



1172

CIID

DIRECTO GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN SISTEMAS DE PRODUCCION

Seminariotaller

INVESTIGACION EN SISTEMAS DE
PRODUCCION



0623

CNI TIBAITATA JUNIO 27 A 29 DE 1988

Coordinador: Pedro León Gómez C.
Dir. Div. Cultivos Múltiples

Enero 1989

10.623

5A41

AGENCIA AGRICOLA
DE COLOMBIA

23 SEP 1989

10623



MINISTERIO DE AGRICULTURA

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO

CIID

PROYECTO GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN SISTEMAS DE PRODUCCION

18243

Reg. 18223-

Seminariotaller

INVESTIGACION EN SISTEMAS DE PRODUCCION



CNI TIBAITATA - JUNIO 27 A 29 DE 1988

Coordinador: Pedro León Gómez C.
Dir. Div. Cultivos Múltiples

Enero 1989

ANALIZADO

**INSTITUTO AGROPECUARIO
DE COLOMBIA**

CONTENIDO

	Pág.
Presentación	I
Participantes	III
Programa	VII
✓ Hacia una mejor Adopción de Tecnología Agropecuaria en Colombia	1
<i>ya R</i> ✓ Avances y estado actual del proyecto "Generación y Transferencia de Tecnología en Sistemas de Producción"	5
<i>intox</i> ✓ Análisis Estadístico para Tratamientos no Replicados en Fincas de Agricultores	18
Control de Enfermedades Radiculares en Sistemas de Producción	28
✓ Manejo de Suelos en Sistemas de Producción	33
✓ Investigación en Sistemas de Producción: Visión Práctica	63
<i>vease pag 131</i> El Agricultor Minifundista en el Proceso de Investigación en Sistemas de Producción	70
<i>R</i> ✓ Algunas Consideraciones Agroclimáticas y Edáficas para maximizar la Productividad en Sistemas de Producción Agrícola	72
✓ La Reducción de Labranza en Sistemas de Producción en Finca	88
<i>R</i> ✓ Caracterización Climática y Edáfica con Fines de Investigación Agropecuaria en Fincas	90
✓ Estrategias para la Investigación Entomológica en Sistemas de Producción en Fincas	100
<i>ya R</i> ✓ Consideraciones para el Desarrollo de Estudios Entomológicos en Sistemas de Producción en Fincas	103

Metodología de Investigación en Sistemas de Producción –Disciplina Entomológica–	108
✓ Investigación Entomológica en Sistemas de Producción	112
✓ Bases para una Investigación Entomológica en Sistemas de Producción Agrícola	115
✓ Reflexiones acerca del Manejo de Plagas en Sistemas de Producción	118
Grupo de Suelos	124
✓ Reducción de Labranza en Sistemas de Producción en Finca	129
✓ El agricultor minifundista en el Proceso de Investigación en Sistemas de Producción	131
Grupo Patología Vegetal	
✓ Papel de la Fitopatología en el Contexto de la Investigación en Sistemas de Producción: Consideraciones Metodológicas	134
✓ Investigación Fitopatológica en Sistemas de Producción	138
R ✓ Manejo de Enfermedades en Sistemas de Producción	141
✓ Investigación Fitopatológica en Sistemas de Producción	145
✓ Sistemas de Producción Agrícola	147
R ✓ Metodología de la Investigación en Fitopatología en Sistemas de Producción	149

PRESENTACION

El Proyecto Generación y Transferencia de Tecnología en Sistemas de Producción que viene ejecutando el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA desde 1985, con el apoyo técnico económico del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo CIID, tiene como objetivo central el desarrollar metodologías de investigación en Sistemas de Producción que involucren no solamente los aspectos socioeconómicos, sino también los agroclimáticos que tienen que ver con el manejo integral del sistema de producción de la finca.

En la formulación de las metodologías se desea utilizar la experiencia acumulada por el ICA y otras entidades nacionales e internacionales y que pueda ser aplicable a nuestros productores. Para lograr este objetivo se han organizado dos seminarios taller, el primero de los cuales se realizó en el CNI Tibaitatá en noviembre de 1985 y en el que se analizó toda la información disponible sobre la investigación a nivel de finca. El segundo, en el CRI Obonuco (Pasto) en agosto de 1987 y en el que se analizaron e hicieron recomendaciones sobre algunos aspectos de la investigación socioeconómica a nivel de finca.

En este seminario taller se pretende establecer las metodologías de investigación en sistemas de producción, analizando en forma separada los aspectos de suelos, insectos y enfermedades. En la primera parte del seminario se han invitado algunos conferencistas para que presenten sus puntos de vista, sobre lo que es la investigación en sistemas de producción en las diferentes actividades que se desarrollan.

Para el taller se organizaron tres grupos de investigadores, de amplia trayectoria en cada una de las áreas y a algunos de ellos antes de iniciar la discusión se les solicitó sus puntos de vista de lo que debería ser la investigación de insectos, suelos o enfermedades de acuerdo con el grupo de trabajo, posteriormente con esos planteamientos cada grupo discutió la posible metodología y las aplicaciones de este tipo de investigación. Se presentaron las relatorías de cada grupo y además los planteamientos de la mayoría de las personas, a quienes se les solicitó enviaran por escrito sus comentarios.

PEDRO LEON GOMEZ C.
Coordinador Seminario-Taller

PARTICIPANTES

JOSE HIRIAM TOBON
Programa Cultivos Asociados
ICA-CRI La Selva
Rionegro - Antioquia

RAFAEL SEGOVIA
Proyecto Generación y
Transferencia de Tecnología
en Sistemas de Producción
ICA - San Gil (Santander)

HECTOR ALIRIO MORENO
Proyecto Generación y
en Sistemas de Producción
ICA - San Gil (Santander)

ORLANDO INSUASTY B.
Proyecto Generación y
Transferencia de Tecnología
en Sistemas de Producción
ICA - San Gil (Santander)

DIEGO MIRANDA LASPRILLA
Proyecto Generación y
Transferencia de Tecnología
en Sistemas de Producción
ICA - Garzón (Huila)

GERMAN AFANADOR
División Especies Menores
ICA - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

FERNANDO GOMEZ
Ganado de Leche
ICA - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

TITO E. DIAZ
Ganado de Leche
ICA - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

FERNANDO VILLAMIZAR
Cultivos Asociados
ICA - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

SILVIO BELALCAZAR C.
Programa Plátano y Banano
ICA - Armenia

LUIS FELIPE ALVARADO
Programa de Papa
ICA - CRI Obonuco
Pasto (Nariño)

ENRIQUE ALARCON MILLAN
Subgerente Investigación
y Transferencia
ICA, Bogotá

EVANGELISTA RODRIGUEZ
División Desarrollo
Campesino
ICA - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

JORGE VELANDIA
Programa Fitopatología
ICA - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

HERNANDO CAMACHO
División Centros y
Estaciones
ICA - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

CARLOS TARAZONA
Desarrollo Campesino
ICA - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

RODRIGO MUÑOZ
Programa Suelos
ICA - Tulio Ospina
Antioquia

MANUEL TORREGROZA C.
Programa de Sorgo
ICA - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

LEONARDO REY B.
Proyecto Generación y
Transferencia de Tecnología
en Sistemas de Producción
ICA - Garzón (Huila)

CLARA LEON MORENO
Proyecto Generación y
Transferencia de Tecnología
en Sistemas de Producción
ICA - San Gil (Santander)

ERNESTO RINCON
Disciplinas Pecuarias
ICA - LIMV Ciudad Universitaria
Bogotá, D.E.

LUIS E. NIETO
Programa Fitopatología
ICA - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

MANUEL VILLOTA
Sistemas de Producción
ICA - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

HUGO CALVACHE
Programa Entomología
ICA - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

OMAR GUERRERO
Programa Fitopatología
ICA - CRI Obonuco
Pasto (Nariño)

ALFREDO SALDARRIAGA
Entomólogo
ICA - CRI La Selva
Rionegro (Antioquia)

ALEX BUSTILLO
Programa Entomología
ICA - CRI La Selva
Rionegro (Antioquia)

INGEBORG ZENNER DE POLANIA
Programa de Entomología
ICA - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

ALVARO CASTRO H.
División Bovinos
ICA - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

JOAQUIN SANABRIA
Sección Estadística
ICA - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

GABRIEL JIMENEZ
Pastos y Forrajes
ICA - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

EDGAR AMEZQUITA C.
Programa de Suelos
ICA - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

DORANCE MUÑOZ
División Cultivos Anuales
ICA - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

MARINO RODRIGUEZ
Maquinaria Agrícola
ICA - CRI Obonuco

LUIS OBANDO GUERRERO
Proyecto Generación y
Transferencia de Tecnología
en Sistemas de Producción
ICA - Ipiales (Nariño)

GUSTAVO GRANADA
Programa Fitopatología
ICA - CNI Palmira (Valle)

JAIME OSORIO B.
Programa Hortalizas
ICA - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

VICENTE FLOREZ
Economía Agraria
ICA - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

JORGE ABARCA
Procesos Agrícolas
ICA - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

LUIS FERNANDO CADAVID
Asistente de Investigación
CIAT - Cali (Valle)

GERMAN ESCOBAR
Economista
CIID - Bogotá, D.E.

JORGE VICTORIA
Fitopatólogo
CENICAÑA - Cali (Valle)

HUBERT ZANDSTRA
CIID
Ottawa, Canadá

RAUL MORENO
Programa Yuca
CIAT - Cali (Valle)

GEORGE ABAWI
Profesor Fitopatólogo
Universidad Cornell
USA

LUIS VALENCIA
Entomólogo
CIP - Tibaitatá
Bogotá, D.E.

**INSTITUTO AGRICOLA
CENICAÑA**

HACIA UNA MEJOR ADOPCION DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA EN COLOMBIA

Enrique Alarcón Millán
I.A.Ph.D. Subgerente de
Investigación y Transferencia
ICA

Un compromiso con la realidad

Es una realidad que para la tecnificación del sector agropecuario en Colombia es necesario contar con un sistema de generación y transferencia de tecnología muy sólido y acorde con las condiciones y realidades del país. Son precisamente las características de Colombia y los requerimientos de sus habitantes, lo que implica que el proceso de investigación, por más sofisticado que éste sea, no debe alejarse del contexto del hombre y sus necesidades, ya que el objetivo final de la investigación no son las plantas y los animales sino el productor, el consumidor y en general el ser humano.

La expresión y conducto de todo ser viviente es el producto de sus características genéticas y del medio que lo rodea, así como de la interacción del genotipo y del ambiente. La producción agropecuaria depende de múltiples factores que interactúan entre sí y por ende inciden en el resultado de la misma. Esto es válido a nivel de gran región, subregión, microregión y a nivel de finca. En este último espacio operan más intensamente factores de índole social, económico, ecológico y tecnológico, lo cual da como resultante un determinado modo de producción y conducta humana.

Todo lo anterior conlleva a que si los forjadores de políticas y planes, los ejecutores de programas de desarrollo y quienes asignan los recursos son conscientes de que realmente lo que ocurre a nivel de finca es el producto de la interacción del hombre con los diversos componentes que conforman el sistema de producción, diseñaran modelos de acción totalmente acordes con la realidad, serán mejor recibidos y aprovechados por la comunidad.

La investigación agropecuaria, por más específica y analítica que sea, debe partir de un diagnóstico de las necesidades del hombre según su sistema de

ANALIZADO

producción, y desarrollarse en varios escenarios o espacios físicos que van desde el laboratorio, pasando por los campos de los Centros Experimentales, hasta llegar a la finca de los productores.

El ICA, durante sus 26 años de vida institucional, ha ejecutado sus actividades de generación de tecnología en los 3 escenarios mencionados, con un mayor énfasis a nivel de Centros y Laboratorios Experimentales. Desde mediados de la década de los 80, la Subgerencia de Investigación y Transferencia ha decidido intensificar sus trabajos a nivel de finca con un enfoque de sistemas de producción y para ello ha emprendido diversas acciones que van desde un análisis conceptual sobre la materia, el diseño de un programa de orden nacional y regional, ejecución de proyectos en fincas y capacitación de su equipo técnico en el enfoque y trabajo de sistemas.

La modernización de la investigación

Con frecuencia y apenas obvio, al conceptuar sobre modernización de la investigación se habla de que dicho proceso debe emplear herramientas modernas y sofisticadas como la biotecnología, bioenergía, informática, sistematización, sensores remotos, etc.; para obtener logros espectaculares en beneficio de la humanidad. Inclusive, a nivel de la comunidad internacional de investigación representada por el Grupo Consultivo Internacional de Investigación Agrícola (CGIAR por sus siglas en inglés) se habla de esta forma de investigación como de "Up stream", es decir, de punta, avance o más socialmente hablando de mayor status o clase.

También considera el ICA que modernizar el proceso de investigación es trabajar más en contacto estrecho con el productor, en su sistema de producción a nivel de finca y así dirigir la energía institucional a buscar dos grandes propósitos a saber: uno, trabajar en prioridades bien definidas y sobre necesidades sentidas de los beneficiarios de la investigación y dos, acortar al máximo posible el largo y complicado camino entre la detección de un limitante tecnológico, su solución con la investigación, la difusión del conocimiento generado y la adopción de dicho descubrimiento por el hombre para que ocurra el cambio técnico y se dé una mayor producción.

Esta clase de investigación se ha venido denominando internacionalmente como "Down stream"; es decir, contrario a lo referido como de "Up stream" o sea, con un carácter más aplicado, de tipo ajustativo y adaptativo que contribuye en el corto plazo y en forma más específica a resolver los limitantes del sistema de producción del agricultor o ganadero.

La investigación en sistemas en el ICA

Las experiencias a nivel mundial en la materia y los expertos en sistemas de producción como N.V. Simmonds en un estudio para el Banco Mundial en 1985, han concluido, sobre todo con base en los últimos 15 años, que existen 3 grandes categorías para ubicar las actividades de investigación en sistemas: a) Investigación en sistemas de producción en un sentido amplio. b) Investigación en fincas con el enfoque de sistemas y c) Investigación en la creación de nuevos sistemas de producción. El ICA trabajará en proyectos que abarcan las 3 grandes categorías pero con un énfasis grande en la segunda categoría, o sea, en investigación en fincas bajo el enfoque de que la misma corresponde a un determinado sistema de producción predominante en una microrregión e involucrando al productor directamente en el proceso para que interactúe con grupos de profesionales de las ciencias biofísicas, socia-

les y económicas. De todas maneras, el propósito institucional es desarrollar las actividades de generación y transferencia con un enfoque de sistemas de producción. La problemática a nivel de productos dará la pauta para que se diseñen investigaciones, las cuales en algunas subfases, deberán ser desarrolladas en el Centro o Laboratorio Experimental, pero su validación y ajuste será en las fincas; en otros casos todo el proceso de generación se hará a nivel de finca, fundamentalmente a nivel de las Unidades de Investigación bajo la estructura regional CRECED (Centros Regionales de Extensión, Capacitación y Educación del ICA).

El ICA cuenta con el PLANIA que es su máximo instrumento de planificación en la definición de prioridades de investigación se diagnostica el limitante y la oferta tecnológica, enfocando el análisis a nivel de cultivo o especie animal como un sistema en el que interactúan las disciplinas biológicas, físicas, químicas, sociales y económicas. Es decir, el Instituto, en la década del 80, a través del PLANIA ha entrado en la era de analizar integralmente la problemática tecnológica agropecuaria.

Producto de un trabajo serio y dedicado por parte de un grupo de profesionales del ICA y aprovechando las experiencias vividas en los Proyectos de Desarrollo Rural, se espera terminar la presente década con la configuración e institucionalización del ISPA, o sea, el Programa de Investigación en los Sistemas de Producción, el cual ha tenido su origen más reciente en la División de Cultivos Múltiples a cargo del Dr. Pedro León Gómez. Para el efecto se han aprovechado las experiencias vividas por las dos Subgerencias Técnicas del Instituto en el pasado y también se ha contado con el valioso consenso técnico y económico de prestigiosas organizaciones internacionales como el CIID, Fundación Ford, IICA, GTZ, Banco Mundial y otras.

Logros esperados para la década del 80

Se espera que una vez institucionalizado el ISPA, se promueva una mayor integración del trabajo de las especies y disciplinas ya tradicional en el ICA, se intensifiquen las acciones a nivel local y en fincas de los productores y que haya un mejoramiento en la calidad de la investigación y especificidad de sus resultados. Por otra parte, se desea motivar tanto a las organizaciones nacionales como a la comunidad donante internacional que apoya el proceso de investigación, a contribuir con el ICA en esta tarea; con ello se aproximará más el Estado a solucionar prontamente los problemas tecnológicos de la producción agropecuaria, para el bienestar social y económico de la Nación.

AVANCES Y ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO "GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN SISTEMAS DE PRODUCCION"

I.A. Ph. D. Pedro L. ^{LA}Gómez C. ^{UW}
Div. Cultivos Múltiples

1. INTRODUCCION

El Proyecto "Generación y Transferencia de Tecnología en Sistemas de Producción", tiene como objetivo general generar y adecuar tecnología apropiada a las condiciones de los pequeños, medianos y grandes productores, para con ello contribuir a aumentar la eficiencia y eficacia de los planes de generación y transferencia de tecnología en el ICA.

Dentro de los objetivos específicos, que se propone el Proyecto, están los siguientes:

- Conocer los sistemas de producción en las áreas seleccionadas.
- Desarrollar metodologías de participación de productores e investigadores localizados en Centros Experimentales en la planificación, ejecución y evaluación de la investigación en sistemas de producción, realizadas a nivel de finca.
- Realizar investigación en sistemas de producción, tomando todas las actividades de la finca como el sistema.
- Capacitar investigadores profesionales en investigación en sistemas de producción.

2. METODOLOGIAS DE TRABAJO

Los criterios usados para la selección de las áreas de trabajo con soporte económico y técnico por parte del CIID, fueron los siguientes:

- Que el área tuviese o no influencia de un Centro Experimental.
- Que los renglones tuviesen potencial a corto, mediano y largo plazo.

ANALIZADO

- Que a nivel nacional hubiese representatividad de las áreas y características de los pequeños productores.

2.1 Areas seleccionadas

- Altiplano de Nariño.

Areas de influencia del Centro Experimental Obonuco. Clima frío, una de las regiones típicamente minifundista de Colombia, productora básicamente de alimentos de consumo directo: papa, hortalizas, maíz, fríjol, trigo, cebada y leche. Comprende los municipios de Potosí, Córdoba y Puerres.

- Sur Huila

Una región de clima cálido moderado, productora de alimentos de consumo directo: área de pequeños y medianos agricultores, con un tamaño de parcela ligeramente superior a Nariño; con predominio de frutales como alternativos al café. Sin la influencia directa de un Centro Experimental. Comprende los siguientes municipios: Garzón, Timaná, Suaza y Guadalupe.

- Hoya del río Suárez y Chicamocha

Localizada en el departamento de Santander, es la más heterogénea de las tres zonas, clima cálido moderado, predominan los pequeños agricultores con explotación de cultivos tales como: caña, yuca, hortalizas, fríjol, maíz y tabaco y algunos municipios con un fuerte componente pecuario. Comprende los municipios de San Gil, Socorro, Pinchote, Mogotes y Confines.

El proyecto se inició en abril de 1986 en las áreas del altiplano de Nariño y hoya de los ríos Suárez y Chicamocha y en febrero de 1987 en el sur del Huila.

2.2 Personal

En la actualidad se tienen los siguientes profesionales que trabajan de tiempo completo en el proyecto:

CNI TIBAITATA
L.A. Ph.D. Director

GRUPO SAN GIL
2 Ing. Agrónomos
1 Ing. mecánico
1 Zootecnista
1 Economista

GRUPO IPIALES

- 1 I.A. M.Sc.
- 2 Ing. Agrónomos
- 1 Zootecnista
- 1 Antropólogo M.Sc.
- 1 Economista
- 1 Ing. Agrícola

GRUPO GARZON

- 2 Ing. Agrónomos
- 1 Zootecnista
- 1 Ing. Alimentos
- 1 Economista

INSTITUTO AGROPECUARIO
DE COLOMBIA

De acuerdo con los objetivos generales del proyecto y con la metodología propuesta para el logro de los mismos, durante la primera etapa del proyecto se ha trabajado principalmente en la identificación de los sistemas de producción y en el desarrollo de metodologías para la incorporación de productores e investigadores de especie o disciplina en los equipos de investigación a nivel de finca.

3. IDENTIFICACION DE SISTEMAS DE PRODUCCION

En cuanto a la identificación de los sistemas de producción, se inició con la recopilación de toda la información disponible en las diferentes áreas, tanto de investigación ejecutada como de información estadística en cuanto a áreas sembradas, aspectos de clima, suelo y trabajos semejantes realizados en cada una de las áreas. Esta información se organizó y complementó con diagnósticos exploratorios realizados por un equipo interdisciplinario de agrónomos, profesionales pecuarios, de post-cosecha, antropólogos y economistas, los cuales organizaron la información y la complementaron con visitas periódicas a las veredas. Con especialistas de especie y disciplina y el grupo interdisciplinario que ejecutó el diagnóstico exploratorio, se analizó la información y se priorizó la problemática detectada.

Para tener una mejor idea del funcionamiento del sistema de producción, es necesario conocer las variaciones de interacciones en tiempo y espacio de los componentes agrícola, pecuario, post-cosecha y sociocultural que están determinando la ocurrencia o no de cierta secuencia o simultaneidad del sistema. Para lograr identificar y caracterizar las variables más determinantes en el sistema de producción, se hace necesario observar su funcionamiento al menos en un ciclo completo de producción, para entender el por qué de las decisiones del productor referente a los sistemas de producción.

Con el objeto de lograr la caracterización adecuada en tiempo y espacio de los sistemas de producción, se está haciendo el seguimiento a 24 fincas de cada una de las áreas seleccionadas, representativas de los conjuntos de recomendación. La información colectada contempla la localización, extensión, altura sobre el nivel del mar, precipitación, características de suelos, cultivos y actividades desarrolladas en ellos, se toman también datos sobre pastos, forrajes y residuos de cosecha que se utilizan en la alimentación animal. En la parte pecuaria se anotan los principales problemas que según el productor ha tenido en su finca y según el técnico que está visitando las mismas; también dentro de las actividades de la finca se hace el seguimiento de post-cosecha, donde se analiza el beneficio primario, secado, almacenamiento y mercadeo de los productos; se hace un inventario de las instalaciones y equipos con que dispone la finca. Se analizan los factores socio-culturales y económicos, preferencia de los productores en cuanto a cultivos que llevan en el momento, sobre cuántas personas trabajan en la finca, la proporción entre hombres y mujeres, trabajadores remunerados permanentes, grado de escolaridad, etc.

El diagnóstico de seguimiento es complementado con filmaciones cada tres meses a las fincas representativas de los diferentes conjuntos de recomendación, de los cuales cada productor describe las actividades que está haciendo en su finca y los planes que tiene para los próximos tres meses.

4. PARTICIPACION DE LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES

Normalmente la participación de los productores está dada principalmente por las respuestas a preguntas efectuadas por parte de los técnicos, siendo el grupo de investigación quien determina y prioriza los problemas con base en las entrevistas, la observación directa y las fuentes secundarias. Generalmente el productor es convidado temporal para la identificación y priorización de los problemas que lo afectan. Es importante y definitivo para el éxito de la actividad que se piense realizar, la incorporación directa del productor en la determinación de limitantes del sistema de producción y su priorización, con ello se logra que el diagnóstico sea una expresión real de sus necesidades.

La participación no se logra con un solo contacto con los productores, sino por el contrario es de las actividades que requiere más continuidad y constancia en una zona. La participación es también un grado de confianza, de comunicación entre los productores y el equipo de investigación que variará en alcanzarse de acuerdo con las peculiaridades étnicas regionales.

Entre este conjunto de actividades de participación se pueden señalar las siguientes:

- Recorridos para realizar sondeos de participación
- Reuniones veredales
- Ensayos tecnológicos

Para el uso de cualquiera de las anteriores actividades es necesario la explicación concreta y apropiada del Proyecto:

- En qué consiste
- Cuáles son los objetivos
- Y cómo se pueden beneficiar los productores del mismo

4.1 Recorridos para realizar sondeos de participación

Esta técnica forma parte del proceso de entrada en una zona de trabajo, tiene como finalidad ir estableciendo las relaciones de confianza entre los productores y el equipo de investigación, así como para efectuar la caracterización de los sistemas de producción.

Se conforman grupos de trabajo interdisciplinario preferiblemente compuestos por agrónomo, veterinario, especialistas de post-cosecha y socio-economistas, los cuales cubren el área mediante recorridos durante varios días, entrevistando al azar productores en sus predios sobre los siguientes temas:

- Visión del productor frente a sus sistemas de producción (cómo se interrelaciona los factores climatológicos, económicos, sociales y tecnológicos) no haciendo tanto una descripción de cada uno, sino buscando cómo se complementan y funciona un sistema.
- Problemas tecnológicos que quiere o cree que se puedan resolver a través de la experimentación.
- Conceptos que poseen sobre lo que es la investigación tecnológica.
- Deseo de participar en investigación y las formas en que preferiría hacerlo.

Se utilizan las técnicas de la entrevista abierta, identificándose el investigador, explicando el proyecto y el por qué de la visita a su predio.

En el sondeo deben participar todos los investigadores que ejecutarán la investigación y difusión, para con ello “*en forma individualizada*” conozcan

los problemas, así como tener a la vez un rango de diferentes opiniones y puntos de vista que puedan comenzar a ser repetitivos sobre las principales limitantes que hay que entrar a investigar, o pautas de potencialidades agrícolas. Esta técnica es útil también cuando es una comunidad con muy poca disposición a trabajar gradualmente o no existen, o no funcionan las formas asociativas.

4.2 Reuniones veredales

Esta técnica es útil para dar una *“presentación formal del proyecto dentro de la comunidad”*.

Para motivar la participación en estas reuniones es importante:

- a) Hacer visitas individuales a productores explicando los objetivos, fecha y lugar de reunión.
- b) Hacer contactos previos con agricultores de la zona, para ayudar a dinamizar dentro de su grupo la reunión.
- c) Mediante profesores de las escuelas veredales, distribuir invitaciones personales a los padres de familia, motivando a través de los escolares su asistencia y participación.
- d) El párroco de la vereda, con el cual se requiere una entrevista previa para explicarle las bases filosóficas del proyecto y su utilidad en la comunidad.

La reunión debe citarse exclusivamente para informar sobre el proyecto y para efectuar el diagnóstico tecnológico; explicar claramente que la principal actividad que se desarrollará es la *“Experimentación”* y no crédito y que todas las acciones del equipo estarán dirigidas a tratar de solucionar problemas tecnológicos por medio de la investigación.

Plantear claramente qué aporta la institución y qué el productor, para no dar lugar a confusiones y desconfianzas. Así como también indicar cuál será la participación del productor y de los investigadores en la identificación y priorización de los problemas y en la ejecución de los posibles ensayos, y cómo se va a afrontar el riesgo agrícola.

Los productores deberán hacer una descripción general sobre cultivos, animales, clima, topografía, etc., indicando cuáles son los problemas que más los afectan. Con base en la problemática detectada se plantean ensayos sen-

cillos que en algunos casos pueden mostrar al productor la solución a sus problemas, solicitándoles su participación directa en la planificación y ejecución de los mismos.

Al final de la reunión, los productores interesados se anotan en una lista tentativa para efectuar experimentación en sus fincas, los restantes de todas formas pueden seguir trabajando, asistiendo a las reuniones y visitando los próximos ensayos.

