se necessitam para uma descrição mais adequada do sistema, assim como para análise do mesmo. Da análise dos sistemas conhecidos e/ou utilizados, da previsão das possibilidades de conhecimentos a serem gerados pela pesquisa, e dos objetivos a serem perseguidos pelo processo produtivo agropecuário, surgem as informações que permitirão a visualização dos sistemas objetivos; conseqüentemente, os elementos básicos para a fase seguinte, ou seja: síntese de Modelos.

Formulação e Síntese de Modelos - O trabalho com sistemas apoia-se em grande parte, no uso de modelos, tanto porque freqüentemente é muito difícil ou impraticável o estudo do sistema real, como também porque geralmente o objetivo é a formulação de novos sistemas, inexistentes na nossa realidade agropecuária, tornando-se, portanto, imprescindível o auxílio dos modelos.

Modelo é a representação de um sistema. Representação que pode ser física ou matemática. Ackoff, Gupta et al. (1) distinguem três tipos básicos de modelos: icônicos, análogos e simbólicos.

Os modelos icônicos repetem as propriedades relevantes do sistema real em uma escala reduzida. Na pesquisa agropecuária são muito utilizados; é o caso da parcela experimental, dos ensaios em unidades experimentais, etc.

Os modelos análogos estão baseados pela utilização de uma propriedade em representação de outra; por exemplo: o uso de correntes elétricas para representar correntes de água e vice-versa.

Modelos simbólicos são aqueles nos quais as propriedades estão representadas por símbolos. É o caso dos modelos matemáticos quantitativos. Estes podem ser de diversos tipos e complexidades, desde a simples equação linear, passando pelos modelos de regressão, até modelos de grande número de variáveis e equações que só têm a solução viabilizada com o uso da computação eletrônica.

Wright (24) destaca que o uso de modelos pode desempenhar uma diversidade de funções, porém assinala que Howell e Teichroew (13) distinguem aplicações descritivas e normativas. Quando usado com fim descritivo, o modelo atua como marco para a identificação dos elementos do sistema e suas relações, e para determinação das formas funcionais satisfatórias destas relações. O fato de se ter que tomar decisões sobre a existência e importância relativa dos elementos do sistema e suas relações, contribui para a compilação da informação existente acerca do sistema e para a avaliação da mesma. Além do que, é um meio de dirigir a atenção da pesquisa para aqueles aspectos do sistema cuja compreensão está limitada pela falta de conhecimento. O uso descritivo dos modelos é, acima de tudo, uma ferramenta da análise de sistemas, cujo objetivo é alcançar uma melhor compreensão do sistema. É, talvez, a razão principal, e que por si só justifica a adoção pura e simples do enfoque de sistemas como base da programação da pesquisa, independente da utilização de outros instrumentos da pesquisa de sistemas, como seria o caso da simulação.

Os modelos, quando usados normativamente, visam a solução de problemas tais como: a dedução de regras de decisão que auxiliam na identificação do ótimo ou estão relacionados com o controle do sistema ou com sua sintetização. Por isto, um modelo normativo requer uma função objetivo para avaliar diferentes regras de decisão. Em geral, para os problemas de tomada de decisões, a função objetivo estará vinculada aos benefícios econômicos ou ao lucro.

A maior dificuldade no desenvolvimento de modelos para sistemas bio-econômicos é a falta de dados, especialmente coeficientes e parâmetros biológicos. O esforço de pesquisa tradicionalmente tem-se concentrado em subsistemas parciais, isolados do resto do sistema. Segundo Wright (24), enquanto isto aumentou o conhecimento sobre o sistema no nível micro,não houve o esforço simultâneo para sistetizar este conhecimento no contexto do sistema total.

Ainda que a falta de dados e conhecimentos possa constituir-se em uma séria limitação para a formulação de modelos satisfatórios, a simples tentativa de elaborar os modelos pode desempenhar um importante papel na identificação do tipo de informação que se necessita, constituindo-se em valioso instrumento para a seleção de problemas e prioritarização das pesquisas.

Obtenção de conhecimentos - Já foi salientado que tanto na descrição e análise dos sistemas atuais como na formulação ou síntese de modelos são identificadas "lagunas", "vazios" de dados e conhecimentos.

Aqui não só nos referimos ao esforço de coleta de dados e busca de novas informações, mas principalmente ao esforço de pesquisa que deve ser realizado na busca de novos conhecimentos.

Trata-se da procura da solução para os problemas relevantes que foram identificados na análise dos sistemas e na formulação de novos modelos. É a utilização da metodologia científica e a aplicação das técnicas experimentais, visando a obtenção de conhecimentos parciais que serão utilizados como insumos na sintetização dos novos sistemas.

Neste ponto torna-se evidente a relação de complementariedade entre a análise e a síntese, e fica bem clara a impropriedade de considerar que a pesquisa

de sistemas substitui ou elimina a pesquisa analítica convencional. O que poderia ser considerado inovativo é o fato de que a seleção dos problemas objeto da busca de novos conhecimentos, é feita no contexto amplo do sistema e, conseqüentemente, com um grau de segurança muito mais elevado quanto à sua relevância na melhoria do processo produtivo.

Com os conhecimentos assim obtidos, utilizando ou não a simulação é que se fará o esforço de síntese, visando a obtenção de novos sistemas.

Simulação - Tanto a simulação como a validação -que está intimamente associada à primeira- não têm necessariamente de estar presentes na pesquisa de sistemas. A partir dos resultados obtidos na fase anterior, através da experimentação e da pesquisa, pode-se passar diretamente à etapa da sintetização. No entanto, sem dúvida, a simulação constitui-se em instrumental de grande valor para a obtenção de resultados mais rápidos, e geralmente com expressiva redução de custos, apesar de exigir pessoal especializado.

Segundo Wright (24), Balintfy, Burdick et al.(21), a simulação é definida como uma técnica que envolve a elaboração de um modelo de uma situação real (sistema) e a posterior realização de experimentos sobre este modelo. Logo, em essência, a simulação é uma operação de duas fases, que envolve elaboração e experimentação de modelos (Note-se que a experimentação aqui referida é a que se desenvolve em laboratório de computação, a partir de modelos matemáticos).

Conforme destacam Bravo & Piñeiro (6), qualquer estudo de sistema que use simulação como ferramenta, deve começar por uma formulação conceitual do modelo. Se o sistema -por sua complexidade- justifica o estudo por simulação, então o modelo deve ser passado da etapa conceitual, verbal ou gráfica, a um modelo matemático. Conforme tem sido destacado por vários autores, o novo não é o conceito de simulação, mas sim o uso de computadores para operar análogos matemáticos de sistemas reais, e a ênfase em sistemas completos, "totais" ou "integrais". Por isto se diz que o desenvolvimento da computação eletrônica foi um pré-requisito indispensável para a intensificação do uso de simulação como uma técnica da pesquisa de sistemas.

Cabe destacar ainda a importância da simulação no planejamento da pesquisa. Ao usar a simulacão, serão identificadas deficiências de informação sobre muitas variáveis; estas deficiências podem ser selecionadas como futuros projetos de pesquisa.

Validação - As inferências que surgem da experimentação feita a partir da simulação podem ser estendidas ao sistema real, uma vez que o modelo tenha sido "validado". Portanto, o processo de avaliação do modelo em relação à realidade é o que se denomina etapa de "validação da simulação".

É intencional a utilização do termo validação em vez de verificação. Este último tem uma conotação de verdade absoluta, correção, exatidão, etc., o que é inviável nas relações entre modelo e sistema. Na verdade, o que se quer de um modelo não é a correção, mas a sua adequação e eficácia para um propósito

específico, ou seja, sua validade. Portanto, um modelo é validado em relação ao propósito para o qual foi elaborado.

Tendo em vista que o modelo pode ser formulado tanto como representação de um sistema real como de um sistema novo que se queira sintetizar, o comportamento da validação será distinto nos dois casos. O modelo de um sistema existente pode ser validado comparando o comportamento do modelo com o do sistema real. No caso de modelo sintetizado, inexistente na vida real, a validação passa a ser subjetiva, baseando-se geralmente na experiência e no critério dos especialistas envolvidos.

Síntese - Na medida em que vão sendo gerados novos conhecimentos e são identificadas novas experiências e alternativas tecnológicas, deve ser feito o esforço de síntese, no sentido de montar o modelo do novo sistema para fins de análise das suas possibilidades e potencialidades.

Este esforço de sintetização que se desenvolve visando a materialização da função objetivo, pode ser realizado com o aproveitamento de parte das técnicas já em uso nos sistemas atuais, mais os conhecimentos que serão gerados pela pesquisa daqueles problemas que foram identificados tendo em vista a função objetivo ou sistema potencial, sem desprezar a experiência de pesquisadores, extensionistas e produtores rurais.

Caso a simulação tenha se incorporado à rotina das pesquisas, a disponibilidade de informações para a síntese será enriquecida com os resultados da mesma. Inclusive, obtido um modelo que parece oferecer resultados satisfatórios, se pode verificar as conseqüencias da introdução de variáveis nos insumos ou o efeito do controle de certos processos, sobre os resultados, modificando o modelo primitivo e chegando a sintetizar novos modelos. Desta forma, conforme assinala Morley (18), teríamos o modelo de um novo sistema, que se pode usar para simular um novo sistema, e assim levar mais adiante a síntese. O modelo do novo sistema pode ser modificado sucessivamente até aproximar os resultados da simulação ao ótimo possível -trata-se da otimização do sistema.

É fundamental a análise econômica do modelo sintetizado, a fim de verificar sua viabilidade econômica. Também é muito conveniente a análise de sensibilidade do sistema, que consiste em verificar o comportamento dos resultados com valores médios e extremos das principais variáveis.

Ensaio ou Teste - Não se trata da experimentação comum e corrente que é realizada na "obtenção de conhecimentos", de acordo com a metodologia e técnicas experimentais convencionais, nem dos experimentos de laboratório em computação que são realizadas na simulação. Aqui se trata da verificação do comportamento do modelo já como sistema real. É necessário verificar o comportamento do novo sistema em condições e em escala representativa da realidade.

Sempre que fôr possível, é conveniente realizar os testes nas propriedades de produtores agrícolas, o que não significa que toda a exploração tenha de ser envolvida no teste. Tratando-se de uma prova, ainda existe uma margem razoável de incerteza com um incremento do risco. Logo, a utilização de uma parcela de teste, mais do que uma opção, dever ser uma regra, desde que tenha a dimensão mínima que assegure a sua representatividade.

Na medida em que se repita o teste em anos sucessivos, devem ir sendo incorporados os novos conhecimentos que surgem dos experimentos de problemas específicos.

Interpretação - Realizado o teste, seus resultados devem ser analisados cuidadosamente. Deve ser calculado o resultado econômico, não só em termos comparativos com o sistema tradicional, mas também levando em conta os aspectos relacionados aos riscos vinculados à nova tecnologia.

Já Dillon (8), com base em MacGrath et al. (16), define a pesquisa de sistemas como um processo que implica em um ciclo fechado de quatro fases de pesquisa, em cada uma das quais são realizadas três funções de pesquisa mutuamente dependentes. Ver o Quadro nº 1.

A primeira fase enfoca o desenvolvimento de um modelo de pesquisa; a segunda a síntese e interpretação das informações; a terceira desenvolvimento de modelos de projetos corrigidos ou reformulados, e a quarta a síntese das informações sobre o desempenho dos referidos modelos.

Note-se que a necessidade de uma abordagem interdisciplinar ou multidisciplinar está implícita nas tarefas incluídas no Quadro nº 1. Sem uma equipe adequadamente diversificada, é impossível realizar bem as funções de pesquisa necessárias ao desenvolvimento do modelo, assim como a coleta e síntese das informações, para qualquer sistema. Além do que, ainda segundo Dillon (8), considerando que os benefícios da pesquisa agropecuária dependerão fundamentalmente dos agricultores, as equipes de pesquisa de sistemas devem incluir pessoal familiarizado com administração rural, e extensão agrícola, como também agricultores, e não apenas aqueles tradicionalmente rotulados como cientistas agrícolas.

D. OPERACIONALIZAÇÃO DO ENFOQUE DE SISTEMAS*

Conforme foi destacado antes, deve existir nos órgãos de pesquisa pessoas que se preocupam com a identificação dos sistemas de produção, passíveis de serem sintetizados em base aos conhecimentos já acumulados, usando também a valiosa contribuição de produtores, extensionistas e pesquisadores.

Viu-se ainda que devem ser organizados setores com especialistas preocupados com a análise, síntese ou pesquisa de sistemas. Estes deverão estar colaborando permanentemente com os pesquisadores das unidades de execução, visando a identificação de funções ou sistemas objetivos, assim como na avaliação e teste destes sistemas.

O esforço destes grupos será inútil e o órgão verá frustrada a sua preocupação de implantação do enfoque de sistemas, se a totalidade dos pesquisadores envolvidos não substituirem o enfoque analítico tradicional pelo enfoque sistêmico moderno.

* Adaptação de GASTAL, EDMUNDO (9)

		FASES DA PESQUISA			
	Funções da pesquisa	1. Descrição das exigências de desempenho do sistema	2. Descrição das conseqüências da projeção das exigências	3. Projeção e integração das correções do sistema	4. Avaliação do desempenho do sistema corrigido
A.	Desenvolvimento do modelo	Ênfase no desenvolvimento do modelo de pesquisa	Proporciona critérios para orientar C	Ênfase no desenvolvimento de modelo de projeto	Proporciona critérios para a interpretação de B
B.	Coleta de informações	Fornece dados para instrumentar A	Fornece dados para instrumentar C	Fornece dados para instrumentar A	Ênfase na produção de dados sobre desempenho do sistema
C.	Síntese das informações	Combina os dados que instrumentam A	Ênfase na interpretação das conseqüências da projeção das exigências	Interpreta os dados para orientar A	Ênfase na interpretação de B no tocante a exigências

CUADRO nº 1: Fases da Pesquisa de Sistemas e Funções da Pesquisa

Note-se que não se trata de querer transformar todos os pesquisadores em especialistas em sistemas de produção, mas isto sim, que adotem o enfoque de sistemas como estratégia básica no desempenho da sua função de investigadores e, portanto, de responsáveis principais pelo alcance dos objetivos para os quais a pesquisa se desenvolve.

A implantação e consolidação deste enfoque não é tarefa fácil, devido principalmente à pouca experiência existente, visto que a aplicação dos princípios e métodos de sistemas na pesquisa agropecuária têm pouco mais de 10 anos. Para isto o primeiro passo é o envolvimento dos pesquisadores, comprometendo os mesmos nessa busca de novos caminhos, que permitirão a programação da pesquisa em bases distintas das adotadas até agora, não só quanto à forma, mas principalmente mudanças de fundo, através da aceitação consciente, por parte dos mesmos, desta nova maneira de pensar e de enfocar a sua missão de pesquisadores.

O envolvimento da totalidade de pesquisadores do novo enfoque da pesquisa será um processo demorado, no qual devem ser utilizados simultâneamente instrumentos tais como: assessoria, reuniões, seminários, publicações, etc.

É um processo que recém se está iniciando e no próprio desenvolvimento do mesmo, se irão caracterizando novos instrumentos, e se definindo ajustes e correções em forma continuada e permanente.

À continuação, apresentamos e descrevemos uma seqüência de etapas que, nos parece, podem se constituir em uma base para a sistemática visando o envolvimento imediato dos pesquisadores na busca do caminho para operacionalizar o enfoque de sistemas na programação da pesquisa. Consideramos que o mais importante é o envolvimento imediato dos pesquisadores no processo; só assim eles poderão dar também a sua contribuição, visando o aperfeiçoamento progressivo do enfoque, e apressando o encontro das formas mais adequadas de operacionalizar a abordagem sistêmica como estratégia básica.

É basicamente a nível dos projetos e/ou subprojetos* de pesquisa que se constituirão equipes interdisciplinares, não permanentes, utilizando os recursos humanos do órgão de pesquisa e as possibilidades de assessoramento oferecidas. Equipes que, conforme assinala Dillon (8), devem ser formadas, reformadas, e reagrupadas, conforme se faça necessário para a solução de problemas específicos, em épocas específicas e dentro do contexto do sistema agrícola global ou de subsistemas específicos.

---

* Na EMBRAPA, no Brasil, do ponto de vista de sistema de programação, o projeto se constitui na figura programática a nível das Unidades Executivas, reunindo os subprojetos compatibilizados e que dizem respeito a determinado produto. O subprojeto, por sua vez, se constitui no esforço que será realizado geralmente por uma equipe de pesquisadores, mediante o uso de certa quantidade de recursos, em prazo estabelecido, visando alcançar objetivos definidos, que redundem na obtenção de conhecimentos para o aperfeiçoamento do sistema de produção de um ou mais produtos.

Conscientização e Conceituação - É indispensável que os pesquisadores tomem consciência da necessidade do novo enfoque, e passem a compreender os alcances envolvidos no mesmo. Para isto é necessário que eles conheçam os principais conceitos relacionados com o enfoque de sistemas na pesquisa agropecuária, assim como as distintas óticas de abordagem do mesmo.

Identificação das características básicas do processo produtivo - Cada produto, isolado ou em combinação com outros, é obtido pelo homem através da utilização de determinados insumos, segundo técnicas que são fruto do conhecimento acumulado. Este fenômeno desenvolve-se segundo um processo no qual intervém uma série de variáveis.

As características básicas deste processo em distintas regiões não são tão mutáveis como os coeficientes e os aspectos quantitativos das distintas variáveis envolvidas. Estas guardam uma relação mais direta com as condições ecológicas. Um passo decisivo é a descrição básica do processo antes referido. Esta descrição nada mais é do que a identificação das principais variáveis que intervém no processo produtivo determinado, isolado ou em combinação com outros. Trata-se mais da identificação dos aspectos envolvidos no manejo e controle das diversas variáveis. Inclusive seria tremendamente positivo que estas descrições iniciais fôssem feitas com a participação de pesquisadores experientes e, conseqüentemente, profundos conhecedores dos processos produtivos, e dessa forma com condições de fazer uma descrição bastante detalhada. Anexo apresenta-se um exemplo da descrição aqui referida, para bovinos de carne, no Rio Grande do Sul (19), e um caso hipotético para milho no Brasil (2).

Elaboração do prototipo - Definição da função objetivo - Conforme foi destacado, o objetivo fundamental da pesquisa agropecuária deverá ser a sintetização de sistemas de produção mais eficientes do que os que são utilizados atualmente pelos agricultores.

O trabalho de pesquisa deve ser dirigido objetivamente na busca dos conhecimentos decisivos para a formulação e difusão de novos sistemas, enfocando prioritariamente aqueles problemas que tem um relacionamento mais direto e uma influência mais profunda na obtenção de novos sistemas de produção e, através destes, alcançar a "performance" almejada. Aqui cabe ressaltar que os índices de produtividade, preferivelmente, devem ser formulados em termos de produtividade física, visto ser esta diretamente relacionada com o transformador e, portanto, não apresenta maiores dificuldades de compreensão.

Esta formulação requer, no entanto, alguns cuidados adicionais. Determinada produtividade física pode ser antieconômica. Por esta razão, é necessário verificar se os índices de produtividade propostos suportam o teste econômico. O método a seguir é o de propor um índice de produtividade física coerente com os conhecimentos existentes e que se almeja obter e, em seguida, fazer um teste, a priori, a fim de verificar a economicidade do mesmo. Se o teste falhar, propõe-se outro índice e, por tentativa e êrro, chegar-se-á, finalmente, a uma solução de compromisso entre o que os pesquisadores desejam e o que é economicamente possível (2).

As diversas unidades executoras de pesquisa devem orientar sua ação em direção a um objetivo claramente definido e previamente determinado que, como vimos, deve ser uma ou mais alternativas de sistemas de produção em substituição às que são utilizadas atualmente. Por isto é essencial que seja caracterizada a função objetivo ou as funções que representam as alternativas ou novos sistemas que se esperam definir.

Para isto os pesquisadores, com base na sua experiência (inclusive utilizando também sua intuição), com a ajuda de assessores e com a colaboração de produtores e técnicos de extensão e assistência técnica, deverão descrever o sistema ou sistemas que serão perseguidos através da sua ação de pesquisadores. Devem ser estabelecidos os resultados esperados do sistema e os meios (insumos e técnicas) que permitirão atingí-los.

Este passo é o que a literatura de sistemas costuma referir como "Definição da função objetivo". Segundo Morley (18), é o componente mais importante do enfoque de sistemas. Implica em tomar decisões sobre os limites do sistema, os insumos a serem examinados e, além disto, a escolha de elementos e sua ponderação para formar a função objetivo. Esta responsabilidade corresponde ao biólogo, ao administrador ou gerente, ou a qualquer um que possa aplicar a função objetivo. Visto que esta etapa caracteriza a pergunta -Porque fazemos isto?- além do ponto de vista científico, deve-se ter uma certa compreensão da filosofia do enfoque.

Consideramos que em cada unidade de execução de pesquisa e em cada projeto (entende-se também produto ou agrupamento de produtos), imediatamente deve ser iniciado este esforço de caracterização de pelo menos um "prototipo" para a área de influência da Unidade. O grupo de pesquisadores, reunido, se possível envolvendo a participação de outros técnicos, deve tentar esta definição, para que ela se constitua em um dos marcos de referência principais para os subprojetos a serem trabalhados. Ainda que seja um mero exercício, com muitas das falhas características de um trabalho pioneiro, o esforço será válido. Somente com este arrôjo, e com esta determinação, se estará saindo das palavras para os fatos. Somente assim o pesquisador se integrará efetivamente na implantação do enfoque de sistema na pesquisa agropecuária.

Pode-se formular sistemas integrais ou identificar conjunto de técnicas, com distintos graus de tecnificação, a fim de quantificar o comportamento de cada um e determinar os mais adequados às condições imperantes em um momento determinado. A pesquisa analítica isolada sobre as diversas variáveis que intervêm em um sistema, pode ser considerada como um componente da formulação do modelo.

O trabalho de formulação de modelos envolve necessariamente, além da vinculação íntima com a realidade dada para as unidades de produção que se dedicam à obtenção dos produtos objetivos do sistema, o esforço conjunto e o trabalho de equipe em um ambiente de cooperação interdisciplinária. Permite também identificar os "vazios" de conhecimentos, constituindo-se em um instrumento de grande utilidade na programação da pesquisa, além de estimular a criação de uma consciência coletiva da importância das distintas especialidades no contexto total do processo produtivo, abrindo assim uma via mais ampla para que flua uma execução coordenada da pesquisa e, conseqüentemente, muito mais eficiente.

Quando o sistema, por sua complexidade, pela preocupação de analisar distintas alternativas ou devido à necessidade de mais riqueza de detalhes e maior precisão, justifica seu estudo por simulação, então o modelo deverá ser transformado em um modelo matemático. A simulação e, portanto, um instrumento da formulação.

Na simulação, tanto se pode usar modelos matemáticos rígidos e que visam obter o melhor sistema, isto é, que permitem alcançar os resultados considerados "ótimos". Também podem ser usados modelos que não estão subordinados a formatos padrões, mas que estão constituídos por formulações matemáticas que não são de otimização, porém visam a obtenção de alternativas melhores que as atuais. Sem dúvida, os últimos, em geral, resultam mais adequados para representar situações dinâmicas, nas quais intervêm fatores exogêneos e aleatórios, como é o caso da produção agropecuária, bastante condicionada por fatores naturais, econômicos e sociais que apresentam uma margem de variação bastante ampla.

O sistema formulado deve ser suficientemente flexível para resistir, dentro de certos limites, às variações do comportamento das distintas variáveis e deve ser suficientemente dinâmico, de modo a permitir facilmente a introdução de modificações na medida em que se fazem necessárias.

Por último, com relação à formulação dos sistemas, convém ressaltar que, tanto ao final da formulação teórica como durante o teste ou prova, na prática, se deve proceder à análise econômica, visto que a recomendação do sistema deverá estar apoiada na justificação econômica.

Seleção de subprojetos - Feita a descrição preliminar do sistema-objetivo, mesmo no próprio desenrolar de definição do mesmo, o grupo deverá ir identificando quais os conhecimentos já disponíveis, relacionando coeficientes, relações, fluxos, taxas, etc. Ao mesmo tempo, irá caracterizando os pontos sobre os quais inexistem os conhecimentos ou não são suficientemente seguros.

Desta maneira, os problemas vinculados diretamente ao novo sistema serão idenficados e será caracterizado o seu papel e grau de prioridade. Estes deverão ser os problemas objeto de ação dos pesquisadores, no que se refere aos aspectos isolados e para aplicação do método analítico convencional. Porém agora, problemas que surgem da desagregação do todo e da visão global do sistema e não com o enfoque parcializado que antes caracterizava a pesquisa.

A partir daí, com a participação dos pesquisadores nas especialidades envolvidas, e sugerindo as orientações emanadas dos níveis superiores, serão caracterizados os problemas ou componentes a serem pesquisados.

Dentro desta orientação, cada projeto deverá ter como parte essencial da carecterização de seus objetivos a descrição do sistema e "performance" perseguidos, visto que os subprojetos que compõem o projeto, nada mais serão que instrumentos para estimar a função objetivo e, assim chegar à consolidação do novo sistema, materializando o protótipo.

Consideramos que, definido o protótipo e selecionados os subprojetos relacionados com o mesmo, o grupo de pesquisadores deve fazer um enforço adicional no

sentido de sintetizar um sistema com os conhecimentos já disponíveis e que pode se constituir em uma alternativa tecnológica melhor do que a utilizada atualmente e testar a mesma. Estes testes serão realizados simultâneamente com a busca de novos conhecimentos e, à medida que estes surjam, serão incorporados ao sistema que está sendo testado.

O teste dos sistemas - Na medida que se disponham de novos conhecimentos, é importante o teste do sistema integral, de tal forma que o sistema seja testado com todas as suas variáveis interagindo nas condições de escala e de ambiente, que se aproximam das que se encontram a nível dos produtores.

Existem duas razões que, por si sós, consideramos suficientes para justificar um esforço imediato, também em forma generalizada, no que se refere à disseminação dos testes de sistemas. Primeiro que os pesquisadores devem imediatamente se iniciar nestas tarefas, não só no sentido de um aperfeiçoamento metodológico mas, também, porque o teste de sistemas se constitui numa faceta importante do enfoque de sistemas e um complemento essencial para a introdução da nova postura com relação à pesquisa. Segundo, porque é necessário recuperar o tempo perdido em termos de respostas aos produtores. Para isto os testes de sistemas poderão auxiliar decisivamente no encontro de algumas soluções.

Em resumo, queremos finalizar, sugerindo que cada projeto, em cada unidade executora de pesquisa contenha:

a. Descrição do protótipo e desempenho esperado que se constitui na função objetivo do Projeto, isto é, a caracterização do novo sistema que está sendo perseguido, seus possíveis resultados, suas características e os principais problemas para sua materialização.

b. Um conjunto de subprojetos que perseguem especificamente os novos conhecimentos necessários à materialização do protótipo. Esforços que se desenvolvem, quase sempre, através de equipes interdisciplinares.

c. Um ou mais subprojetos que consistem no teste de um ou mais sistemas sintetizados em base aos conhecimentos já disponíveis. Teste este que deve se realizar em escala e condições similares aos dos produtores e, sempre que possível, com a colaboração destes.

BIBLIOGRAFIA

1. ACKOFF, R.L., S.K. GUPTA et al. Scientific Method: Optimizing Applied Research Decisions. John Wiley, Nova Iorque, 1962.

2. ALVES, ELISEU. O enfoque de sistemas na EMBRAPA. EMBRAPA, Brasília, Brasil, 1975.

3. _____ e PASTORE, J. Reforming the brazilian agricultural research system. In Conference on Resource Allocation and Productivity in International Agricultural Research. Airlie House, Virginia, EUA, 26 a 29 de janeiro de 1975.

4. ASHBY, R. An introduction to Cybernetics. Chapman e Hall, Londres, 1956.

5. BERTALANFFY, L. VON. General system theory. George Braziller, Nova Iorque, 1968.

6. BRAVO, B. e M. PIÑEIRO. El análisis económico de la producción ganadera. In Gastal, Edmundo, Ed. Análisis económico de los datos de la investigación en Ganadería. IICA, Montevidéu, 1971.

7. BROCKINGTON, N.R. Sistemas, modelos y experimentos en agricultura. In Scarsi, J.C. Editor. Enfoque de sistemas en la investigación ganadera. IICA, Montevidéu, Uruguai, 1974.

8. DILLON, J.L. A economia da pesquisa de sistemas. In Conferência sobre Pesquisa de Sistemas Agrícolas, Massey University, de 20 a 22 de novembro de 1973, EMBRAPA, Brasília, 1973.

9. GASTAL, EDMUNDO. Como operacionalizar o enfoque de sistemas na programação da pesquisa agropecuária, EMBRAPA. Brasília, 1975.

10. _____. Os sistemas de produção na pesquisa agropecuária. EMBRAPA, Brasília, 1975.

11. _____. Sistema de produção na programação da pesquisa agropecuária. EMBRAPA, Brasília, 1975.

12. HESSEN, J. Teoria do conhecimento. Arménio Amado, Coimbra, 1964.

13. HOWELL, J.E., e D. TEICHROEW. Mathematical analysis for business decisions. Richard D. Irwin, Homewood, 1963.

14. LANGE, O. Wholes and parts. Pergamon Press, Londres, 1962.

15. MACIEL, JARBAS. A unificação das ciências pela teoria geral dos sistemas. In Estudos Universitários: Revista de Cultura da Universidade Federal de Pernambuco, Recife 11(4):7-31, out/dez, 1971.

16. MCGRATH, J.E., P.B. NORDLIE, et al. A discriptive framework for comparison of system research methods. In S.L. Optner (ed.), Systems Analysis, Penguin, Harmondsworth, 1973. pp. 73-86.

17. MESAROVIC, M.D. Views on general systems theory. Proceedings of the Second Systems Symposium at Case Institute of Technology, John Wiley & Sons, Nova Iorque, 1961.

18. MORLEY, F.H.W. En qué consiste el enfoque de sistemas en la producción animal? In Scarsi, J.E. (ed.), Enfoque de Sistemas en la Investigación Ganadera. IICA, Montevidéu, 1974.

19. SEVERO, H.C. et al. Um sistema de produção misto de bovinos de corte e ovinos para uma região do Rio Grande do Sul. Boletim Técnico nº 77, IPEAS, Pelotas, Brasil, 1973.

20. SHANNON, C. e WEAVER, W. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana, 1962.

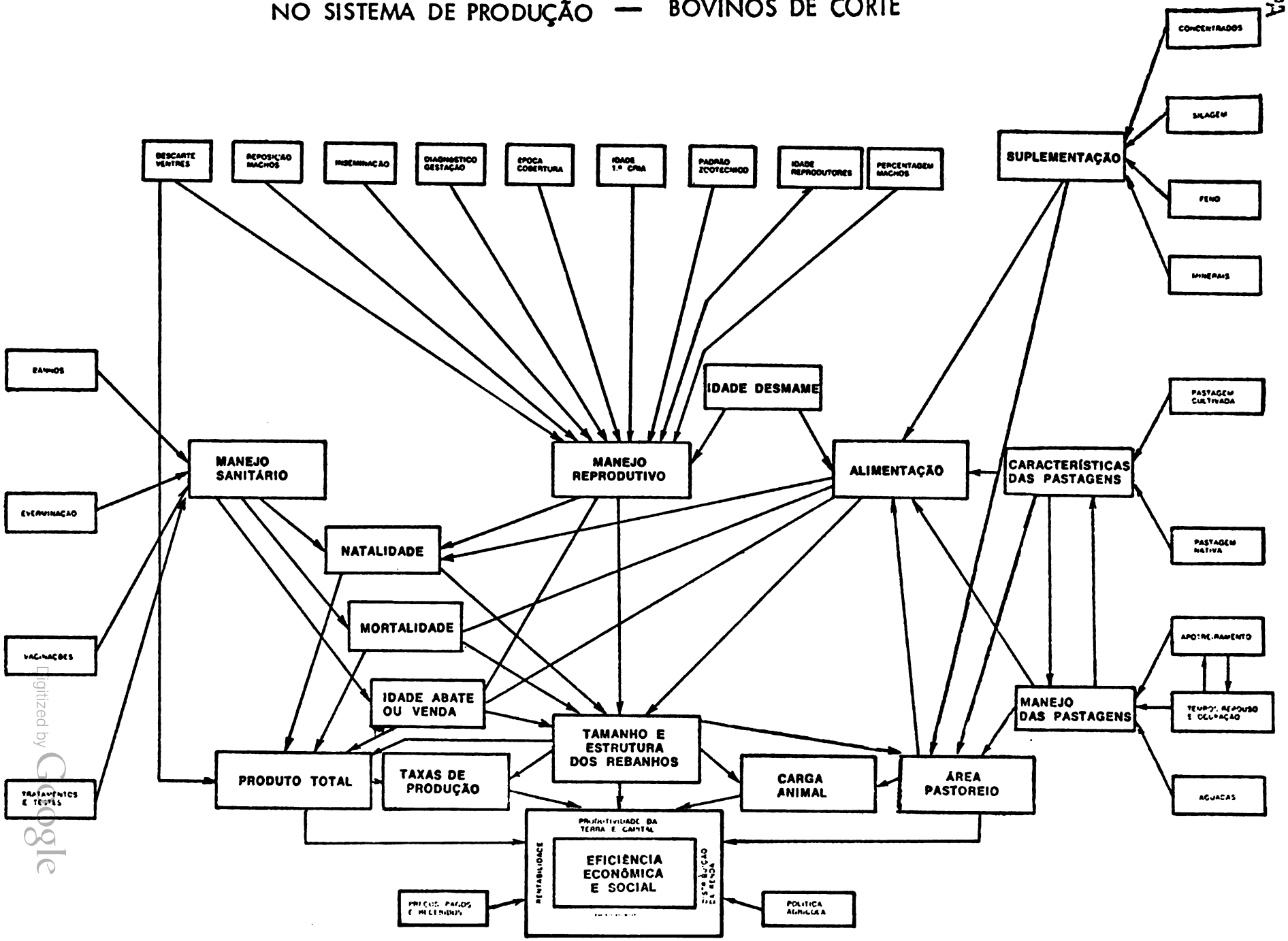
21. NAYLOR, T.H., J.L. BALINTFY, et al. Computer simulation techniques. John Wiley, Nova Iorque, 1966.

22. WHITEHEAD, A.N. Process and reality - an essay in cosmology. Cambridge, 1925, Nature and Life (1934).

23. WIENER, N. Cybernetics. M.I.T. Press and John Wiley and Sons. Nova Iorque, 1961.

24. WRIGHT, A. Farming systems, models and simulation. In J.B. Dent & J.R. Anderson, eds., Systems Analysis in Agricultural Management, Wiley, Sydney, 1971. pp. 17-34.

PRINCIPAIS VARIÁVEIS E SEUS RELACIONAMENTOS QUE INTERVEM NO SISTEMA DE PRODUÇÃO — BOVINOS DE CORTE



ANEXO 1

ANEXO 1

PROTÓTIPO DO SISTEMA OBJETIVO EM BOVINOS DE CORTE PARA UMA REGIÃO DO RIO GRANDE DO SUL (19)

Como se verificou no gráfico antes apresentado, as variáveis que, em último caso, determinam o cumprimento dos objetivos fundamentais, no que se refere ao rol da tecnologia são: taxa de produção, estrutura dos rebanhos e carga animal.

A taxa de produção (taxa de abate + taxa de vendas de animais para reprodução + taxa de crescimento do estoque), é uma relação entre o produto e o tamanho do rebanho.

A carga animal é a relação entre o tamanho do rebanho e a área do pastoreio. A área do pastoreio estará fixada a priori ou estará determinada pelo tamanho do rebanho e pela estimação dos requerimentos nutritivos dos animais.

Voltando ao produto total, encontra-se que esse é determinado pela natalidade, mortalidade e idade de abate ou venda de animais(também poderia ser o peso dos animais). Atualmente se procura obter o peso de 430 a 450 kg para os novilhos e de 380 a 420 kg para as vaquilhonas. O último fator que está diretamente relacionado com o produto é o descarte de ventres. A natalidade, a mortalidade, a idade de abate em combinação com o menejo reprodutivo e alimentação, determinam o tamanho e a estrutura dos rebanhos.

Observando a natalidade, encontramos que está determinada pelo manejo sanitário, manejo reprodutivo e a alimentação. A mortalidade está condicionada pelo manejo sanitário e alimentação. Finalmente, a idade de abate ou venda, está fixada pelo peso dos animais, e este depende do manejo sanitário, manejo reprodutivo e alimentação*. O manejo sanitário, por sua vez, está caracterizado por banhos para combater os ectoparasitos, por doses para eliminação dos endoparasitos, pelas vacinas preventivas e pelos tratamentos e identificação de doenças agudas.

O manejo reprodutivo está formado pelas decisões vinculadas às variáveis que aparecem representadas no gráfico em questão. Algumas delas envolvem somente uma decisão, sem provocar gastos; entretanto outros, como o diagnóstico de gestação e inseminação, envolvem uso de mão-de-obra, instrumentos, etc. A reposição de machos depende da compra de touros.

Finalmente, a situação quanto a alimentação está definida pela área de pastoreio, características das pastagens, manejo das mesmas (estes dois últimos

---

* Não se incluiu raça, porque se considerou que as raças e cruzamentos utilizados na região, eram satisfatórios para atingir os objetivos estabelecidos.

fatores são interatuantes) e suplementação. A suplementação pode realizar-se através do uso de concentrados, de silagem, de feno e de minerais.

As características das pastagens, em linhas gerais, estão determinadas pela proporção de pastagem cultivada e de pastagem nativa. O manejo das pastagens é definido pelo sistema de empotreiramento, os tempos de repouso e ocupação e as aguadas. Cada uma destas variáveis envolve a necessidade de conhecimentos que permitam decisões mais adequadas, visando a maximização da eficiência do sistema.

Resumindo, pode-se dizer que a periferia do gráfico indica as variáveis que caracterizam a tecnologia utilizada. Esta será definida a partir das decisões de como e quando realizar as tarefas que ali aparecem identificadas, as quais se constituem em meios para alcançar os objetivos intermediários, que, por sua vez, são os meios para chegar aos objetivos básicos.

OBJETIVOS

Observando-se o gráfico, verifica-se, claramente, que para alcançar os objetivos específicos, e através destes, o objetivo fundamental do novo sistema que se propõe, é indispensável que a tecnologia utilizada cumpra com alguns objetivos básicos, o que implica necessariamente no alcance de alguns objetivos intermediários.

Objetivos Básicos

Na formulação do sistema tecnológico que permita alcançar o aumento da eficiência econômica e social da exploração dos bovinos de corte em área específica do Rio Grande do Sul (Região 9) e em função das características e das necessidades envolvidas no processo de desenvolvimento socio-econômico do país, é indispensável:

a. Aumentar a taxa de produção: a taxa de produção consiste no somatório da taxa de extraçao e taxa de crescimento do rebanho. A taxa de extração é a soma da taxa de abate com a de animais vendidos para reprodução. A taxa de crescimento é a diferença entre a existência no início do ano analisado e o início do ano posterior (sem os animais comprados), expresso em porcentagem sobre a existência no início do ano analisado.