4.3 Ensayos tecnológicos

Pareciera paradójico que al hablar de las técnicas que buscan involucrar más al productor en el Diagnóstico, se utilice el ensayo para tal fin. Pero a través de la experiencia del proyecto, nos hemos dado cuenta que el ensayo puede ser un poderoso instrumento para el diagnóstico porque el productor puede apreciar visualmente acciones de trabajo que llevan en muchos casos a la solución de sus problemas.

Puede ser este ensayo una prueba regional, y a través de ésta aglutinar agricultores e ir efectuando diagnósticos con el cultivo en cuestión, para luego ir ampliando a otros renglones prioritarios para los agricultores. La ventaja de esta estrategia es que permite en la práctica mostrar dentro de la comunidad una forma de trabajo.

Para la ejecución de los ensayos se seleccionaron agricultores por liderazgo y representatividad de sus fincas en el problema que se quería trabajar.

Una vez seleccionados los productores con los que se van a ejecutar los ensayos, se discute con ellos y se establecen los tratamientos. En la siembra del ensayo participan los productores interesados y de acuerdo con el desarrollo del experimento, se hacen reuniones veredales cada 15 ó 20 días donde se visita uno o dos ensayos en los cuales el productor responsable del ensayo comenta el desarrollo del mismo. Se discuten otros problemas tecnológicos afines con el mismo y muchas veces con esas reuniones se originan otros ensayos, que son ejecutados por productores interesados en buscar soluciones a sus problemas. En estas reuniones uno de los miembros del equipo de investigación hace alguna demostración tecnológica aplicable a la zona.

Los productores que están efectuando el ensayo dan el lote, mano de obra y generalmente la mayoría de los insumos. El proyecto generalmente suministra semillas y en algunos casos donde se está identificando nuevas tecno-

logías como en post-cosecha, riegos, etc. se suministra la mayoría de los materiales. Se considera que si el problema al cual se está tratando de dar solución, es en realidad económicamente importante para el productor, él debe ser el principal interesado en encontrar la solución aportando para ello los recursos que esté en capacidad de suministrar.

Más que de conclusiones y resultados en la incorporación del productor en el equipo de investigación, podemos hablar de experiencia y logros que nos han ayudado en este aprendizaje de cómo obtener la participación de los productores en una de las etapas del proceso de investigación agropecuaria.

- La participación del productor en el proceso de investigación a nivel de finca se logra más con la combinación de actividades que con el uso de una sola técnica.
- Es un trabajo que requiere al máximo de continuidad y permanencia en el área.
- Es importante recalcar dentro de la reunión los límites y alcances en cuanto al proyecto, puesto que no estábamos trabajando con crédito agrícola, sino en experimentación la cual tiene riesgos. Y tampoco en primera instancia estamos en capacidad para dar recomendaciones.
- Ha habido un cambio en la relación productor-investigador, pues antes se le daba mayor importancia al ensayo en sí que a los conceptos y criterios del productor frente al ensayo, lográndose un mayor acercamiento. El productor siente que es importante y pieza clave dentro del proyecto.
- La participación del productor desde el diagnóstico es una estrategia que reporta ventajas a la investigación tecnológica como es: que son los mismos productores quienes están orientando la investigación y dando pautas hacia dónde se deben dirigir los esfuerzos institucionales.
- El éxito de la incorporación del productor en los equipos de investigación del proyecto se ha podido detectar por el número de ellos que participan en las reuniones veredales, giras tecnológicas y ensayos que están ejecutando por iniciativa propia, siguiendo el ejemplo de sus vecinos y/o las indicaciones de los investigadores.

5. PARTICIPACION DE INVESTIGADORES DE ESPECIE Y DISCIPLINA

Ha sido preocupación permanente del ICA el mejoramiento progresivo de

sus estrategias para asegurar la generación de un producto institucional de rápida adopción por los productores. Entre estas estrategias encontramos la descentralización de la investigación como pieza vital para efectuar una investigación más acorde al conjunto de circunstancias: físicas, biológicas, económicas y sociales en que se desenvuelve la actividad/agropecuaria de las comunidades agrícolas de una determinada región.

El Instituto desarrolla varios tipos de investigación agropecuaria. Una de tipo básica, de acuerdo con las necesidades de la especie o disciplina y otro tipo de investigación la cual está dirigida a solucionar problemáticas tecnológicas regionales, de acuerdo con necesidades sentidas por los productores. Por lo cual el proyecto plantea como uno de sus objetivos, desarrollar mecanismos de articulación entre la investigación llevada a cabo en los centros experimentales y la llevada a cabo a nivel de finca.

5.1 Objetivos

Los objetivos de este estudio fueron:

5.1.2 General

Identificar cómo ha sido la participación de los investigadores del CRI Obonuco en el proyecto de “Generación y Transferencia de Tecnología en Sistemas de Producción”.

5.1.3 Específicos

- Determinar cuáles son las diferencias entre los proyectos de investigación que se adelantan en el centro experimental y los que se adelantan en fincas con productores.
- Identificar las principales dificultades por parte de los investigadores del CRI Obonuco para desarrollar investigación en Sistemas de producción.
- Conocer qué ha aportado la investigación en fincas a los diversos programas de investigación.
- Captar las sugerencias de los investigadores del CRI Obonuco para mejorar las acciones de investigación en sistemas de producción.
- Identificar las actividades de investigación con enfoque de sistemas.

- Captar los criterios de los investigadores del CRI Obonuco acerca de la participación de los productores en la investigación tecnológica.
- Determinar qué apoyo requiere el investigador en Sistemas de producción del Centro Regional de Investigación.

6. METODOLOGIA

Se efectuaron entrevistas abiertas con trece investigadores del Centro Regional Obonuco, que adelantan investigación en fincas en coordinación con el proyecto GTTSP. Así como al director del centro.

Se utilizó un cuestionario previamente probado, el cual se aplicó a los investigadores sobre el lote en las diferentes fincas de productores donde se están adelantando los proyectos. En caso de haberse cosechado el experimento la entrevista se realizó en el CRI.

Se tabuló la información y se procesó de acuerdo con las técnicas de la estadística no paramétrica.

6.1 RESULTADOS

6.1.2 Participación en las actividades iniciales

Las actividades del proyecto Generación y Transferencia de Tecnología en Sistemas de Producción, en el área de Nariño comienzan en el año 1986. Las acciones iniciales fueron tendientes a explicar en qué consistía el Proyecto así como su metodología. Luego, se preparó y realizó la encuesta exploratoria para conocer los principales problemas tecnológicos de la zona, se procedió a efectuar reuniones de discusión de la encuesta y posteriormente la formulación de proyectos de investigación tendientes a ofrecer alternativas a los productores.

La vinculación de algunos de los investigadores del CRI Obonuco al Proyecto, se realizó desde el inicio de sus actividades, encontrándose que de 13 técnicos entrevistados el 30.7% participó de la encuesta exploratoria. El 23% participó en las reuniones de discusión de los problemas encontrados en la encuesta y el 61.5% participó de la formulación inicial de proyectos de investigación.

Pero encontramos un incremento en el número de investigadores que se

han vinculado al proyecto desde 1986 a 1988. La tendencia de participación de investigadores del centro en los trabajos con el proyecto ha ido aumentando a través del tiempo.

Los investigadores que participaron de la encuesta exploratoria, lo hicieron directamente en la conformación de grupos interdisciplinarios, que recorrieron la zona haciendo entrevistas, abiertas a los agricultores sobre aspectos agroclimáticos, agrícolas, pecuarios y socio-económicos, determinando con los productores los principales problemas que limitaban la producción.

Como ya se mencionó, estos proyectos se formularon de acuerdo con los principales factores limitantes encontrados en la encuesta exploratoria, se vienen adelantando 25 proyectos de investigación para tratar de resolver los principales problemas tecnológicos encontrados en el área que cubre el Proyecto. En los cuales están participando 36 productores.

6.2.2 Investigación en fincas con el enfoque en sistemas

Los pequeños y medianos agricultores manejan su unidad de producción, como un sistema donde integran las condiciones agroclimáticas y biológicas con los cultivos, especies animales y procesamiento de productos como insumos para el mismo sistema. Pero a su vez, en este manejo integran los recursos económicos de que disponen, sus preferencias por actividades, así como su conocimiento tecnológico. Por esta razón las actividades de investigación dirigidas a pequeños y medianos productores deben considerar el sistema de producción y no exclusivamente la especie o cultivo para el productor, ya que cada especie o cultivo tiene su significado dentro del sistema y es necesario conocerlo y considerarlo cuando se estén haciendo propuestas tecnológicas para un determinado sector productivo.

Es objetivo del proyecto, trabajar hacia una tecnología que esté acorde con el conjunto de circunstancias en que se desenvuelven los productores de una determinada región, para lo cual es necesario considerar su sistema de producción. Para los entrevistados, el 76.9% está trabajando con un enfoque por especie o disciplina sin tener el conjunto de circunstancias del sistema de los productores; mientras que un 23.1% considera que está trabajando parcialmente con el enfoque de sistemas.

6.2.3 Interacción en el Trabajo Investigadores CRI con los Investigadores del proyecto

La comprensión del sistema de producción requiere de un equipo interdis-

ciplinario de profesionales que integren metodológicamente y técnicamente los distintos componentes para llevar a una recomendación que sea adoptada por los agricultores. El equipo del proyecto en Ipiates, cuenta con un recurso técnico para ello compuesto por tres Ing. agrónomos, un zootecnista, un Ing. agrícola, un economista y una antropóloga.

Se quiso conocer cómo ha sido la interacción en el trabajo, con este equipo llegando a los siguientes resultados: para diez de los entrevistados, su contacto ha sido exclusivamente con el componente agrícola y económico. Para uno de los entrevistados con la parte pecuaria exclusivamente no ha existido interacción en el trabajo con el componente de post-cosecha, ni tampoco con el componente sociocultural.

6.2.4 Conceptos acerca de la participación de los productores en la Investigación Tecnológica

Según la percepción de los investigadores sobre el entendimiento de los productores de sus experimentos, el 69.2% de los técnicos entrevistados, perciben que los agricultores con los cuales adelantan trabajos han entendido los objetivos del experimento ya que: algunos han seguido practicando “formas” de la tecnología, han manifestado verbalmente su actitud favorable; otros entrevistados manifiestan haber utilizado un lenguaje sencillo y dedicado tiempo a explicar el experimento. Otros productores a medida que avanza el ensayo muestran mayor interés y ofrecen lotes con mejores características. Se encuentra también, que los agricultores dan ideas sobre la tecnología, expresan opiniones, estableciendo comparaciones entre tratamientos (por ejemplo variedades) o explican a miembros de su familia en qué consiste el experimento.

Según la experiencia de los técnicos, mejora el entendimiento de la prueba, las ayudas visuales tales como etiquetas, avisos diferenciando tratamientos, así como el hacer prácticas junto con el productor.

Para el 30.8% de los entrevistados, manifestaron que los productores participantes no han entendido el experimento, ya que se encontraron las siguientes situaciones: se trabaja con muchas variables y replicaciones, por ello se ve la necesidad de buscar diseños más simples. El agricultor manifestaba aparentemente aceptación a la tecnología, mientras el técnico está presente, pero no ha hecho uso de las recomendaciones. Por la experiencia de los técnicos iniciando de los trabajos, se presentan dificultades por el menor grado de confianza entre el investigador y el productor.

6.2.5 Cómo conciben la participación de los productores en la Investigación agropecuaria

Para los técnicos entrevistados los productores deben participar en asesorar las políticas de investigación agropecuaria, en la identificación de los principales problemas tecnológicos, en el intercambio de experiencias e ideas, en la observación directa del trabajo, siendo testigo de las ventajas o desventajas que ofrece una u otra tecnología.

Consideran importante la participación de los productores porque es para ellos que se está desarrollando la tecnología. La participación también consiste en tener en cuenta sus conocimientos sobre precios, mercadeo; dar opiniones, evaluaciones de las opciones tecnológicas. Es importante igualmente buscar la responsabilidad del agricultor para el manejo del ensayo.

6.2.6 Problemas para hacer efectiva la participación de los productores

Entre los principales problemas señalados para hacer efectiva la participación, se tienen:

- No credibilidad hacia la tecnología propuesta.
- Idiosincrasia del productor
- Subestimación por parte del técnico de los conocimientos de los agricultores.
- Utilización de un lenguaje complicado y extraño para los agricultores.
- Tecnologías complicadas que requieren mucha inversión.
- No demostrarle al productor la rentabilidad de la tecnología y no ofrecerle una base de comparaciones.
- El paternalismo institucional, no buscando la responsabilidad del productor.

ANALISIS ESTADISTICO PARA TRATAMIENTOS NO REPLICADOS EN FINCAS DE AGRICULTORES

Orlando Martínez W.
I.A. Ph.D.
Programa Estadística ICA

RESUMEN

En ciertas ocasiones ocurre que los ensayos que se realizan en las fincas de los productores agropecuarios no se pueden repetir. Este hecho hace que los análisis convencionales de varianza y su posterior prueba de comparación múltiple para la evaluación de tratamientos sean impracticables. Hildebrand (1984) adaptó el análisis de estabilidad de parámetros diseñados por Eberhart y Russell (1966) como una alternativa al problema. En este escrito se demuestra que la adaptación de Hildebrand es igual a lo propuesto por Eberhart y Russell, pero enfatiza la facilidad de cómputo, la interacción gráfica y la oportunidad de análisis de la modificación. Se subraya la bondad del método para instituciones donde las facilidades de cómputo no sean adecuadas y de difícil acceso al investigador.

Palabras claves adicionales: Análisis de regresión, estabilidad de parámetros, intervalo de confianza, índice ambiental, fríjol.

A STATISTICAL ANALYSIS OF NON-REPLICATED TREATMENTS ON FARM TRIALS

ABSTRACT

Under some circumstances, it may happen that the on farm trials do not have repetitions. Hence the conventional analysis of variance and the subsequent multiple comparison test may not be accomplished to assess the goodness of the treatments being tested. Hildebrand (1984) adapted the stability parameter analysis proposed by Eberhart and Russell (1966). As an alternative to the problem. In this study, it was showed that both analysis are

equal. However, the advantages of Hildebrand's approach in geometrical representation and facility of computation were discussed. It was underlined the virtue of the method for institutions where the computation facilities are poor and the researches have difficulties to access them.

Additional index words: Regression analysis. Stability analysis, Confidence intervals, Environmental index, Bean.

Tradicionalmente la investigación agropecuaria se realiza en centros o estaciones experimentales donde las facilidades de equipos, laboratorios, invernaderos y campos experimentales son excelentes. Se asume que la tecnología agropecuaria generada en estos centros y estaciones, es aplicable a las condiciones del productor agropecuario; sin embargo, el supuesto de validez o repetibilidad de la tecnología producida por el Centro Experimental sea aplicable en la finca del productor, puede no ser aceptada universalmente.

Los interrogantes han sido planteados por varios investigadores y diferentes causas, así Gómez y Gómez (1984) señalan que en los países subdesarrollados del trópico húmedo, las fincas de los productores se caracterizan por su alta variabilidad y baja producción; por tanto, la respuesta de una tecnología nueva es menos favorable que en el Centro o Estación Experimental. Recientemente Hildebrand (1984), menciona que la tecnología agrícola no está beneficiando adecuadamente al pequeño productor y agrega que son varias las causas de esta ineficacia tecnológica.

Como respuesta a este cuestionamiento, se han planteado varias alternativas que en el caso colombiano se conocen como: Pruebas regionales, ensayos de ajuste de tecnología y ensayos en fincas de agricultores; la descripción, filosofía, orientación y características de cada uno de ellos, las indican: Tobón (1985), Moreno y Mateo (1985). Estos investigadores, clasifican los ensayos de ajuste tecnológico y los de fincas de agricultores en varias categorías, una de ellas corresponde a los experimentos en los cuales el número de observaciones por tratamientos es solamente una por cada finca del productor.

Cuando los tratamientos no tienen repeticiones, los análisis estadísticos convencionales son impracticables y en este caso la situación es más grave porque necesita decidir sobre el efecto del tratamiento de la finca (localidad o ambiente) y de la interacción tratamiento x ambiente. A este respecto Tobón (1985) señala: "en el futuro podría diseñarse una metodología de análisis con base en promedios o de gráficos que sería muy útil para ofrecer información oportuna a los programas de asistencia técnica y para los técnicos al diseñar las investigaciones del nuevo año o ciclo. Interesa más decidir

sobre datos de rendimiento y representativos del promedio esperado: todo un análisis de promedios puede distorsionarse por usar datos inadecuados". Este escrito tiene como objetivo proporcionar un análisis estadístico para las situaciones o interrogantes anteriormente planteados: el análisis aquí descrito fue propuesto originalmente por Eberhart y Russell (1986) para ensayos de fitomejoramiento, ampliado para las condiciones de fincas de agricultores por Hildebrand (1984). Sin embargo, en Colombia esta modificación es poco conocida, pero su solicitud sí tiene alta demanda y urgencia por los investigadores con ensayos de ajuste de tecnología y ensayos en fincas de productores.

MATERIALES Y METODOS

El análisis modificado de estabilidad para ensayos en fincas de agricultores propuesto por Hildebrand (1984) y que se usará en este trabajo, es el mismo análisis de estabilidad de parámetros diseñado por Eberhart y Russell (1966) para evaluar la adaptabilidad y estabilidad de los nuevos genotipos producidos por el fitomejorador. Este análisis es de amplio uso y muy conocido por los mejoradores de plantas para describir el comportamiento agronómico de una serie de genotipos cuando se siembran en diferentes localidades y años (ambientales). La intención del análisis es evaluar la interacción genotipo y ambiente, que tanto problema causa al fitomejorador y que es el mismo problema a que se enfrenta el investigador con los experimentos donde no tienen repeticiones pero sí suficientes fincas de agricultores y se requiere evaluar un paquete tecnológico en las condiciones del agricultor, o sea evaluar la interacción tratamiento por localidad, con el atenuante de que sólo hay una observación por tratamiento y localidad, haciendo impracticable el análisis de varianza convencional.

Hildebrand (1984) describe su propuesta de modificación así: "Para entender el concepto, consideré un ensayo con manejo del productor, sembrado en un gran número de fincas, con una recomendación de dominio preliminar y dos tipos de material genético. El primero es un material mejorado y el segundo una variedad regional y sin ningún otro cambio que las prácticas usuales del agricultor. La única constante en cada localidad (finca del productor) son los dos cultivos. Cada finca estará sujeta a diferentes condiciones de suelos, fecha de siembra, control de plagas, fertilización y manejo general. Una finca en la cual el promedio de rendimiento para los dos cultivos es alto cualquiera que sea su causa, se considera como un buen ambiente promedio para el cultivo y una finca en la cual el rendimiento sea inferior al promedio de los dos tratamientos, se considera como un ambiente promedio malo. El ambiente, es así una variable continua y cuantificable cuya variabilidad, es la

variabilidad de rendimiento. El rendimiento para cada variable se puede relacionar con el ambiente con una ecuación de regresión lineal simple:

$$Y_i = a + bX$$

Y_i : rendimiento de variedad i

X : índice ambiental igual al promedio de rendimiento de todos los tratamientos en cada localidad.

Si se ajusta una línea de regresión para cada variedad y se grafica con el índice ambiental, se pueden comparar y visualizar simultáneamente las variedades. Este mismo procedimiento es general para cualquier número y clase de tratamiento.

Hildebrand (1984) incorporó además un criterio estadístico simple como el de intervalo de confianza (IC) entre promedios. Una vez calculadas y graficadas las líneas de regresión simple para todos los tratamientos, se pueden discriminar los ambientes buenos y malos. Los que se produjeron inferior a dichos promedios. Entonces, utilizando solamente los datos de los buenos ambientes y los dos mejores tratamientos, los que tiene $b = 1$ y promedio alto, que construye para los dos tratamientos, una serie de intervalos de confianza para diferentes niveles de significancia: 1%, 5%, 10%, 20%, 30%, 40% y 50% se grafican, tomando en el eje vertical el nivel de significancia y en el eje horizontal el intervalo de confianza. Este gráfico permite la discriminación y evaluación del mejor tratamiento en el ambiente bueno. Al aplicar este mismo procedimiento a los dos o tres mejores tratamientos de los malos ambientes, se produce la recomendación para tales condiciones agroecológicas.

El intervalo de confianza se estima mediante la conocida expresión:

donde: $IC = \bar{X} \pm t_{\alpha} S/\sqrt{n}$

\bar{X} : Promedio de tratamiento

t_{α} : Valor de t de las tablas para α

S : Error estándar

n : Número de ambientes buenos.

RESULTADOS

Un resultado parcial de esta investigación se consigna en el apéndice 1, y en la demostración matemática de que la modificación metodológica de análisis estadístico propuesto por Hildebrand (1984) es equivalente al análisis

de estabilidad de parámetros para describir la interacción genotipo x ambiente diseñado por Eberhart y Russell (1966). Quizá la propuesta por Hildebrand (1984) sea más sencilla, rápida y directa porque evita el cálculo del índice ambiental (Ij) sugerido por Eberhart y Russell (1966). En países donde los recursos de cómputo son limitados la modificación de Hildebrand (1984) tendría una mayor acogida; pero la definición de Eberhart y Russell (1966) que el "tratamiento más estable", o para nuestro caso el más recomendable, será aquel que tenga mayor rendimiento, $b = 1$ y menor cuadrado medio de la regresión, continua siendo válida para ambos análisis.

La ilustración de la propuesta de Hildebrand (1984), se hizo sobre los datos reportados por Tobón (1980), quien estudió el comportamiento del sistema de producción en maíz en relevo con frijol cargamanto y su respuesta a la fertilización en el Oriente antioqueño. Los ensayos se localizaron en fincas de agricultores con una observación por tratamiento. Los resultados de la producción: frijol seco al 15% de humedad al igual que la cantidad de fertilizante aplicado se expresa en la Tabla 1, estos datos fueron más tarde analizados por Tarazona (1981), quien señala: "... Sin que hubiera diferencias entre dosis altas y bajas de fertilizantes químicos como se aprecia en la Tabla 8... r, página 18".

Con los rendimientos de la Tabla 1 y para cada fórmula de fertilización los datos se ajustaron a una ecuación de regresión lineal simple donde las "Y" son el rendimiento de cada tratamiento y la "X" el rendimiento promedio de las fincas; este cálculo se ejecutó mediante una calculadora simple estándar que provee de este análisis. En la Figura 1 se presentan las ecuaciones y líneas de regresión para los cuatro tratamientos como también el R², este coeficiente en cada caso fue mayor al 85% indicando el buen ajuste de la ecuación. Los coeficientes de regresión en todos los casos fueron estadísticamente significativos ($P < 0.01$) indicando respuesta positiva del ambiente a cada nivel de fertilizante usado, lo que parece señalar que la cantidad de nutriente aplicado responde en forma diferente según el ambiente donde se incorporó. Así se observa (Figura 1) que el tratamiento "d" es consistentemente inferior al resto de tratamientos en ambientes desfavorables (aquellos con rendimientos inferiores a 1.0 t/ha, el promedio general, Tabla 1), pero en ambientes favorables (rendimientos superiores a 1 t/ha.), tiene una mejor respuesta y muy similar a los tratamientos "b y a", los mejores en condiciones ambientales favorables. Para ningún tratamiento se rechazó $H_0: b = 1$, pero "a y b" en ambientes favorables presentaron un comportamiento similar y superior a los tratamientos "c y d" (Figura 1).

TABLA 1. Rendimiento (kg/ha) de frijol cargamanto, en grano limpio y seco, en el oriente antioqueño, 1972.

Municipio	Vereda	Fórmulas de Fertilización*				Promedio
		a	b	c	d	
Rionegro	Capiro	1036	1272	787	806	975
Rionegro	Cristo Rey	364	249	258	370	310
Carmen	Garzonas	1019	1019	911	1215	1041
Carmen	Palmas	447	780	717	331	569
Carmen	Palmas	1532	1214	1246	1530	1381
Carmen	Campo Alegre	1161	1521	1410	1379	1368
Carmen	Chapa	1309	1477	1626	1657	1517
Carmen	Chapa	834	1087	1065	971	989
Carmen	Chapa	729	787	844	806	791
Carmen	Sonadora	749	543	700	672	666
Carmen	Sonadora	918	1214	1055	929	1029
Carmen	Quirama	668	835	818	791	778
Carmen	Quirama	460	566	508	470	501
Unión	La María	1446	1794	1688	1731	1665
Marinilla	Asunción	770	527	960	506	691
Marinilla	Asunción	675	992	401	728	699
Marinilla	Llanadas	515	606	422	448	498
Marinilla	Llanadas	2110	1987	1706	2137	1985
Marinilla		1046	1993	958	1090	1272
Marinilla		517	559	527	612	554
Guarne	San José	1002	1302	1020	985	1077
Promedio \bar{X}		919	1067	935	960	963

* Fórmulas de Fertilización:

- 20-40-20 kg/ha, de N, P₂O₅ y K₂O + 2 t/ha de gallinaza.
- 40-80-40 kg/ha, de N, P₂O₅ y K₂O + 2 t/ha de gallinaza.
- 60-120-60 kg/ha, de N, P₂O₅ y K₂O + 2 t/ha de gallinaza.
- 40-80-40 kg/ha, de N, P₂O₅ y K₂O + 4 t/ha de gallinaza.

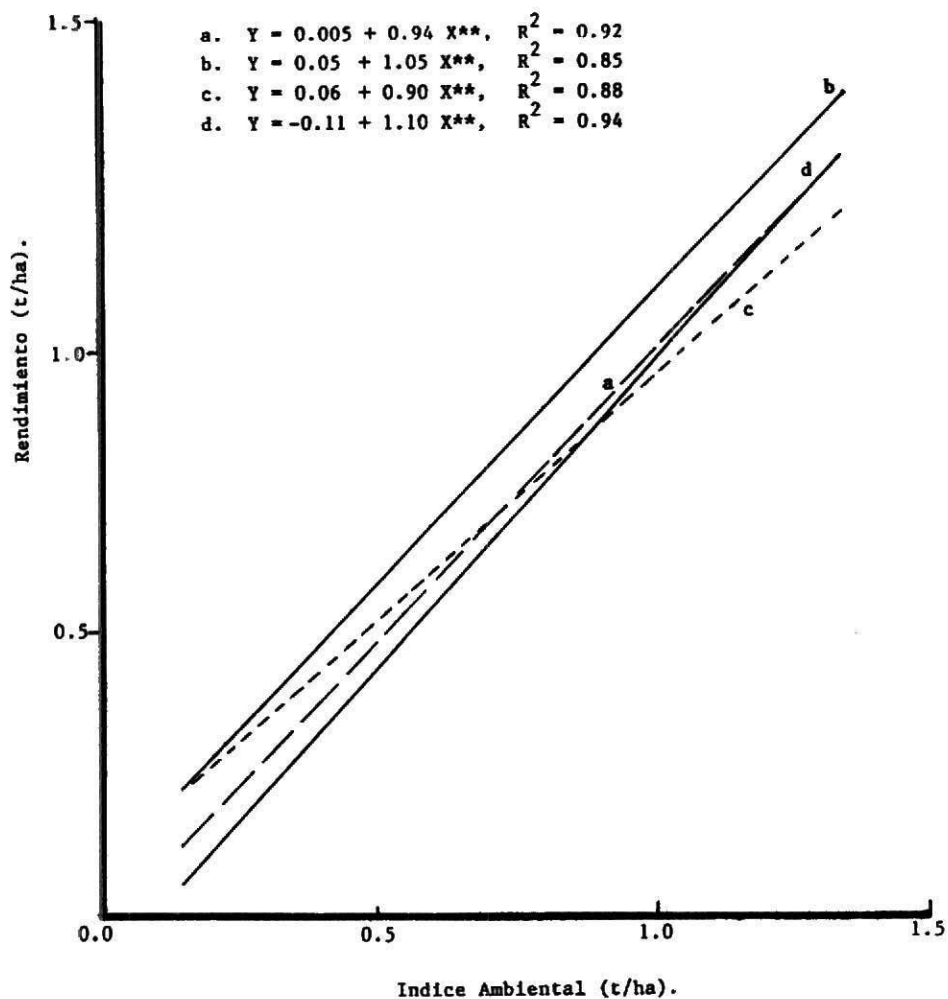


Figura 1. Respuesta ambiental del fríjol para niveles de fertilización aplicados.