Metas:	Taxa de produção	26%
	Taxa de extração	26%
	Taxa de abate	19%
	Taxa de venda para reprodução	7%

b. Aumentar a carga animal: pouco adiante o aumento da taxa de produção se é obtido sobre a base de um sistema de pastoreio extensivo, no qual as boas condições de alimentação são obtidas, devido à pequena quantidade de unidade animal por hectare de pastoreio. Por isto é indispensável que, simultâneamente com o aumento da taxa de produção, se mantenha ou aumente a carga animal. Esta depende, principalmente, das características dos pastos disponíveis e do manejo aplicado.

* Metas:	Primavera:	máxima	1,04 U.A./ha
		mínima	0,85 U.A./ha
	Verão:	média	0,94 U.A./ha
	Outono:	máxima	1,04 U.A./ha
		mínima	0,91 U.A./ha
	Inverno:	média	0,98 U.A./ha

c. Melhorar a estrutura dos rebanhos: através de uma maior participação relativa de animais jovens e eliminação dos animais de idade avançada.

Meta:	Composição do rebanho (Primavera)	
	Nº animais (%)	U.A.(%)
Vacas	36,0	49,6
Mamões	26,9	11,1
Machos 1 ano	13,2	12,8
Machos 2 anos	6,5	7,2
Fêmeas 1 ano	13,4	12,9
Vacas de depósito	2,7	3,7
Touros	1,3	2,6

Objetivos Intermediários

Existem variáveis que estão intimamente relacionadas com os objetivos antes citados, e que se vinculam diretamente ao objetivo final do trabalho. Em relação a estas variáveis se estabelecem os objetivos intermediários:

---

* As variações na primavera e no outono se devem à diminuição em conseqüência das vendas.

a. Aumentar a taxa de natalidade. Trata-se do incremento de animais nascidos em relação aos ventres em reprodução.

Meta: 75%

b. Reduzir as taxas de mortalidade. Corresponde à diminuição das mortes na categoria respectiva.

Meta:	vacas	1,0%
	Terneiros menos 1 ano	1,0%
	Novilhos 1 a 2 anos	1,0%

c. Reduzir a idade de abate ou vendas dos animais. Trata-se da obtenção de animais prontos, tanto para o abate como para a reprodução, em um período mais curto, com o que se acelera o processo produtivo e permite o aumento do número de ventres.

Meta:	Novilhos (abate)	50% com 2 anos
		50% com 2,5 anos
	Idade 1º entoure vaquilhonas:	2 anos

A obtenção de um comportamento satisfatório destes índices, constitui-se em um meio, para que possam ser atingidas as demais metas. Para isso é necessária a adoção de uma série de práticas, assim como a implantação de toda uma nova dinâmica de organização e manejo ou, em outras palavras, identificação e caracterização da tecnologia que definirá o novo sistema. O que será obtido através do estabelecimento da orientação para o tratamento a ser dispensado aos diversos aspectos relacionados na periferia do gráfico apresentado no início deste anexo.

ANEXO 2

UM CASO COM MILHO*

A cultura do milho será tomada como exemplo. Existe uma região em que a análise do meio ambiente mostrou ter as seguintes características: é próximo de grandes centros consumidores, com o preço da terra elevada e, portanto, esta deve ser usada intensivamente. No caso de uma única cultura, como se supõe neste exemplo, o uso intensivo da terra é sinônimo de elevado rendimento por hectare, no intervalo entre 5.000-7.000 kg/hectare. A mão-de-obra é escassa e cara, e os agricultores maiores cultivam área que justifica a mecanização. Existe também a possibilidade de organizar um sistema de arrendamento de máquinas, por intermédio de firmas particulares ou cooperativas, que permite aos pequenos cultivadores de milho mecanizar sua produção, usando equipamento de maior porte.

O objetivo da pesquisa, nessa região, é produzir um sistema de produção, onde a mecanização estará presente, e que pretende produzir entre 5.000 e 7.000 kg/hectare. É claro que este objetivo foi determinado pelos pesquisadores, depois de examinar a descrição do meio ambiente. Admite-se, implicitamente, que se a cultura de milho não atingir aquela produtividade, ela não se justifica economicamente e, também, dado o estágio das "artes", esta produtividade é biologicamente viável, embora os conhecimentos que a viabilizarão precisem ser ainda gerados.

Esta decisão implica imediatamente no segundo passo. Os pesquisadores examinarão o transformador -os cultivares de milho existentes. Pode ocorrer que já existam híbridos ou sintéticos com as qualidades desejadas -em condições de serem mecanizados e resistentes a doenças existentes e com capacidade potencial para atingir a meta proposta. Se isto não ocorrer, a equipe multidisciplinar terá que desenhar planta com as características desejadas e, obrigatoriamente, um projeto de pesquisa será relacionado com o trabalho de melhoramento. Uma situação mais realística foge à dicotomia "existe e não existe".

Na mioria dos casos existe o sintético ou milho híbrido, com algumas das características requeridas e que necessita ser aperfeiçoado. Desta forma, só por exceção, o trabalho de melhoramento não estará presente.

Vem agora o terceiro passo. Conhecidas as características do transformador, suas exigências e deficiências (inevitáveis pelo trabalho de melhoramento), a equipe multidisciplinar volta para o meio ambiente, onde o cultivo do milho se fará. Aspectos como pragas e doenças, controle de invasoras, fertilização, colheita e armazenagem, comercialização da produção, serão então considerados, sem perder de vista a meta proposta.

Desta forma, a partir da síntese que foi expressa num índice de produtividade, quebrou-se o problema em partes, e estas deram origem a vários subprojetos de pesquisa que serão executados. Embora se haja mencionado três passos, não necessitam ser transpostos um após o outro. Na prática tudo se dará simultâneamente, mas sem perder de vista o caráter dominante do transformador.

---

* Este exemplo foi preparado por Eliseu Alves, Diretor da EMBRAPA (2).

A execução dos subprojetos de pesquisa, como já disse, dará origem a resultados parciais e, a partir destes, é possível a montagem de vários sistemas de produção que, evidentemente, terão performance estimada entre 5.000 a 7.000 kg /ha. O passo seguinte é o teste destes sistemas nas condições de fazenda, a fim de verificar se realmente atingem os objetivos previstos. Os sistemas que vencerem o teste serão divulgados. Como já se disse, os resultados parciais podem ser divulgados, desde que se encaixem adequadamente nos sistemas de produção em uso. O diagrama anexo sintetiza e completa o pensamento exposto até aqui.

No esquema aparecem três situações:

Situação A - O objetivo é definido.

Situação B - Decide o tipo de transformador. Instrumento: Melhoramento.

Situação C - Dois quadrados. Pesquisa-se aspectos do meio ambiente, no qual o transformador desenvolvera seu trabalho. É importante notar que subprojetos de pesquisa são de duas naturezas: ora enfatizam o estudo das interações, ora pontos isolados.

Situação D - Aparecem os Resultados Parciais, que permitem, de certo, caracterizar a população de sistemas, que é compatível com os conhecimentos gerados.

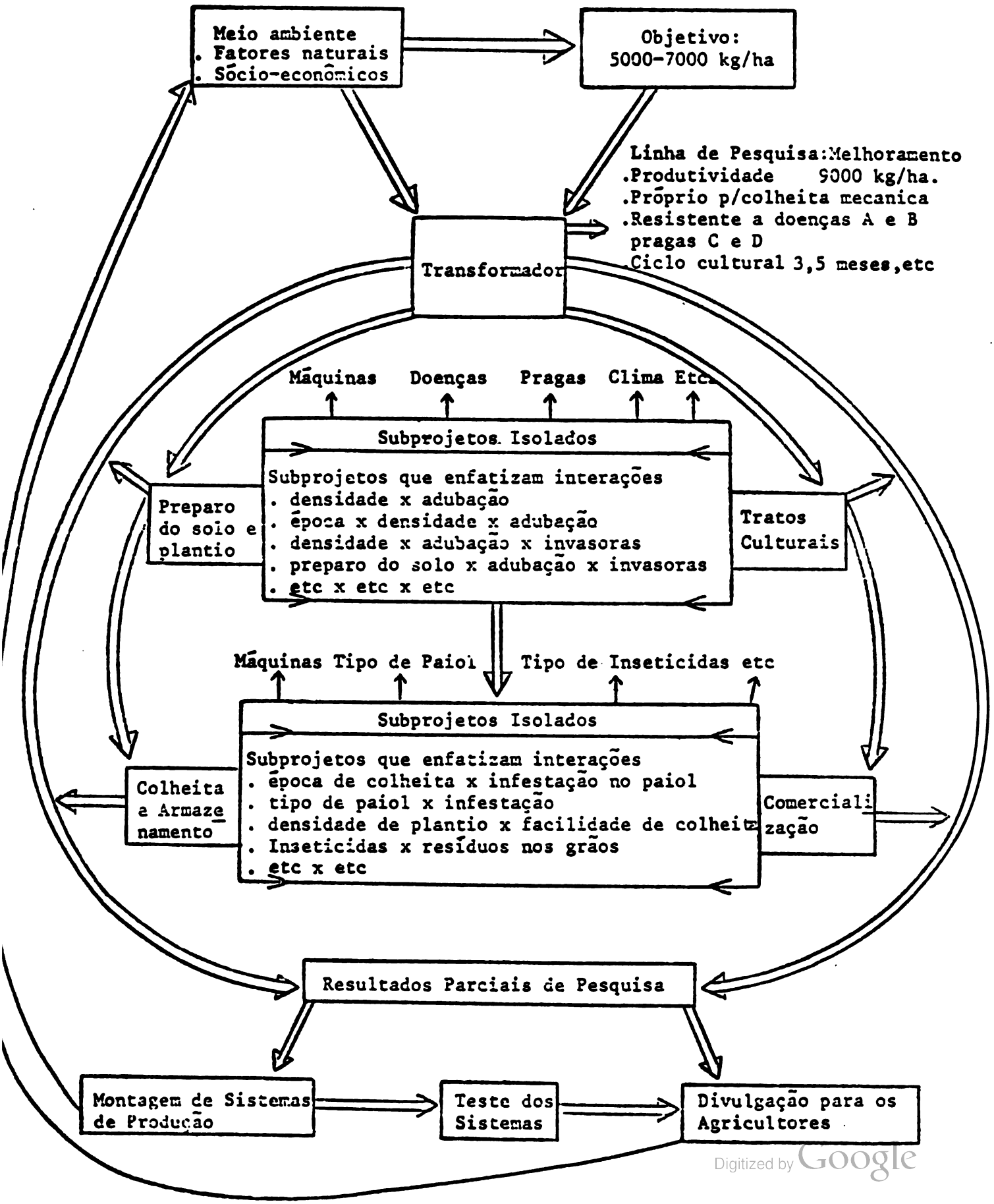
Situação E - Dos Resultados Parciais (que caracterizam a população de sistemas) extrai-se uma amostra de sistemas que serão testados em condições de fazenda, antes de serem divulgados. Como já se salientou,os Resultados Parciais, em certas circunstâncias, podem ser diretamente divulgados.

O exemplo dado, parte de uma situação onde a tecnologia desenvolvida necessita ser sofisticada, visto que o rendimento por hectare é elevado. O esquema, entretanto, aplica-se em outras situações. Convém salientar que se partiu da premissa que apenas um transformador é o ideal. Na prática haverá vários (diferentes híbridos e variedades sintéticas) que precisam ser testados. Equivale isto repetir o esquema para cada transformador, omitindo-se as partes cuja interação com o transformador é sabidamente pequena.

No caso em que o milho é cultivado em consorciação com outra cultura como milho e feijão, o esquema parte de dois transformadores, um interagindo com o outro. A estratégia é a de obter o máximo de produção conjunta e isolada.

Quando o milho é cultivado com outras culturas, competindo por recursos escassos como terra e trabalho, a situação se complica. É interessante notar que, em certos casos, esta cultura tem papel dominante e as demais lhe são condicionadas. Neste caso, o esquema anterior ainda se aplica, com aproximação.

O teste de sistema implica que se vai verificar a performance do conjunto de práticas que compõem o sistema. Deseja-se conhecer, nas condições de fazenda (quando em estação experimental, simulam-se condições de fazenda), a distribuição de probabilidade dos parâmetros que compõem o sistema e, a partir destas informações e de outras que fluem do mundo externo (preços, por exemplo), a rentabilidade econômica de cada sistema, a fim de poder compará-los. Na fase de montagem dos sistemas, técnicas de simulação poderão ajudar a eliminar certos sistemas, reduzindo, assim o dispêndio de dinheiro com os testes.



LOS SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA EN AMERICA TROPICAL

Jorge Soria V.*

I. INTRODUCCION

Los países de América Tropical no producen la cantidad suficiente de alimentos básicos para satisfacer las necesidades de su creciente población. Los gobiernos han dado prioridad al mejoramiento de la eficiencia de producción de alimentos, mediante campañas con cultivos específicos o establecimiento de proyectos de producción en áreas seleccionadas en cada país. Se ha partido de las premisas -generalmente aceptadas- de que existen técnicas eficientes para cultivos específicos, desarrolladas por las instituciones nacionales o los centros internacionales de investigación, pero que hacen falta: un proceso eficaz de transferencia de tecnología, apoyo crediticio y mejor mercadeo de los productos. Sin embargo, los diversos esfuerzos realizados a través de planes de desarrollo, con base en cultivos alimenticios, han revelado que el verdadero problema es que la tecnología existente no es directamente transmisible a los pequeños y medianos agricultores, quienes producen entre el 70 y 80% de los alimentos. Las tecnologías disponibles no son transferibles debido a que, principalmente, no se ajustan a: a) sus sistemas de cultivos; b) los recursos humanos y de capital que poseen; y c) las condiciones ecológicas de sus áreas.

Los resultados de la investigación por cultivos específicos han sido útiles para los grandes productores o empresas; algunas veces y en menor escala, han beneficiado a los medianos productores.

La mayor parte de la investigación agrícola en América Tropical ha seguido patrones usados en los países desarrollados de climas templados, que tienen estaciones relativamente cortas de cultivo, y cuyas estructuras económicas permiten la aplicación de insumos y maquinaria de alto costo. Bajo estos patrones, se ha pretendido aumentar la productividad de cultivos específicos, en una agricultura basada principalmente en el monocultivo, mediante la investigación concentrada de diferentes especialidades. Debido también a que la formación de nuestros investigadores se ha realizado bajo este patrón y a que hemos comprobado la eficiencia relativa de ese enfoque en nuestras estaciones experimentales, los resultados de la investigación no han sido fácilmente aceptados por el pequeño agricultor, quien no maneja un solo monocultivo al año, sino más bien sucesiones de distintas especies en monocultivos, y más frecuentemente, asociaciones o sobreposiciones de dos o más especies. Esta situación ha sido agravada porque se ha tratado de hacer transferencia directa de la tecnología de monocultivos

* Jefe del Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

desde la estación, sin mediar una etapa de investigación práctica en las áreas ecológicas de los agricultores, bajos sus propias condiciones de manejo económico y cultural. Cabe aquí recordar algo que no es nuevo en los países tropicales: las condiciones ecológicas y de clima pueden cambiar notablemente en distancias cortas, lo cual hace aún más necesaria la prueba de tecnologías en diferentes condiciones ecológicas, antes de transferirlas al agricultor.

Las consideraciones anteriores, analizadas independientemente en diversas áreas tropicales del mundo por distintos grupos de científicos con amplia experiencia en agricultura tropical (IRRI-Filipinas, CATIE-Costa Rica, IITA-Nigeria)*, han mostrado claramente que las instituciones de investigación de los países tropicales deben re-orientar la investigación hacia el estudio y mejoramiento de la producción agropecuaria, en base a los sistemas de agricultura que se adapten con mayor facilidad a las condiciones ecológicas, socio-económicas y culturales de los agricultores.

II. LOS SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA EN EL TROPICO

Existen varias definiciones de sistemas. En general, "un sistema es un conjunto de componentes que inter-accionan entre sí y con otros factores externos, de tal maneaa que cada conjunto se comporta como una entidad".

Un sistema que incluya la producción global de la finca constituye un "Sistema de Finca" --que según Hardwood (4)-- es un conjunto de procesos biológicos y de actividades de manejo del agricultor, organizados para usar ciertos recursos de la finca en la obtención de productos de plantas y animales. Los recursos de la finca son físicos (suelo, agua, luz) y socio-económicos (capital, mano de obra, fuentes de energía, mercados). Los sistemas de fincas pueden incluir subsistemas, tanto de plantas como de animales, separada o conjuntamente. Debe tenerse en cuenta que al establecer los límites de un sistema de finca, principalmente se busca hacer una definición. Se fijan estos límites con el fin de separar funciones y tecnologías orientadas básicamente a la producción, las cuales difieren de aquéllas relacionadas con el manejo secundario, y con el procesamiento de los productos de la finca o con el desarrollo de infraestructura en un área rural.

Dentro del contexto anterior y dependiendo de los componentes fundamentales, el sistema de finca incluiría varios subsistemas o sistemas secundarios. Por ejemplo, los sistemas de cultivos, que comprenden a su vez subsistemas para cultivos anuales, para cultivos perennes y subsistemas mixtos. Igualmente, los sistemas de producción animal se pueden dividir en: subsistemas de producción de bovinos para leche, para carne o de doble propósito; subsistemas de producción de cerdos, de otros animales menores y de aves. Bajo este contexto también se pueden citar los sistemas de producción forestal. El conjunto de todos los subsistemas de una finca que incluya los componentes agrícola, pecuario y forestal, se ha denominado últimamente como sistema agro-silvo-pastoril.

---

* IRRI = "International Rice Research Institute"
IITA = "International Institute of Tropical Agriculture"

La investigación agrícola basada en el patrón de los países desarrollados se ha concentrado en el estudio de los llamados sistemas de producción de cultivos específicos, cuyos resultados son plenamente útiles si el sistema de la finca depende principalmente de un solo cultivo, y si el agricultor dispone de los recursos y los conocimientos necesarios para aplicar una tecnología especializada. Tal es el caso de los grandes productores. Pero estos sistemas tienen menos aplicación en el caso de los pequeños y medianos productores, quienes generalmente utilizan sistemas de cultivos múltiples y cuentan con menos recursos.

En la producción agrícola, el "sistema de cultivos" se define como la distribución espacial en el terreno y la distribución cronológica, que conlleva fechas de siembra y cosecha de uno o más cultivos, bajo un manejo determinado, en una unidad de superficie durante el año agrícola y las inter-acciones que se producen entre las entidades biológicas integrantes del sistema, y el medio ambiente externo físico y socio-económico.

III. CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION DE FINCAS

Entre los principales factores que —con ciertas limitaciones— determinan la clasificación en grandes grupos de los sistemas de producción agrícola en el trópico, están los siguientes: tamaño de finca, fertilidad del suelo, disponibilidad de agua (lluvia y/o riego), mano de obra y capital (en efectivo y/o crédito), precio de los productos agrícolas y mercadeo de los insumos usados en la producción, nivel cultural del agricultor y existencia de tecnología. Tomando en cuenta la disponibilidad o escasez de los factores mencionados, se puede adoptar con ciertas adaptaciones a América Tropical, la clasificación general de Benneth (3), y Okigbo y Greenland (7) para Africa.

A. Sistemas Tradicionales y de Transición

Estos sistemas se caracterizan por un uso intensivo del suelo y se practican en fincas de tamaño pequeño ($<$5Ha) con suelos de buena fertilidad, de origen aluvial (costas del Atlántico y del Pacífico de América Central, y de Sur América) o de origen volcánico reciente (altiplanos de América Central y de Los Andes), los cuales son utilizados con agricultura de tipo permanente. El mantenimiento de la fertilidad de estos suelos es variable, dependiendo de la fertilidad natural y de diferentes grados de reciclaje de nutrientes, provenientes de residuos de cosechas y de estiércol animal. También se encuentran estos sistemas en suelos de baja fertilidad, en donde se practica agricultura migratoria, como en los oxisoles de la hoya amazónica y de algunas áreas del trópico bajo de América Central. Los sistemas de cultivos tradicionales de naturaleza permanente incluyen cultivos múltiples, rotaciones de dos o más monocultivos o asociaciones de diversas especies de cultivos anuales, con o sin barbechos. Parte importante del sistema de cultivo permanente es el solar o huerto que rodea la casa de la finca, que comprende una variedad de árboles frutales, medicinales, de condimentos y ornamentales; lo mismo que parcelas de cultivos de valor comercial, tales como: café, cacao, caña de azúcar, algodón, etc., que crecen solos o mezclados completamente con las otras especies.

Bajo estos sistemas, la producción depende básicamente de la lluvia, del uso intensivo de mano de obra familiar, y por carecer de capital y acceso al crédito, depende poco de los insumos de alto costo. La mayoría de los agricultores son productores individuales, no organizados, con producción dispersa y no cuentan con mercados seguros. Los sistemas tradicionales se practican particularmente con cultivos anuales, aunque también incluyen algunas modalidades de explotaciones perennes. De acuerdo con Hardwood (4 y 5) la evolución relativa de la agricultura tradicional en fincas de 3 a 5 Ha en lo los trópicos, atraviesa las siguientes etapas evolutivas:

1. Agricultura extractiva del bosque no manejado y de la caza. No existe propiedad individual de la tierra, y la explotación es extractiva mediante la colección de los productos nativos. Es una actividad netamente de subsistencia, que a veces se combina con algún tipo de agricultura tradicional. Esta forma de explotación se practica en áreas selváticas del Amazonas, con la extracción de madera, caucho, castaña del Pará, babacu, aguaje y otros productos de la selva.

2. Agricultura de subsistencia, basada principalmente en cultivos. Se trata de un manejo limitado de cultivos y animales, siendo la mayoría del producto (± 90%) consumido por la familia. Tienen poca participación en el mercado y el producto de sus ventas restringidas lo usan para adquirir productos que suplementen sus necesidades mínimas de alimentación y vivienda (sal, azúcar, iluminación, vestido). Esta clase de agricultura se practica en comunidades aisladas en Los Andes y en algunas áreas de Centro América. En Los Andes por ejemplo, los pequeños agricultores usan sistemas de cultivos múltiples en forma de monocultivos o asociaciones de dos o más especies de consumo local, como: la papa, el maíz, la oca (Oxalis tuberosa), la mashua (Trepeolum tuberosum), el ulluco o melloco (Ullucus ullucus), la quinoa (Chenopodium quinoa), el tarul o chocho (Lupinus metabile), la cebada, el trigo y algunas leguminosas de grano. También mantienen en la finca unas pocas vacas y bueyes, llamas o burros, cerdos, cuyes (Cavia porcellus), conejos y gallinas. Los animales, además de ofrecerles servicios o productos útiles, constituyen el único capital de reserva y son utilizados para producir estiércol , que es incorporado a los terrenos de cultivo.

3. Agricultura de consumo inicial. Se caracteriza por una participación inicial en el mercado, mediante la venta de una pequeña parte de los productos de la finca, para la adquisición de algunos bienes y servicios.

Esta etapa constituye un avance en relación con la anterior y aquí aparecen nuevàs alternativas, ya que se hace mejor uso de la productividad de la mano de obra familiar. Esta fase abarca además de cultivos alimenticios, el uso de cultivos de mayor valor comercial, particularmente algunas especies perennes, como: café, caña de azúcar, cacao, frutales, tabaco, algodón y hortalizas; se mantiene el componente animal y se emplea ya alguna tracción animal o de cierto equipo para labranza, y para control de plagas y enfermedades. Comienza en pequeña escala el uso de insumos de producción

(agro-químicos) y aumenta la necesidad de mayores habilidades. La gran mayoría de los medianos y parte considerable de los pequeños agricultores de América Central, de los Andes y de otras áreas de América Tropical, podrían contemplarse dentro de este grupo de fincas y practican generalmente sistemas de cultivos múltiples.

4. La agricultura migratoria puede conceptuarse dentro del sistema de agricultura de subsistencia (N° 2), o de mercadeo inicial (N° 3). Se caracteriza por el uso intensivo, durante 2 - 3 años, con cultivos anuales bajo sistemas de cultivos múltiples en suelos generalmente de poca fertilidad, que antes estuvieron cubiertos de vegetación natural; y por el abandono del área para dedicarla a pastos o regeneración natural por un período más o menos largo, hasta restablecer alguna fertilidad. Este tipo de agricultura mantiene bajos niveles de riesgo y poco uso de capital e insumos.

5. Agricultura con etapas primitivas de mecanización. Este es un estado de transición hacia los sistemas modernos de producción. Se caracteriza por una mayor productividad de la labor familiar y mejores ingresos. Esto permite hacerle frente a riesgos de préstamos para adquirir o alquilar equipo mecánico. Aumentan las habilidades técnicas y comerciales del agricultor, e induce a cambios radicales de sistemas. El uso de mecanización dependerá del tamaño de la finca, de si hay limitación en la disponibilidad de mano de obra y según el tipo de sistema de cultivos. Aún prevalece el uso de sistemas de cultivos múltiples, pero se inicia la predominancia de monocultivos perennes más remunerativos.

6. Agricultura de alta productividad y gran uso de la mano de obra. Son los sistemas hortícolas que incluyen verduras, de cultivos perennes, o las empresas de producción ganadera. Estos ya son sistemas más avanzados.

B. Sistemas Modernos de Agricultura y sus Adaptaciones Locales

Estos sistemas tienen como base la disponibilidad de extensas áreas de suelos, generalmente fértiles, de agua de lluvia y/o riego, capital y crédito suficientes para adquirir insumos y maquinaria, poco uso de la mano de obra, mejor acceso al mercado, y un nivel cultural y capacidad de organización muy avanzados. La investigación agrícola de los países desarrollados ha servido como fundamento para generar nuevas tecnologías que aseguren la eficiencia del sistema, en base al correcto y adecuado manejo de las entradas energéticas del sistema (mecanización, agua, agro-químicos, manejo del agricultor, etc.).

En esta categoría deben agruparse los siguientes tipos de fincas:

- Fincas grandes para producción de cultivos anuales, con base en lluvia y/o en irrigación. Por ejemplo, arroz, algodón.

- Fincas de plantaciones extensivas de cultivos perennes para exportación. Por ejemplo: café, palma de aceite, cacao, caucho, caña de azúcar, etc.

- Fincas hortícolas: a) verduras para mercado fresco o procesamiento; b) frutales tropicales para mercado de fruta fresca, o para procesamiento.

- Fincas ganaderas extensivas.

- Fincas de producción animal intensiva (cerdos, gallinas, ganado de leche).

- Fincas mixtas, con áreas de cultivos y de ganadería; con cultivos y bosques; o con ganadería y bosques.

En la mayoría de los sistemas de agricultura modernos se practica el monocultivo, como en el caso de: arroz, sorgo, maíz, soya, algodón, oleaginosas, caña de azúcar, banano, palma de aceite, etc. Sin embargo, en muchas áreas de América Tropical, el cultivo del café, del cacao y de otros productos se hace en asociaciones, con varias especies de cultivos alimenticios durante la etapa inicial del establecimiento. Se usan maíz, yuca, gandul, plátano y otras especies para proveer sombra inmediata a las plantas jóvenes, produciendo así algún beneficio económico y dando protección al suelo. En su etapa final, los cultivos quedan asociados con árboles de sombra permanente. Estos árboles son generalmente especies de leguminosas, por la idea de que fijan nitrógeno al suelo (aún no se tienen evidencias de ello), o árboles de valor comercial como: laurel (Cordia alliodora), saman (Pithecolobium saman), cocobolo (Dalbergia sp.), etc. La función principal de estos árboles es regular la actividad fotosintética del cultivo y proveer un limitado reciclaje de nutrientes, a través de la descomposición de los residuos de ramas, hojas y flores. Estos sistemas se usan especialmente cuando no se realiza un manejo intensivo de fertilizantes, y control de plagas y enfermedades.

Los sistemas tradicionales han recibido poco apoyo por parte de la investigación, en los países tropicales de América y en otras regiones del mundo. Posiblemente ello se debe a que se les ha considerado de enfoque tecnológico primitivo y que necesitan ser reemplazados por los sistemas modernos. Sin embargo, la persistencia de su uso entre los agricultores de escasos recursos y su adaptación a las diversas condiciones ecológicas del trópico, han inducido a varios grupos de técnicos en agricultura tropical a iniciar estudios tendientes a mejorar la eficiencia de la producción de los sistemas tradicionales. Los resultados preliminares obtenidos han llevado a la conclusión de que estos sistemas son los más eficientes, dadas las limitaciones climáticas, culturales y económicas de los agricultores; y que además, es posible lograr mejoras substanciales mediante la aplicación de algunas técnicas modernas.

IV. INVESTIGACION REALIZADA EN EL CATIE, SOBRE SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA PARA PEQUEÑOS AGRICULTORES DEL TROPICO AMERICANO

A. Antecedentes

Hasta 1973, el Centro como dependencia del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA(IICA), tenía como función principal la enseñanza de posgrado y conducía investigación bajo el modelo tradicional, en base a cultivos y por especialidades, como apoyo a la enseñanza.

Al efectuarse el cambio institucional del CATIE en 1973 y convertirse en una Institución Regional Centroamericana dedicada a la investigación, adiestramiento y asistencia técnica para apoyar los programas de desarrollo agrícola de la región, el Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales adoptó un cambio radical en su enfoque, que es más acorde con las necesidades de los países. En el año 1972, ya los países habían definido su política agrícola hacia el mejoramiento de la eficiencia de la producción de los alimentos básicos.

Utilizando datos de varias fuentes secundarias (censos agropecuarios, estudios del sector agropecuario realizados por la SIECA y ROCAP,* e investigaciones del mismo CATIE), se determinó que una alta proporción (80%) de los alimentos de mayor consumo por el pueblo centroamericano provenía de pequeños y medianos productores; que el 75% de las unidades de producción tenía menos de 5 Ha; que los agricultores de fincas pequeñas no utilizaban la llamada tecnología moderna, sino métodos tradicionales; que este agricultor usaba diferentes sistemas de cultivos, más complejos que los comúnmente estudiados en las estaciones experimentales. Además, se encontró que en el año agrícola, estos sistemas incluían monocultivos, asociaciones, sobreposiciones y rotaciones con monocultivos o asociaciones de distintas especies. No podían adoptar las tecnologías modernas de cultivos debido principalmente a que estos agricultores carecían de capital o acceso al crédito, y a que no las manejaban eficientemente por falta de preparación técnica adecuada, a pesar de disponer de suficiente mano de obra familiar.

Los extensionistas transmiten la tecnología moderna disponible, pero al no ser aceptada, dejan sin asistencia a este grupo de productores. Por otro lado, también las casas comerciales de productos agro-químicos ofrecen asesoría directa al agricultor, sin contar con una base firme de investigación, aplicable a los sistemas que éste utiliza.

Durante los últimos años se ha manifestado una marcada preocupación a nivel mundial, por la falta de adopción de las tecnologías modernas por parte de los pequeños productores. En algunas esferas ya se está reconociendo que las tecnologías no fueron desarrolladas de acuerdo con las características ecológicas del trópico, los sistemas de producción usados y las condiciones socio-económicas del productor.

Tomando en cuenta todos los factores enunciados, desde 1973, el Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales concentró sus actividades en el desarrollo de tecnologías dirigidas a mejorar la producción de los sistemas de cultivos de los pequeños productores, teniendo en consideración las características socio-económicas y culturales del agricultor, y la ecología del lugar. Esta investigación trata de desarrollar lo que actualmente se denomina como tecnologías intermedias. No se pretende producir una revolución, sino promover una evolución en el mejoramiento de la producción, mediante la remoción gradual

---

* SIECA = Secretaría Permanente del Tratado General de Integración Económica Centroamericana.

ROCAP = "Regional Office for Central American Programs".

- en orden de importancia- y con los recursos del agricultor aplicados en sus propios sistemas de cultivos.

El Departamento adoptó como su problema y Programa de Investigación, el estudio y mejoramiento de los sistemas de cultivos del pequeño agricultor y no el estudio de los sistemas de producción de cultivos específicos, que en el caso del pequeño agricultor son parte o componentes de su sistema de producción.

Este Programa está establecido como una red regional de investigación en América Central, bajo el título de "Sistemas de Cultivos para el Pequeño Agricultor".

B. Objetivos

1. Identificar los sistemas de cultivos tradicionales y los factores que afectan su producción.

2. Generar alternativas para mejorar los sistemas tradicionales y ofrecer nuevos sistemas.

3. Elevar el ingreso y el nivel de vida del pequeño agricultor.

C. Estrategias

1. General

El cliente al que se dirigen las acciones, es el pequeño agricultor centroamericano. Estas acciones son orientadas, coordinadas y ejecutadas conjuntamente con las instituciones nacionales de investigación y extensión agrícola.

El CATIE ha suscrito convenios con las instituciones nacionales de investigación o con los Ministerios de Agricultura de Costa Rica, Nicaragua, Honduras, Guatemala y El Salvador, para realizar investigación y ofrecer adiestramiento en el área de sistemas de cultivos.

En cada país se ha integrado un Comité Asesor Nacional y un equipo técnico nacional ejecutor. A nivel regional opera un Comité Regional, que define las políticas regionales de investigación en sistemas de cultivos.

La investigación se lleva a cabo fuera de las estaciones experimentales, en áreas de pequeños agricultores seleccionadas por su importancia en cuanto a concentración de agricultores, condiciones ecológicas y prioridad en los planes de desarrollo agrícola.

2. Investigación

Se realizan dos niveles de investigación: aplicada, en los terrenos de pequeños agricultores; y fundamental de apoyo, en el CATIE o en las estaciones experimentales. Ambos tipos cumplen el siguiente procedimiento(2):

a) Encuestas a los agricultores y estudios sobre datos básicos de cada región. Estos tienen como finalidad, identificar los cultivos y los sistemas utilizados en cada área. También se determinan los factores biológicos, ecológicos y socio-económicos que limitan la producción de los sistemas. Se establecen gradientes de los factores tales como: lluvia, temperatura, fertilidad y pendiente del suelo, incidencia de plagas e insectos, etc.

b) Planificación de la investigación. En base a la información del aparte a), se planean los experimentos tomando como punto de comparación el o los sistemas locales, introduciendo tecnologías compatibles con los recursos y capacidad cultural del agricultor.

c) Implementación de la investigación. Los ensayos se establecen en terrenos de agricultores cooperadores, y son manejados por el agricultor y los técnicos responsables.

d) Recopilación de información y evaluación. Durante el ciclo de cultivo, se recogen los datos necesarios para la evaluación de los sistemas en estudio. Estos comprenden: i) Aspectos agronómicos relacionados con los componentes de los sistemas: suelo, planta, clima y sus inter-relaciones. La evaluación contempla: la producción total de alimentos, producción de biomasa, eficiencia en el uso de fertilizantes, índices de eficiencia de producción, incidencia y control de plagas y enfermedades. ii) Aspectos económicos referentes a la economía de la producción de los sistemas, en cuanto a: costos de insumos, uso de mano de obra, herramientas y equipo, y los beneficios de producción por cultivo, y del sistema total del área y año agrícola. iii) Aspectos sociales que miden la distribución y uso de la mano de obra, durante el período de permanencia del sistema en el campo; el valor nutricional que un sistema puede ofrecer a la familia, particularmente en la producción de proteínas, grasas y carbohidratos.

e) Trabajo de equipo. Los especialistas de los diferentes campos técnicos trabajan en equipo, buscando conjuntamente la solución del problema único, que es el mejoramiento de la producción de los sistemas bajo estudio. Las acciones en cada especialidad deben ser consultadas y coordinadas unas con otras. Para los especialistas de formación clásica, este tipo de trabajo requiere una re-adaptación mental y firme decisión de abandono a sus intereses personales, además de una adaptación a la producción de resultados globales del equipo de técnicos.

3. Tipos de Investigación

a) Fundamental. Tendiente al desarrollo de metodologías para el estudio de los sistemas, que sirvió de entrenamiento al personal técnico y se está realizando en la sede del CATIE, a través de: i) un Experimento Central, que prueba la eficiencia relativa de varios sistemas; ii) los Experimentos Satélites, que perfeccionan aspectos específicos en los sistemas más promisorios (nuevas variedades, densidades, fertilizantes, etc); y iii) los Experimentos Complementarios, que ofrecen información básica para mejorar sistemas.

b) Investigación aplicada a nivel del agricultor, en cooperación con las instituciones nacionales de investigación. Mediante el apoyo financiero de AID/ROCAP, se iniciaron experimentos cooperativos en áreas de pequeños agricultores -con la participación de ellos- para mejorar la producción de sus sistemas de cultivos. Hasta la fecha, se han establecido experimentos en dos áreas en Costa Rica, dos en Nicaragua y cuatro en Honduras.

En cada país participante, el CATIE destaca un técnico, quien trabaja con los técnicos nacionales. Por otra parte, un equipo multidisciplinario de técnicos de alto nivel académico y en varias especialidades, apoya -desde la sede- los programas en las áreas de pequeños agricultores.

4. Algunos Resultados Experimentales

a) Experimento Central.

El estudio incluye varios arreglos espaciales y cronológicos de monocultivos, cultivos en asocio y rotaciones de las siguientes especies: maíz (var. Tuxpeño-1), frijol (var. CATIE-1), yuca (var. Valencia) y camote (var. C-15). En el primer año (1973-74) se instaló en Turrialba un experimento con 54 diferentes arreglos de cultivos bajo diversos niveles de tecnología, resultando un total de 216 sistemas.

A partir del segundo año (1974) y hasta la fecha, se han mantenido las parcelas en el mismo sitio en un Experimento Central más reducido, con los 48 arreglos más promisorios del Experimento Central, bajo varios niveles de tecnología, dando un total de 24 sistemas con los mismos cultivos (Gráfico 1).

Mientras los sistemas se probaron en el campo, se hicieron el mínimo posible de aplicaciones de insecticidas para controlar principalmente Crisomélidos en maíz y frijol, y Spodoptera frugiperda en maíz. Se aplicó aldrín al suelo de todas las parcelas, antes de la siembra. Todas las prácticas culturales y cosecha se hicieron a mano. Sólo para la preparación inicial del suelo se usó un "rotavator".

Los resultados del primer año del Experimento Central fueron publicados (9). Usando el Indice de Uso Equivalente de la Tierra (UET) -una medida de producción- y en este caso en comparaciones con la alta tecnología, se encontró que la mayoría de los sistemas de cultivos múltiples fueron más eficientes que los correspondientes monocultivos, tanto en producción de alimentos como en biomasa. Algunos de los sistemas más sobresalientes fueron: una asociación de maíz y frijol, seguida con rotación de maíz (UET = 262); una rotación de frijol, seguida de dos cosechas de maíz (UET = 322); una asociación de frijol y yuca, en rotación con maíz (UET = 289); maíz asociado con yuca, seguido de camote (UET = 463); y una asociación de camote y yuca, seguida de camote (UET = 365).