Resta ahora la comparación entre a y b, para ello se recurre al cálculo de una serie de intervalos de confianza, pero usando solamente las fincas donde el rendimiento promedio supera a 1.0 t/ha. En la Tabla 1 se observa que 9 de las 21 fincas satisfacían esta condición, así que para cada uno de estos 9 valores de rendimientos y asociado a cada uno de los tratamientos a y b se constituyó un conjunto de intervalos de confianza para diferentes niveles de significancia. La Figura 2, es una representación gráfica de dichos intervalos, se observa que el área sombreada es común "a y b" a partir de un nivel de significancia aproximada del 30% o sea que desde el punto de vista estadístico la diferencia entre este par de tratamientos es no significativa.

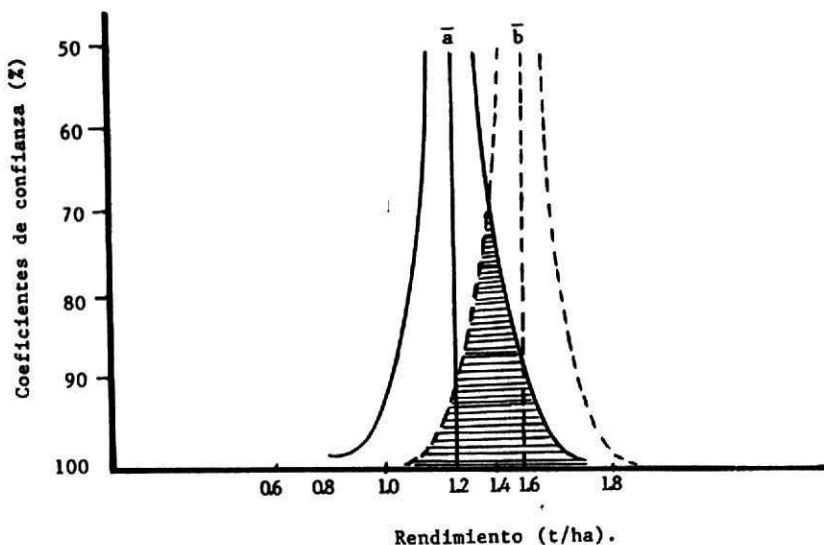


Figura 2. Intervalos de confianza para los tratamientos a y b en ambientes favorables, fincas con rendimiento mayor a 1.0 t/ha.

DISCUSION

La bondad de la metodología, rigurosidad matemática y sencillez de procedimiento estadístico, quedaron en concepto del autor evidenciados en los párrafos del capítulo anterior.

En cuanto al punto de vista agronómico, se expone una descripción y análisis del efecto de los tratamientos en forma mucho más completa que cuando se ciñe a términos simples como no diferencia entre las dosis alta y baja de los fertilizantes químicos. Desde el punto de vista didáctico e interpretativo, esta metodología da hasta cierto punto respuesta a las inquietudes presentadas por Tobón (1984): "CATIE, CIAT, ICA y muchas entidades hoy hacen esfuerzo con el fin de no sólo coordinar, racionalizar y desarrollar metodologías de análisis rápido, pero aún muchos están a nivel de controversia entre expertos, especialmente en lo referente a la estimación de efectos, estimación de localidades, corrección de rendimientos por población, niveles de confianza establecidos, selección de tratamientos aconsejables. Es un ejemplo corriente que varios tratamientos pueden ser recomendables dependiendo del criterio que se use ya sea estadístico, agronómico, o aún varios, si hace análisis económico con base en el ingreso neto, rentabilidad o tasa de retorno".

En cuanto a la prontitud y oportunidad del análisis estadístico da una alternativa para entidades de recursos de cómputo limitado, lo cual Woolley (1985) lo plantea muy acertadamente: "Hay Instituciones donde el procesamiento central de datos está lejos del sitio donde se plantearon y manejaron los ensayos, llega a ser una excusa para no disponer de resultados pronto, después de una cosecha. La clave del éxito en un programa de investigación a nivel de finca es poder tener a mano los resultados de un año, tanto agrónomos como económicos al planificar las actividades para el año siguiente. Es deseable que en donde se realice el análisis centralizado de datos, los mismos encargados locales calculen por lo menos un cuadro de promedios", este escrito da una pauta estadística para analizar el cuadro de promedios fácil, rigurosa y oportunamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. EBERHART, S.A.: RUSSELL. W.A. 1966. Stability paraments for comparing varieties. *Crop. Sci.* 6: 36-40.
2. GOMEZ, K.A.: GOMEZ. A.A. 1984. *Statiscal procedures for agricultural research*. 2nd Ed. John Wiley and Sons. N.Y.
3. HILDEBRAND, P. 1984. Modified stability analysis of farmer managed, on farm-trials. *A.J.* 76 271-274.
4. MORENO, R.A.: MATEO, N. 1985. Diseño de Investigación con pequeños agricultores. En: *Generación y Transferencia de Tecnología en Sistemas de Producción*. Seminario-Taller Internacional. CNI-Tibaitatá. 351p.
5. TARAZONA, C. 1981. Algunos aspectos de la investigación en cultivos asociados en Colombia. En: *Manejo de ensayos agrícolas en áreas de desarrollo rural*. Compilación No. 43. ICA. Subgerencia de Desarrollo Rural. Regional 4.
6. TOBON, H. 1980. Fertilización química y orgánica de monocultivos asociados en el clima frío de Antioquia (Mimeografiado) pp. 387-417.
7. TOBON, H. 1985. El diseño de la investigación en sistemas de producción. En: *Generación y Transferencia de Tecnología en Sistemas de Producción*. Seminario-Taller Internacional. CNI-Tibaitatá. 351 p.
8. WOLLEY, J. 1985. La evaluación agronómica de ensayos a nivel de fincas. En: *Generación y Transferencia de Tecnología en Sistemas de Producción*. Seminario-Taller Internacional. CNI-Tibaitatá. 351 p.

APENDICE I

BIOTECNIA AGRICOLA
DE COLOMBIA

Socio V_{ij} = rendimiento promedio de la variedad i en el ambiente j ; $i = 1, \dots, v$; $j = 1, \dots, n$.

Entonces se tiene:

- Promedio de la variedad i .
- Promedio del ambiente j .
- Promedio total.

Eberhart y Russell (1966) definieron los términos:

- I_j : índice ambiental
- b_j : coeficiente de regresión, así:

Hildebrand (1984) definió el coeficiente de regresión m , como:

Se procederá al desarrollo y simplificación algebraica de m ; hasta mostrar su identidad con b , así:

Sea:

v_{ij} : rendimiento promedio de la variedad i en el ambiente j ;
 $i = 1, \dots, v$; $j = 1, \dots, n$

Se procederá al desarrollo y simplificación algebraica de m_1 hasta
mostrar su identidad con b_1 , así:

Entonces se tiene:

$$\begin{aligned} \bar{v}_i &= \sum_j v_{ij} / n = \text{promedio de la variedad } i. \\ \bar{v}_j &= \sum_i v_{ij} / v = \text{promedio del ambiente } j. \\ \bar{v} &= \sum_{ij} v_{ij} / nv = \text{promedio total.} \end{aligned}$$

Eberhart y Russell (1966) definieron los términos:

I_j : índice ambiental

b_1 : coeficiente de regresión, así:

$$\begin{aligned} I_j &= \sum_i v_{ij} / v - \bar{v} \\ b_1 &= \sum_j v_{ij} I_j / \sum_j I_j^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_1 &= \left[\sum_j (v_{ij}) \left(\sum_i v_{ij} / v \right) - \sum_j (v_{ij}) \sum_i \left(\sum_i v_{ij} / v \right) / n \right] / \sum_j (\bar{v}_j - \bar{v})^2 \\ &= \left[\sum_j \sum_i v_{ij} \sum_i v_{ij} / v - \sum_j \sum_i v_{ij} \sum_i \left(\sum_i v_{ij} / vn \right) \right] / \sum_j \left(\sum_i v_{ij} / v - \bar{v} \right)^2 \\ &= \left[\sum_j \sum_i v_{ij} \sum_i v_{ij} / v - \sum_j \sum_i v_{ij} \bar{v} \right] / \sum_j I_j^2 \\ &= \left[\sum_j \sum_i v_{ij} \left(\sum_i v_{ij} / v - \bar{v} \right) \right] / \sum_j I_j^2 \\ &= \sum_j v_{ij} I_j / \sum_j I_j^2 \\ &= b_1 \end{aligned}$$

Hildebrand (1984) definió el coeficiente de regresión m_1 como:

$$m_1 = \left[\sum_j (v_{ij}) \left(\sum_i v_{ij} / v \right) - \sum_j (v_{ij}) \sum_i \left(\sum_i v_{ij} / v \right) / n \right] / \sum_j (\bar{v}_j - \bar{v})^2$$

CONTROL DE ENFERMEDADES RADICULARES EN SISTEMAS DE PRODUCCION

George Abawi
Departamento de Fitopatología
Universidad Cornell
Geneva N. Y. 14456
U.S.A.

He visto muchos sistemas de producción en los países de Latinoamérica durante mis viajes, pero de ninguna manera soy experto en sistemas de cultivos múltiples. Me gustaría hacer unos pocos comentarios generales de estos sistemas en relación con el control de enfermedades y también brevemente discutir las opciones de manejo disponibles y que pueden ser consideradas en la formulación de programas de control para las enfermedades radiculares.

COMENTARIOS GENERALES

La investigación y la información disponible en enfermedades y otras plagas ha sido obtenida generalmente de cultivos simples cultivados como monocultivos. Solamente limitada información está disponible en la literatura que trata con el efecto de los sistemas de cultivos múltiples en la severidad e incidencia de la enfermedad.

Cada combinación de cultivos en un sistema de producción, presentará una situación diferente y única, respecto a la incidencia y severidad de la enfermedad. En general diferentes mezclas de especies en un sistema de producción reducirá la severidad de la enfermedad y el potencial de sus pérdidas. Las razones para tal reducción en la incidencia de la enfermedad y su severidad puede ser la demora en la iniciación de la enfermedad, reducción de la diseminación del inóculo, modificación del microambiente (humedad, temperatura, intensidad de la luz, movimiento de aire), increased soil suppressiveness, producción de metabolitos tóxicos y otros factores. Sin embargo, los sistemas de cultivos múltiples pueden contribuir al incremento de la severidad de un número de enfermedades tales como el Moho blanco, Mustia hilachosa, enfermedad de los frijoles y en la producción de frijol-maíz. Estas

enfermedades se hacen importantes como resultado del incremento de la humedad y la prolongación de las condiciones de humedad en la hoja, estimulada por el sistema maíz-fríjol, las modificaciones de densidad de la planta y espacio entre surcos pueden requerirse para el manejo de estas enfermedades cuando sea necesario.

Las estrategias de control de enfermedades en cultivos múltiples deberían considerar las numerosas interacciones que están indudablemente presentes en los cultivos incluidos y los sistemas de producción. También se debería considerar el control de plagas a través de todo el período del cultivo. Además, el manejo de plagas en los sistemas de cultivos múltiples debería emplear unas estrategias de control que involucren investigación multidisciplinaria y de científicos.

Son frecuentemente encontrados los sistemas de cultivos tradicionales incluyendo adaptadas y apropiadas medidas tradicionales para el control. Tales sistemas pueden ser mejorados, acordemente si es necesario, cambiar las características de tal manera que su efectivo control de plagas sea mantenido, por ejemplo el principal problema de enfermedades de fríjol en las tierras bajas en Costa Rica es Mustia, causado por *Thanatephorus cucumeris*. Durante fuertes lluvias, el suelo que contiene esclerocios, y micelio del hongo es salpicado en el tallo y las hojas.

El hongo invade esos tejidos y continúa el crecimiento rápido dentro de la misma planta y de planta a planta. El estado sexual del hongo puede también ser producido en tejidos de fríjol o malezas susceptibles en el campo. Las basidiosporas del hongo luego pueden ser diseminadas por el viento e infectar plantas a alguna distancia. El uso de tamo de arroz como mulch fue encontrado altamente efectivo y superior al tratamiento de fungicida en la reducción del salpiqueo del suelo infestado y en el control de Mustia del fríjol. En contraste, la incidencia de esta enfermedad es muy baja y su impacto es de menor importancia en los campos de pequeños agricultores quienes usan el fríjol en el sistema de producción "fríjol tapado", este sistema consiste en distribuir al voleo las semillas de fríjol dentro de malezas establecidas y luego cortar las malezas con un machete de tal manera que las semillas regadas al voleo son cubiertas con el mulch de las malezas. Este sistema es muy efectivo en el control de Mustia, porque proviene el salpiqueo del suelo tal como fue encontrado con el tamo de arroz. Así, la importante ventaja del sistema puede ser mantenida, aunque algunas modificaciones sean necesarias para incrementar la productividad del sistema, ya que el rendimiento del fríjol es bajo en este sistema tradicional.

ESTRATEGIAS DE CONTROL DE LAS ENFERMEDADES RADICULARES

1. Identificación y desarrollo de variedades resistentes adaptadas

El uso de variedades resistentes es la más efectiva, práctica y duradera estrategia de manejo contra las enfermedades radiculares de todos los cultivos y es especialmente apropiado para pequeños agricultores con bajos ingresos. Sin embargo, el desarrollo de cultivares con resistencia a simples o múltiples enfermedades es un poco difícil, lento y requiere considerables fuentes de recursos y continuos esfuerzos. Muchas fuentes de resistencia a varios patógenos de la raíz de muchos cultivos han sido identificados, muchos progresos en el desarrollo de variedades resistentes han sido logrados contra los llamados "patógenos especializados del suelo", tales como las enfermedades de marchitamiento causadas por patógenos. La selección en campo e invernadero para muchas de las principales enfermedades radiculares pueden ser adecuadas a las necesidades locales. Las evaluaciones de campo deberían conducirse usando el mismo sistema de producción que se encuentra en el área.

2. Prácticas culturales como una medida para reducir las enfermedades radiculares

Todas las prácticas de producción directa o indirectamente influyen en la severidad de la enfermedad a través de su efecto en las condiciones del suelo, vigor de la planta y actividad de los patógenos del suelo.

- a. Rotación de Cultivos: Una apropiada rotación de cultivos, es la más práctica y efectiva medida en la reducción de muchas enfermedades radiculares, el uso de cereales como el maíz, el trigo, cebada y otros son generalmente efectivos en reducir la población en el suelo de muchas enfermedades por patógenos que causan severos daños en otros cultivos como leguminosas, papas, etc.
- b. Arado y preparación del suelo: Toda la preparación del suelo que podría ayudar a reducir su compactación e incrementar el drenaje del suelo pueden indirectamente reducir el daño de enfermedades radiculares causadas por *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Pythium* y otras, la profundidad de cobertura o la remoción de residuos de plantas infectadas reducirán severamente la pudrición por *Rhizoctonia* y las enfermedades de la raíz causadas por *Sclerotium*. El levantar surcos o aporques altos pueden reducir la severidad de enfermedades radiculares que requieren exceso de humedad como las causadas por *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia* y *Sclerotium*.

- c. Ajuste del tiempo, profundidad y densidad de la planta: Deberían ajustarse épocas de siembra para evitar períodos de excesiva lluvia o fuertes irrigaciones durante las primeras dos semanas después de la siembra, cuando sea posible. Las semillas plantadas muy profundamente generalmente pueden tener más daño por enfermedades causadas por *Rhizoctonia*, *Macrophomina*, *Phytium*, *Fusarium* y otros. También enfermedades causadas por *Sclerotium* y *Rhizoctonia* son generalmente incrementadas con la densidad de siembra ocasionada por hilera o por sitio.
- d. Aporques: Plantas de muchos cultivos severamente infectadas pueden generalmente desarrollar raíces superficiales adventicias encima de tejidos dañados. El aporque alrededor de plantas infectadas debería ser bajo y no muy cerca a las plantas. También cubriendo la parte baja del tallo con suelo protegerá las raíces ya formadas y estimulará la producción de nuevas raíces.
- e. Efecto de la Fertilización y el Uso de Herbicidas: Plantas vigorosas son generalmente más tolerantes a las actividades y daños de los patógenos de las raíces, tales como *Fusarium* spp y nemátodos parásitos de plantas. Sin embargo, el tipo y cantidad de fertilizantes y herbicidas usados pueden resultar en un incremento y disminución de la severidad y daño de pudrición de la raíz y así ellos deberían ser evaluados en cada área del sistema de producción.
- f. Otras prácticas culturales: Hay muchas otras prácticas culturales que pueden ser usadas para reducir la severidad de pudrición de raíces, pero no son fácilmente aplicables o económicas en muchas áreas de producción. Por ejemplo, inundación del suelo por 4-6 semanas es muy efectivo para el control de enfermedades de la raíz, sin embargo, esta práctica sólo es posible en suelos planos y en áreas donde la alta temperatura prevalece y el agua está disponible. La exposición solar es otra práctica que puede ser usada donde hay días con alta temperatura, pero requeriría del uso de plástico el cual es costoso.

3. Control químico de las enfermedades radicales

El uso de químicos como tratamiento de semillas es el más directo, económico y seguro contra patógenos del suelo (Fig. 5). Los tratamientos de semilla con fungicidas son generalmente efectivos por dos o tres semanas después de la siembra, especialmente contra enfermedades causadas por *Rhizoctonia*, *Macrophomina*, *Phytium*, *Sclerotium* y otros patógenos. Los fungicidas y nematicidas pueden ser aplicados también al voleo, al suelo como gla-

nulares o como formulaciones de fumigación para controlar las enfermedades radiculares, sembrando en hileras o plantando por sitios. Infortunadamente muchos de esos químicos son altamente tóxicos y caros para su uso en cultivos de bajo valor como son las leguminosas.

4. Medidas de control biológico para las enfermedades radiculares

Se han identificado varios antagonistas, competidores micoparásitos y predadores de patógenos de la raíz (hongos y nemátodos) (Figs. 7 y 8). Sin embargo, el uso comercial de agentes de control biológico es muy limitado, costoso y donde se usa, sus resultados han sido variables bajo condiciones naturales. La producción reportada de pudriciones de raíces por rotación de cultivo y uso de cultivos orgánicos, pueden deberse al incremento del control biológico natural.

5. Control integrado de las enfermedades radiculares

En ausencia de cultivos adaptados que son resistentes a todos los principales patógenos en las áreas de producción, es posible controlar las enfermedades radiculares solamente a través del uso de programas de control integrado. Tal programa requerirá el uso de cualquier combinación de medidas de control efectivas y compatibles que sean económicas y seguras. El control integrado es más efectivo y duradero y debería ser practicado contra las enfermedades radiculares, cuando sea posible.

MANEJO DE SUELOS EN SISTEMAS DE PRODUCCION

Luis Fernando Cadavid L.
I.A. M.Sc. Especialista en
Suelos. CIAT

“La idea de sistemas es prácticamente tan antigua como el hombre, puesto que es inherente a su naturaleza y, consecuentemente, existe desde el momento en que el hombre estableció relaciones conscientes consigo mismo”, afirma Gastal (1980).

Según este autor, un Sistema de Producción consiste en una aplicación conjunta de un grupo de conocimientos interrelacionados, para obtener un determinado producto.

Maciel, citado por Gastal (1980) termina por presentar una definición *interna* y otra *externa* de Sistemas; definiendo internamente un sistema como un conjunto de elementos ligados entre sí por cadenas de relación, de tal modo que constituyen un todo organizado y, “externamente”, un sistema lo concibe como un todo organizado, dinámicamente relacionado con un medio externo (esto es, continuamente sujeto a cambios) y que representa, en cualquier momento, un conjunto de atributos y modos de acción.

Según Navarro (1978), las alternativas o mejoras en los sistemas de producción deben cuantificarse en cuanto a producción y/o productividad y mejoramiento de la situación general (bienestar) del agricultor o sea, en último caso, el ingreso.

En términos generales, la unidad de producción como tal constituye el sistema de producción básico y se puede visualizar como integrada de cultivos anuales, subsistemas de cultivos perennes, subsistemas pecuarios, forestales y el socioeconómico representado por el agricultor y su familia.

“Conocer el sistema del agricultor significa también tener conocimiento del agricultor mismo y del ambiente total en que se desenvuelve. El punto de partida es la *delimitación* del sistema de producción de *interés e identificación* de su ambiente”, afirma Navarro (1978).

Cada uno de esos sistemas tienen o están conformados por ciertos *elementos* o *componentes*. Si el subsistema estudiado es cultivo, por ejemplo, entonces los componentes serían: Fertilidad del suelo, preparación del suelo, manejo del suelo, manejo del cultivo, semilla o material de siembra, densidades de siembra, plagas y enfermedades, manejo de malezas, etc.

Dentro de cada subsistema existen unos factores de producción inherentes al mismo sistema y que determinan la capacidad productiva de este. Entre ellos, se pueden mencionar dos muy importantes: El recurso TIERRA y la MANO DE OBRA. Consigna Navarro (1982): "La calidad de la tierra como factor productivo está relacionado con la bondad del clima (cantidad y distribución de las lluvias, temperatura), suelo (toxicidades, fertilidad, topografía, drenaje) y los aspectos bióticos (insectos, animales, enfermedades, malezas) del lugar".

En la Figura 1. se ilustra un ejemplo de un sistema de producción de cultivo en una región determinada del Cauca, Colombia. Como se puede observar, se parte de lo general a lo particular. En este caso, MANEJO DE SUELOS en un sistema de producción (la finca), dentro de un subsistema el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz).

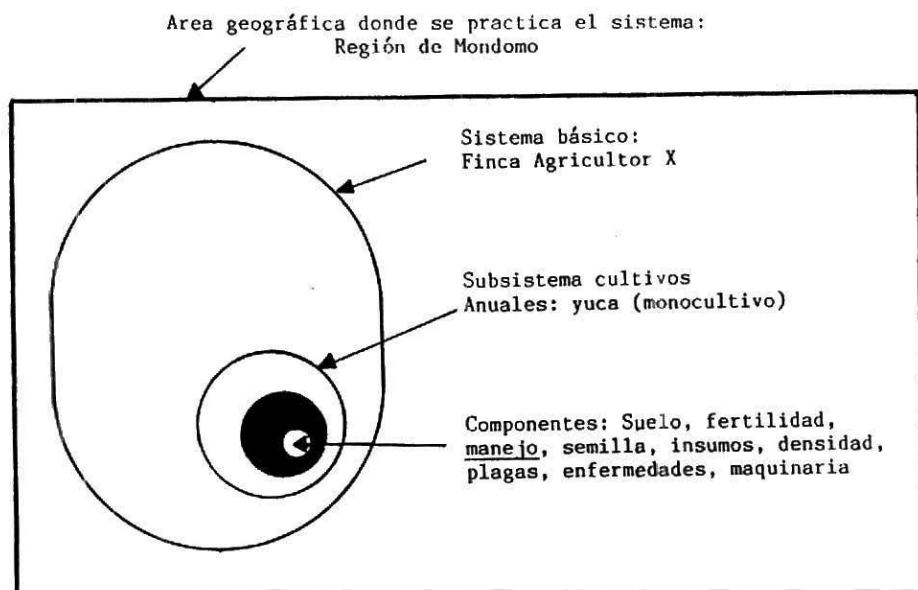


Figura 1. Ejemplo que ilustra un sistema de producción y el estudio de uno de sus componentes.

Se trata de estudiar un solo componente del sistema que, puede actuar o interrelacionarse con otros componentes del mismo sistema e integrar un todo para lograr o conseguir un fin común: *Mejorar* el sistema y obtener una mayor productividad.

Al *delimitar* el sistema estamos haciendo referencia al ejemplo de la Figura 1. Como el tema sobre el manejo de suelos en sistemas de producción es bastante amplio y puede enmarcarse en diferentes regiones del país y con suelos de múltiples características (no es lo mismo el manejo de un Oxisol en los llanos Orientales que en un Inceptisol del Cauca) y también en diferentes cultivos, me limitaré a escoger un solo subsistema de cultivos anuales: El cultivo de yuca en la región de Mondomo, Cauca, Colombia y uno de sus componentes: MANEJO DE SUELOS.

La región en estudio se ubica al norte del departamento del Cauca, municipio de Santander de Quilichao, entre las veredas de Mondomito a dos kilómetros de la carretera Panamericana y Agua Blanca, a nueve kilómetros de Mondomito como se observa en la Figura 2.

La Tabla 1 muestra las características químicas y físicas de los suelos en la región de Mondomo, Cauca, Colombia con base en resultados de 40 análisis de suelos realizados en los sitios donde el Programa de Yuca del CIAT realizó pruebas con agricultores de la región.

Según Cadavid (1987), son suelos con relieve quebrado y con predominio de pendientes fuertes a muy fuertes, que presentan problemas de erosión de grado severo a muy severo según clasificación del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Cuadro 2). Muchos de estos suelos pertenecen a las Clases III y IV de acuerdo con la capacidad agrológica de uso potencial del terreno, siendo éste, "la adaptación que presenta el terreno a determinado uso, por ejemplo: la producción de cultivos anuales", escribe Torres (1981).

Se observa que la fertilidad de estos suelos es variable, usualmente baja, según el grado de erosión predominante. Presentan un contenido alto de materia orgánica; muy bajo contenido de fósforo aprovechable ya que existen problemas de fuerte fijación; el nivel del Calcio y Magnesio es muy bajo y el contenido de Potasio está entre medio a alto por la influencia de ceniza volcánica predominante en esta clase de suelos; fuertemente ácidos y con una saturación de aluminio que oscila entre 60 y 93% (muchos cultivos no prosperan en estas condiciones). Son suelos derivados de ceniza volcánica y materiales ígneos, básicos, con textura arcillosa y una densidad aparente (método del núcleo) de 0.90 g/cm^3 en promedio.