El Cuadro 1 presenta los resultados del Experimento Central del segundo año (8). Los rendimientos de cada cultivo en cada sistema se expresan en Tm/Ha; la energía producida por cada sistema es expresada en Megacalorías/Ha/año y en UET. Los datos climáticos de febrero, marzo, abril y mayo

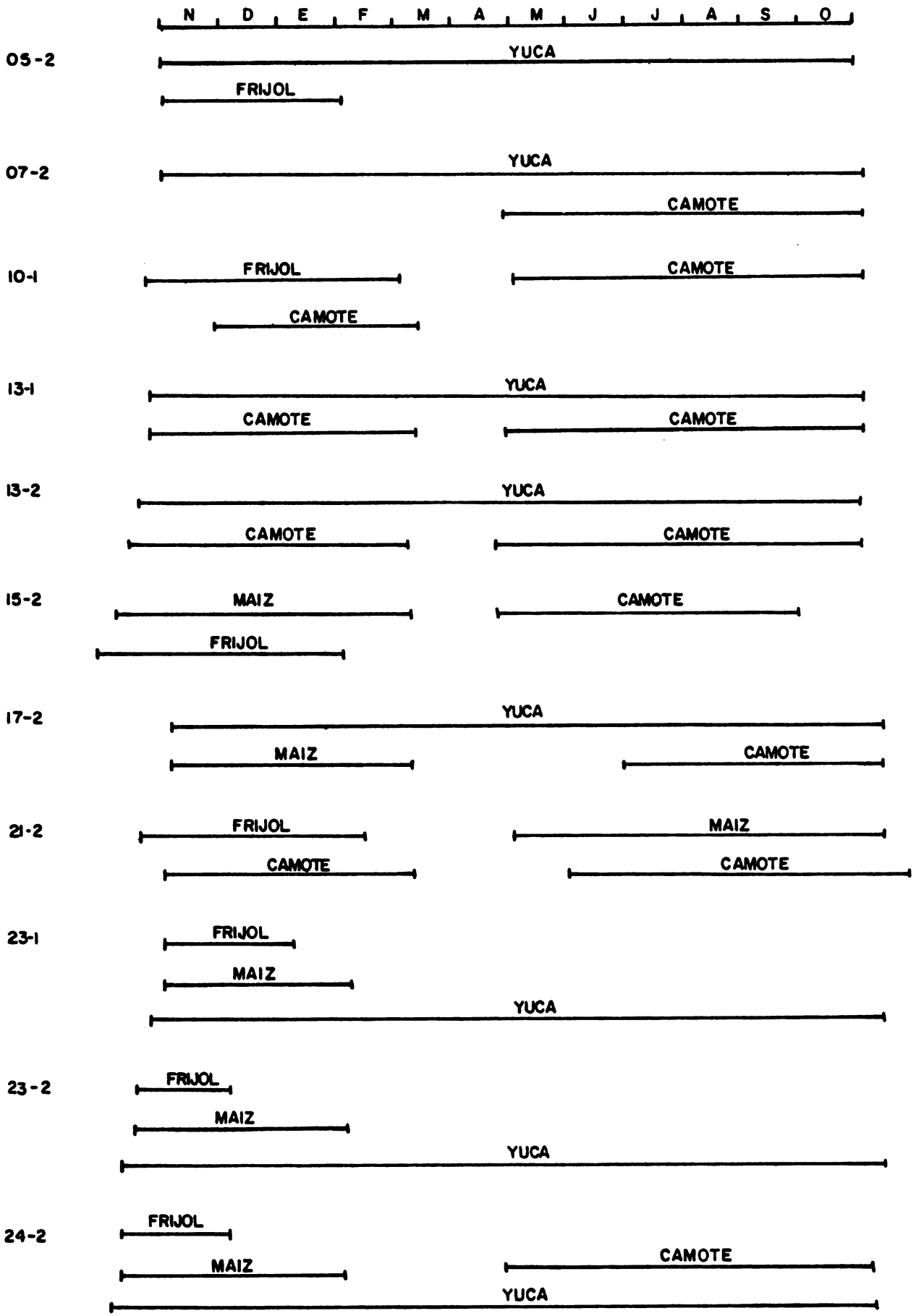


Fig. 1 Sistemas de cultivos seleccionados por eficiencia relativa.
(Reproducido de referencia Nº 1)

de 1975 dieron un balance hídrico negativo, lo cual produjo escasez y competencia de agua en los cultivos que fueron sembrados en estos meses, lo cual también pudo haber influído en sus rendimientos.

Nuevamente, la mayoría de los sistemas de cultivos múltiples del año anterior, más algunas modificaciones de estos mismos sistemas, fueron más eficientes que los respectivos monocultivos, medidos en UET y en Mcal/Ha/año. Los más eficientes en base a UET fueron: las asociaciones en alta y baja tecnología de frijol, maíz y camote, seguidas de camote; las asociaciones en alta y baja tecnología de frijol y yuca, seguidas de maíz; las asociaciones en alta y baja tecnología de frijol, maíz y yuca, seguidas de camote; las asociaciones de frijol y maíz, seguidas de camote; las asociaciones de frijol y camote -en rotación con una asociación de maíz y camote- y la rotación de frijol, camote y maíz.

Las producciones de frijol oscilaron entre 0.009 y 1.3 Tm/Ha/año. Los sistemas que produjeron más frijol fueron el monocultivo y aquéllos en que el frijol estuvo asociado con yuca, maíz o camote, cuando éstos se intercalaron entre las hileras de frijol y aproximadamente un mes después de la siembra. En todos los sistemas en que se incluyó frijol, éste se sembró una sola vez al año.

Las producciones de maíz fluctuaron entre 1.2 a 5.3 Tm/Ha/año. Los sistemas que dieron mayor producción de maíz fueron aquéllos que provenían de dos siembras al año, la mayoría de ellas con asociaciones de frijol, yuca o camote.

La producción de camote osciló entre 0.2 a 22.6 Tm/Ha/año. Las mayores producciones, al igual que en el maíz, provenían de sistemas con dos cosechas de camote al año.

Los rendimientos de la yuca oscilaron entre 6.3 a 23.6 TM/Ha/año. Las mayores producciones se obtuvieron en sistemas de monocultivo, de yuca asociada con frijol, o con camote, plantado un mes después de la yuca.

Los sistemas que produjeron más energía total fueron aquéllos conteniendo yuca y camote en su integración. Los sistemas que tuvieron mayor aporte de energía de proteínas fueron aquéllos que incluyeron frijol y maíz.

En el Cuadro 2, se reproduce (8) un análisis de los aspectos económicos más importantes en los sistemas estudiados. Aunque el Ingreso Neto (IN) es el índice económico más aceptado, el Margen Bruto (MB)parece ser más relevante para el pequeño agricultor. Más aún y en vista de que la mayoría de la mano de obra proviene de la familia, la comparación de los sistemas debería basarse en el Ingreso Familiar (IF). En este caso, además de maximizar el ingreso, también se provee de trabajo a los miembros de la familia. Los diez mejores sistemas bajo este concepto son: 45, 32, 48, 25, 10, 30, 19, 26, 46 y 42. Estos sistemas, aparte de incluir los de mayor Ingreso Neto (sistemas 10 y 32), también coinciden con los de mayor índice UET.

Cuadro 1. RENDIMIENTO Y ENERGIA TOTAL PROVENIENTE DE LAS PROTEINAS, CARBOHIDRATOS Y GRASAS CONTENIDOS EN LA PORCION ALIMENTICIA DE 24 AGROSISTEMAS. VALORES PROMEDIOS DE 4 REPETICIONES. AÑO 1975. (Reproducido de referencia N° 8)

N°	Tratamiento y Sub-tratamiento	Arreglo de los Cultivos*	Tecno-logía **	Rendimiento por Cultivo (Tm/Ha) F	M	C	Y	Energía total Mcal/Ha /año	UET
1	01-1	Y	B				18.6 d	26377	0.79
2	01-2	Y	A				23.6 d	33502 e	1.00
3	02-1	F-M	A	1.2 a	2.3			11786	1.43
4	02-2	M+F°	A	0.3	3.4			12832	0.68
55	03-1	F-C°	A	1.1 a		9.0		13841	1.31
66	03-2	F+C	A	1.2 a		3.6		8044	1.15
77	04-1	M-C	A		2.4	10.9 c		20430	0.93
8	04-2	M+C°	A		2.5	0.2		8917	0.47
9	05-1	F-Y	A	1.1 a			8.6	16041	1.28
10	05-2	F+Y	A	1.3 a			20.2 d	32764 e	1.97
11	06-1	M+Y°	A		2.6		10.3	23645	0.93
12	06-2	M+Y	A		2.2		11.6	23988	0.91
13	07-1	C+Y	A			4.9	14.7	26340	0.84
14	07-2	Y+C°	A			5.2	22.4 d	37649 e	1.18
15	08-1	C-C	B			21.2 c		23737	0.93
16	08-2	C-C	A			22.6 c		25274	1.00
17	09-1	F-M	A	1.2 a	2.4			12272	1.45
18	09-2	F+M-M	A	0.8	4.8 b			19127	1.58
19	10-1	F-C-C	A	1.2 a		15.0 c		20636	1.66
20	10-2	F+C°-C	A	1.1 a		12.3 c		17549	1.46
21	11-1	C-M+C°	A		2.2	10.0		18786	0.86
22	11-2	M+C°-C	A		2.1	11.3 c		20108	0.90
23	12-1	M-M+C°	A		4.3 b	3.5		18748	1.02
24	12-2	M+C°-C	A		4.6 b	0.2		16194	0.87
25	13-1	C+Y+C°	B			15.1 c	11.1	32747 e	1.14
26	13-2	C+Y+C°	A			14.1 c	12.3	33335 e	1.14
27	14-1	M+Y-Me	B		3.5		9.5	25606	1.06
28	14-2	M+Y-Me	A		4.3 b		8.9	27356	1.19
29	15-1	F-C-Me							
30	15-2	F+M-							
31	16-1	F+							
32	16-2								
33	17-1								
34	17-2								
35	18-1								
36	18-								
37									
38									
39									
40									

Denti riores

* F = F en

** A = Alto; B

(Nicaragua). La mayoría de las fincas de las otras regiones estudiadas se

Cuadro 2. ANALISIS ECONOMICO* DE 24 SISTEMAS DE CULTIVO (COLONES DE COSTA RICA**/HA/AÑO). VALORES PROMEDIO DE DOS REPETICIONES AÑO 1975. ((Reproducido de referencia N°8)

N°	Tratamiento y Sub-tratamiento	Arreglo de los Cultivos	Tecnología	Ingreso Neto I N	Margen Bruto MB***	Ingreso Familiar I F	Relación IF/CM***
1	01-1	Y	B	5307	6778	9121	21.8
2	01-2	Y	A	6458	7939	10705	16.3
3	02-1	F-M	A	3960	5448	8557	9.8
4	02-2	M+F°	A	2208	3677	5885	7.6
5	03-1	F-C	A	5234	6765	11809	12.0
6	03-2	F+C°	A	1280	2818	8230	6.6
7	04-1	M-C	A	3547	5086	10542	10.3
8	04-2	M+C°	A	- 2319	- 793	4077	3.1
9	05-1	F-Y	A	3823	5332	9388	12.5
10	05-2	F+Y	A	10755	12254	15896 Δ	21.9
11	06-1	M+Y°	A	2616	4131	8465	10.0
12	06-2	M+Y	A	- 190	1335	6141	7.6
13	07-1	C+Y	A	2624	4147	8871	10.9
14	07-2	Y+C°	A	6143	7687	13367	13.5
15	08-1	C-C	B	3438	5004	11659	15.8
16	08-2	C-C	A	2050	3624	10672	9.2
17	09-1	F-M	A	5070	6577	10561	12.6
18	09-2	F+M+M	A	6354	7884	12874	12.7
19	10-1	F-C-C	A	3621	5247	14684	14.8
20	10-2	F+C°-C	A	1820	3445	12883	8.1
21	11-1	C-M+C°	A	2124	3685	10120	10.0
22	11-2	M+C°-C	A	59	1657	9814	5.6
23	12-1	M-M+C°	A	1529	3083	9220	8.6
24	12-2	M+C°-M	A	- 1642	- 76	6639	4.1
25	13-1	C+Y+C°	B	6543	8135	16013 Δ	21.0
26	13-2	C+Y+C	A	4464	6067	14442	12.7
27	14-1	M+Y+Me	B	2185	3721	9014	16.2
28	14-2	M+Y+Me	A	3188	4725	[illegible]	[illegible]
29	15-1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
30	15-2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
31	16-[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
33	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
34	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
35	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
36	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
37	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

(Nicaragua). La mayoría de las fincas de las otras regiones estudiadas se

Considerando los cultivos, el frijol aunque produce en tonelaje menos que los otros cultivos, es quizá el principal determinante del ingreso en los sistemas, debido a que cuenta con precios garantizados en Costa Rica. Sin embargo, es un cultivo riesgoso desde el punto de vista agronómico.

El camote también fue un contribuyente importante en los sistemas en que participó. Los precios del camote en Costa Rica son muy variables, pero como cultivo, es agronómicamente menos riesgoso.

El maíz y la yuca tuvieron menos influencia en el ingreso de los sistemas; sin embargo, son cultivos fundamentales en la dieta del campesino y de menor riesgo agronómico.

Los sistemas con mejores ingresos fueron aquéllos que abarcaron dos o más cultivos al año, lo cual indica que los sistemas policulturales promueven un aprovechamiento superior de los recursos y una disminución de los riesgos, al asegurar un mínimo de éxito en las cosechas.

La alta tecnología influyó claramente en el ingreso, aunque significó mayores gastos en insumos, particularmente fertilizantes. Los fertilizantes estuvieron entre los factores más importantes que determinaron la producción en los sistemas con alta tecnología. La eficiencia de los principales nutrientes, medida según la relación entre la cantidad de nutriente aplicado y la cantidad de alimento producido fue: K > N > S > P.

Los cultivos múltiples fueron más eficientes que los monocultivos en la reducción de la biomasa de malezas. Algunas enfermedades diseminadas por el aire fueron más evidentes en monocultivos, que en los cultivos asociados.

b) Experimentación práctica en áreas de Pequeños Agricultores.

Durante el período comprendido de diciembre de 1975 a marzo de 1976, se practicaron encuestas a pequeños agricultores de las comunidades escogidas para realizar investigación en Costa Rica, Nicaragua, y Honduras. Las localidades seleccionadas son representativas de las principales zonas climáticas de América Central: a) las tierras húmedas y bajas del Atlántico de Costa Rica, en Guácimo y Cariari (Limón); y en Honduras, en El Progreso (San Pedro Sula); b) zonas de elevación moderadas del Pacífico en Costa Rica, en Platanares y Pejibaye (San Isidro de El General), y en Nicaragua, en San Ramón y Trinidad (Matagalpa) con estaciones seca y lluviosa, alternadas; c) las zonas de elevación media, predominantemente húmedas de Costa Rica, en Guayabo (Turrialba); y en Honduras, en Yojoa; y d) la zona de la Meseta Central de Costa Rica, con estaciones seca y lluviosa, en Itiquis (Alajuela). Las encuestas permitieron determinar los sistemas de cultivo predominantes en cada área, los factores físicos, económicos y sociales limitantes de la producción, y los grados de tecnología usada en los sistemas de producción. Los resultados (6) evidencian que el tamaño de las fincas muestreadas varió de una zona a otra, desde un promedio mayor de 17.7 Ha en Guácimo (Costa Rica) a 6.52 Ha en San Ramón (Nicaragua). La mayoría de las fincas de las otras regiones estudiadas se

enmarcaron dentro del rango de 8 a 10 Ha. Los cultivos alimenticios más prevalecientes en todas las áreas fueron maíz y frijol. Estos dos cultivos constituyen la base de la alimentación en América Central. En todas las áreas aparecieron con casi igual nivel de importancia que los anteriores, algunos cultivos perennes o de mercado, principalmente y según las zonas: café, caña de azúcar, tabaco y cítricos. Otros cultivos alimenticios básicos fueron: arroz, yuca, plátano, sorgo, ayote y algunas hortalizas. Los cultivos alimenticios son manejados primordialmente como monocultivos, y en segundo término, como asociaciones y en rotaciones con otros monocultivos o con asociaciones. El café crece en asociación con plátano, mientras que la caña de azúcar y el tabaco se manejan como monocultivos. Los niveles de tecnología variaron entre zonas y países. La preparación del suelo se hace a mano (Costa Rica, Nicaragua y Honduras), con bueyes (Nicaragua y Honduras) y hasta con tractores (Honduras y Costa Rica). Sin embargo, las labores de siembra y de cultivo en general se realizan a mano. En algunas áreas como Itiquis (Costa Rica) y El Progreso (Honduras), la mayoría de los agricultores utilizan uno o varios agro-químicos. En otras áreas, usan los insumos con cierta lógica y se guían esencialmente por el factor limitante.

Durante el año 1976 se llevaron a cabo varios experimentos en terrenos de pequeños agricultores en las regiones donde se practicaron encuestas, usando como testigo el sistema o sistemas locales. Los tratamientos fueron diseñados en forma simple, tendiendo a mejorar la eficiencia del sistema mediante la corrección del o los factores más limitantes. Así, por ejemplo, en Nicaragua, siendo la fertilidad de suelos el factor crítico, se hicieron experimentos de optimización del uso de fertilizantes; en Costa Rica, control de plagas y enfermedades; y en Honduras, manejo de cultivos dentro de los sistemas. Ya se dispone de resultados parciales en los experimentos del primer año (1). En el Cuadro 3 se presentan los resultados de un experimento en Yojoa (Honduras), con los sistemas predominantes de maíz y arroz en monocultivos, y en asociaciones con varias disposiciones de hileras.

En la segunda época y en las parcelas sembradas con maíz, el agricultor siembra frijol, cosecha que es riesgosa, dependiendo de un exceso o cantidad adecuada de lluvias. No se dispone aún de los datos referentes al frijol, para evaluar el sistema total.

V. DISCUSION

Tomando el sistema del agricultor, la eficiencia de su producción (salidas del sistema) depende del manejo adecuado de los recursos (ingresos de energía al sistema) físicos de suelo, agua y luz, y socio-económicos como el capital para uso de fuentes de energía (equipo mecánico, fertilizantes, pesticidas, mano de obra, etc.), mercadeo o infraestructuras. La investigación realizada en las estaciones experimentales, bajo el enfoque de investigación prevaleciente en América Tropical, de desarrollo de subsistemas de producción por cultivos, ha producido tecnologías relativamente eficientes para cultivos específicos bajo la modalidad de monocultivo. Se cuenta con variedades mejoradas, con recomendaciones para el uso adecuado de fertilizantes, control de plagas y enfermedades, irrigación y empleo de equipos y maquinarias, que ahorran la utilización de mano de obra. Este sistema de agricultura es eficiente en manos del agricultor que dispone de recursos adecuados o abundantes, de tierra y capital. No está al alcance del agricultor de escasos recursos, o sea el pequeño y mediano productor.

Para agravar la situación, los pequeños agricultores ocupan en general los suelos más pobres y ubicados en pendientes, lo que agudiza los problemas de conservación de suelo y agua.

Los estudios socio-económicos realizados por otras instituciones, muestran que el pequeño agricultor no adopta las tecnologías modernas, básicamente por limitaciones económicas y educacionales. El pequeño agricultor conserva los sistemas tradicionales de cultivos asociados, como una medida aprendida por su propia experiencia de muchos años, para minimizar riesgos. Sin embargo, los resultados de la investigación en varios lugares del mundo, incluyendo nuestras propias experiencias en Centro América, indican que además de ser una práctica protectora de riesgos, los sistemas de cultivos múltiples -particularmente las asociaciones- son ecológicamente más eficientes en condiciones del trópico. El balance biológico del ecosistema natural del trópico se basa en la diversidad biológica y mientras más uniformidad genética se induce en las poblaciones, de plantas o animales, más frágil se vuelve el ataque de pestes y enfermedades. Estas evolucionan y se multiplican a mayor velocidad que los huéspedes, gracias a los factores climáticos favorables durante todo el año, a diferencia de las condiciones de los ecosistemas de las regiones templadas.