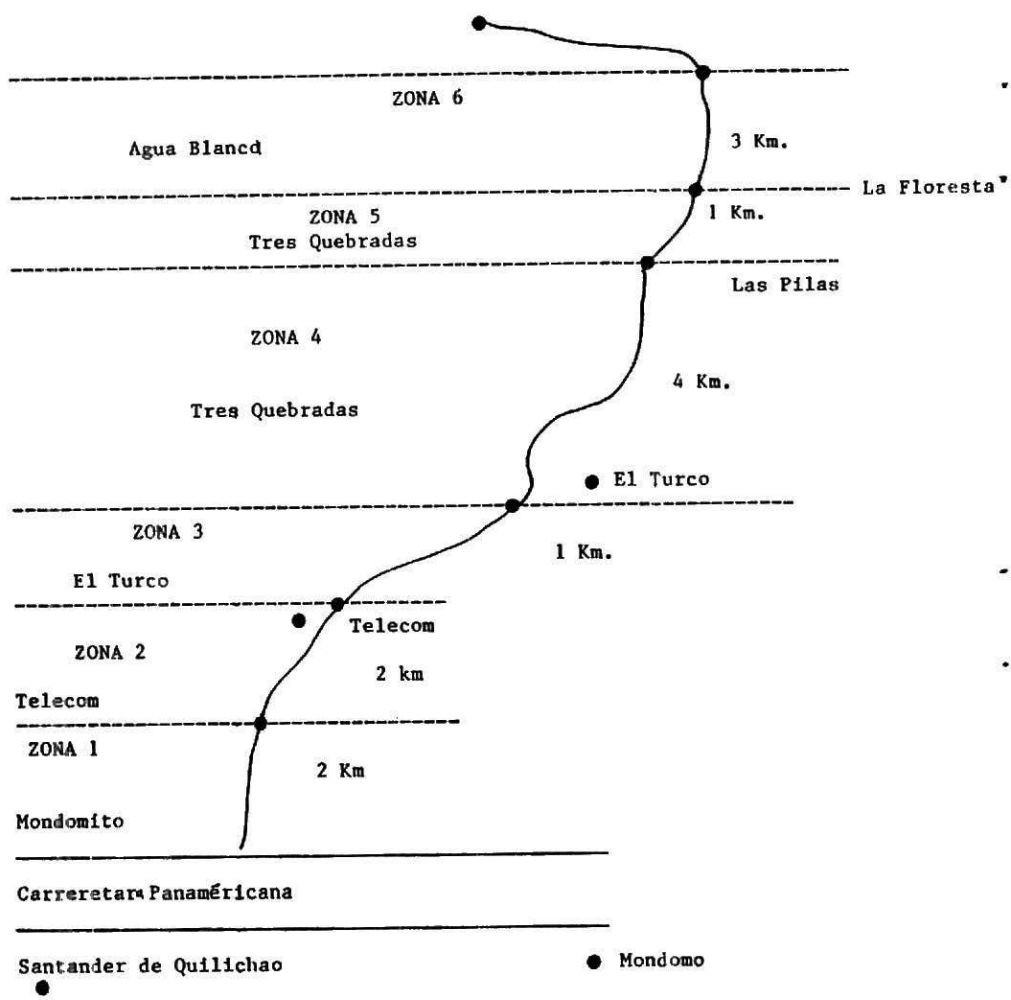


Figura 2. Zona de estudio Mondomo, Cauca, Colombia.

TABLA 1. Características químicas y físicas de los suelos en la región de Mondomo, Cauca, Colombia. 1979-1986.

Zona de Estudio	No.	Pendiente o/o	o/o M.O.	Bray II P ppm	pH 1:1	Al meq/100 suelo	Ca	Mg	K	Al o/o	Textura Bouyoucus	Densidad aparente (g/cc)* Núcleo
Mondomito	1	15-20	6.17	2.26	4.36	3.87	0.58	0.19	0.15	81	Arcilloso	0.85
Telecom	2	40	5.63	0.96	4.30	8.30	0.61	0.12	0.13	91	—	—
El Turco	3	35	5.93	1.63	4.39	11.58	1.06	0.47	0.29	86	—	—
Las Pilas	4	40	13.57	2.30	5.38	0.64	0.90	0.27	0.26	31	Franco	—
Tres Quebradas	5	20-30	6.59	2.10	4.40	3.50	0.75	0.43	0.44	68	Arcilloso	0.81
Agua Blanca	6	45	5.34	1.32	4.37	6.29	0.81	0.34	0.12	83	Arcilloso	—
Promedio Región		35-40	7.21	1.76	4.53	5.70	0.79	0.30	0.23	73	Arcilloso	0.95
												0.87

Peso seco

: g/cc (densidad aparente) con base en peso seco en la estufa (105°C)

Volumen suelo

Fuente: Cadavid, L.F. (1987).

TABLA 2. Pendientes y clasificación de la erosión.

Simbolo	Pendientes o/o	Erosión
a	0 - 3	
b	3 - 7	1. Ligera
c	7 - 12	2. Moderada
d	12 - 25	3. Severa
e	25 - 50	4. Muy severa
f	Mayor 50	

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1976).

Suelos clasificados como Inceptisoles según clasificación dada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1976). La zona de estudio está tipificada por la Asociación Domingullo Tres Quebradas: Typic dystradept y Oxic dystropept: "Un Inceptisol es un suelo joven con un horizonte cámbico pero ningún otro horizonte de diagnóstico".

El nivel de fertilidad de estos suelos se observa claramente en la Figura 3, según el modelo de Alvim y Cabala.

La región tiene una altitud entre 1.400 - 1.600 m.s.n.m., temperatura promedio anual que oscila entre 18-20 grados centígrados. Precipitación promedio anual entre 1.200 - 1.400 m.m. con distribución bimodal como se observa en la Figura 4.

En su mayor parte, los suelos de estos conjuntos están dedicados a una ganadería incipiente, rastrojo y cultivos de yuca con un rendimiento menor de 8-10 t/ha (Cadavid, 1987) debido a prácticas inadecuadas de cultivo, mal manejo del mismo y ningún empleo de fertilizantes y/o correctivos.

Según Howeler y Cadavid (1984), al presentarse suelos con pendientes fuertes (10-60%), los agricultores roturan con yunta de bueyes o hacen cajue-

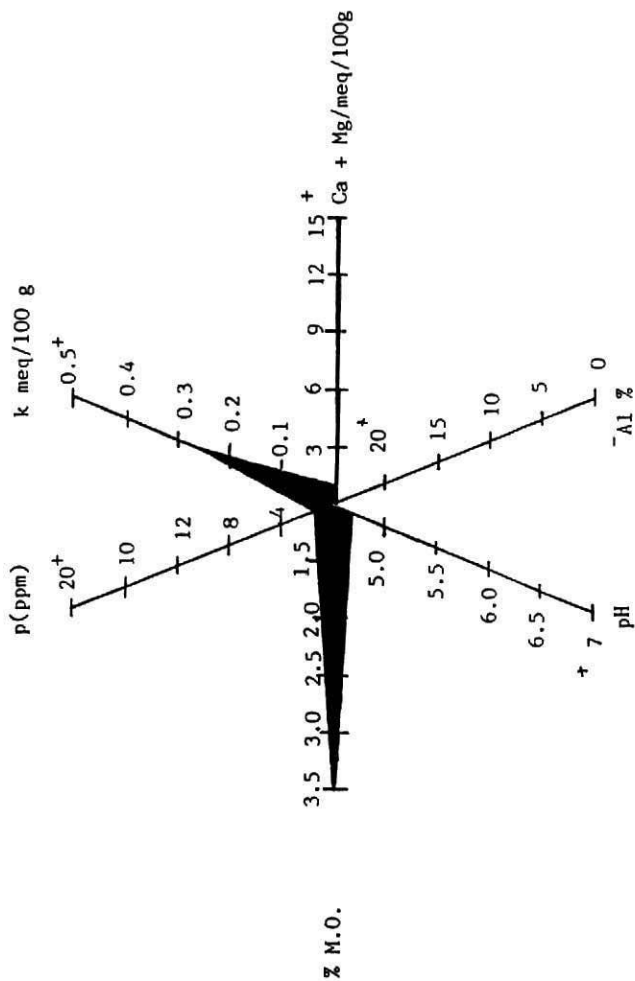


Figura 3. Representación gráfica de la fertilidad de un Inceptisol en Mondomo (Cauca), Colombia, según el modelo Alvim y Cabalo (1974).

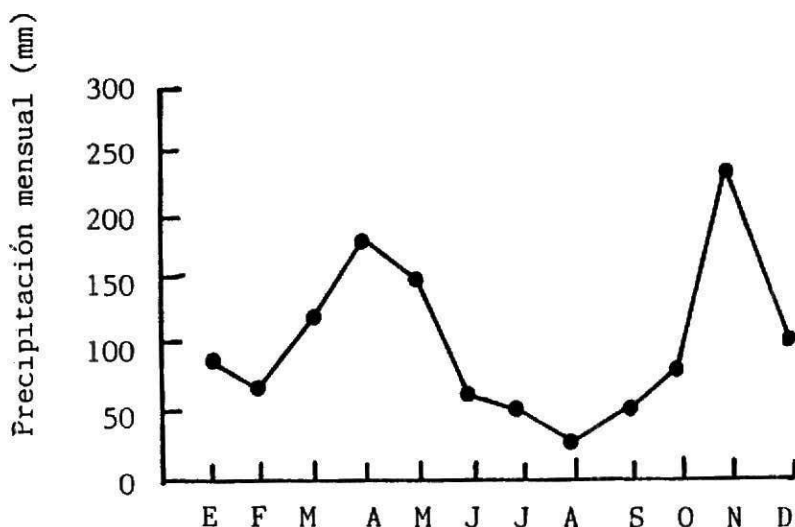


Figura 4. Distribución de lluvias durante el año en Telecom, corregimiento de Mondomo, Cauca; los datos son promedios de los años 1980, 1981, 1982 y parte de 1983.

las con pica o pala. Siembran la yuca en posición horizontal, no usan fertilizantes químicos y siembran yuca continua por 2-3 años o más, dejando los lotes en rastrojo por 3-15 años.

Las variedades de yuca locales son: Algodona o CMC 92 (M Col. 1522), Barranqueña, Batata (M Col 2258), Americana (M Col 2257), Selección 40 (M Col 2259), Regional negretia (M Col 2260), Blanquita, Valluna (M Col 113), Regional amarilla (M Col 2060), Vajuna negra (M Col 2479), con una producción muy baja y usada para extracción de almidón, consignan Howler y Cadavid (1984).

En particular, no se hizo un sondeo o encuestas preliminares para *identificar el sistema* (o sistemas) de cultivos más común en la región ni se tuvo en cuenta un estudio agrosocioeconómico del grupo de agricultores, para determinar en detalle: a) Qué están haciendo, b) Cómo lo están haciendo y c) Por qué lo están haciendo de determinada manera. O sea, no se partió del propósito de definir y conocer los factores que influyen en que el agricultor practique cierto sistema de cultivo, de manera que los sistemas de cultivo mejorados puedan ser diseñados dentro de un marco aplicable y, para definir estos

factores es necesario: a) Conocer y entender los factores económicos y culturales, b) Las restricciones agronómicas que condicionan los sistemas y c) Las prácticas de cultivo.

El estudio comenzó sólo con consideraciones acerca de: a) El recurso suelo y sus factores limitantes para encontrar respuestas, b) El tipo de sistema de cultivo practicado por los agricultores de la región de Mondomo de acuerdo con la observación del área, c) Manejo del cultivo de la yuca por los agricultores de la región y d) El problema de la erosión y la falta de conciencia en cuanto al mismo.

En segundo plano, es necesario conocer o hacer un DIAGNOSTICO de la región y del sistema mismo, entendiéndose como diagnóstico “precisar la naturaleza y las dimensiones de los problemas que afectan la actividad del sistema que se examina”, según Gastal (1980). Tiene dos componentes: inventario y la información disponible en función de la finalidad para la cual se realiza el diagnóstico.

Los limitantes agrícolas de la región de Mondomo, Cauca, Colombia se describen en la Tabla 3, tomada de Cadavid (1987).

TABLA 3. Principales limitantes agrícolas de la región de Mondomo, Cauca, Colombia.

-
1. Alto porcentaje de suelos de ladera con pendientes fuertes.
 2. Suelos extremadamente ácidos y pobres en P.
 3. Alta erosión potencial.
 4. **Siembra de yuca en ladera aumentando la erosión.**
 5. La yuca se siembra rústicamente y sin técnica.
 6. Ninguna ó poco empleo de fertilizantes.
 7. Poca ó ninguna selección del material de siembra.
 8. **Mal manejo de suelo.**
-

Fuente: Cadavid y Howeler (1984).

El sistema de cultivo yuca en la región de Mondomo presenta ciertos limitantes agrícolas de la producción.

- a. Siembra de yuca sin ninguna práctica agronómica o cultural, a excepción de una o dos deshierbas opcionales.
- b. Siembra de yuca sin ninguna selección del material vegetativo.
- c. Por lo general, rozan o queman el suelo, siembran yuca continua por 3-4 años y después buscan otro sitio de su finca e inician el mismo ciclo o sea, que prácticamente utilizan un sistema de cultivo migratorio (monocultivo), donde la fertilidad de los suelos disminuye rápidamente, a tal punto que el sistema se vuelve improductivo después de varios años, como se observa en la Figura 5 (tomado de Alvim, 1978) convirtiéndose en una agricultura de "subsistema", predominante en muchas áreas del trópico Americano y Mondomo es fiel ejemplo.

En algunos casos, el cultivo migratorio no es sólo de subsistencias sino también semicomercial, lo que ha traído como consecuencia una mayor presión sobre la tierra con una baja del nivel de productividad ya que en esta clase de sistema, los suelos sufren cambios físicos y químicos.

La yuca es un cultivo que en volumen extrae grandes cantidades de nutrientes del suelo contribuyendo así a su desgaste o "erosión química".

En promedio, según Howeler (1981) la yuca extrae aproximadamente 2.3 Kg N, 0.5 Kg P, 4.1 Kg K, 0.6 Kg Ca y 0.3 Kg Mg, hectárea por tonelada de raíces cosechadas. Pero si se tiene en cuenta toda la planta: 4.9 Kg N, 1.1 Kg P, 5.8 Kg Ca y 0.8 Kg Mg/ha/t de yuca cosechada.

También, según Howeler (1984), la yuca ha sido considerada como un cultivo causante de erosión cuando se siembra en suelos de pendiente fuerte, especialmente durante la siembra y después de la cosecha. El CIAT no recomienda la siembra de yuca en pendientes superiores a 10-15% (Howeler, 1984).

- d. El cultivo de yuca en áreas cada vez más pendientes y menos aptas para este sistema.
- e. Mal manejo del recurso suelo. "Con el actual manejo de los suelos de ladera de Mondomo, los agricultores logran rendimiento de yuca sólo entre 4-10 t/ha causando daños irreversibles al suelo" escribe Howeler (1984).

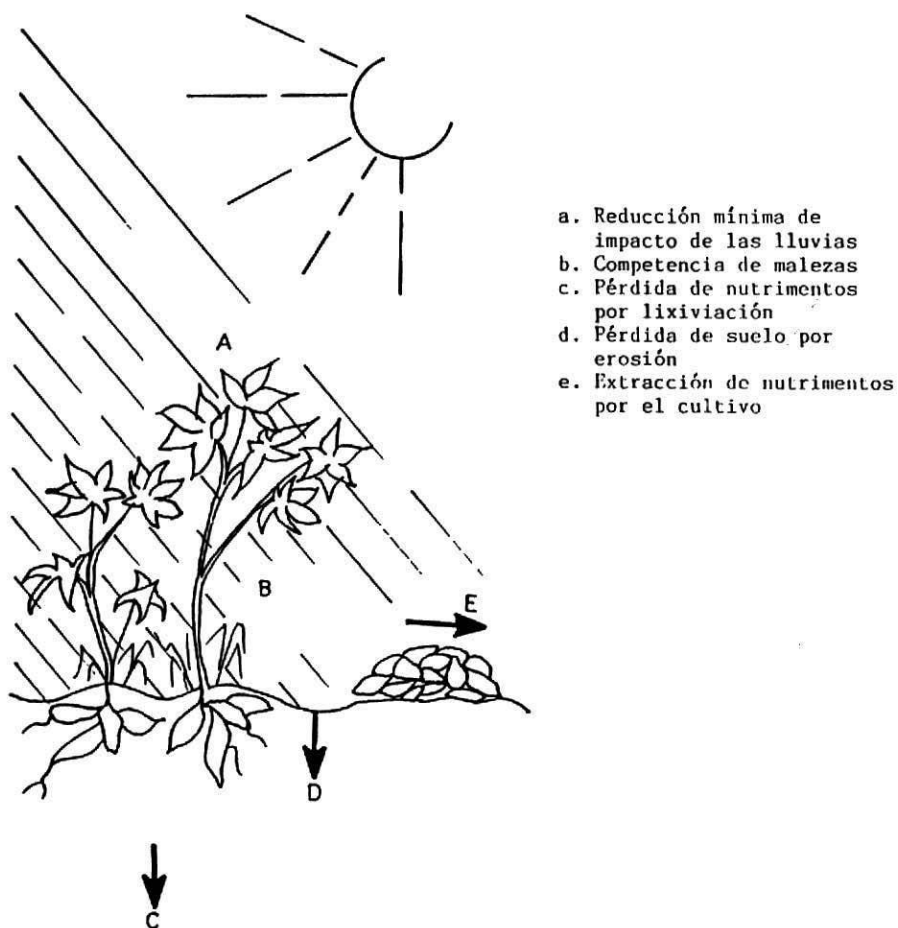


Figura 5. Representación esquemática del efecto de un cultivo intensivo (yuca) sobre la fertilidad del suelo.

Fuente: Alvim (1978).

Una vez definidos los problemas inherentes al sistema se entra en la etapa de *soluciones y diseño*, o sea, se entra a especificar o seleccionar aquellos problemas o elementos tecnológicos factibles de mejorar de acuerdo con las limitaciones de los agricultores.

Parece que uno de los factores más limitantes y que está incidiendo sobre otros factores de la producción, es el manejo inadecuado que se le está dando a estos suelos dedicados a la siembra de yuca y de ahí la importancia de tratar de mejorar este componente importantísimo de este sistema de producción.

Un esquema de las posibles soluciones para mejorar el estado actual de los suelos de Mondomo dedicados al sistema de cultivo anual yuca se da en la Tabla 4.

Según los criterios anteriores y ante el problema grave de erosión de estos suelos, se instalaron una serie de experimentos en fincas de agricultores para cuantificar el problema mismo de la erosión, el manejo del suelo y dar las posibles soluciones viables y al alcance de los agricultores.

El tipo de experimentos realizados durante algunos años se enmarcan en el Cuadro 5. Algunos de estos han cumplido la finalidad buscada en el Diseño anterior y pueden estar al alcance de los mismos agricultores ya que el objetivo fue producir una tecnología mejorada y que se pudiera poner en práctica inmediatamente y entrar a una etapa de "Realidades", prueba de finca a "ensayos de finca" los cuales, según Hildebrand (1976) "están diseñados para asegurar que el agricultor pueda manejar la tecnología o estudiar cómo modificar la tecnología de acuerdo con sus necesidades". Posteriormente viene la *validación* de esta tecnología.

En nuestro caso, las dos últimas etapas no se han realizado.

Los resultados obtenidos de los ensayos preliminares, se analizan o enumeran a continuación y han sido extractados del trabajo realizado por Cadavid (1987) y titulado: "El problema de la erosión en los suelos de Mondomo, Cauca, Colombia dedicados al cultivo de la yuca y sus posibles soluciones".

1. Con cero labranza mínima (cajuelas) se consiguen rendimientos entre regulares y/o buenos, dependiendo de la clase de suelo, su estructura, manejo anterior, fertilidad potencial; de la clase de cubierta vegetal; de la variedad a sembrar y del grado de erosión o degradación tanto física como química. Además, con este sistema, las pérdidas de suelo por erosión fueron míni-

TABLA 4. Prácticas para mejorar el manejo de suelos en la región de Mondomo y aumentar los rendimientos del cultivo de la yuca.

-
1. Mejorar el material de siembra mediante selección del mismo y tratamiento de estacas.
 2. Reducción del área sembrada empleando mejores técnicas de cultivo y disminuyendo la siembra en pendientes fuertes.
 3. Reducción en la preparación de la tierra.
 4. Preparar el suelo y sembrar según curvas de nivel.
 5. Uso de una fertilización adecuada.
 6. Siembra de franjas de barreras vivas de pasto.
 7. Cubrir el suelo con mulch de caña, maíz o las mismas malezas secas.
 8. Empleo de yuca intercalada con cultivos de rápido crecimiento.
 9. Siembra de abonos verdes e incorporación de los mismos.
 10. Rotación de cultivos.
-

TABLA 5. Clases de ensayos o experimentos encaminados a mejorar el manejo de suelos sobre el rendimiento del cultivo de la yuca en la región de Mondomo, Cauca, Colombia.

-
1. Efecto del método de preparación
 - 1.1 Cero labranza
 - 1.2 Labranza mínima
 - 1.3 Labranza convencional
 2. Efecto de barreras vivas
 3. Efecto de cultivos asociados
 4. Efecto de Mulch de maíz
 5. Efecto de la fertilización.
-

mas, especialmente con cero labranza que es una práctica agronómica altamente eficiente para evitar degradación física de los suelos de Mondomo. Con esta práctica, los riesgos de la pérdida de suelo pueden disminuir de 50–100 t/ha (grado alto) a menos de 10 t/ha/año (grado muy débil), según los datos de Curiel, 1986 consignados en la tabla 6). También, esta clase de manejo requiere poco costo.

2. Con la labranza convencional con tracción mecánica, animal o a mano (azadón), independiente de la dependiente del terreno, se consiguan los más altos rendimientos de yuca (por encima de 20–25 t/ha), pero es un sistema poco eficiente para disminuir pérdidas de suelo por erosión; esto debido posiblemente al método empleado para controlar malezas. También, influye el cultivar y su vigor inicial, como su cobertura total. Los cultivadores CMC-92, Batata, Selección 40 y Regional Amarilla son más vigorosos y más productivos que M Col 113 y Santa Dovia que son materiales introducidos.
3. Con la práctica agronómica de barreras vivas, según curvas a nivel, los rendimientos promedios de yuca fueron muy bajos, excepto con el sistema de yuca alternado con franjas de 2m de pasto imperial o yuca intercalada con limoncillo, donde se lograron rendimientos promisorios.

Los bajos rendimientos son debidos a la fuerte competencia de gramíneas con *Branquiaria decumbens*, *B humidicola* y King Grass ejercen sobre el cultivo de yuca; mientras que yuca alternando con franjas de pasto nativo es un tratamiento de pasto nativo pero el suelo es subutilizado y, de ahí que los rendimientos no sean tan altos. Paradójicamente, esta práctica agronómica es de las más eficientes para contrarrestar los efectos de la erosión, especialmente la barrera con *B. humidicola*. El pasto imperial por su lento establecimiento inicial, tiene un efecto intermedio en el control de pérdidas de suelo por erosión.

4. Con el método de yuca alternado con frijol, los rendimientos de la yuca y el frijol son aceptables y el control de la pérdida de suelo intermedio. Pero, con Caupi, las cosas son diferentes ya que tanto el rendimiento de la yuca como el de Caupi fueron muy bajos y, las pérdidas de suelo altísimas 52–106 t/ha).
5. Con el empleo de “Mulch” de maíz, se mejora sustancialmente la labranza con bueyes en el que se pierde mucho suelo por erosión. Es un sistema mixto que permite excelentes rendimientos de la yuca y disminuye los riesgos de erosión en un 60–70%, pero tiene dos serios inconvenientes:

TABLA 6. Efecto de las alternativas de labranza sobre el rendimiento de 2 cv. de yuca en Mondo-mito, Cauca, Colombia. Pendiente 10-15%o (1981-1982).

Tratamientos	Rendimiento Yuca t/ha		
	CMC 92	M Col 113	X
1. Sin preparación	10.8	10.4	10.6
2. Preparación de cajuelas	17.9	12.3	15.0
3. Preparación con bueyes	16.0	11.6	13.8
4. Bueyes y construcción caballones	15.0	10.0	12.5
5. Reparación con rotovator	15.7	14.1	14.9
6. Rotovator y construcción caballones	16.8	10.9	13.9
7. Franjas de un metro, preparación con pica	12.2	9.7	10.9
8. Franjas de un metro, preparación con rotovator	13.5	9.5	11.5

Fuente: Cadavid, L.F. (1987).

Franjas

a) Si no se maneja bien el Mulch (caso de Mondomito, Figura 11., los rendimientos son bajos y b) Es un método costoso por el transporte a no ser que se disponga de él en las fincas.

6. Indudablemente, la práctica agronómica que más influye sobre el rendimiento de la yuca es la fertilización. Su efecto es altamente benéfico para este cultivo que es exigente en nutrimentos, esencialmente potasio y que agota muy rápido la productividad de estos suelos, especialmente cuando no se fertiliza.

En cuanto a su efecto sobre la pérdida de suelo por erosión, es más o menos aceptable, aunque hay mejores sistemas como ya se enumeró. De todas formas, contribuye a disminuir los riesgos de erosión y, esto depende mucho del estado de suelo y de su productividad.

En los Cuadros 7, 8, 9 y Figura 6 a 15 se observan algunas de las consideraciones enumeradas anteriormente.

RECOMENDACIONES

1. Sembrar yuca en las áreas menos pendientes y si estos suelos aún no presentan problemas de erosión o ésta es débil, emplear el sistema de cero labranza o de cajuelas (pica, azadón) para la siembra de yuca.
2. Si los suelos son poco productivos y presentan problemas de erosión, emplear el sistema de bueyes (un pase) con el que se puedan conseguir buenos rendimientos.
3. El método de bueyes se puede completar con aplicación de 2–3 t/ha. de Mulch de maíz, aplicado 20–30 días después de la siembra. También, se puede modificar alternando la yuca con franjas de 2m de pasto imperial o alternando la yuca con franjas de 1m de fríjol cv. Carioca u otro regional que sea productivo.
4. Sembrar los mejores materiales de la región (algodón, Selección 40, Bata-ta), y hacer selección de las estacas de siembra.
5. Recurrir a la fertilización química ya que se comprobó que aumenta el rendimiento regional (6–8 t/ha) hasta 20–30 t/ha.
6. Emplear el método de control de malezas con azadón y completar con herbicidas o machete, dependiendo de los costos.

Seguir con las investigaciones de control de erosión haciendo hincapié en empleo de "Mulch" de las mismas malezas o quemando éstas con herbicidas.

También emplear abonos verdes para incorporar o como cobertura viva, sembradas 15–20 días antes de la yuca.

TABLA 7. Respuesta de yuca a la aplicación de varios niveles de N, P, K, en cinco localidades de la región de Mondomo, Pescador, Cauca, Colombia, 1983.

No.	Fertilización*	Mondomito	Agua Blanca	Tres			Promedio
				Telecom	Quebradas	Pescador	
Rendimiento raíces frescas t/ha.							
1	N ₀ P ₀ K ₀	8.5	12.7	13.0	10.2	3.3	9.5
2	N ₀ P ₂ P ₂	11.0	25.5	25.9	16.5	12.6	18.3
3	N ₁ P ₂ K ₂	13.6	20.5	21.8	18.4	13.1	17.5
4	N ₂ P ₂ K ₂	11.0	24.8	27.1	23.2	16.2	20.5
5	N ₃ P ₂ K ₂	13.8	29.7	27.3	29.2	19.7	23.9
6	N ₂ P ₀ K ₂	8.0	13.2	16.0	9.3	6.0	10.5
7	N ₂ P ₁ K ₂	14.3	25.2	23.5	21.5	15.0	19.0
8	N ₂ P ₃ K ₂	12.0	24.6	26.4	24.7	19.6	21.5
9	N ₂ P ₂ K ₀	10.6	25.5	23.1	14.6	7.4	16.3
10	N ₂ P ₂ K ₁	14.7	24.9	25.9	17.8	16.5	19.8
11	N ₂ P ₂ K ₃	14.4	26.3	24.6	24.8	16.7	21.4
12	N ₃ P ₃ K ₃	18.5	28.0	27.3	29.9	12.3	23.2
X	Prom. trats.	12.5	23.4	23.5	20.0	13.2	18.5

N₀ = 0 N₁ = 50 N₂ = 100 N₃ = 200 kg N/ha como úrea.

P₀ = 0 P₁ = 50 P₂ = 100 P₃ = 200 kg P/ha como SFT.

K₀ = 0 K₁ = 50 K₂ = 100 K₃ = 200 kg K/ha como KCl.

Fuente: Cadavid y Howeler (1984).

TABLA 8. Efecto económico de la aplicación de N P K para yuca en la región de Mondomo, Pescador, Cauca, Colombia, 1983.

No.	Fertilización*	Rendimiento	Costos	Ingresos	Beneficio	B/C
			abonos	Rendimiento raíces frescas t/ha	Neto	
1	N ₀ P ₀ K ₀	9.0	0	76.000	76.000	-
2	N ₀ P ₂ P ₂	18.3	15.960	146.400	130.440	3.4
3	N ₁ P ₂ K ₂	17.5	18.175	140.000	121.825	2.5
4	N ₂ P ₂ K ₂	20.5	20.390	164.000	143.610	3.3
5	N ₃ P ₂ K ₂	23.9	24.820	191.200	166.380	3.6
6	N ₂ P ₀ K ₂	10.5	7.950	84.000	76.050	0
7	N ₂ P ₁ K ₂	19.9	14.170	159.200	145.030	4.9
8	N ₂ P ₃ K ₂	21.5	32.830	172.000	139.170	1.9
9	N ₂ P ₂ K ₀	16.3	16.870	130.400	113.530	2.2
10	N ₂ P ₂ K ₁	19.8	18.630	158.400	139.770	3.4
11	N ₂ P ₂ K ₃	21.4	23.910	171.200	147.290	3.0
12	N ₃ P ₃ K ₃	23.2	40.780	185.600	144.820	1.7
X	Prom. trats.	18.5				

Precios abonos:

N = \$44.30 kilo, bulto úrea \$1.018.

P = \$124.40 kilo, bulto SFT \$1.250.

K = \$35.20 kilo, bulto KC1 \$880.

Precio yuca: \$8.00 por kilo yuca fresca.

Beneficio: Ingresos - costos.

B/C: $\frac{B \text{ con abono} - B \text{ sin abono}}{\text{costo abono}}$

costo abono

Fuente: Cadavid y Howler (1984).

TABLA 9. Grados de riesgo de erosión con la ecuación universal de pérdidas de suelo.

Pérdida ton/ha/año	Grado
10	1 muy débil
10 - 20	2 débil
20 - 100	3 moderado
100 - 300	4 alto
300	5 muy alto
	0 daño irreversible

Fuente: Curiel (1986).

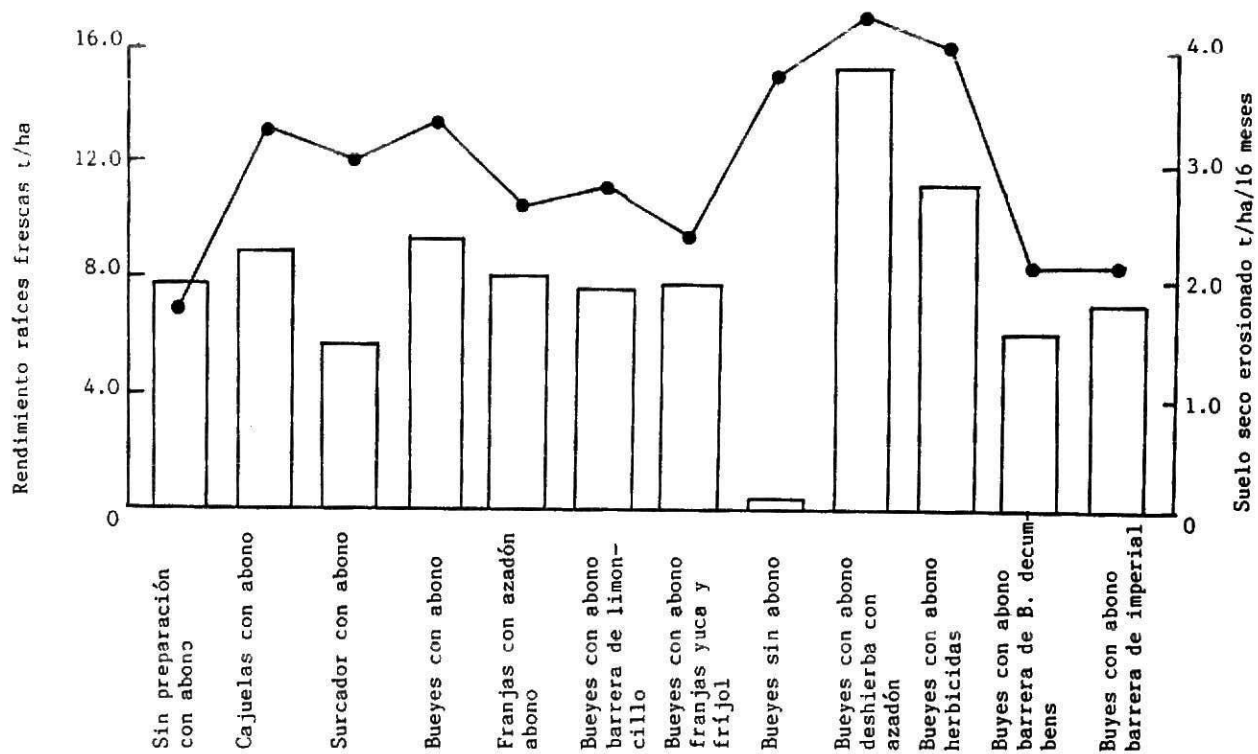


Figura 6. Efecto de las prácticas agronómicas sobre la variedad Sta Davio y sobre la cantidad total de suelo seco perdido en un inceptisol de Tres Quebradas, Mondomo, Cauca, Colombia, 1983-1984.

Fuente: Cadavid (1987)

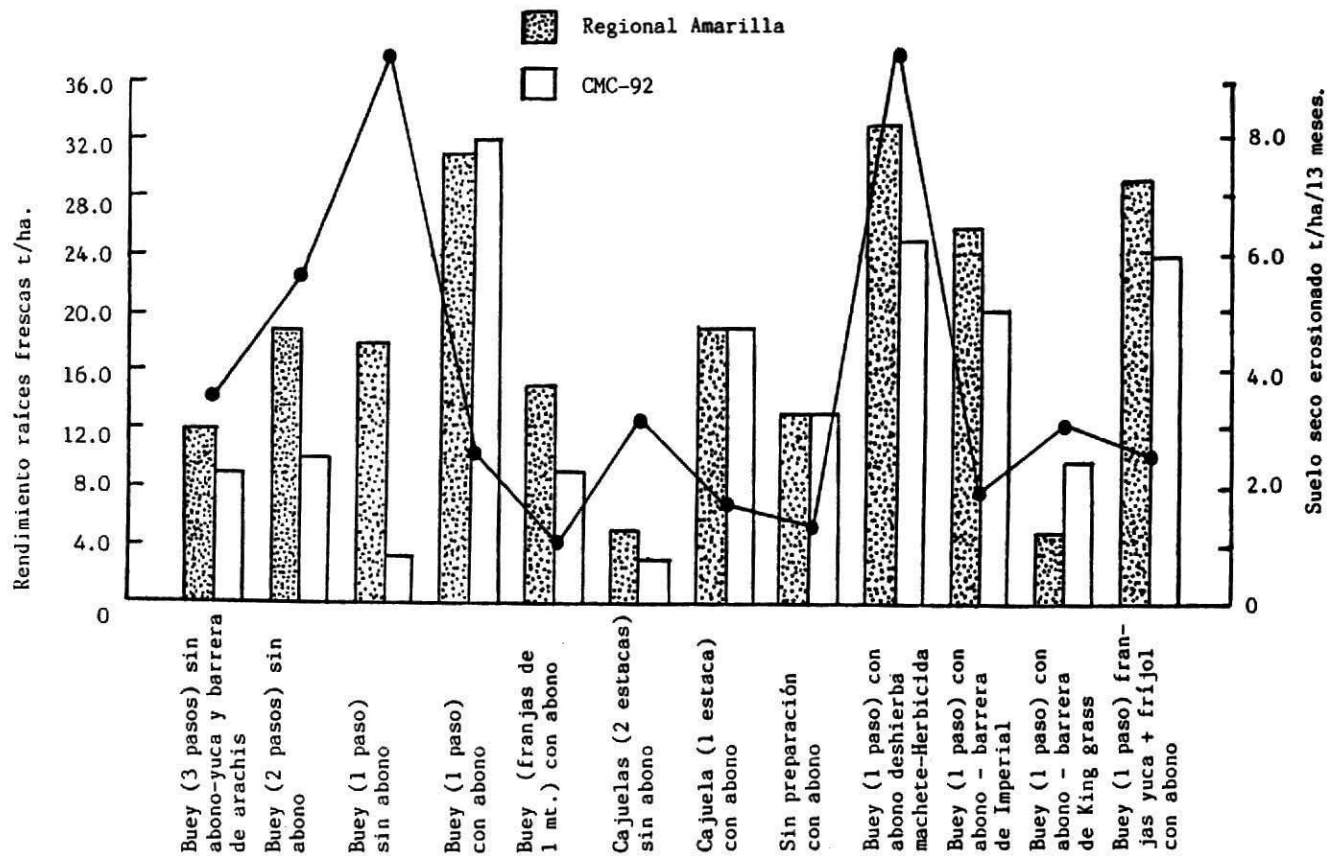


Figura 7. Efecto de varias prácticas agronómicas sobre el rendimiento de dos cvs. de yuca y sobre la pérdida de suelo por erosión en la región de Tres Quebradas, Mondomo, Cauca, Colombia. Con 40% de pendiente 1985-1986.

Fuente: Cadavid (1987).

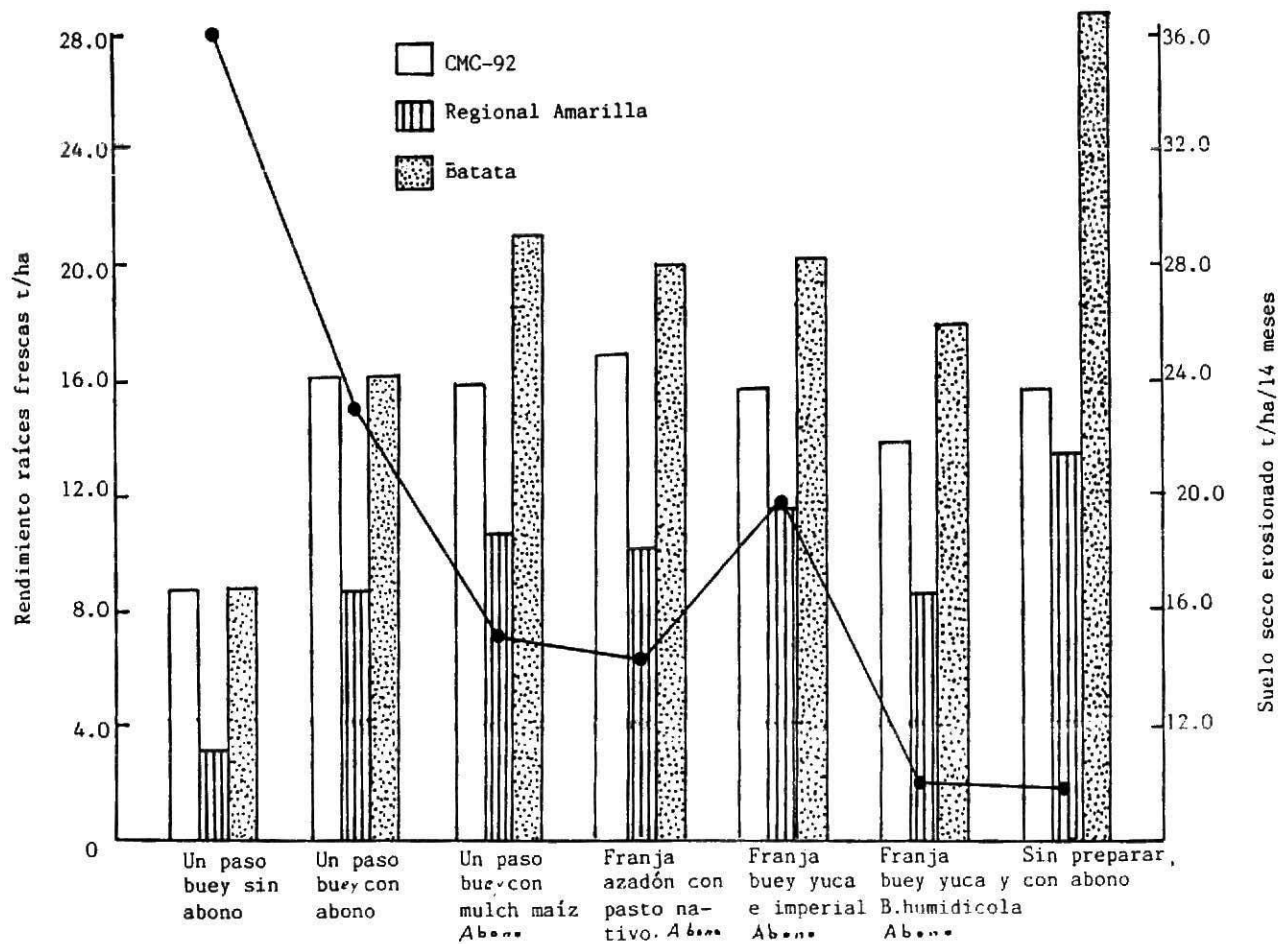


Figura 8. Efecto de la labranza del suelo y el abonamiento sobre el rendimiento de tres cvs. de yuca y sobre la pérdida de suelo en un Inceptisol de Agua Blanca, Mondomo, Cauca, Colombia. Con pendiente de 45%, 1982-1983.

Fuente: Cadavid (1987).

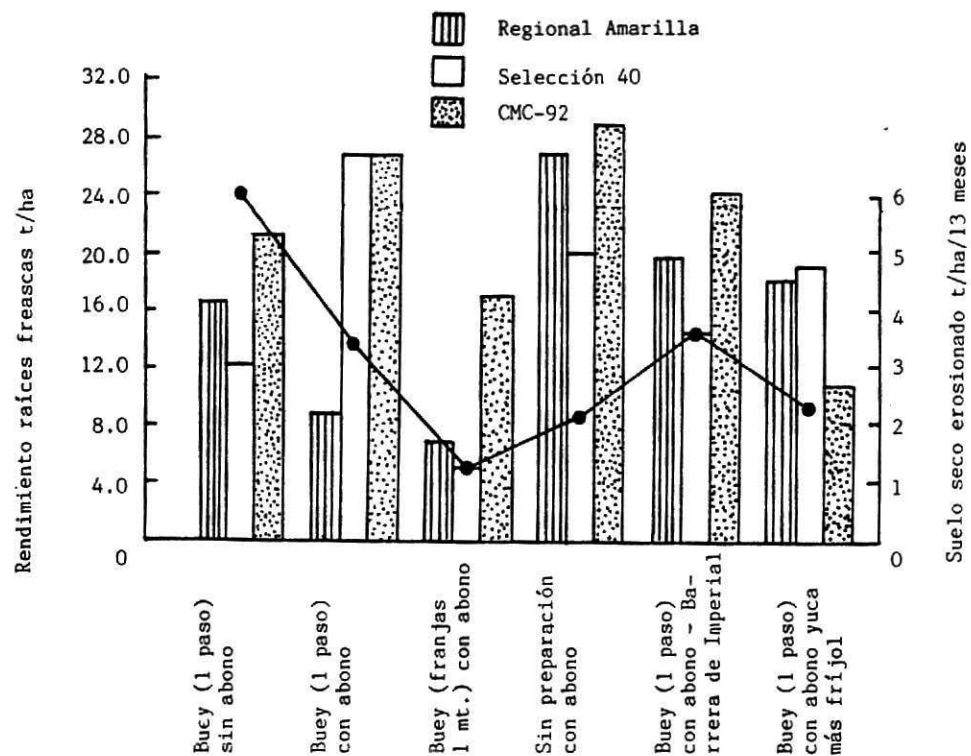


Figura 9. Efecto de diferentes prácticas agronómicas sobre el rendimiento de 3 cv de yuca y sobre el suelo seco perdido en un lote con 30% de pendiente en Mondomito, Mondono, Cauca, Colombia 1985-1986.

Fuente: Cadavid (1987).

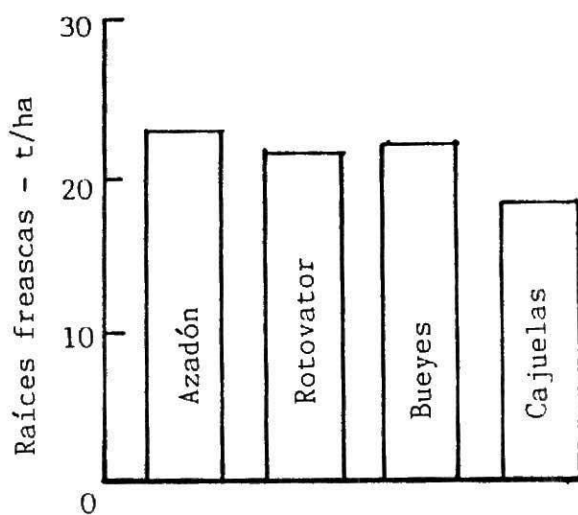


Figura 10. Efecto del método de labranza sobre el rendimiento cv. CMC-92 en la región de Mondomo, Cauca, 1984.

Fuente: Cadavid (1987).

**AGRICULTURA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA**

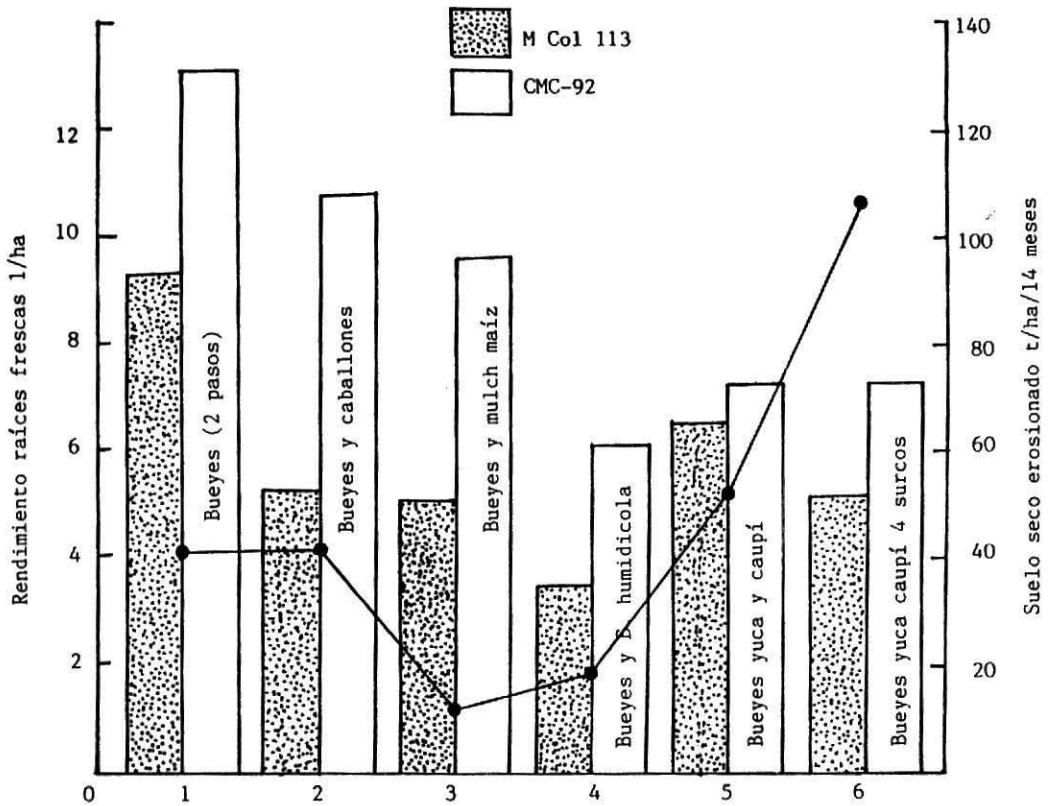


Figura 11. Efecto de manejo de suelo sobre el rendimiento de dos cv de yuca (M Col 113 y CMC-92) y sobre la pérdida de suelo en la región de Mondomo, Cauca, Colombia 1981-1982.
Fuente: Cadavid (1987).

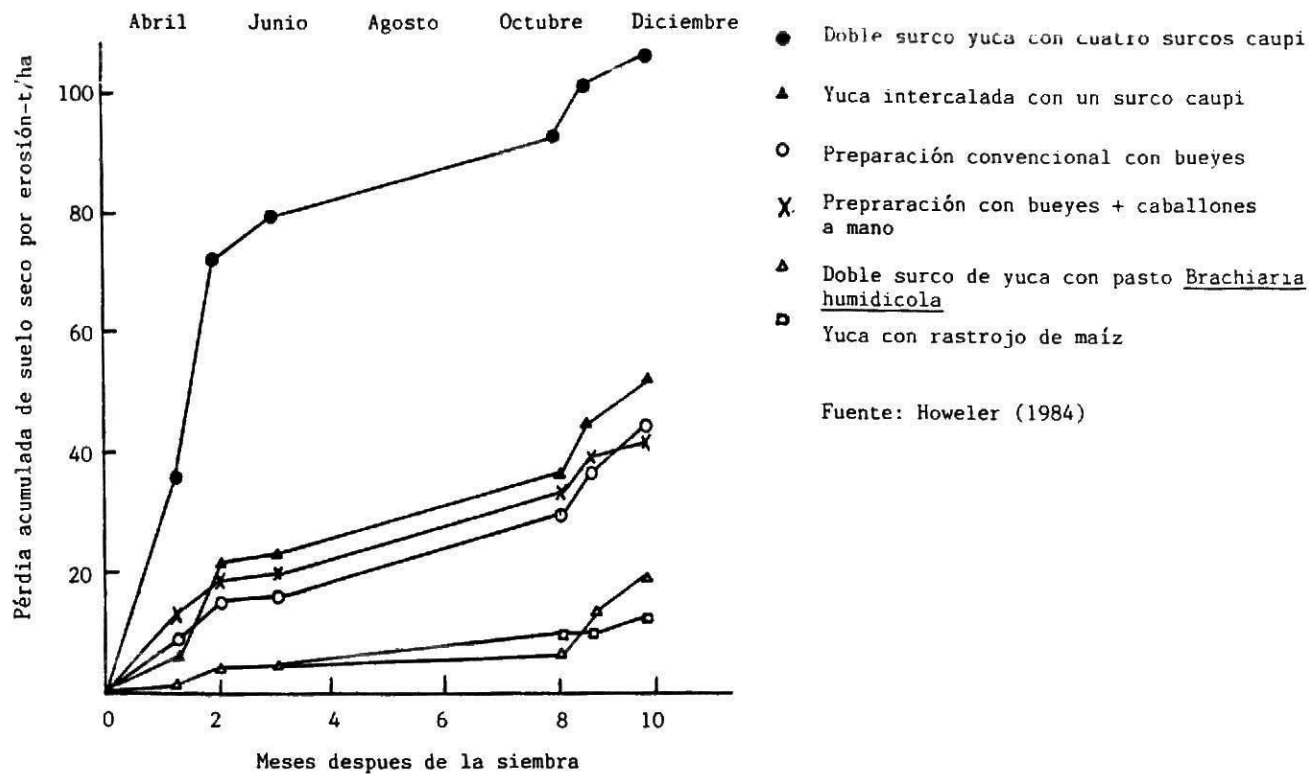


Figura 12. Pérdida acumulada de suelo por erosión debido a varios sistemas de siembra y yuca-Mondomito, 1981.

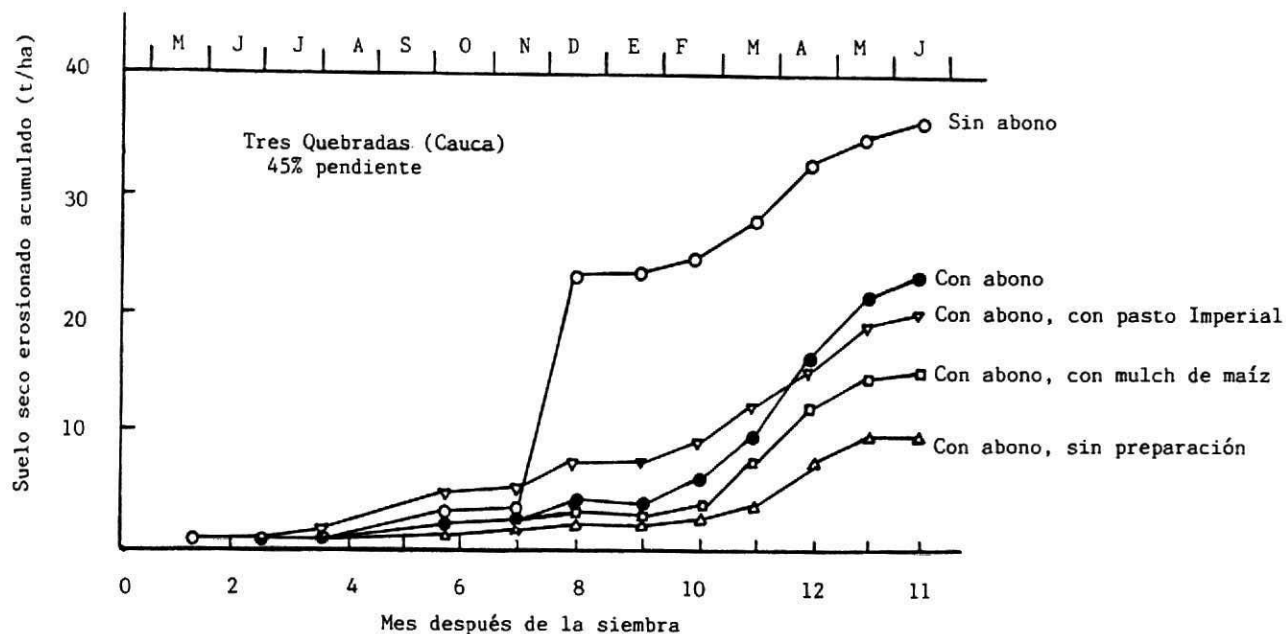


Figura 13. Pérdida acumulada de suelo por erosión debido a varias prácticas culturales en yuca sembrada en Agua Blanca, Cauca, 1982-1983.

Fuente: Howeler (1984).

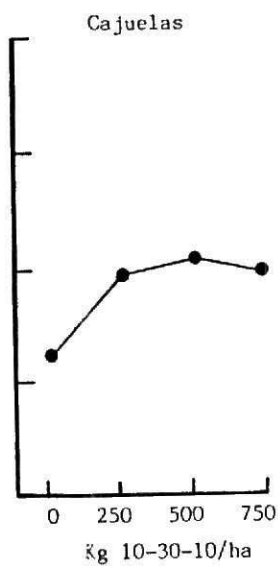
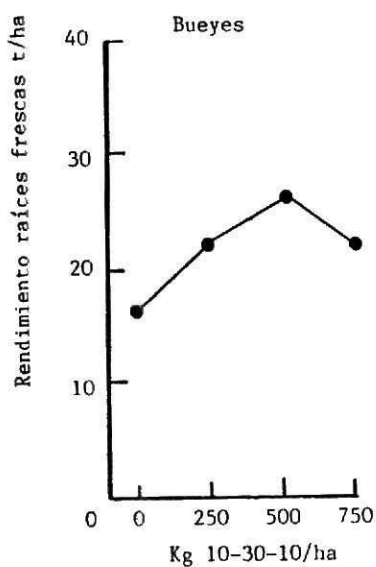
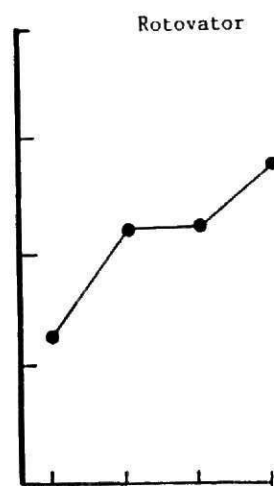
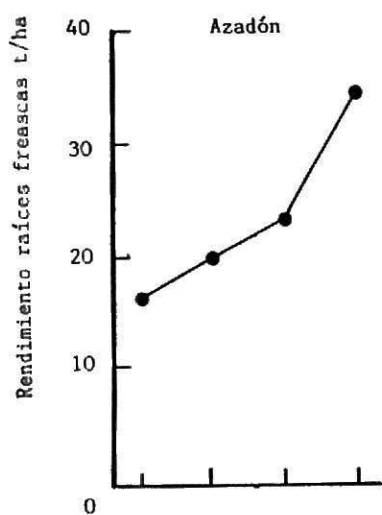


Figura 14. Efecto de la fertilización sobre el rendimiento en yuca cv. CMC-92 en la región de Mondo, Cauca, Colombia, 1983-1984.