En repetidas ocasiones, los ecólogos han llamado la atención en el sentido de que la eficiencia de los sistemas agrícolas de los trópicos debe basarse en cultivos perennes y de variada composición genética. Se ha observado que la agricultura de cultivos anuales, solamente puede realizarse bajo condiciones de alta fertilidad de suelos y utilizando sistemas de manejo acordes con el medio ecológico.Lamentablemente, en el trópico aún no se han estudiado los mejores sistemas de agricultura que se adapten a cada condición ecológica. Quizá los propios agricultores del trópico más que los científicos, han identificado los sistemas mejor adaptados a cada sitio. Tal vez por influencia de la eficiencia de los sistemas agrícolas de las zonas templadas, los científicos hemos tratado de adaptar estos sistemas,a las condiciones del trópico. El grado de éxito ha sido variable, pero la experiencia muestra que el monocultivo en condiciones del trópico, conlleva grandes riesgos

CUADRO 3. PRODUCCION DE LA PRIMERA EPOCA EN Kg/Ha E INDICE DE USO EQUIVALENTE DE TIERRA (UET), EN UN ENSAYO CON MAIZ Y ARROZ, EN YOJOA(HONDURAS), 1975.(Reproducción de Referencia N° 1).

Tratamiento	Hileras de		Producción Kg/ a		UET %
	Maíz	Arroz	Maiz	Arroz	
1	1	2	3.60	.608	117
2	1	4	2.66	.362	79
3	1	6	2.11	.317	65
4	2	3	3.57	.389	96
5	2	5	3.21	.475	98
6	3	2	4.86	.337	113
7	3	4	3.89	.371	100
8	3	6	3.75	.382	99
9	4	3	4.26	.317	101
10	4	5	4.45	.328	105
11	6	0	6.00	0	100
12	0	18	0	1.056	100

Los resultados revelan que algunas disposiciones (tratamientos 1 y 6) ofrecen un mejoramiento en la eficiencia de la producción, sobre el monocultivo solo.

y la necesidad de un trabajo continuo de investigación para solucionar los repetidos problemas. Ejemplos clásicos son los daños causados por las enfermedades al banano, al cacao, al café y al caucho; lo mismo que los fracasos por las plagas del algodón, del cacao y de otros cultivos.

Es hora de que los países revisen sus políticas de investigación agrícola con miras a buscar los mejores sistemas de explotación de la tierra, tomando en cuenta los parámetors climáticos, de uso adecuado de suelos, de las necesidades de producción de los países y de las condiciones socio-económicas de los productores.

No debe olvidarse que gran parte de la eficiencia actual de la alta tecnología, es peligrosamente dependiente del petróleo y de sus derivados. Este es un recurso que cada vez se torna más escaso y caro, y más oneroso para los países en desarrollo. Debemos buscar nuevas alternativas tecnológicas para reemplazar la energía de los hidrocarburos, particularmente en los países tropicales cuya economía se base en la agricultura. Es hora de desarrollar sistemas agrícolas que maximicen y promuevan un reciclaje natural de nutrientes, a partir de los residuos de los mismos cultivos, del uso de abonos verdes y de otros residuos vegetales y de desecho animal. Estos deberían complementarse con un mínimo de agro-químicos de alto costo. Se conoce poco, pero existen suficientes y promisorias posibilidades de utilizar mejor la eficiencia de muchos micro-organismos de suelos tropicales, que ayuden a fijar elementos nutritivos para las plantas.

Debemos estudiar métodos de control integrados de plagas y enfermedades que optimicen el uso de resistencias genéticas, rotaciones de cultivos, control biológico y tantas otras medidas que pueden minimizar el abuso en el uso de pesticidas.

Se debe hacer énfasis en la selección y desarrollo de variedades de cultivos por su eficiencia fotosintética y en menor grado por su respuesta al uso de fertilizantes, como es la tendencia actual. Igualmente, se deben desarrollar variedades resistentes o tolerantes a la alta o baja disponibilidad de agua, según los regímenes de lluvias predominantes en la zona. Es un reto que los científicos del agro en el trópico debemos tomar, y muy seriamente, si queremos que las generaciones futuras puedan mantener un nivel de vida decoroso, si continuamos dependiendo de nuestra agricultura.

LITERATURA CITADA

1. A SUMMARY OF SOME OF THE PRELIMINARY RESULTS FROM EXPERIMENTS CARRIED OUT by the Small Farmers Cropping System Project in Central America, 1976. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales. Turrialba, Costa Rica, 1977.

2. BAZAN, R. et. al. 1976. Un programa de investigación de sistemas de agricultura para el pequeño agricultor. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 26. p.

3. BENNETH, G. 1972. Systems of agriculture in tropical agriculture. Econ. Georgr. 48(3):245-257.

4. HARWOOD, R.R. 1976. Toward the well-being of the small tropical farmer. International Agricultural Development Service, New York. Draft copy. 165 p.

5. _____ and PRICE, E.C. 1976. Multiple cropping in Tropical Asia. In Multiple Cropping. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. ASA special publication N°27:11-40.

6. INFORME RESUMIDO DE LA ENCUESTA PRELIMINAR EN COSTA RICA, NICARAGUA Y HONDURAS. Proyecto de Investigación en Sistemas de Cultivos para Pequeños Agricultores. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 1976. 23 p.

7. OKIGBO, B. N. and GREENLAND, D.J. 1976. Intercropping systems in Tropical Africa. In Multiple Cropping. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, ASA special publication N°27:63-101.

8. SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA PROBADOS EN EL CATIE, TURRIALBA. Aspectos Agronómicos y Económicos. In Reunión Anual del PCCMCA, 22a. San José, Costa Rica, 26-29 Julio, 1976. San José, MAG/IICA/ Fundación Rockefeller. v.3. pp. K1-K11, 1976.

9. SORIA, J. et al. 1975. Investigación en sistemas de producción agrícola para el pequeño productor del trópico. Turrialba 25:283-293.

CONSIDERACIONES SOCIOECONOMICAS EN SISTEMAS DE CULTIVOS MULTIPLES

Peter E. Hildebrand [1]

INTRODUCCION

El sistema de cultivos múltiples, en la forma en que generalmente es concebido, se adapta principalmente a pequeños y medianos agricultores tradicionales o de subsistencia, quienes tienen una abundancia relativa de mano de obra, la cual facilita el cultivo intensivo que se requiere en la mayoría de los sistemas[2].

Debido a que la mayoría de los agricultores en los países americanos en vías de desarrollo se encuentran en esta categoría, éste será el tipo de sistema de cultivos múltiples considerado. Esto quiere decir, que discutiremos sistemas en los cuales diferentes cultivos crecen en el curso del año y dos o más de ellos ocupan la tierra al mismo tiempo.

Como ejemplo en Centroamérica, el sistema histórico denominado "milpa" es una combinación de maíz y frijol con otros cultivos, que dependen de las condiciones especiales de cada zona. Además, los agricultores tradicionales y de subsistencia muchas veces tienen metas diferentes de las de los agricultores comerciales; metas que nosotros, como técnicos, muchas veces no alcanzamos a comprender bien. Como resultado de estos factores, los parámetros económicos usuales, que utilizamos para evaluar la tecnología de cultivos en fincas comerciales, no son siempre útiles para determinar si un sistema de cultivos múltiples es apropiado o nó para el pequeño agricultor, tradicional o de subsistencia.

Es difícil conceptualizar la conversión de información agro-socioeconómica en guías para el diseño de tecnología agronómica, con la notable excepción del criterio de rentabilidad. Por cierto, este criterio todavía es uno de los más

---

1 Economista Agrícola de la Fundación Rockefeller, asignado como Coordinador de la disciplina de apoyo de Socioeconomía rural del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Guatemala. Especial agradecimiento para el Ing. Astolfo Fumagalli, Subgerente del ICTA, y el Ing. Luis Manlio Castillo, Coordinador de Comunicaciones, por su ayuda y comentarios al presente trabajo.

2 Las excepciones son los casos de cultivo secuencial intensivo que generalmente dependen de la mecanización por ser corto el tiempo entre la cosecha de un cultivo y la siembra del siguiente.

importantes, de que disponemos para juzgar la aplicabilidad de una tecnología para cualquier agricultor, pero solamente considera la productividad en términos de uno de los posibles recursos limitantes; para aumentar la probabilidad de adopción es imprescindible considerar la productividad de los otros recursos, que pueden ser limitantes para el grupo de agricultores beneficiarios de cada proyecto.

La mayor parte de la tecnología moderna de monocultivo, que incluye altas poblaciones, reducción de distancias entre surcos y entre plantas, altos niveles de fertilización, de control de plagas y malezas, y semilla cara que es necesario comprar cada año, es diseñada para condiciones en las cuales hay disponibilidad de maquinaria, una abundancia de capital, todo el producto es comercializado, y la mano de obra es un recurso escaso.

En la mayoría de las situaciones esto es exactamente lo opuesto a las condiciones que enfrentan los agricultores tradicionales, quienes producen con poca o ninguna maquinaria y casi nunca con un tractor, disponen de muy poco capital, utilizan la mayoría de la producción para su propio consumo y producen básicamente a base de esfuerzo familiar, en fincas tan pequeñas que la mano de obra generalmente es abundante como factor de producción.

En este informe, se discutirán primero algunos conceptos económicos, que son importantes para entender las implicaciones socioeconómicas de los sistemas de cultivos múltiples y, luego se describirá una metodología para estudiar las condiciones agro-socioeconómicas de estos agricultores, cuando se relacionan al diseño de tecnología para ellos y en el cual los agricultores están integrados en el proceso de la generación y evaluación de la tecnología. Finalmente, serán presentados algunos ejemplos de sistemas de cultivos, que se diseñaron para condiciones agro-socioeconómicas específicas.

ALGUNOS CONCEPTOS ECONOMICOS IMPORTANTES

El medir la productividad en los sistemas de cultivos múltiples, representa un problema especial, no sólo porque a menudo está involucrado más de un producto sino porque los conceptos de productividad que se utilicen pueden no ser los más relevantes para quien se genera el sistema.

Frecuentemente nos referimos a la productividad sólo en términos de rendimiento, o la producción de un cultivo por unidad de superficie. Técnicamente, productividad puede referirse a la cantidad del producto obtenido (total, promedio, o adicional) por cualquiera de los insumos utilizados en el proceso de producción. Por lo tanto, para describir con precisión el término productividad, se debe ser específico con respecto al producto (numerador) e insumo (denominador) y precisar si se va a considerar la producción total, promedio o adicional (marginal).

No existe ninguna medida específica de productividad para un determinado sistema de cultivo o clase de agricultor. Los insumos más relevantes dependerán de la situación encontrada en cada área y generalmente son muy específicos para cada sitio. No tendría ningún sentido para un agricultor medir productividad en términos de la tierra si éste no es el factor de producción más limitante en su caso. Es preferible medir productividad en términos de los recursos que más limitan la capacidad del agricultor para producir o aumentar su ingreso. Para mencionar algunos casos específicos, agua (West Pakistan, 1967), semilla de papa

(Andrew, 1969), la mano de obra en el momento de la siembra (Reiche, et. al., 1976), y tierra (Duarte, et. al., 1977) fueron los insumos o recursos más importantes que se encontraron en cada caso para medir la productividad en diferentes situaciones agro-socioeconómicas.

Los errores que se cometen al escoger los recursos con que se mide la productividad pueden conducir a la generación de sistemas de cultivos que no son aceptables a los agricultores para quienes se diseñaron, simplemente debido a que la productividad del factor más importante desde el punto de vista del agricultor puede ser menor, aun cuando la productividad, que haya sido medida en términos de interés para el investigador, podía haber mejorado el sistema tradicional.

En el caso colombiano (Andrew, 1969), los investigadores y extensionistas se sentían frustrados, porque pese al hecho de que los productores de papa adoptaban muchas de las recomendaciones dadas, los rendimientos por hectárea de las fincas no aumentaban de acuerdo al potencial conocido. La razón era que los técnicos no tomaron en cuenta que para este grupo de agricultores, el recurso más limitante no era la tierra sino la semilla de papa y que al sembrar en la forma en que lo hicieron (menor cantidad de semilla por hectárea que la recomendada) el rendimiento por unidad de superficie no fue tan grande como lo esperaban, al basarse en un concepto de productividad erróneo (en este caso).

En el ejemplo anterior, solamente se consideró la papa. En un sistema de cultivo múltiple, donde se produce más de un cultivo, se encuentra otro tipo de problema. Esto tiene que ver con la selección del "producto" que mide la productividad. Si uno mide la productividad de un sistema de maíz y frijol, solamente en términos de la producción del maíz, cualquier aumento en la productidad del frijol se pierde. Por otro lado, no es lógico sumar la producción del maíz a la del frijol, debido a que son dos productos completamente diferentes (especialmente sí, por ejemplo, los frijoles se cosechan en vaina).

Para que la unidad que se escoja para medir la productividad sea útil, tiene que satisfacer varios criterios (Hildebrand, 1976, p.349). Primero, debe ser común a todos los productos, por ejemplo, energía, materia seca o proteína. Segundo, debe ser relativamente fácil de medir, en particular en situaciones prácticas o aplicadas. Tercero, debe reflejar las diferencias de calidad entre los productos; y Cuarto, debe prestarse a comparar diferentes sistemas de cultivos. Pero el criterio más importante de todos, es que la manera de medir la productividad debe ser lógica para quienes se diseña el sistema de cultivos múltiples. Si el agricultor no puede entender la unidad de productividad o no tiene ningún significado para él, no será útil en ayudarle a juzgar los beneficios potenciales del sistema, ni en asignar eficientemente sus recursos en la finca.

Probablemente la unidad más útil, que satisface los cinco criterios, es el valor de los productos en el mercado. Aunque éste está sujeto a variaciones con el tiempo, es también una manera de mantener las medidas de productividad corrientes. Los cambios en los precios estacionales también pueden y deben ser considerados al diseñar los sistemas de cultivos, tanto como las tendencias de precios a largo plazo. Las diferencias en energía o materia seca entre cultivos o productos serán constantes (o casi constantes) con el tiempo, pero si el valor que se puede ...

obtener en el mercado varía con el tiempo por la diferencia en calidades, se deben reflejar al juzgar el sistema. También se puede reflejar las diferencias en precios locales, cuando se usa el valor del producto en el mercado. Este último factor refleja el precio neto del producto puesto en la finca.

Cabe mencionar que el precio en el mercado, tal como se usa aquí, no es el precio neto que queda después de restar los costos de producción de cada cultivo. Otro concepto económico de sistemas de cultivos, poco entendido, es que no es posible determinar el costo de producción por unidad de cada cultivo producido. Por supuesto, algunos de los componentes del costo, tales como la semilla, son específicos para un sólo producto. Pero la mayoría de los insumos, por ejemplo el fertilizante, se utiliza para más de un cultivo y cualquier método que se utilice para asignar costos de estos insumos conjuntos entre los diferentes cultivos será completamente arbitrario y de poca utilidad. Por lo tanto, el ingreso neto de sistemas de cultivos múltiples debe ser precisamente eso —ingreso neto al sistema. La única manera de determinar la contribución de un cultivo específico a la rentabilidad del sistema es producir el sistema con o sin aquel cultivo y calcular el ingreso neto para cada caso.

Hay otro concepto económico que se debe mencionar porque puede clarificar algunas dudas acerca de los beneficios de un sistema de cultivos múltiples sobre la producción de los mismos cultivos trabajados en forma de monocultivo[3]. Debido a la naturaleza de la relación de posibilidades de producción entre varios cultivos en la misma finca, frecuentemente es más beneficioso para un pequeño agricultor con pocos recursos, especializarse en una sola actividad agrícola o empresa de cultivos en lugar de diversificar en más de una empresa en su finca[4]. Un aspecto importante de un sistema de cultivo múltiple, es que funciona para el agricultor como si fuera una sola empresa., no obstante que incluye más de un producto. Por lo tanto, tales sistemas son especialmente adaptados a pequeños agricultores de escasos recursos.

LA GENERACION DE TECNOLOGIA PARA SISTEMAS DE FINCA

Ha sido demostrado, si bien en forma sintetizada, que los sistemas de cultivos múltiples son significativamente más difíciles de analizar que los monocultivos. Debido a que los factores relevantes al juzgar los sistemas de cultivos múltiples son más complejos, desconociéndose muchas veces cuáles son los factores más importantes, que también pueden ser muy específicos a cada localidad, es necesario que sea creada una metodología especializada para que sirva como base para la generación de tecnología de sistemas de cultivos, apropiada al agricultor que los usa.

---

3 La proporción equivalente de tierra (Land Equivalent Ratio) que generalmente tiene un valor mayor de 1 en cultivos múltiples, no se discutirá en este informe.

4 La explicación técnica se encuentra en Hildebrand, 1976, pp.356-361.

En Guatemala, los esfuerzos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) están primordialmente orientados hacia el pequeño y mediano agricultor tradicional o de subsistencia, quienes son los productores más importantes de granos básicos en el país. Debido a que la metodología se inicia con un estudio de las condiciones agro-socioeconómicas específicas de los agricultores en una área dada y la generación de tecnología está orientada hacia estas condiciones, es apropiado discutirla ahora, como una manera de demostrar la factibilidad de incorporar factores socioeconómicos en la generación de tecnología de sistemas de cultivos múltiples. El sistema integrado y multidisciplinario (Hildebrand, 1977) es flexible y se modifica continuamente pero se ha estructurado un formato básico bien definido, que se está utilizando actualmente; por lo tanto, además de ser práctico, no requiere muchos recursos, por lo que cabe dentro de un presupuesto nacional limitado, en otras palabras: podemos decir que no constituye únicamente un ejercicio teórico.

La mayoría del personal técnico del Instituto trabaja a nivel rural, organizado en regiones y en subregiones o áreas de proyecto, formando un equipo integrado y multidisciplinario cuyo trabajo —la generación y promoción de tecnología— se divide en cinco actividades definidas:

1. Estudios agro-socioeconómicos
2. Selección de germoplasma
3. Ensayos de finca
4. Parcelas de prueba con agricultores
5. Evaluación de la tecnología probada.

Con excepción de las primeras etapas de la selección de germoplasma y algún trabajo básico en prácticas agronómicas, que se conducen en las estaciones experimentales regionales, todas las demás actividades se conducen en fincas y en general con la participación del mismo agricultor.

Estudios Agro-Socioeconómicos

Al conformar un equipo multidisciplinario para ejecutar un proyecto en una área nueva, la primera actividad de este equipo es un reconocimiento o sondeo para definir un grupo representativo de agricultores homogéneos con respecto a su sistema y tecnología tradicional de cultivos (características agro-socioeconómicas) y delimitar la zona dentro de la cual este grupo constituye un sector importante de la población rural.

La base teórica para escoger este grupo de agricultores beneficiarios del proyecto y el área de trabajo, sostiene la tesis de que los agricultores que son homogéneos en cuanto a sus sistemas tradicionales de cultivos se han ido seleccionando por medio de un largo proceso natural y responden de una manera parecida a los factores limitantes más importantes que enfrentan y que les son comunes.

La tarea del equipo de trabajo es identificar estos factores o las características agro-socioeconómicas comunes entre ellos y luego evaluar la importancia relativa de cada una para la generación de una tecnología mejorada. La ventaja obvia de este procedimiento sobre escoger un grupo objetivo por tamaño de finca o frontera política o cualquier otro parámetro artificial, es que los factores

que el "grupo homogéneo" tiene en común son aquellos que afectan su tecnología agrícola —y son éstos los que el equipo necesita conocer y considerar. En muchos casos éstos serán los mismos recursos o insumos por los que los agricultores miden la productividad (es decir, el denominador en la proporción).

El sondeo y la encuesta generalmente se completan en el período entre estaciones de cultivos y se hace énfasis en la profundidad de cada entrevista, en lugar de hacer un gran número de ellas; es decir, calidad es más importantes que cantidad. El propósito de la encuesta no es obtener información básica (Benchmark) sino identificar factores y problemas importantes para la generación de la tecnología.

Aunque se obtiene alguna información preliminar sobre costos, esta encuesta se basa en la memoria del agricultor y no es suficientemente precisa para utilizarla en los análisis económicos de los resultados de ensayos de finca. Por ésta y otras razones, se escoge un mínimo de 25 colaboradores, para iniciar los registros económicos de finca, inmediatamente después de que se termina la encuesta. Este número aumenta a por lo menos 50 agricultores en el segundo y siguiente años y la información sirve de base para evaluar los cambios y la aceptación de la tecnología, con el tiempo.