Fuente: Cadavid (1987).

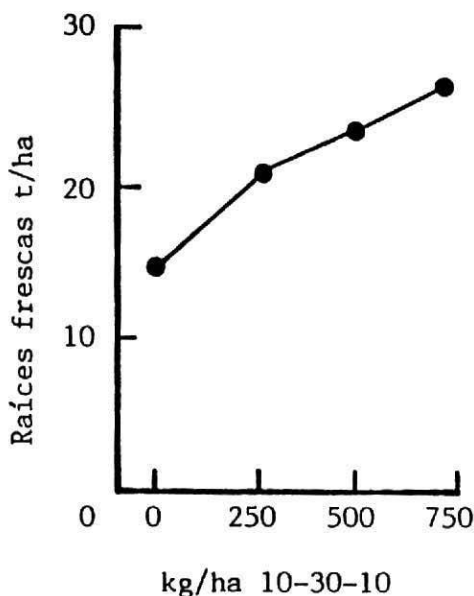


Figura 15. Efecto de la fertilización sobre el rendimiento promedio en yuca cv. CMC-92 en la región de Mondomo, Cauca, Colombia, 1984.

Fuente: Cadavid (1987).

BIBLIOGRAFIA

- ALVIM, T. de P. Potencial de la Producción agrícola en la región amazónica. En Producción de pastos en suelos de los trópicos. Editorial XYZ, impreso en Cali, Colombia, 1978, 524 p.
- Y CABALA, F.P. Um novo sistema de representação gráfica da Fertilidade de dois solos para cacau. *Cacau Actualidades*, LLhèus/Bahía 11 (1): 2-6.
- CADAVID, L.F. El problema de la erosión en los suelos de Mondomo, Cauca, Colombia dedicados al cultivo de la yuca y sus soluciones. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias - Palmira, Colombia, 1987, 118 p.
- GASTAL, E. Enfoque de sistemas na Programação da Pesquisa Agropecuária. Rio de Janeiro, Brasil, 1980, 207 p.
- HILDEBRAND, E. P. Generando tecnología para agricultores tradicionales: una metodología multidisciplinaria. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA, Guatemala, 1976, 20 p.
- HOWELER, R. H. Nutrición y fertilización de la yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, 1981, 55.
- Producción de yuca en laderas utilizando prácticas de conservación de suelos. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Seminario interno SE-6-84, 1984, 22 p.
- Prácticas de conservación de suelos para cultivos anuales. En: manejo y conservación de suelos de ladera, R.H. Howeler, Cali, Colombia, 1984, pp 77-93.
- CADAVID, L.F. Prácticas de conservación de suelos para producción de yuca en ladera. Suelos ecuatoriales. Bogotá, Colombia, 1984. V. XIV, No. 1, pp 70-84.

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CO-
DAZZI. Estudio general de suelos de los mu-
nicipios de Santander de Quilichao, Pienda-
mó, Morales, Buenos Aires, Cajibío y Caldo-
no, Cauca, Bogotá, Colombia, 1976, 471 p.

NAVARRO, L.A. El enfoque de sistemas y he-
rramientas específicas para el reconocimien-
to de los sistemas de cultivo, el agricultor y
su ambiente, CATIE, Programa de Cultivos
Anuales, Turrialba, Costa Rica, 1978, 47 p.

---- Caracterización social y económica en la
investigación para desarrollar los sistemas de
cultivo de un área específica. CATIE. Dto.
de Producción Vegetal, Turrialba, Costa Ri-
ca, 1982, 17 p.

13 TORRES, R.E. Manual de Conservación de Sue-
los Agrícolas. Editorial Diana, México, pri-
mera edición 1981, 164 p.

Publicado también en

INVESTIGACION EN SISTEMAS DE PRODUCCION: VISION PRACTICA

Raúl A. Moreno
I.A. Ph. D
Programa Yuca CIAT

INTRODUCCION

Tal vez el título de esta presentación lleve a confusiones; se trató de discutir en esta oportunidad una serie de situaciones que se presentan cuando un grupo de personas trata en la práctica de desarrollar tecnología para agricultores pequeños, aplicando lo que se reconoce como la metodología de investigación en fincas.

Los conceptos que se discutirán a continuación no tienen en realidad sentido pleno, sino para aquellas personas que se han enfrentado en la práctica en forma frecuente con las dificultades derivadas de la aplicación de ciertos procedimientos metodológicos, especialmente a nivel de instituciones nacionales.

En realidad los problemas que se intentan discutir ahora, no son una novedad completa para los que están trabajando en estos asuntos a nivel de campo, pero no parece que se haya escrito lo suficiente acerca de ellos y por eso creo interesante hacerlo ahora.

ANALIZADO

Además, como soy un convencido de las ventajas que tiene para el desarrollo agrícola en general, el desarrollo previo de la tecnología adecuada, especialmente cuando se realiza en las mismas fincas de los agricultores pequeños siguiendo un procedimiento metodológico racional, creo que la discusión periódica de algunos asuntos relativos a estos temas es siempre saludable. En América Latina se ha avanzado mucho en los últimos años en la modificación del tipo de investigación que debe realizarse para desarrollar mejor tecnología con agricultores y creo que gran parte del adelanto logrado se debe precisamente a este lento proceso de discusión en grupos que ocurre en seminarios o talleres como éste.

En realidad el propósito mismo de esta presentación es resaltar los proble-

mas que se encuentran en la práctica de la investigación en fincas. Esto definitivamente no significa que el autor tenga una visión negativa del proceso, sino por el contrario, que sólo mediante la exposición se solucionan los problemas. Además estoy convencido que la tendencia general de los técnicos a resaltar lo bueno, está dejando un vacío que es conveniente llenar ocasionalmente.

Por último y como una justificación más por haber seleccionado este tópico para hoy, quiero recordar unas frases que dijera un amigo común en un seminario como éste que se realizará aquí mismo hace un par de años atrás. El dijo que cada vez sospechaba con mayor certeza que lo invitaban a estos seminarios porque casi todo el mundo sabía lo mucho que él se había equivocado en su trabajo de campo. Por ello y con su presencia en los seminarios, los organizadores querían evitar al resto que cayera en los mismos errores. Como yo tengo una sospecha similar, creo que discutir los problemas que se encuentran para desarrollar tecnología con agricultores, es un tema muy apropiado para mí en esta ocasión.

Una metodología

Una metodología no es sino un conjunto de procedimientos que aplicados en un orden cronológico racional nos permite alcanzar objetivos deseados, dentro de plazos razonables de tiempo.

Para desarrollar tecnología con Agricultores se han escrito, los mismos pasos metodológicos básicos, en cientos de formas distintas. Excepto en casos muy especiales, estas diferencias sólo revelan la variabilidad lógica que existe entre las personas y la situaciones de producción (sistemas de producción), en las cuales los técnicos han adquirido el grueso de su experiencia.

Básicamente se describen siempre cuatro pasos o etapas. Una primera fase de análisis de un ambiente y un sistema de producción cuyo propósito es identificar problemas y potenciales, una segunda de diseño de la tecnología y de la experimentación; otras de pruebas de campo de esa tecnología diseñada y su debida evaluación y finalmente una fase de pruebas extensivas o de producción cuyo propósito es sentar las bases de un plan de producción que puede incluirse en un programa mayor de desarrollo rural.

Selección de área

Frecuentemente en las descripciones existentes de la metodología, se incluye este paso previo de selección de área, para lo cual se citan diversos cri-

terios de selección tales como importancia general para el país; cantidad de personas/superficie, número de pequeños agricultores etc.

En la práctica, las áreas dentro de un país, ya están seleccionadas en la mayoría de los casos y esta selección ha sido hecha generalmente tomando en cuenta criterios políticos o estratégicos para el país y ninguna de las consideraciones teóricas que se señalan en la metodología.

Sin embargo, una selección más específica, de localidades en donde concentrar acciones de investigación dentro de un área geográfica mayor, es posible poniendo en práctica los criterios señalados.

De todos estos criterios, el de representatividad física adquiere la mayor importancia en este caso. Si el área es relativamente pequeña, uniforme y rica no hay problemas, pero en la práctica las áreas son grandes, variables y pobres, y por ello los criterios de representatividad son los más importantes, para seleccionar localidades, dados los recursos siempre escasos.

Descripción de área

Para realizar la descripción previa del área, antes de seleccionar localidades, el problema más frecuente es de naturaleza institucional. Las limitaciones que disponen de la información de suelos, climas y recursos en general están centralizadas; disponen de la información en forma difícil de recuperar; generalmente sin un análisis interpretativo, incompleta, etc. Cuando la información si está disponible, es recuperable y completa, resulta generalmente de un nivel excesivamente macro para las necesidades del equipo.

La forma práctica de realizar todo el proceso de caracterización de área y selección de localidades de experimentación, es comenzar por información local, de tipo cualitativo, aportada por agricultores y gente de la región, mezclada con una buena dosis de institución educada por parte de los técnicos. Desde ahí entonces, y junto con el comienzo del trabajo experimental, comenzar a su vez un lento proceso de mejoramiento de la caracterización existentes y cuyo resultado final va a ser necesariamente una combinación de conocimientos empíricos y formales.

El resultado de un procedimiento de esta naturaleza es que las primeras localidades experimentales deben ser cambiadas, lo cual, si bien es cierto no constituye necesariamente un problema grave, sí representa un cierto grado de pérdida de validez de ciertos resultados obtenidos.

Análisis de los sistemas de producción

Es casi imposible separar la caracterización ambiental de la que se hace a los sistemas de producción empleados por los agricultores en ese ambiente, pero existen algunos problemas específicos de esta última que son interesantes de discutir.

Por razones prácticas la mayor parte de los equipos acuden a visitas de campo de tipo multidisciplinario, con el objeto de realizar diagnósticos rápidos acerca de qué se siembra, cómo y por qué. Mientras más rápido se hace un diagnóstico, mayores son los errores que se cometen.

Discutiblemente una visita de esta naturaleza aporta un marco de referencia aceptable y una aproximación global a los problemas, pero esta visita es especialmente provechosa sólo para los técnicos con bastantes conocimientos, especialmente aquellos capaces de realizar análisis comparativos. Los técnicos de poca experiencia se benefician en menor medida de estas visitas previas para fines del diagnóstico rápido.

En realidad el propósito de una visita multidisciplinaria a un área de producción debería ser el de identificar "que preguntar; cómo hacerlo; cuándo; con quiénes y finalmente a quiénes" en una búsqueda formal de información, antes de llegar a diagnósticos acelerados que influyan significativamente en el diseño.

No es necesario llevar siempre a cabo encuestas para caracterizar sistemas de producción, pero cuando se realizan, el primer problema se presenta con ellas precisamente al no poder contestar las preguntas anteriores correctamente.

El problema más frecuente con las encuestas a los agricultores, se presenta cuando no existe un balance correcto entre lo que se desea saber; lo que es necesario conocer para diagnosticar correctamente un problema; la capacidad del equipo para controlar la captación de datos; su capacidad para manipular estos datos y la capacidad existente de análisis y de interpretación de información.

La teoría de la metodología de investigación, habla de la integración entre científicos sociales y agrónomos. El análisis de los problemas que se presentan cuando estos tipos de técnicos interactúan, está bien documentado, principalmente en publicaciones no formales hechas por científicos sociales. Los análisis realizados por agrónomos no son muy frecuentes. De todas formas,

cualquiera sea la manifestación externa de un problema entre estos tipos de técnicos, este básicamente se debe al tipo de formación intelectual. El agrónomo en su mayoría está más bien inclinado a buscar soluciones a problemas, antes que a profundizar en ellos; mientras que el científico social por su parte, tiende a lo contrario. En teoría es el complemento ideal, en la práctica pocas veces funciona bien.

Las primeras discrepancias entre estos profesionales se manifiesta entonces en esta fase de análisis de un ambiente y sus sistemas de producción con propósitos de diagnóstico.

La teoría de la metodología habla también de la necesidad de un diagnóstico continuo, porque todo el proceso de desarrollo de tecnología es de por sí de naturaleza continua. El procedimiento ideal para estos casos es el seguimiento (monitoreo) con el fin de obtener una visión dinámica de los cambios en el tiempo. Sin embargo, lo que he observado en la práctica es que se realizan más bien encuestas nuevas, más específicas que las anteriores o se inician estudios de casos, tratando de cubrir aspectos no estudiados anteriormente o cuya información original (o interpretación) despierta dudas en el equipo.

Hay varios aspectos institucionales que afectan también la continuidad del diagnóstico y estos se refieren principalmente a la continua movilidad del personal de un proyecto a otro, lo que no está necesariamente relacionado con la metodología en sí.

Diseño

Esta es el área realmente crítica de la metodología, porque en el fondo no existe a su vez una metodología para diseñar investigación relevante a los problemas de producción detectados o potenciales identificados. Este asunto se ha discutido bastante en diversas reuniones. Sólo quisiera en esta ocasión recordar que es frecuente en los proyectos de investigación en fincas una brecha entre los problemas detectados y el tipo de experimento realizado.

Creo que la razón de esta brecha reside en un aspecto más bien conceptual en los técnicos. Aparentemente pocos tienen verdaderamente claro que el propósito fundamental de su actividad con agricultores es la estructuración de una recomendación de producción, que debería formar parte de un plan mayor de desarrollo.

Más aún pocos técnicos tienen verdaderamente claro el concepto de reco-

mendación técnica como un conjunto de procedimientos que permiten inicialmente al menos producir al mismo nivel que el agricultor y que se debe mejorar año tras año. Parece dominar la idea de que una recomendación técnica es un conjunto de procedimientos que una vez aplicados en una estación de crecimiento y para solucionar un problema puntual identificado van a revolucionar significativamente la producción en un área.

Los conceptos vertidos anteriormente implican un problema mayor de conceptualización y este es que los equipos tienden a diseñar primero experimentos que solucionan problemas antes que primero diseñar una forma mejor de producir (que podría llamarse paquete tecnológico) y luego diseñar experimentos para llegar a esta forma teórica de producir en un plazo dado de tiempo.

Debido a la falta general de esta meta claramente orientada a producción, el conjunto de experimentos diseñados, tienden más bien a contestar inquietudes técnicas y a asegurarse que la posible recomendación técnica descansa sobre las bases más firmes posibles que ha de arriesgar en forma calculada. Este deseo de perfección es fácilmente entendible, pero frecuentemente conduce a una cadena interminable de experimentos, que abren continuamente más interrogantes, y entre los caracteres generales de la producción en el área permanecen inalterados.

Luego estos experimentos diseñados, se ordenan en el tiempo y espacio para constituir lo que se denomina fase de diseño de la investigación en la metodología.

En este aspecto específico del diseño que es el ordenamiento cronológico de la investigación, se observa con frecuencia la concentración de tratamientos en unas pocas fincas, lo que nuevamente es consecuencia de experimentos un poco más complicados de lo necesario y que requieren más control. Un experimento complicado es realmente una inversión que hay que cuidar.

Es frecuente que esta fase general de diseño se ajuste paulatinamente a las necesidades de la región, pero la investigación inicial tiene mucha importancia para el desarrollo posterior de todo el proceso de desarrollo de tecnología.

La sección metodológica que aparentemente tiene mayor desarrollo relativo en términos de conceptualización y ejemplos claros para seguir, es precisamente esta de pruebas de pre-producción que se discutirá posteriormente. Es posible que esta falta de visión de los técnicos hacia planes de producción, se debe a esta deficiencia metodológica.

Experimentación de campo

Es posible separar esta sección de la anterior y como consecuencia de una fase de diseño no bien orientada, la experimentación en fincas, tiende a ser un poco más complicada que lo deseado. Entre otras consecuencias, este tipo complejo de experimentos son difíciles de comprender por el agricultor. Así, la participación de éste en el proceso de desarrollo de tecnología es en un comienzo (o siempre) muy pasiva. Con esto se pierde la ventaja más importante de este tipo de investigación sobre la que se realiza en Estaciones Experimentales.

La consecuencia posterior es que se consigue colaboración sólo de aquellos agricultores con razones especiales para hacerlo, lo que afecta naturalmente la representatividad.

Pruebas de pre-producción

Tal como se planteó anteriormente, esta fase de la metodología está menos documentada que ninguna y es aquí lógicamente en donde se esperan mayores problemas. Hay en realidad, a lo menos en América Latina muy pocos ejemplos de un intento por ejecutar esta fase. Lo que en América Central se denominó "validación" podría corresponder al primer paso de esta sección metodológica. Pero en este ejercicio no se llegaron a establecer planes de producción "per se" aunque se establecieron las bases de ellos. Más bien se trató de medir la reacción del agricultor frente a un conjunto de recomendaciones técnicas realizadas en secuencia lógica desde siembra hasta cosecha y venta.

Esta fase metodológica está completamente ausente en la mayoría de los proyectos y por lo tanto es difícil señalar los problemas más frecuentes.

EL AGRICULTOR MINIFUNDISTA EN EL PROCESO DE INVESTIGACION EN SISTEMAS DE PRODUCCION

Rodrigo Muñoz
I.A. M.Sc. Programa
de Suelos. ICA

El agricultor "Minifundista" constituye en 60-70% de la fuerza activa del sector rural, que sólo participa de un 5-10% de los bienes y servicios del país, que en su ejercicio agropecuario genera entre un 50% y un 70% de los productos básicos de la canasta familiar campesina, y aun urbana, en Colombia.

Este importante grupo humano, pilar de la economía nacional a mi modo de ver y entender tiene una serie de características "Sui Generis" que en cualquier proceso productivo no se deben desconocer, tales como:

- a) Es un conglomerado humano que ha generado su propia tecnología agropecuaria, a través del tiempo, por el proceso de acierto y error, mediante el conocimiento empírico transmitido de generación en generación.
- b) Es un grupo, donde sus integrantes ansían el cambio, pero puede realizarlo en mínima parte, por cuanto no detectan y manejan los factores de poder:
 - Político
 - Social y/o
 - Económico

Ante esta realidad imperante, la labor educativa, para tratar de inducir cambios significativos en el proceso productivo agropecuario debería tener en cuenta como mínimo las siguientes estrategias:

- 1) Conocer a fondo su patrimonio cultural y su contorno. Esto permitirá detectar diferentes grados de limitantes y las alternativas de manejo para resolverlos en tal sentido que mejoren debidamente la calidad de vida.

- 2) Conservar dentro de su patrimonio cultural todo aquello que sea positivo y eficiente, y proponer cambios mínimos a manera de cuenta gotas, lo cual permitirá establecer metas a corto, mediano y largo plazo, que originen alternativas y opciones atractivas.
- 3) Evitar al máximo, cambios bruscos, en alguna de sus costumbres agropecuarias, como por ejemplo:
- Variedades
 - Epocas de siembra
 - Sistemas de cosecha y almacenamiento
 - Consecución, manejo y sistemas de pago de sus recursos financieros, etc.
- 4) Incentivar un aumento máximo de producción, únicamente cuando tenga establecido un adecuado índice de rentabilidad, y canales muy claros de comercialización nacionales y/o internacionales.

ALGUNAS CONSIDERACIONES AGROCLIMATICAS Y EDAFICAS PARA MAXIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

Edgar Amézquita C.

Ph.D.

Programa Nacional de Suelos

La producción y productividad agrícola dependen del comportamiento, intensidad, equilibrio, interacciones e interdependencia entre los factores: Clima-suelo-planta-hombre (Figura 1).

Corresponde al hombre identificar, definir y cuantificar las variables de clima y suelo para decidir la clase o tipo de cultivos que pueden desarrollarse exitosamente dentro de determinada área o zona agroecológica específica. A él corresponde buscar o conseguir mediante acciones de manejo el mejor equilibrio dinámico entre los factores de producción, con el fin de propender por la obtención de máximo rendimiento para el mejor aprovechamiento del medio.

Biológicamente las prácticas del cultivo deben enfocarse de tal manera que logre maximizarse la fotosíntesis (Figura 2). Esto se consigue, si logra identificarse y controlarse los factores que la controlan (Figura 3).

En ambientes de agricultura de campo es difícil sino imposible controlar la intensidad de la luz y la temperatura, sin embargo, los factores provenientes del suelo: agua, aire, nutrimentos y soporte mecánico son susceptibles a manejo y mejoramiento.

Bajo condiciones de campo, el agua que usan las plantas proviene de las precipitaciones. En la figura 4, se indican las características generales de las precipitaciones junto con sus implicaciones en el manejo adecuado de los suelos y aprovechabilidad de las aguas lluvias. Por ejemplo, la medida de la cantidad lleva a definiciones de balances hídrico de acuerdo con los requerimientos hídricos de las plantas; la medida de la intensidad al cálculo de la energía de la lluvia que tiene que ver con erosión y conservación de suelos; la duración en combinación con cantidad e intensidad de control de inundacio-

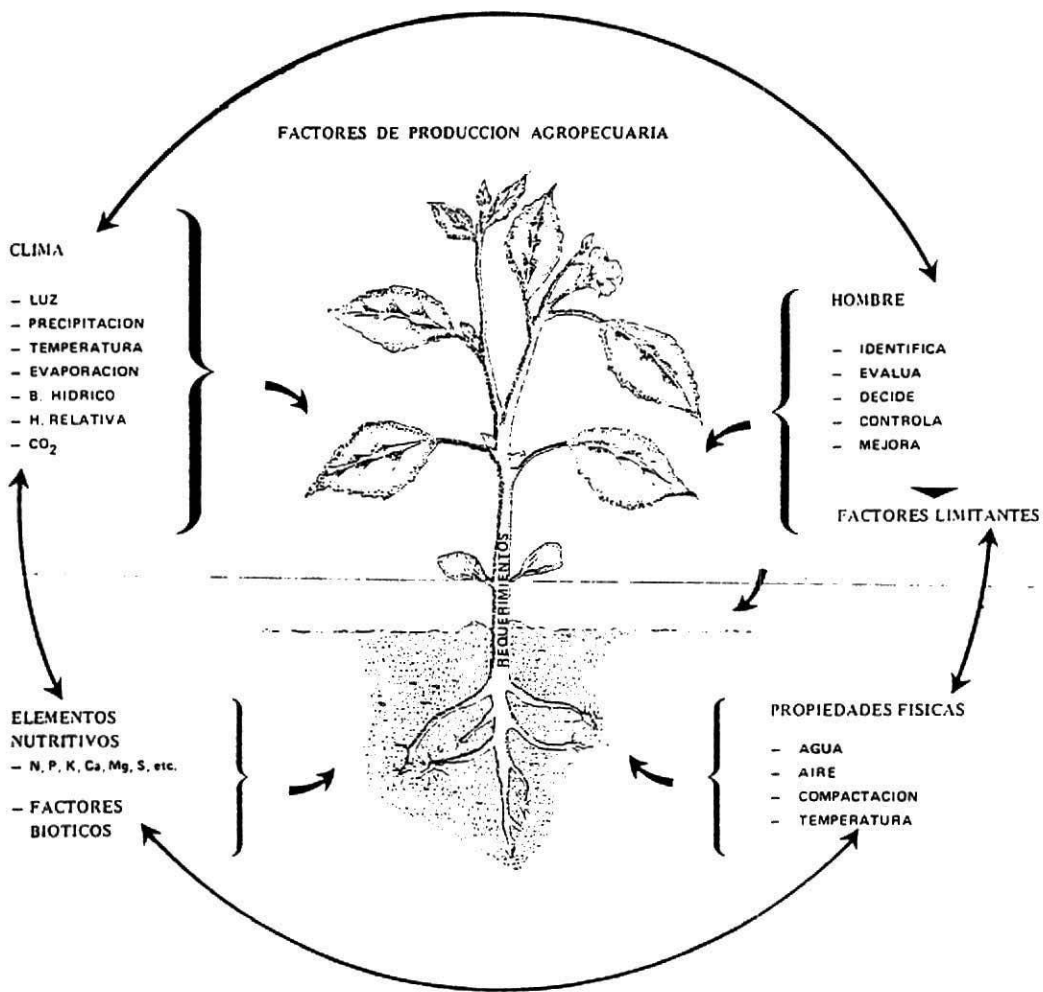


Figura 1. Factores de producción agropecuaria.

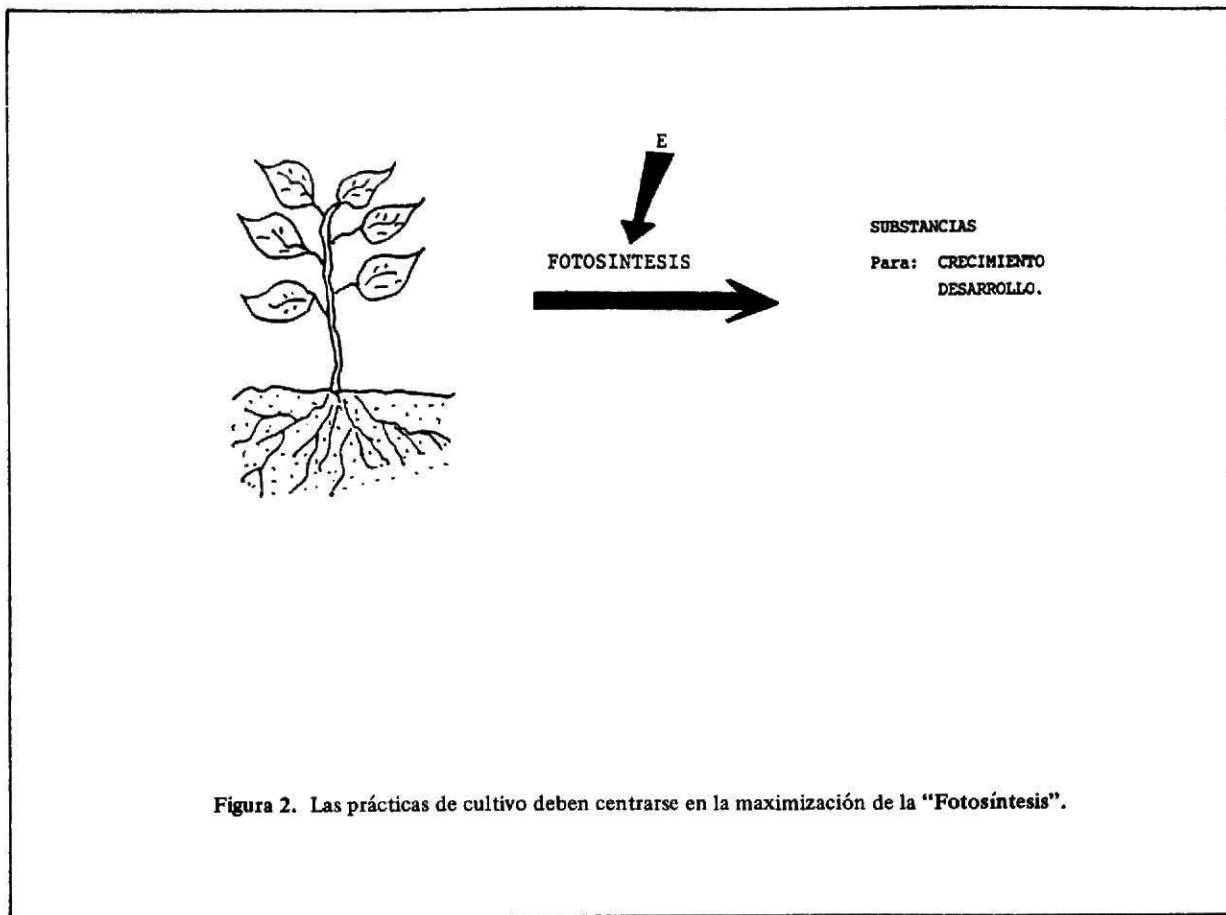


Figura 2. Las prácticas de cultivo deben centrarse en la maximización de la "Fotosíntesis".