Los registros económicos de finca son formularios sencillos en los que el agricultor apunta cada día, para cada cultivo, el trabajo que hizo, con qué cantidad de mano de obra (contratada o familiar), y los insumos que se usaron. El afinamiento de otra información, tales como distancias de siembra, poblaciones, variedades, etc., se obtiene por observación y pláticas en las frecuentes visitas que hace el personal del ICTA. Con estas visitas periódicas, los agricultores se vuelven contactos permanentes para los técnicos y así son útiles para probar nuevas ideas o proporcionar nueva información sobre problemas generales, que son de tal naturaleza que muy pocas veces se tiene la oportunidad de discutirlos con ellos.

Ensayos de Finca

El mismo equipo del proyecto, analiza la información de la encuesta y la utiliza para planificar los ensayos de finca en los que se prueban las variedades existentes y se exploran las prácticas agronómicas y los sistemas de cultivos. A la vez, la información se usa para orientar a los fitomejoradores en su proceso de seleccionar germoplasma. En el primer año, uno de los propósitos principales de los ensayos de finca en los cuáles el ICTA y los agricultores comparten los gastos, es para que los miembros del equipo del proyecto se familiaricen directamente con los sistemas de los agricultores y así se continúa el proceso de identificar problemas y limitaciones.

Por esta razón el número de ensayos es pequeño, el diseño es flexible para permitir cambios cuando se desee y los técnicos trabajan estrechamente con los agricultores del grupo de beneficiarios utilizándolos, tanto como asesores como trabajadores. Un número limitado de las variedades más promisorias se puede estudiar en el primer año y también se puede incluir el trabajo preliminar sobre la respuesta al fertilizante. Pero la naturaleza de estas últimas actividades, no debe interferir con el propósito primordial de los ensayos del primer año o

sea el de familiarizarse con los agricultores beneficiarios, su tecnología tradicional y el área del proyecto.

Se usan dos diferentes tipos de ensayos de finca. El primero, que se puede denominar como "ensayos de finca básicos" o "ensayos agrotécnicos", se usa cuando el ensayo necesita ser repetido para proporcionar información sobre respuestas para cada sitio específico. Estos ensayos se conducen en varios lugares dentro de la zona e incluyen ensayos de variedades y trabajos sobre prácticas agronómicas. En la mayoría de los casos el testigo usa la tecnología tradicional, representativa de la región.

Antes de que una práctica o "tecnología" se pueda pasar a los agricultores para probarla en "Parcelas de Prueba", es necesario que los técnicos del ICTA se convenzan de que la práctica sirva, que es adecuada para los agricultores beneficiarios de la zona, y que es económica en todo el sentido del término. Para satisfacer estos criterios, las prácticas o sistemas de cultivos o materiales más promisorios, generalmente pasan a ensayos agro-económicos. Estos ensayos se diseñan para proporcionar información económica y agronómica sobre una región (en lugar de una sola localidad); por lo tanto hay muchos ensayos, bien distribuidos por toda el área de trabajo, pero no son repetidos en cada localidad.

El número de tratamientos es limitado y uno de ellos tiene que ser la tecnología tradicional (en general la tecnología del agricultor colaborador de cada sitio, en lugar de una tecnología uniforme representativa de la zona, la cual es más usada en los ensayos agro-técnicos). Los registros económicos y agronómicos se mantienen y también se analizan. Se calculan estimados sobre el riesgo asociado con cada tratamiento o práctica, como una forma de ayudar a evaluar el efecto potencial sobre los agricultores que pueden adoptar la tecnología.

Parcelas de Prueba

En los Ensayos de Finca, los técnicos del ICTA son los evaluadores principales de la tecnología que se genera. En las Parcelas de Prueba, el aspecto más crítico es que son los agricultores quienes evalúan la tecnología; el técnico se vuelve un espectador interesado quien obtiene la información que puede del ensayo, pero su procedimiento de obtenerla no debe interferir con la capacidad del agricultor de juzgar la o las prácticas por si mismo. Es importante que sea el agricultor quien conduzca la ejecución de la prueba y contar solamente con la asistencia técnica. Esto es diferente del ensayo de finca en el cual es el técnico el responsable por hacer el trabajo. Otro aspecto importante de las parcelas de prueba, es que el agricultor paga todos los gastos, con excepción de la asistencia técnica. En otras palabras el agricultor participa activamente en todo el proceso de generar, probar y evaluar la tecnología.

La parcela de prueba ideal incluye dos, tres o máximo cuatro tratamientos. Cada parcela debe ser lo suficientemente grande para estar seguros de que el agricultor le dará la atención que merece (igual que al resto de su finca). En una parcela el agricultor siembra de la manera acostumbrada y en la otra o las otras, siembra de acuerdo a la tecnología que está siendo probada. Esta tecnología necesita ser suficientemente sencilla para que el agricultor la pueda comprender y

conducirla él mismo.[5] Donde sea posible, se debe determinar y apuntar las diferencias en requerimiento de tiempo y de los insumos usados, tanto en la parcela del agricultor como en la parcela o parcelas de prueba del ICTA. También se debe obtener información sobre el rendimiento, ya que estos datos proporcionan una información mucho más realista sobre cómo se va a comportar la práctica o la tecnología en las manos del agricultor y específicamente proporciona estimados mucho mejores del factor de riesgo que ha sido considerado desde los ensayos de finca. Pero si se da el caso en que el agricultor cosecha las dos parcelas sin discriminar y se pierden los datos de rendimiento, no se debe considerar que se perdió o se fracasó en las parcelas de prueba, debido a que el agricultor obviamente ya tomó su decisión sobre la tecnología. Si su decisión es positiva o negativa él ya hizo la evaluación y en el siguiente año su aprobación o rechazo se manifestará en lo que realice en su finca.

Aunque el ICTA no tiene las responsabilidades de un servicio de extensión (éstas son de DIGESA) es obvio que las parcelas de prueba (y hasta cierto punto los ensayos de finca) inician el proceso de transferencia de tecnología. Reconociendo que el Instituto debe promover el uso de su tecnología sobre un número suficientemente amplio de casos para convalidar su proceso de evaluación, esta cantidad de promoción o transferencia se considera apropiada para el propósito de la investigación. La coordinación de esta actividad con el servicio de extensión se discute en otra parte de este trabajo.

Evaluación de la Tecnología Probada

Es el año siguiente de la Parcela de Prueba, que el ICTA de nuevo se vuelve el evaluador. Esta vez se evalúa con respecto a la aceptación o rechazo de la tecnología, por parte de los agricultores que condujeron las parcelas de prueba [6]. Si una alta proporción de los agricultores pone en marcha la tecnología sobre una, gran parte de su tierra, se puede considerar bien aceptada la tecnología. En este caso, se le puede recomendar al servicio de extensión como una tecnología que sería bien recibida. Cuando los agricultores rechazan la práctica, se trata de determinar por qué y si todavía parece promisoria se vuelve a una de

---

5 Esta tecnología sencilla es una selección de una, dos o al máximo tres alternativas tales como solamente una nueva variedad, o una simple modificación de su sistema de cultivo. Hemos encontrado en el proceso de probar paquetes tecnológicos completos y complejos que el agricultor puede escoger dos o tres partes no necesariamente complementarias y puede resultar peor que antes. Una tecnología simplificada también puede tener un efecto importante sobre la política de crédito. Los paquetes tecnológicos son tan complejos, que un programa de crédito tiende a prestarle al productor para todos los gastos. Con un simple cambio de tecnología, solamente los costos adicionales si hay algunos, necesitan ser considerados.

6 Dos informes sobre evaluaciones han sido publicados: Busto Brol, et. al., 1976, et. al., 1976.

las etapas previas en el proceso de generar tecnología. Si los agricultores rechazaron la práctica por razones que no se pueden corregir inmediatamente, ésta se incorpora al banco de información básica para uso y referencia futura.

Los registros económicos de finca proporcionan información que es usada para la evaluación a un plazo más largo, sobre cambios en prácticas y rendimientos y es una muestra más representativa, que aquella proveniente de los agricultores colaboradores en las parcelas de prueba. Finalmente, se tendrá que conducir una muestra completamente al azar de todos los agricultores beneficiarios para determinar la adopción de tecnología, pero hasta el momento ésto no se ha llevado a cabo.

Coordinación con otras Entidades

En la figura 1 se ve, esquemáticamente, el procedimiento integrado y multidisciplinario de la generación y promoción de tecnología para pequeños agricultores tradicionales. Se encuentran en esta figura tres factores, que no se discutieron antes: 1) La obtención de insumos y servicios por medio de los centros internacionales, universidades, industria, etc.; 2) el producto de los estudios agro-socioeconómicos que van a las entidades del sector público agrícola; y 3) la relación con otras entidades tanto públicas como privadas, con respecto a la transferencia de la tecnología a los agricultores y para otros propósitos.

Las dos agencias públicas con que el ICTA tiene la relación más cercana son DIGESA (asistencia técnica y planificación crediticia) y BANDESA (dotación de crédito). La coordinación a nivel inter-institucional ha sido débil pero se debe mejorar considerablemente en el curso de este año. El punto de mayor énfasis es crear una cooperación más estrecha entre las Parcelas de Prueba del ICTA y las parcelas iniciales de extensión o las parcelas demostrativas. A partir de este año, el personal de DIGESA trabajará bajo la supervisión del ICTA en las Parcelas de Prueba, para que ellos se familiaricen con la tecnología antes de que se ponga bajo su control; al mismo tiempo, el personal de DIGESA estará familiarizado con el proceso de generar tecnología y la nueva tecnología que se evalúa en los Ensayos de Finca.

EJEMPLO DE TECNOLOGIA PARA CULTIVOS MULTIPLES

En una zona del Oriente de Guatemala, la encuesta agro-socioeconómica proporcionó información que indicaba que los dos factores controlables más importantes, que incidieron en la producción del agricultor tradicional de ladera de esta zona, fueron la disponibilidad de la mano de obra en la corta época de siembra y la cantidad de semilla de frijol que el agricultor aprovechó en el momento de la siembra[7].

7 En este caso, la respuesta más frecuente de los agricultores acerca del rendimiento de su frijol era tantas libras por libra de semilla usada.

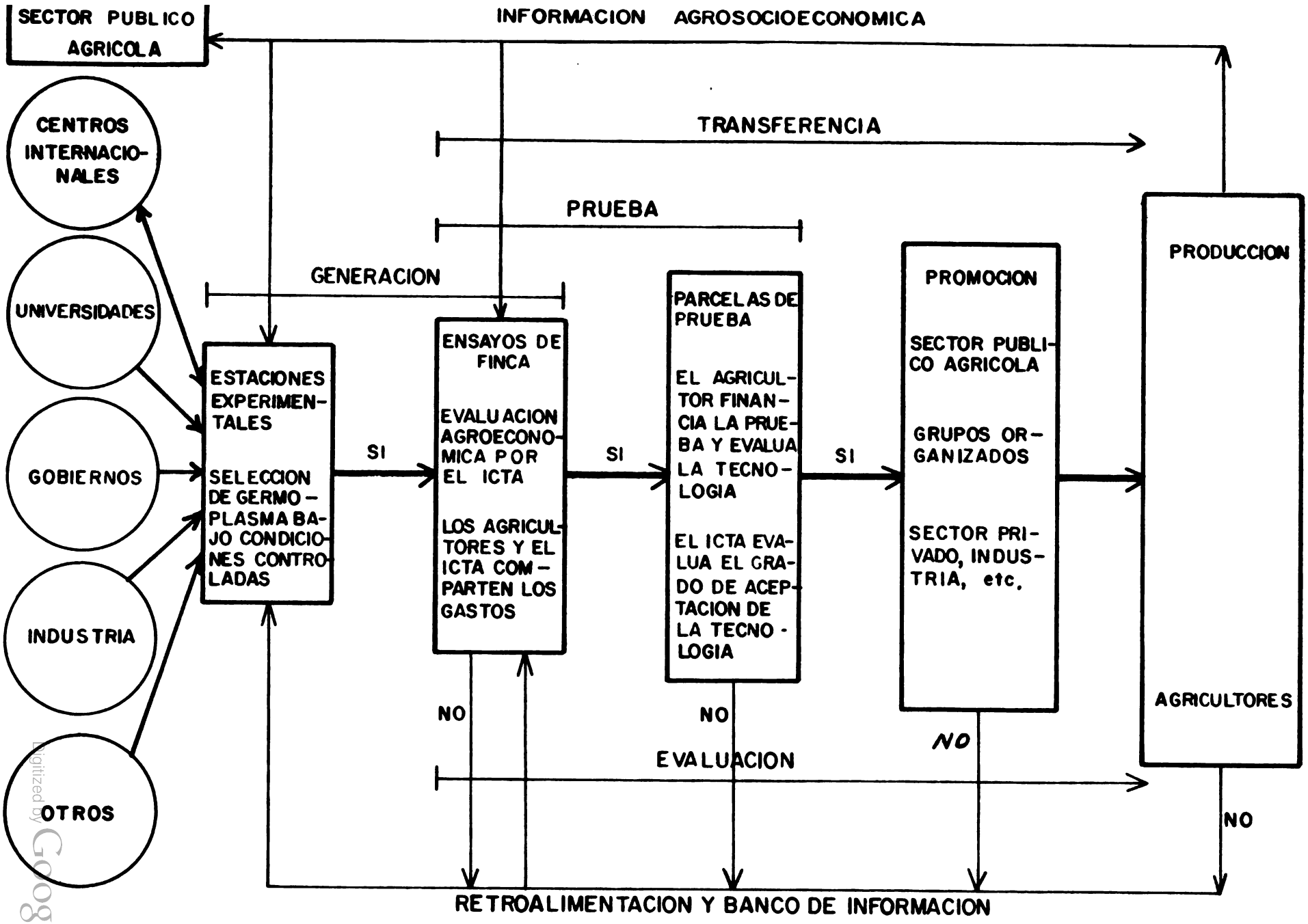


Fig. I UN SISTEMA TECNOLOGICO AGRICOLA

La "milpa" de los agricultores de subsistencia de esta área involucra la siembra simultánea de maíz, frijol y sorgo, en una variedad de patrones similares.

Con el uso de surcos dobles de maíz y sorgo [8] y una reducción en la población de frijol, que utiliza la mayoría de la mano de obra disponible para la siembra, se logró aumentar significativamente la productividad de la semilla de frijol y de la mano de obra, al permitir a cada agricultor sembrar más tierra que antes, sin modificar considerablemente su manera tradicional de cultivo. Esta tecnología no tradicional es posible debido a que la cantidad de tierra no es un factor limitante para la mayoría de los agricultores de esta zona.

Los resultados de las parcelas de prueba de 1976 indican que en promedio, cada agricultor podría sembrar hasta 40 porciento más de tierra, usando la misma cantidad de mano de obra en la siembra y algo menos de la semilla de frijol y a la vez producir 75 porciento más maíz, 40 porciento más sorgo, la misma cantidad de frijol y 33 porciento más ingreso (Hildebrand y Cardona, 1977). El sistema permite que el agricultor trabaje aproximadamente 60 días más en su finca, lo que de otra manera sería imposible, y puede ganar alrededor de $ 1.25 por día lo cual es un poco menos de lo que necesita gastar para mano de obra contratada.

La productividad de la mano de obra para la siembra y de la semilla de frijol (los recursos más escasos) subió de $ 5.48 por dólar invertido a $ 8.73, un aumento de casi 60 porciento. El riesgo de perder es muy bajo y no requiere pesticidas ni fertilizantes que el agricultor de esta zona y en estas condiciones, normalmente no usa. Para este año cuando las parcelas de prueba se conduzcan a una escala más amplia, se va a hacer énfasis en las prácticas de conservación que son necesarias para aumentar la proporción de tierra cultivada, sobre estas pendientes rocosas.

En el Altiplano Central, otra encuesta demostró que la tierra era el factor más limitante y que también el capital era muy escaso, pero la mano de obra era relativamente abundante durante todo el año. En adición, se definieron tres estratos de agricultores de subsistencia (Duarte, et. al., 1977). Un estrato no puede producir el suficiente maíz para sostener a la familia durante todo el año, un segundo estrato alcanza autosuficiencia de vez en cuando pero no siempre, y un tercer estrato siempre produce suficiente para satisfacer las necesidades familiares. Cada uno de los tres estratos tiene diferentes requerimientos, aunque sus sistemas de cultivo son básicamente los mismos por lo que se diseñó una tecnología especial para cada uno.

Para el primer estrato, usando nuevamente el concepto de los surcos dobles, se incrementó la población del maíz 50 porciento, sin cambiar la forma de sembrar dentro de cada surco y utilizando la misma cantidad de fertilizante y semilla por mata que el agricultor está acostumbrado a usar. En un sentido el sistema proporciona 50 porciento más tierra al agricultor para sembrar pero debido a algunas economías en la utilización de la mano de obra y además que no se necesita preparar la tierra extra, la mano de obra aumenta en costo solamente el 30 porciento.

---

8 Detalle sobre el uso de surcos dobles se puede encontrar en: Hildebrand, 1976; Hildebrand, et. al., 1977; Hildebrand y Cardona, 1977; y French y Hildebrand, 1977.

La producción del maíz incrementó 45 porciento y la ganancia, después de cobrar el costo de oportunidad para toda la mano de obra, aumentó de 7 dólares por hectárea a $60 (Hildebrand. et. al.,1977). Lo más importante, es que ésto permite al promedio de agricultores, de este estrato, ser autosuficiente en la producción del maíz.

Para el agricultor en la segunda categoría, que desea diversificar sus cultivos y tiene poco capital para invertir (la mayoría ganado por su esposa por medio de la artesanía), se logró sembrar 40 porciento de la tierra en trigo (la alternativa menos riesgosa) y a la vez sembrar la población normal del maíz sobre la misma tierra usando surcos dobles. Este sistema, con una cama de trigo [9] de un metro entre cada uno de los pares de surcos dobles del maíz,spresenta algunas ventajas útiles con relación al uso de la mano de obra y también aumenta el uso de ella en solamente 30 porciento sobre el sistema tradicional de producir maíz en el área. La producción del maíz bajó ligeramente (aunque la diferencia no era significativa) pero se produjeron 1.266 Kg/ha de trigo y la ganancia aumentó a $ 219 por hectárea. Además, ésto compara favorablemente con un ingreso de $124 por hectárea si los dos cultivos se hubieran sembrado solos.

En el otro sistema, se sembraron repollos asociados con trigo, aproximadamente 2 semanas antes de sembrar el trigo. Esto proporciona una buena posibilidad para el tercer estrato de agricultores, que tiene capital de riesgo para invertir en cultivos con más potencial de ganancia y de riesgo. Se pueden sembrar casi 14.000 repollos por hectárea sin tener un efecto negativo sobre el trigo. Aunque no existe una demanda para un aumento tan fuerte en la producción de repollos, hay un potencial para la producción de brócoli y coliflor para congelar y también para la incorporación de otros cultivos en el sistema.

En los tres sistemas, solamente se usaron las cantidades tradicionales de fertilizante y no se aplicaron insecticidas de acuerdo a lo que se encontró en la encuesta. Por supuesto, se puede aumentar aún más los rendimientos con la incorporación de estos factores, tanto como con el uso de variedades mejoradas, todo lo cual se puede hacer a mediano o largo plazo. Sin embargo, se encuentra que aún en estos componentes de los sistemas de cultivos se necesita diferenciar entre cultivos comerciales y de subsistencia, en la misma finca, y aún para el mismo agricultor. Esto se puede observar más fácilmente con respecto a los cultivos en esa zona, donde el maíz y el frijol han sido los productos de subsistencia por centenares de años y el trigo es una introducción relativamente reciente y casi nunca se consume en la casa. Hay una tendencia bastante más marcada para aceptar la nueva tecnología para el cultivo comercial que para el frijol y el maíz. Evidencia de este hecho se encuentra en el estudio evaluativo hecho en el Altiplano Occidental (Ruano, et. al., 1977).

Entre los colaboradores, un 97 porciento del trigo se sembró con variedades mejoradas mientras que solamente 31 porciento del maíz se sembró con una de las variedades recomendadas, no obstante que hay una buena respuesta en el maíz proveniente de variedades mejoradas en el área (Schmoock, et. al.,1976). También se ha establecido que en la Costa Sur donde el maíz es básicamente un cultivo comercial y que todo está vendido al cosecharlo, los agricultores fácilmente

9 Tradicionalmente siembran el trigo al voleo.

aceptan híbridos, mientras que en el altiplano, donde históricamente y por generaciones guardan su propia semilla, es necesario utilizar variedades de polinización abierta.

La disponibilidad de agua en cantidad suficiente y bajo condiciones sanas para poder utilizar pesticidas líquidos es un factor limitante para muchos agricultores pequeños, que anteriormente no ha sido considerado. En la Costa Sur, donde anteriormente se usaba poco insecticida líquido, se encontró una rápida aceptación para los insecticidas granulados, que se pueden aplicar fácilmente sin la necesidad de comprar equipo especial y sin tener la necesidad de agua, con excepción de lavarse las manos después de su uso. Esta misma área enfrenta un fuerte aumento en la escasez de la mano de obra y los herbicidas pueden ser muy ventajosos. Sin embargo, el uso del herbicida no es común actualmente, esto debido en parte a la dificultad en su aplicación y en parte por la necesidad de fuentes de agua y de equipo. Si se pudieran desarrollar recomendaciones para el uso de herbicidas granulados estos tendrían la posibilidad de ser aceptados fácilmente, debido a que su potencial para incrementar el rendimiento ha sido demostrado y existe la necesidad de ellos como sustituto de la mano de obra.

Existe otro factor cultural muy importante en la producción de maíz en el altiplano. Entre los agricultores indígenas, se tratan las plantas pequeñas de maíz como si fueran niños (Ruano, et. al., 1976), y por eso casi nunca se destruyen hasta que puedan proporcionar un producto útil. Por lo tanto, los agricultores siembran solamente unas pocas semillas y después resiembran si el número de plantas en cada mata es demasiado bajo. El resultado es una población menor que la óptima, para ser productiva. La solución técnica usual es sembrar una cantidad más grande que la necesaria de semillas y después de la germinación se ralea para dejar el número deseado en plantas por mata. Por razones obvias, esta práctica encuentra una resistencia cultural tremenda por parte de los agricultores y es muy probable que no se adopte en gran escala en el área.

RESUMEN

Los sistemas de cultivos múltiples para pequeños agricultores tradicionales y de subsistencia involucran la producción de varios cultivos diferentes en el año, con dos o más cultivos ocupando la tierra simultáneamente. Las metas sociales y económicas de estos agricultores, que históricamente han venido utilizando estos sistemas de cultivo múltiple, son diferentes de la de los agricultores que practican la agricultura comercial y para nosotros los técnicos son, en algunos casos, difíciles de comprender. Como resultado, las medidas usuales por las que juzgamos la tecnología agrícola, no siempre pueden ser aplicables. Para determinar qué factores culturales y económicos son importantes en los sistemas de cultivo para este tipo de agricultores, debe crearse una metodología,especial. El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas de Guatemala (ICTA), ha desarrollado una metodología a través de la cual los mismos agricultores juegan un papel muy importante. La utilización de esta metodología ha originado la creación de sistemas de cultivos múltiples diseñados para las condiciones agro-socioeconómicas específicas de dichos agricultores.

Quizá el concepto clave que se presenta en este informe, es que para los pequeños agricultores tradicionales y de subsistencia, la inclusión de factores sociales, culturales y económicos en el diseño de una tecnología apropiada para ellos, es a menudo tan importante como la de los factores agroclimáticos que, por lo general, son los únicos considerados.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ANDREW, C. O. 1969. Improving performance of the production distribution system for potatoes in Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario, Departamento de Economía Agrícola, Boletín N° 4, Tibaitatá, and Ph, D. Thesis, Dep. of Agricultural Economics, Michigan State Univ., East Lansing.

BUSTO BROL, BRUNO, OSMAN CALDERON Y PETER E. HILDEBRAND. 1976. Evaluación de la aceptación de la tecnología generada por ICTA para el cultivo de maíz, en el Parcelamiento La Máquina. ICTA, Guatemala.

DUARTE M., ROLANDO, PETER E. HILDEBRAND Y SERGIO RUANO. 1977. Tecnología y estructura agro-socioeconómica del minifundio del occidente de Chimaltenango. ICTA, Guatemala.

FRENCH, EDWIN C. AND PETER E. HILDEBRAND. 1977. Dynamic multiple cropping systems for small farmers of El Salvador. Food and Resource Economics Department and Vegetable Crops Department. University of Florida, Gainesville, Florida.

HILDEBRAND, PETER E. 1976. Multiple cropping systems are dollars and "sense" agronomy. Chap. 18. In Multiple Cropping, American Society of Agronomy. Special Publication Number 27. Madison, Wisconsin.

HILDEBRAND, PETER E. 1977. Generating small farm technology: an integrated multidisciplinary system. Invited paper, 12th West Indian Agricultural Economics Conference. Caribbean Agro-Economic Society. Antigua, West Indies.

HILDEBRAND, PETER E., SERGIO RUANO, TEODORO LOPEZ, ESAU SAMAYOA Y ROLANDO DUARTE. 1977. Sistemas de cultivos para los agricultores tradicionales del Occidente de Chimaltenango. ICTA, Guatemala.

HILDEBRAND, PETER E. Y DANIEL CARDONA. 1977. Sistemas de cultivos de ladera para pequeños y medianos agricultores La Barranca, Jutiapa, 1976. ICTA, Guatemala.

REICHE C., CARLOS F., PETER E. HILDEBRAND, SERGIO RUANO Y JAIME T. WYLD. 1976. El pequeño agricultor y sus sistemas de cultivos en ladera: Jutiapa, Guatemala. ICTA, Guatemala.

RUANO, SERGIO R., VALERIO MACZ PACAY Y PETER E. HILDEBRAND. 1976. Evaluación de la aceptación de la tecnología generada por ICTA para el cultivo de maíz, en la Región 1, 1975. ICTA, Guatemala.

SCHMOOCK P., WERNER J. 1976. Informe Anual 1975-76 del Equipo de Producción A. Prueba de Tecnología. ICTA, Guatemala.

WEST PAKISTAN WATER AND POWER DEVELOPMENT AUTHORITY, AND TIPTON AND KALMBAC INC., ENGINEERS. 1976. Regional Plan-Northern Indus Plains. Vol 11 Economics, Appendix B. Value of water in the northern Indus Plains, Lahore, Pakistan and Denver, Colorado.

DEBATE

Una vez concluídas las presentaciones de los tres expositores, se inició un debate en el que intervinieron varios participantes, formulando diversos comentarios y preguntas, los cuales se sintetizan y resumen a continuación, conjuntamente con las intervenciones que en referencia a los mismos tuvieron los expositores.

PREGUNTAS

1. ¿En qué momento se comenzaban a considerar los aspectos sociológicos dentro de la metodología de trabajo que se había expuesto en el tema "Consideraciones Socio-económicas en Sistemas de Cultivos Múltiples"?

2. ¿Cuáles son los criterios que se utilizan para determinar la función - objetivo?

3. ¿Es posible tomar datos de producción y calcular resultados en lugares donde se desarrolla una agricultura primitiva? ¿Los datos experimentales que dan lugar a los sistemas óptimos aplicables a la agricultura primitiva pueden ser utilizados en el caso de la agricultura de tipo comercial?

4. ¿Cuál es la agencia gubernamental que resulta más efectiva para desarrollar el tipo de trabajo que se describió en la exposición relacionada con los aspectos socio-económicos?

COMENTARIOS

1. Se resaltó el pragmatismo económico que se encontraba en algunas de las exposiciones, en las que creía se identificaba claramente el aumento del ingreso del agricultor a través del uso de una mejor tecnología, accesible al pequeño agricultor, como la estrategia básica, en lugar de otros sistemas. Que el trabajo realizado en el campo, directamente con el agricultor, y la metodología de sistemas de producción que se había observado en una de las exposiciones, era la expresión de un procedimiento muy simple, basado casi exclusivamente en el sentido común, en contradicción con el alto contenido intelectual y teórico que se había observado en otra de las exposiciones.

2. Por otra parte, se destacó el hecho de que en las exposiciones se identificaba la idea de que deben encontrarse mecanismos que se adapten a las condiciones sociales, económicas y culturales de las regiones en las cuales se trabaja.

3. Fue puntualizado también lo importante de la inclusión del ingrediente o problema social dentro de la metodología de Sistemas de Producción, ya que generalmente era el factor tecnológico lo que privaba en los esfuerzos, que se hacían para aumentar la producción.

4. Se sugirió la conveniencia de que el IICA amplíe su acción dentro de su Línea II, a fin de apoyar programas que permitan que en las universidades se preparen estudiantes en aspectos de Sistemas de Producción.

COMENTARIOS Y RESPUESTAS DEL DR. GASTAL

1. En relación con la pregunta vinculada a la función - objetivo, el Dr. Gastal enfatizó que la investigación tiene que ser un instrumento del desarrollo social y no exclusivamente una herramienta de especulación científica, razón por la cual no puede estar separada de la realidad. Puntualizó, además, que lo que se busca es el perfeccionamiento del proceso productivo,ccompatibilizando los objetivos con la realidad y las directrices que se fijan para el sector agropecuario.

Señaló que las unidades ejecutoras de investigación deben orientar su acción en dirección a un objetivo bien definido y previamente determinado, que debe ser una o más alternativas de Sistemas de Producción en sustitución a los que se usan. Por eso dijo, es esencial que sea caracterizada la función objetivo o las funciones que representan las alternativas o nuevos sistemas.

Mencionó que para ésto, los investigadores basados en su experiencia inclusive utilizando a veces la intuición. con la ayuda de asesores y con la colaboración de Productores y Técnicos de Extensión y Asistencia Técnica, deberán describir el sistema o sistemas, que serán seguidos a través de su acción de investigadores y establecer los resultados esperados, así como los medios, insumos y técnicas, que permitan alcanzarlos.

Señaló que la función - objetivo, implica tomar decisiones sobre los límites del istema, los insumos por examinar y además, la selección de elementos y su ponderación. Que esta responsabilidad corresponde al Biólogo, al Administrador o Gerente, o a cualquiera que pueda aplicar la función - objetivo. Terminó diciendo que, puesto que esta etapa caracteriza la pregunta ¿por qué hacemos ésto?,además del punto de vista científico se debe tener una cierta comprensión de la filosofía del enfoque de sistemas.

2. En referencia al comentario sobre la posible contradicción entre algunos de los planteamientos hechos mencionó que, como las exposiciones se ubicaban en diferentes niveles de aplicación del enfoque de sistemas, le parecía que no había a su juicio una contradicción entre los puntos de vista expuestos.

Aclaró que era necesario tener un conocimiento teórico adecuado sobre el enfoque de sistemas, que permitiera comprenderlo y a partir de allí, crear una determinada predisposición para aceptarlo y luego utilizarlo.

Explicó que lo que teníamos que enfrentar es el desarrollo de un nuevo enfoque en función de las reales necesidades del agricultor.

Hizo referencia a que el asunto de la capacitación de personal, tanto a nivel de pregrado como de posgrado, era muy importante. Señaló sin embargo, que generalmente se prepara a la gente dentro del enfoque tradicional, lo que dificulta la implantación del enfoque de sistemas. Señaló que es necesario preocuparse porque se utilicen simultáneamente varios mecanismos de capacitación, tanto a nivel de los centros educativos, como a través de otros medios informales. Citó ejemplos de seminarios realizados en Brasil con colaboración del IICA, que llevaron el concepto de sistemas a las universidades.

COMENTARIOS Y RESPUESTAS DEL DR. JORGE SORIA

1. En relación al momento de incorporar aspectos sociológicos en los sistemas de producción, expresó que el éxito o fracaso del uso de las tecnologías depende del hombre y los recursos disponibles. Por tanto, los aspectos sociológicos deben tomarse en cuenta a partir del diseño de las tecnologías, según el público a quien se dirijan. Quizá gran parte de las fallas en la transferencia de tecnologías se deba a que las tecnologías ofrecidas no se ajustan a las características naturales y económicas del público y que los diseñadores de aquéllas no lo tomaron en cuenta para su elaboración y la prueba final.

Por ello, los Sociólogos Rurales deben estar bien orientados y ser conocedores de los problemas del agricultor y en consecuencia deberían colaborar con los Investigadores, los Extensionistas y los Planificadores de los gobiernos, universidades y agencias internacionales.

2. En cuanto al aspecto de la capacitación, señaló que éste es un factor que necesita poco comentario adicional por su importancia reconocida. El problema es que no hay programas de adiestramiento en Sistemas de Producción con enfoque integral. Eso se debe a la tendencia de nuestros centros de enseñanza y de investigación de mantener programas muy especializados. Sería importante diseñar cursos cortos y programas para graduados, que se dirijan a dar conocimientos en Sistemas Integrados de Producción, combinando la teoría con una buena participación en prácticas de campo, en el uso de sistemas de producción. Mencionó que en el CATIE existe a nivel de posgrado, un curso de Introducción al Enfoque de Sistemas.

3. Con referencia a la pregunta sobre uso de los datos experimentales en el caso de la agricultura comercial, aclaró que era muy factible y que de hecho el agricultor grande usa este enfoque.

Enfatizó igualmente que el uso del mismo enfoque con el pequeño agricultor, sin que exista una experimentación intermedia de adaptación de tecnologías, lo que ha sido la principal causa de las fallas de adopción por parte del agricultor de escasos recursos.

Mencionó que el concepto de agricultura primitiva aplicada a las prácticas del pequeño agricultor del Trópico debe ser reexaminado. En muchos casos, lo que hemos calificado de nivel primitivo, es el tipo de agricultura que mejor se ajusta desde el punto de vista técnico a las circunstancias y condiciones generales que rodean esa agricultura y el lugar donde se aplica. Es lógico que se la puede mejorar con nuevas técnicas, pero los istemas de ultivos considerados como primitivos por muchos, son los que han resultado muchas veces los más eficientes bilógicamente.

4. Al referirse al comentario relacionado con el aumento de ingreso para el productor a través de tecnologías simples y de procedimientos basados casi en sentido común, comentó que ello dependerá de la clase de agricultor a quien se aplique el concepto. El agricultor grande y de medianos recursos que tiene acceso al crédito, puede usar tecnologías más avanzadas y sofisticadas y no necesariamente aquéllas muy simples.

No se aplicaría el mismo concepto al agricultor pequeño, con menos de 3-5 ha. y para quien los gobiernos están promoviendo programas de apoyo técnico. Las experiencias obtenidas de ensayos en los que se ha tratado de transferir la alta tecnología al pequeño agricultor han fallado, debido a que ella depende del uso de insumos de alto costo, que no es exactamente lo más accesible al pequeño agricultor, que carece generalmente de capital y de acceso fácil al crédito. Por esta razón, en algunos centros experimentales, se han iniciado programas de investigación dirigidos a mejorar la producción de los cultivos usados por el agricultor, a través de tecnologías con menor dependencia inicial del alto uso de capital. Sin embargo, ésto no quiere decir que las técnicas desarrolladas se basan exclusivamente en el sentido común, pues tienen un contenido científico importante. Conforme el agricultor va adquiriendo mayores ingresos, será capaz de usar en forma progresiva tecnologías de más alto costo. Por otro lado, el desarrollo de tecnología para el agricultor de bajos recursos se basa en la remoción gradual, y por orden de prioridades de los factores limitantes de producción. Por estas razones he sostenido, mencionó, que para el pequeño agricultor debemos producir un proceso de evolución y no revolución en la producción. Los datos experimentales en terrenos de pequeños agricultores, han mostrado que es posible desarrollar este proceso.

Para el pequeño agricultor las metas principales son aumentar la producción de sus cosechas, para la disponibilidad de alimentos y a la vez mejorar su ingreso familiar.

COMENTARIOS Y RESPUESTAS DEL ECON. HILDEBRAND

1. En relación con su tema, mencionó que los aspectos sociológicos se incorporaban al inicio dentro del sondeo y encuesta que se hacía al comienzo del proceso, y que ésto tenía como uno de sus objetivos el definir un grupo representativo de agricultores homogéneos con respecto al Sistema y Tecnología tradicional de cultivo que usaban. La tarea del Grupo de Trabajo que realizaba este sondeo, era identificar los factores que habían determinado esta homogeneidad, o las características agro-socioeconómicas comunes entre ellos, y luego evaluar la importancia relativa a cada una para la generación de una tecnología mejorada.

Hizo énfasis en que el propósito de la encuesta no era obtener información básica, sino identificar factores y problemas importantes para la generación de la tecnología. Mencionó que en el ICTA (Guatemala), el personal de socioeconomía se incorporaba desde el principio y permanecía a lo largo del proceso, incluyendo la fase de evaluación de la tecnología.

2. Aprovechó igualmente la oportunidad para insistir acerca de la naturaleza interdisciplinaria de la labor por realizar, y la conveniencia de orientar el trabajo sobre la base de un equipo, dadas las interrelaciones que siempre existen entre los problemas específicos que es necesario atender, a nivel del pequeño agricultor. Mencionó que reconocía la existencia de problemas de índole institucional, pero que la base del trabajo en equipo de naturaleza multidisciplinaria podía servir para aliviar estos inconvenientes institucionales.

3. En cuanto a la capacitación expresó, que el adiestramiento de personal para lograr su participación en grupos integrados y multidisciplinarios es difícil de encontrar, sobre todo en su aspecto formal. Sin embargo mencionó que el ICTA mantiene un Programa de Adiestramiento para su personal técnico, y siempre existe la posibilidad del proceso de capacitación informal a través del trabajo mismo.

COMENTARIO DEL ING. PAULETTE

Intervino para ampliar la referencia del Dr. Gastal en cuanto a la participación del IICA en Brasil, en el aspecto de capacitación. Señaló que bajo la coordinación del Dr. Juan Díaz Bordenave, se había estructurado y llevado a la práctica un curso sobre "Sistemas de Producción y Metología de la Investigación". Que el curso que había sido ofrecido en más de diez centros del país, tenía como objetivo general proporcionar a los Profesores de Ciencias Agrarias, una oportunidad para reflexionar sobre los conceptos básicos

del enfoque de sistemas así como las posibles implicaciones de su aplicación en la enseñanza e investigación agropecuaria. Expresó que creía interpretar el pensamiento del Director General del IICA, allí presente, al mencionar que el Instituto era receptivo a la posibilidad de seguir colaborando con los países interesados en la tarea de capacitación, en relación al enfoque de Sistemas de Producción.

INTERVENCION FINAL DEL DIRECTOR GENERAL DEL IICA

Finalizadas las intervenciones y cumplido el período señalado para el desarrollo de la mesa redonda, tomó la palabra el Dr. José Emilio G. Araujo en su calidad de Presidente del Consejo Técnico Consultivo, para agradecer la presencia y actuación de los señores expositores, participantes y asistentes. Expresó su convicción de que las magníficas exposiciones ofrecidas, así como el debate producido, habían sido de gran utilidad no sólo para poner nuevamente en el tapete un tema de tanta actualidad, sino también para confirmar que el enfoque de Sistemas de Producción representaba para los países de América Latina y el Caribe un instrumento, cuya conveniente utilización podía significar un importante aporte para la solución del problema que representa la baja producción de alimentos en el Continente. Igualmente expresó que el IICA seguiría como hasta hoy, muy de cerca los avances que se fueran logrando con el enfoque de sistemas, a fin de colaborar con los países en el desarrollo de actividades vinculadas con los Sistemas de Producción Agrícola.