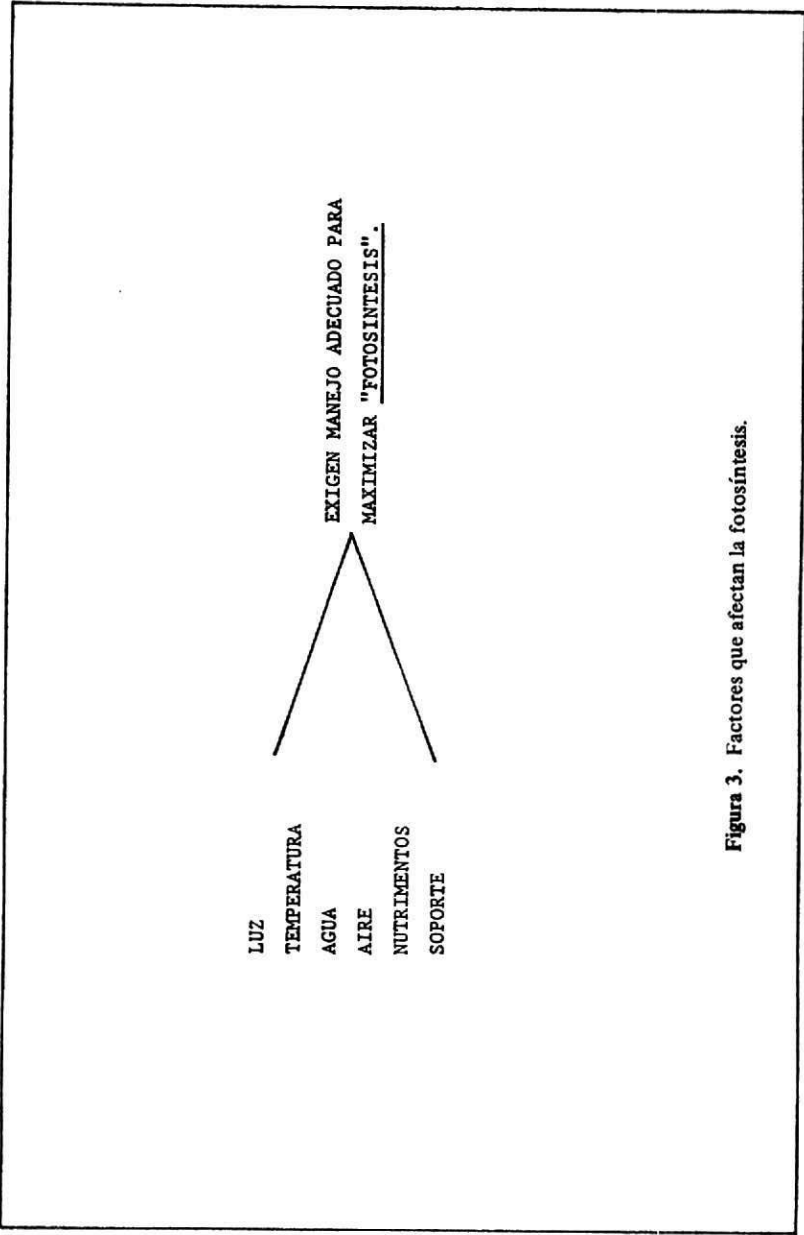
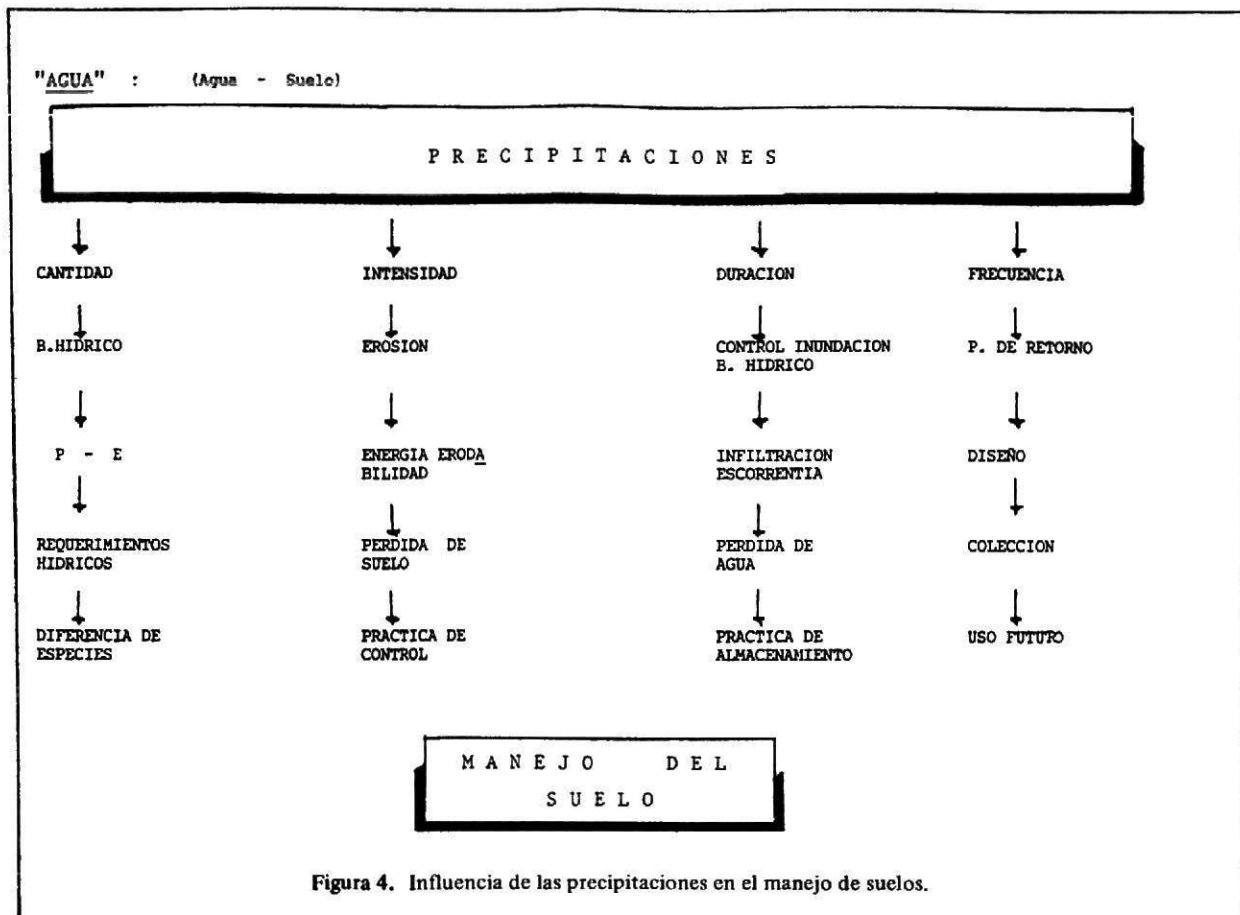


Figura 3. Factores que afectan la fotosíntesis.



nes y aun con prácticas de almacenamiento; la frecuencia de los anteriores atributos de las lluvias, al estudio de períodos de retorno con fines de diseño y colección de aguas sobrantes.

El análisis histórico del comportamiento de las características de las lluvias por métodos estadísticos probabilísticos es una herramienta de primerísima utilidad para la comprensión de su comportamiento y para toma de decisiones sobre prácticas útiles de manejo.

En este aspecto, es posible trabajar con probabilidades mensuales, semanales y aún diarias, tanto de cantidades de lluvias como de balances hídricos lo que permitirá planear razonablemente las prácticas de riego y de drenaje cuando ellos sean necesarios.

El estudio de la intensidad en términos de energía y la probabilidad de ocurrencia de eventos máximos para diferentes períodos de retorno es indispensable para el planeamiento de práctica de control de erosión utilizando los criterios de la ecuación universal de pérdidas de suelo (Figura 5).

El estudio de los balances hídricos, basados en análisis climatológicos históricos y en las características físicas del suelo relacionados con almacenamiento de agua, profundidad de enraizamiento, compactación, encostramiento superficial, capacidad de aireación, etc., es también de gran utilidad para el manejo y planeación de prácticas agronómicas.

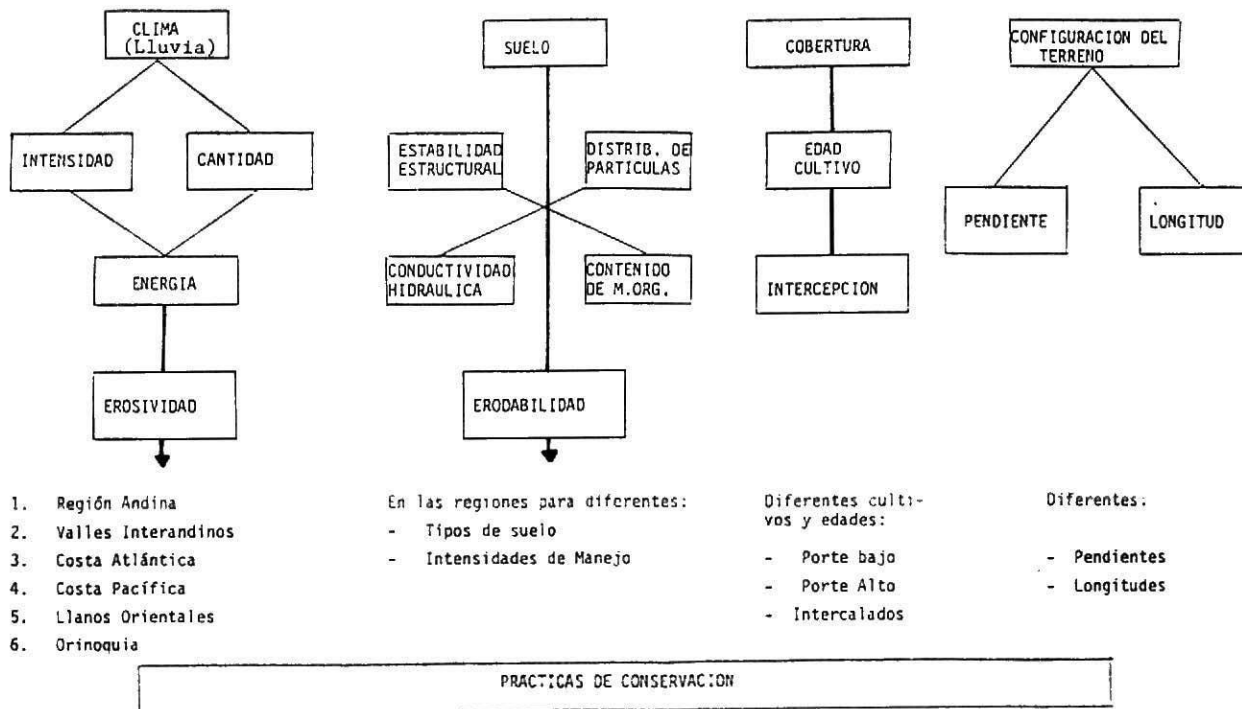
El conocimiento de las propiedades del perfil del suelo previo a su uso agrícola es también por lo tanto de fundamental importancia para el planeamiento de su uso.

El suelo está constituido en tres fases: Una sólida, una líquida y una gaseosa, debiendo existir entre ellas un equilibrio dinámico dentro de ciertos rangos, para ofrecer el mejor medio para el crecimiento y desarrollo de las raíces y por lo tanto de los cultivos.

La fase sólida está constituida por materia orgánica y materia mineral. En esta fase radica la capacidad de intercambio catiónico. La cual es alta en el Humus y menor en los minerales arcillosos, entre los cuales los minerales caoliníticos son los que la presentan en menor grado. Existen también en los suelos tropicales otros minerales de tipo amorfo responsables de esta propiedad de importancia primordial en la nutrición mineral.

La fase líquida está constituida por el agua del suelo, la cual no es otra

Figura 5. Parámetros biofísicos que deben estudiarse para definir prácticas para control de erosión hídrica.



cosa que una solución nutritiva en la cual existen cationes y aniones que son capaces de intercambiarse con las posiciones de intercambio de la fase sólida. De este intercambio se benefician las raíces de las plantas en sus funciones de absorción de agua y de nutrientes (Fig. 6).

Movimiento de la solución del suelo por los espacios intercelulares (biológicamente inactivo).

Movimiento de la solución del suelo a través de las membranas celulares (biológicamente activo).

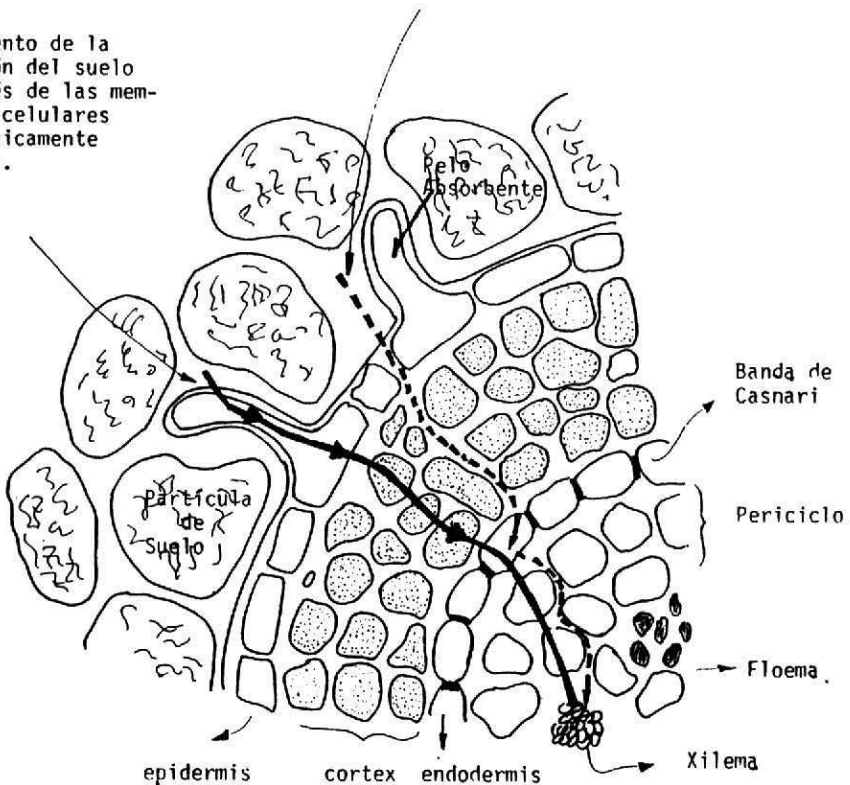


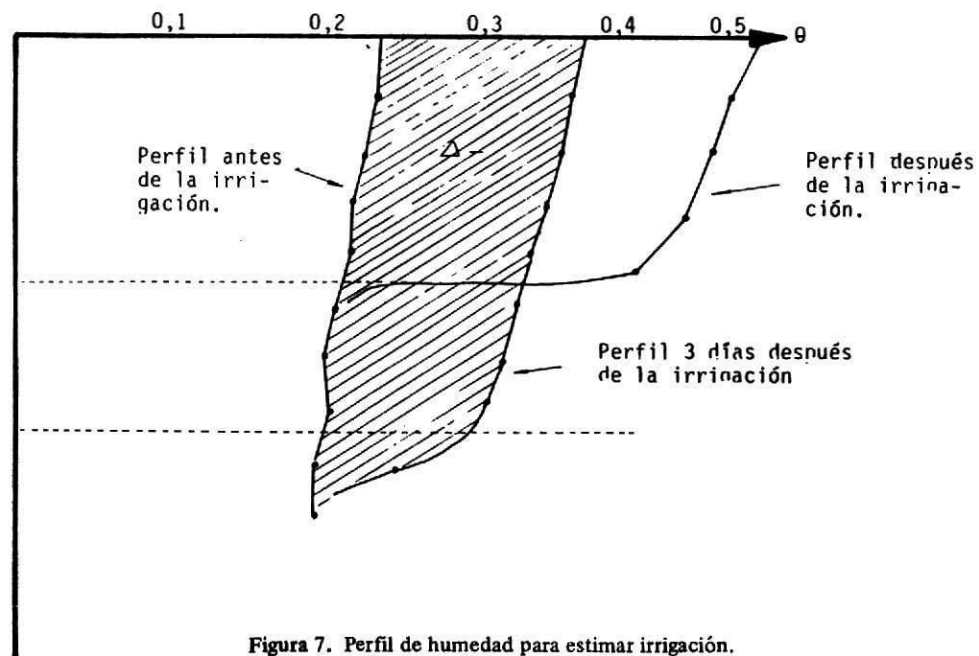
Figura 6. Esquema de la sección transversal de una raíz (Reichardt, 1975).

La solución o agua del suelo se halla retenida en los poros del suelo por fuerzas de capilaridad. Existe en el suelo una amplia gama de tamaño de poros. Para fines agrícolas, la disponibilidad de agua almacenada para las siembras depende del volumen de agua que se encuentre entre poros de determinados diámetros.

En general, el agua aprovechable (CC-PM) está almacenada en poros con diámetro entre 50 μm y 0.02 μm para unos y entre 10 μm y 0.02 μm para otros. El volumen de agua retenida entre los límites nombrados expresados en términos de % o lámina constituye el agua disponible. Sin embargo, a medida que el agua es absorbida por las plantas o perdida por evaporación (Figura 7) en un sitio dado del suelo, una cantidad igual debería migrar a ese sitio para seguir supliendo de agua a las plantas a una velocidad requerida. Infortunadamente el movimiento de agua dentro del suelo es muy lento y es más lento cuando los poros son menores, lo mismo que cuando el volumen es menor, alcanzando valores de 0.01 cm/día y menos. Así, llega a ser más importante la velocidad de crecimiento de las raíces, la cual puede ser restringida, por factores físicos del suelo, tales como: compactación, nivel freático alto, etc.

El movimiento del agua dentro del sistema suelo-planta-atmósfera, obedece a diferencias en potencial de agua (Figura 8). El potencial de agua en la atmósfera es creado fundamentalmente por las relaciones que existen entre la humedad relativa y la temperatura (Fig. 9). Cuando hay una alta demanda atmosférica (baja humedad relativa, alta temperatura) el potencial de agua del aire atmosférico aumenta provocando una mayor demanda de agua por las plantas, las cuales aumentan la transpiración, este déficit se transmite al suelo, el cual si está suficientemente húmedo transmitirá agua a las plantas, pero si su humedad no es adecuada y/o su conductividad hidráulica baja, la velocidad de transmisión o suplencia no es adecuada se producirán síntomas de deficiencia de agua en las plantas, manifestada por pérdida de turgidez, lo que conlleva a disminución o cese del proceso fotosintético con su correspondiente efecto negativo en crecimiento.

La fase gaseosa está constituida por el aire del suelo, en el cual la concentración de CO_2 es mucho mayor que en el aire atmosférico. La importación de una buena suplencia de aire a las zonas de las raíces radica en sus requerimientos respiratorios y en la esencialidad de este proceso para la absorción de agua y nutrimentos. Se acepta que un suelo debe tener por lo menos un 10% de espacio aéreo para proveer un buen desarrollo. Sin embargo, algunas plantas lo hacen con menores porcentajes.



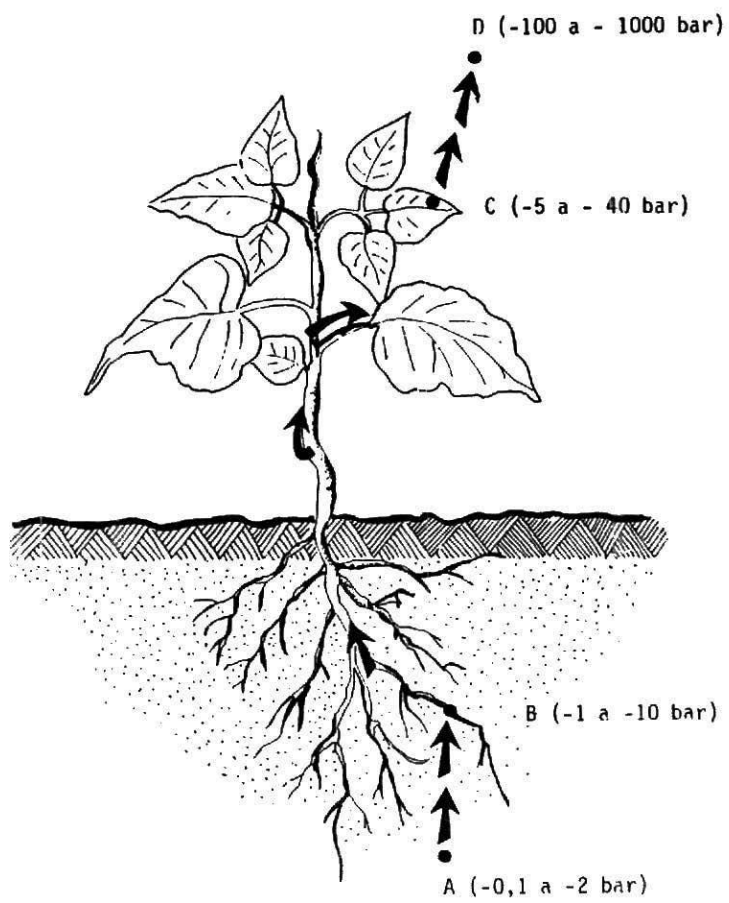


Figura 8. Esquema del movimiento de agua en el sistema suelo-planta-atmósfera en otras condiciones óptimas de crecimiento.

BIOTECNIA AGRICOLA
EN COLOMBIA

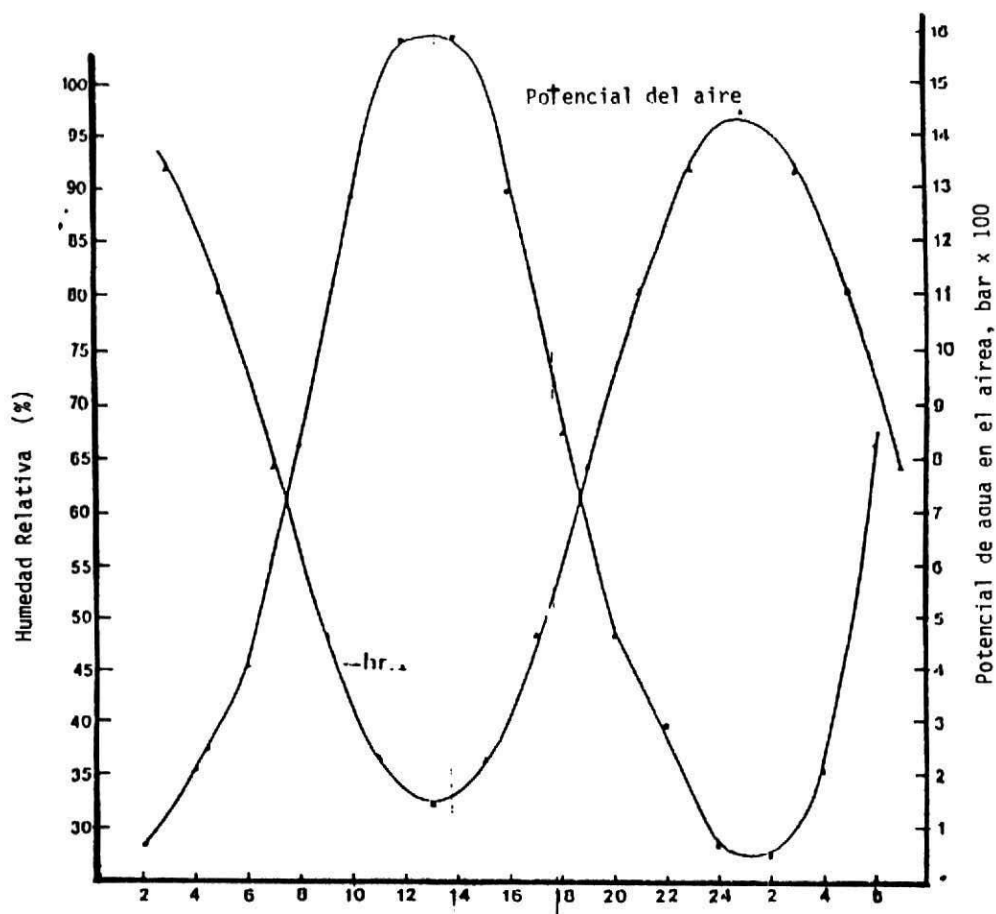


Figura 9. Comportamiento del potencial de agua en el aire en función de la humedad relativa.

El diagnóstico edafológico de las unidades de producción debe incluir no sólo el análisis químico del suelo, sino también el conocimiento de todas las propiedades del perfil y las características del terreno sólo así es posible lograr un diagnóstico acertado y en consecuencia deducir, sobre él o los mejores tratamientos para un uso más eficiente y racional del suelo.

En el diagnóstico directo se debe:

1. Evaluar las características generales del terreno
2. Evaluar las características físicas del perfil
3. Formar muestras de suelo de acuerdo con las evaluaciones anteriores
4. Hacer los análisis químicos
5. Evaluar los resultados obtenidos
6. Dar las recomendaciones pertinentes

En la evaluación de las características del terreno debe darse importancia a:

- Las condiciones de drenaje superficial
- La pendiente y su longitud
- La profundidad de nivel freático

En la evaluación de las características físicas del perfil debe considerarse:

- Profundidad efectiva
- Capacidad de drenaje y de aireación
- Capacidad de retención de agua y de nutrientes
- Presencia de capas compactas y su profundidad
- Presencia de capas con alta concentración de sales y/o aluminio intercambiable.

En la toma de muestras debe considerarse:

- Época de muestreo (ni muy lluviosa ni muy seca)
- Número de submuestras, de tal forma que el muestreo sea representativo de un lote o unidad de muestreo dada.
- Homogeneidad de la muestra
- Evitar la contaminación.

En el análisis químico para hacer recomendaciones sobre fertilizantes, no interesa tanto conocer la cantidad total de un elemento presente, sino la cantidad de este elemento que puede ser tomada fácilmente por la planta, es decir, sus formas aprovechables. Generalmente, la cantidad aprovechable de un

elemento en el suelo corresponde a una mínima parte del total de ese elemento y rara vez hay correlación entre estas formas.

Los análisis de suelos con fines de fertilidad se basan en extraer del suelo, mediante el uso de una solución extractora dada, una cantidad de un nutriente igual o equivalente al que podría ser extraído por una planta dada. Hasta el presente, ha sido posible encontrar sustancias que extraen cantidades proporcionales a las realmente aprovechables.

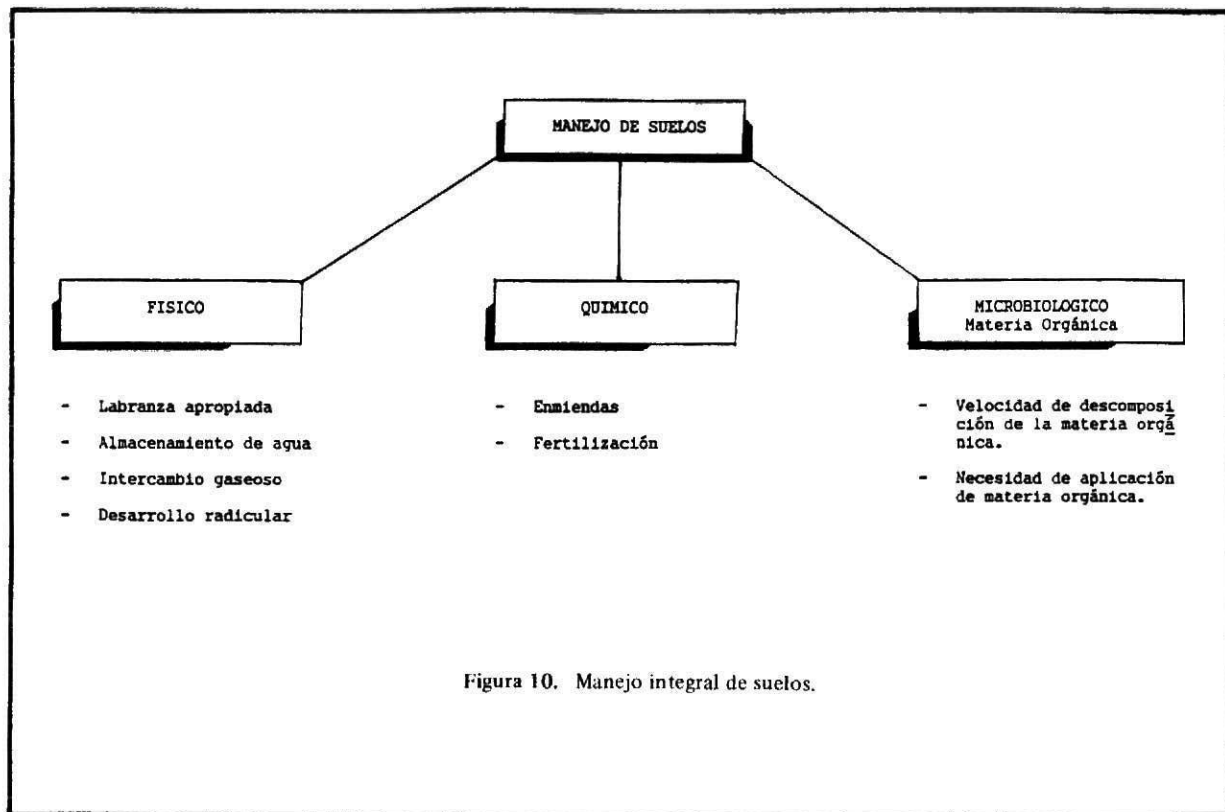
Los extractantes no siempre actúan eficazmente, porque en algunos suelos su capacidad de extracción aumenta o disminuye notoriamente, sin guardar proporcionalidad con la posible extracción por la planta. Lo anterior, ha indicado que es necesario buscar un extractante (solución extractora) adecuada para cada zona o región con suelos similares.

Una vez se ha determinado la solución extractora más apropiada para determinados suelos, es necesario calibrar el método, o sea, fijar los límites para calificar el contenido de nutrientes extraídos como: bajo, medio o alto. La calibración del método para cada nutriente en particular se obtiene después de comparar estadísticamente los resultados del análisis de bastantes suelos con los resultados que se obtengan en invernadero o campo al aplicar en éstos el nutriente que se está estudiando.

La calibración de un método con el fin de conocer los límites estimados para contenidos: bajo, medio o alto, sólo puede hacerse con base en una probabilidad de que el suelo sea pobre, medio o rico en el elemento que se estudia. Cuando el suelo se considera pobre, la probabilidad de que determinado cultivo responda a la aplicación de determinado nutriente, es decir, que aumente significativamente su rendimiento, es alta. Si el suelo es rico la probabilidad de respuesta es baja.

En los conceptos anteriores, se basa la evaluación de los resultados de los análisis químicos de suelos y las recomendaciones de fertilización.

El manejo integral del suelo (Fig. 10) debe considerar sus factores físicos, químicos y microbiológicos en relación con el clima y con los requerimientos de las plantas para obtener productividades máximas y máxima utilización del medio al maximizar la fotosíntesis.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 AMEZQUITA, E. 1974. Estudios hidrológicos y edafológicos para conservación de aguas y suelos en Turrialba, Costa Rica IICACATIE, Turrialba, Costa Rica. Tesis de M. Sc. 221 p.
- 2 AMEZQUITA, E. 1981. A study of the water regime of a soil during approach to field capacity and wilting point. University of Reading, Soil Sci. Department. Ph.D. Thesis 244 p.
- 3 CARY, J. W. 1965. Water flux in moist soil: Thermal versus suction gradients. Soil Sci. 100; 168-175.
- 4 COWAN, I.R. 1965. Transport of water in soil-plant-atmosphere system. J. Appl. E. col. 2:221 - 229.
- 5 HILLEL, D. 1980. Fundamentals of soil physics. Academic press, New York.
- 6 ORTOTANI, A. y CAMARGO, M. B. P. 1987. Influencia dos factores climáticos na produção. In Ecofisiologia da produção agrícola. Assoc. Bras. para Pesq. da potassa e do fosfato. Piracicaba, Sp. Brazil.
- 7 PENNMAN, H. L. 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. of the royal soc. London. 193: 120-145.
- 8 REICHART, K. 1985. Procesos de transferencia do sistema solo planta-atmosfera. 4 ed. Campinas. Fundacao Cargill. 286 p.
- 9 ROSE, C.W. 1968. Water transport ni soil whin a daily temperature ware. I. Theory and experiment. Aust. J. Soil Res. 6: 31-44.
- 10 RUSSELL, R.S. 1977. Plant root systems, their function and interaction with the soil. McGraw-Hill Book Col. Ltda. London.
- 11 SLATYER, R. O. 1967. Plnat-water relationships. Academic Press, London.
- 12 SUTDIFFE, J. 1976. Plants and water. 6th ed. Studies in Biology No. 14. Camelot press Ltd. Southampon, England.
- 13 TAYLOR, H. M. and Kleper, B. 1978. The role of rooting characteristics in the supply of water to plants. Adv. in Agron. 30: 99-128.

LA REDUCCION DE LABRANZA EN SISTEMAS DE PRODUCCION EN FINCA

Dr. Marino Rodríguez R.
I.A. M. Sc
Maquinaria Agrícola

En el manejo de suelos la preparación para las siembras se constituye en una de las causas de mayor deterioro especialmente en suelos de ladera.

La operación de cualquier implemento produce desplazamiento del suelo en sentido de la pendiente, el uso exagerado de éste daña la estructura y lo predispone para ser arrastrado por el agua de escorrentía y por el viento.

La interacción de estos factores es evidente en toda el área agrícola de ladera, manifestándose por la presencia de surcos, cárcavas e improductividad del terreno.

El Programa de Maquinaria Agrícola ha planteado como un componente del manejo de suelos en sistemas de producción en fincas, el uso de sistemas de labranza de conservación adaptadas a estas condiciones. Esto implica la producción de implementos de tracción animal, diseñados por el Programa, y su evaluación agronómica en la reducción de la preparación del suelo con el objeto de establecer los sistemas de labranza apropiada para un dominio de recomendación dado.

La investigación previa llevada a cabo a través de doce años demuestra la ventaja de estos sistemas desde el punto de vista económico y de conservación de suelo.

Dentro del Proyecto de Generación y Transferencia de Tecnología en Sistemas de Producción se pretende evaluar en forma interdisciplinaria, la interacción de la reducción de labranza con otras prácticas de manejo de cultivos y con otras prácticas de conservación, con el objeto de establecer un paquete tecnológico para estos sistemas.

Igualmente se considera apremiante la difusión, mediante pruebas demostrativas, de la combinación de reducción de labranza y la observación de alguna práctica de conservación cuya bondad ha sido suficientemente validada; por ejemplo el cultivo en franjas a través de la pendiente; es perfectamente aplicable en la zona del Proyecto en Nariño.

CARACTERIZACION CLIMATICA Y EDAFICA CON FINES DE INVESTIGACION AGROPECUARIA EN FINCAS

Edgar Amézquita
Rodrigo Muñoz
Clara León

INTRODUCCION

El inventario de suelos y su conocimiento es fundamental para utilizar técnica e intensivamente las tierras con vocación agropecuaria, conservando la investigación natural y aprovechando racionalmente los recursos que en él se encuentran.

La caracterización precisa de los suelos es la base fundamental de la zonificación de una región particular que tiene condiciones ecológicas iguales en clima, paisajes, suelos, etc.

El conocimiento de las propiedades físicas, químicas y mineralógicas en forma completa es fundamental para determinar la aptitud de uso de acuerdo con su potencialidad, no solamente con el fin de realizar una selección de los cultivos a plantar y de las prácticas apropiadas de manejo sino, contribuir a una mejor planificación en la producción de alimentos.

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

Revisión de estudios básicos regionales

- Clima
- Fisiografía (relieve-pendiente)
- Suelos
- Uso de la tierra

Objetivos generales

- Evaluación de limitantes

- Requerimiento de especies vegetales locales
- Necesidades de investigación
- Ajuste de técnicas de producción

1. ANALISIS PARAMETROS CLIMATICOS

- | | | |
|-----|--|---|
| 1.1 | Precipitación: | Diaria
Establecimiento de pluviómetros por finca representativa |
| 1.2 | Intensidad de lluvias: | Pluviógrafos
Estaciones climáticas cercanas |
| 1.3 | Evaporización: | Tanque Tipo A
Establecimiento de tanques por finca representativa |
| 1.4 | Temperatura ambiental: | Máximas - Mínimas diarias
Establecimiento de termómetros a nivel de finca representativa |
| 1.5 | Brillo Solar | Datos estaciones climáticas cercanas |
| 1.6 | Velocidad y dirección:
de los vientos | Datos estaciones climáticas cercanas |
| 1.7 | Humedad relativa | Datos estaciones climáticas |
| 1.8 | Encuesta climática
en la zona | |

Objetivo: Elaboración de balances hídricos y prácticas de conservación.

2. ANALISIS PARAMETROS FISIOGRAFICOS

Definición del relieve de acuerdo con requerimientos de labranza y uso actual de los suelos en la Zona Andina.

- | | | |
|-----|--|---|
| 2.1 | Tracción mecánica animal y/o mínima labranza | Suelos con pendientes del (0-12%)
Se incluyen áreas, planas (0-30%), inclinadas (3-7%) y onduladas (7-12%) |
|-----|--|---|

Defina los factores que limitan la profundidad efectiva así:

- Nivel freático
- Pedregosidad
- Capas endurecidas, compactadas, y/o impermeables
- Elementos en exceso (carbonatos, sales, aluminio).

Califique el espesor del horizonte A de acuerdo a los siguientes criterios:

- Inexistentes
- Pocas
- Regulares
- Abundantes

Elabore un esquema de la distribución de horizontes en el perfil, indicando su espesor, color (Tabla Munssell) y la distribución de raíces.

3.2.2 Drenaje

Identifique si en las capas de perfil aparecen manchas (moteados) de coloración grisáceo, verde oliva, pardo rojiza, indicativas de mal drenaje. Indique si son pocas, regulares o abundantes. Califique si hay posibilidades de encharcamiento.

3.3 Erosión

Califique el grado de erosión de acuerdo con el siguiente esquema:

Tipo/Grado	Leve	Moderado	Severo
Laminar			
Surquillos			
Surcos			
Masal			
Terracetas			
Derrumbes			
Otros			

4. METODOLOGIA DEL MUESTREO POR CAPAS Y HORIZONTES

Como procedimiento para extracción de muestras, cada muestra debe cubrir la totalidad del horizonte iniciando en la parte superior hasta completar un kilogramo de suelo seco al aire.

Las muestras tomadas se someterán al análisis de:

4.1 Análisis fisico-químico de suelos

pH	M.O
Al e H	P
K	Ca
Mg	Na
CIG real	CE
S (soluble)	
Elementos menores incluyendo Mo	
Textura por Bouyoucos	

4.2 Análisis especiales (determinaciones físicas)

Pruebas de infiltración
Curvas de retención de humedad y espacio aéreo
Densidad real y aparente
Tipo, tamaño y grado de desarrollo de estructura
Estabilidad de agregados y erodibilidad
Resistencia del suelo a la penetración
Consistencia en seco, húmedo y en mojado

Estas determinaciones debe realizarlas un técnico especializado del Programa de Suelos.

4.3 Análisis especiales (determinaciones químicas, biológicas y mineralógicas).

- Fijación de fosfatos
- Poder de restitución de K^+ , Ca^+ y Mg^+
- Fraccionamiento de Nitrógeno
- Mineralización de M.O.
- Fraccionamiento de Fósforo
- Mineralogía de arcillas y arenas

Estos estudios de preferencia deben efectuarse mediante trabajos de tesis.

5. METODOLOGIA PARA COMPROBAR LA HOMOGENEIDAD DE SUELOS DENTRO DEL AREA DE ESTUDIO

Para la elección de sitios representativos se tendrá en cuenta mapas de suelos y zonas agroecológicas homogéneas existentes.

Posteriormente se procederá a realizar cateos de suelos por transectos con el objeto de comprobar la homogeneidad del área en estudio y determinar prácticas de fertilización, conservación, recuperación, riego, etc.

Si no existe esta información el Proyecto de Investigación en Fincas, deberá generarla como una primera aproximación, utilizando la metodología propuesta en este documento.

6. FORMULARIOS DE REGISTRO DE DATOS

Es importante llevar un control de cada uno de los datos que se tomen en el campo y de acuerdo con los parámetros que se mencionan en este documento, se han elaborado los siguientes cuadros para el registro de los mismos.

Los formularios son:

- Hoja de campo No. 1, para registro de parámetros climáticos diarios, bien sea tomados de la estación climatológica más cercana o de la misma finca cuando se hayan establecido los aparatos respectivos.
- Hoja de campo No. 2, para registro de características de los perfiles de suelos (calicatas) que usted elabore dentro de la finca del productor.
- Análisis de parámetros fisiográficos, para registro de datos de uso del suelo, preparación del mismo, relieve, pendiente, grado y tipo de erosión actual.
- Esquema del perfil del suelo, para que califique y se dibuje en el mismo los datos que se especifiquen en este punto de la cartilla.
- Análisis químico de suelos, para que se registren en él, los datos de cada uno de los horizontes de las muestras de suelo que haya tomado en las fincas.

HOJA DE CAMPO No. 1

MES _____

Finca _____	Localización _____	Productor _____	Latitud _____
Departamento _____	_____	_____	Longitud _____
Municipio _____	_____	_____	Altitud _____
Vereda _____			

Día	Precipitación (mm)		Intensidad Lluvias	Evaporación (mm)		Temperatura Ambiente		Humedad Relativa	Brillo Solar	Vientos	
	Hora	07		19	07	19	07Min			19Mx	Veloc.
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											

HOJA DE CAMPO No. 2

Finca _____	Municipio _____	Vereda _____
Productor _____	Calicata No. _____	Fecha _____ Por _____
Uso Actual: Veg. Natural _____	Material Parental _____	
Uso Actual _____		

CARACTERIZACION DE SUELO

Profundidad Efectiva (cm)	Factores que limitan la Prof. Efectiva	Espesor del Hzte A (cm)	Presencia raíces	Drenaje
Profundo > 90	Nivel freático	Profundo > 40	Inexistentes	Manchas (moteados), colorados, coloración gris, verdosa. Pocas, Regulares Abundantes y Encharcamiento.
Mod. Profundo 50 - 90	Pedregosidad	Mod. Profundo 20 - 40	Pocas	
Superficial 25 - 50	Capas endurecidas, compactadas y/o impermeables	Superficial 10 - 20	Regulares	
Muy Superficial < 25	Elementos en exceso	Muy superficial 00 - 10	Abundantes	

Horizonte	Espesor cm	Profundidad Efectiva	Límites Prof. Efectiva	Textura	Color	Manchas	Raíces	Actividad Biológica	pH	Reacción	
										HCl	
					S						
					H						
					S						
					H						
					S						
					H						
					S						
					H						
					S						
					H						

ANALISIS PARAMETROS FISIOGRAFICOS

Finca _____	Productor _____
Departamento _____	Area Ecológica _____
Municipio _____	Area Agroecológica _____
Vereda _____	Uso Actual _____

RELIEVE

Labranza tradicional

USO

Tracción mecánica, animal y/o mínima labranza			Tracción animal y/o mínima labranza			Areas de preparación manual con mínima labranza		Quema y Pique	Quema y Ahoyadura	Surcos
Pendientes 0 - 12%			Pendientes 12 - 50%			Pendientes > 50%		Variedad de Pendientes		
Plana 0-3	Inclinada 3-7	Ondulada 7-12	Ondulada 12-25	Inclinada 12-25	Quebrada 25-50	Escarpada 50-75	Muy Escarpada > 75			

EROSION

USO

Grado	Tipo	Laminar	Surquillos	Surcos	Carcavas	Masal	Terracetas	Derrumbes	Otros
Leve									
Moderado									
Severo									

ANALISIS QUIMICO DE SUELOS
REGISTRO DE DATOS

Espesor				
Datos				
p H				
M O				
N				
P				
K				
Ca				
Mg				
Na				
Al				
S				
CIC ra real				
CE				
Zn				
Fe				
Cu				
Mn				
Bo				
Mo				
Textura				

ESQUEMA DEL PERFIL DE SUELO

Localización _____
Fecha _____ Por _____
Observaciones _____

INSTITUTO AGROPECUARIO
DE COLOMBIA

Califique en el perfil de suelo: Horizonte, espesor del Horizonte, color, moteados y presencia de raíces. Marque el horizonte del cual tomó muestras para análisis de suelos y regístrelo en las observaciones.

**ESTRATEGIAS PARA LA INVESTIGACION ENTOMOLOGICA
EN SISTEMAS DE PRODUCCION EN FINCAS**

*Expositores: Ingeborg Z. de Polanía
Hugo Calvache
Luis Valencia*

*Participantes: Diego Miranda
Luis F. Alvarado
Germán Escobar*

*Moderador: Alex E. Bustillo
Relator: Alfredo Saldarriaga*

Las siguientes pautas se consideran indispensables para desarrollar la investigación entomológica en fincas:

1. Selección del sistema: La selección obedece a políticas de investigación previamente determinadas.
2. Caracterización del sistema: se describen los sistemas de producción, se identifican los limitantes del sistema y se priorizan en una responsabilidad del investigador en finca en colaboración con el productor y en la asesoría de los especialistas de disciplinas.
3. Identificados los sistemas de producción se procede a determinar si el limitante entomológico es importante en cada uno de los sistemas considerados.
4. Se procede a la investigación entomológica. Esta investigación es responsabilidad compartida del investigador en finca, del entomólogo y de la decidida colaboración del productor. La metodología que se emplea en cada uno de los estudios es variable. Esta variación se debe a características propias de cada especie, pero en casos de especies desconocidas o poco estudiadas. La investigación deberá iniciarse con un programa de reconocimientos cuya primera etapa consiste en un programa de reconocimientos que abarca los siguientes puntos:

- 4.1 Identificación de especies, plagas y benéficos mediante muestreos periódicos.
- 4.2 Fluctuación de poblaciones a través del tiempo derivados de los anteriores muestreos.
- 4.3 Estudio de huéspedes alternos tanto de las especies plagas como benéfica.
- 4.4 Evaluación de daño económico permitiendo el desarrollo de insectos en su hábitat y observando el daño y efecto en la producción.
5. La información derivada del anterior estudio se confronta con la oferta tecnológica y se establece la necesidad de transferir tecnología o de realizar experimentación en caso de que se desconozca el problema.
6. La transferencia de tecnología se hará directamente en fincas y parcelas demostrativas y con la participación de los productores realizando pruebas de ajustes tecnológicos y montaje de parcelas demostrativas.

La divulgación se llevará a cabo mediante la participación de los productores en la investigación, educación informal de los entomólogos a los extensionistas y demás métodos de divulgación disponible.

La experimentación contempla dos fases, una *Básica* para aquellos casos en que se desconoce totalmente el problema y otra *Aplicada* que se desarrolla apoyada en la básica disponible o cuando se considera alguna alternativa de control viable y de fácil ejecución en la finca del productor. Para esta experimentación se requiere disponibilidad de recursos humanos y financieros.

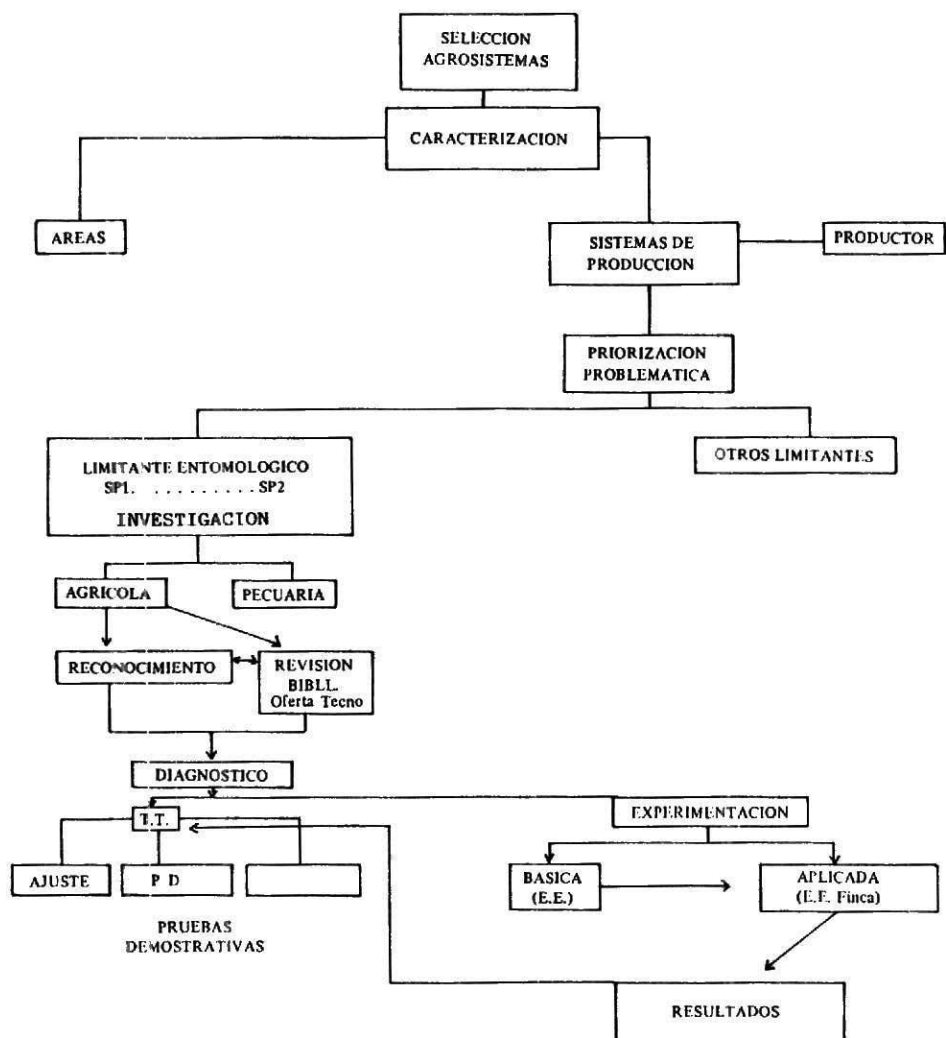


Figura 1. Flujo de la investigación entomológica en sistemas de producción.

CONSIDERACIONES PARA EL DESARROLLO DE ESTUDIOS ENTOMOLOGICOS EN SISTEMAS DE PRODUCCION EN FINCAS

Alex E. Bustillo ¹⁹⁷⁰ Pardey
I.A. Ph.D

Programa Entomología (ICA)

1. INTRODUCCION

ANALIZADO

La investigación en fincas ha sido recientemente considerada por el ICA como una herramienta útil para estudiar problemas locales, involucrar a los agricultores en la solución de los problemas y así facilitar las labores de transferencia de tecnología. Observaciones experimentales se han llevado a cabo en fincas de agricultores durante muchos años para probar o evaluar material genético originado en estaciones experimentales en programas de fitomejoramiento. La metodología para este tipo de investigación no es muy complicada y con relativa poca supervisión y la colaboración del agricultor se puede llevar a cabo en una forma eficiente. Estos trabajos por lo general sólo recogen información sobre producción y en algunos casos observaciones patológicas.

Antes de entrar a detallar el caso de los estudios entomológicos es importante analizar la complejidad de un agroecosistema en monocultivo afectado por un insecto plaga en particular.

2. ANALISIS DEL PROBLEMA

El modelo conceptual de agroecosistema en la Figura 1, representa una planta considerada como el subsistema principal, el cual interactúa con los subsistemas insectos, enfermedades, malezas, suelos y a su vez todos estos se ven influidos por el medio ambiente. Al analizarlos se puede comprender la complejidad del sistema especialmente cuando se trata de estudiar algún subsistema por separado como el entomológico, fitopatológico, edáfico de malezas, o sea que es casi imposible excluir los

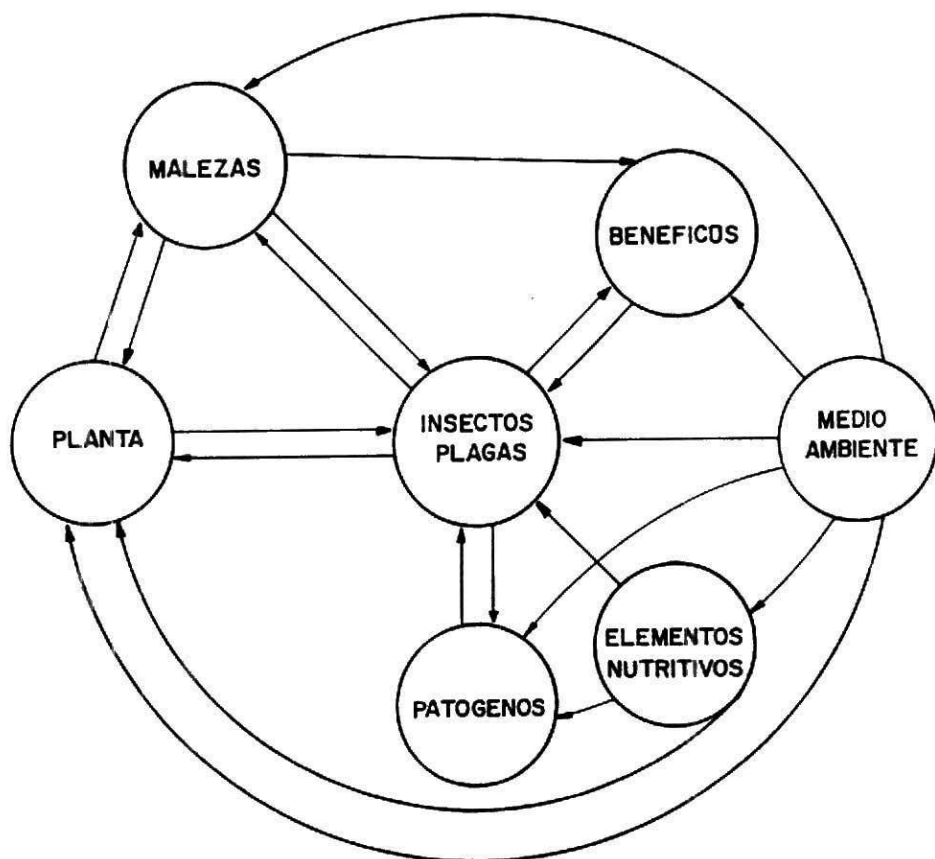


Fig. 1.- Modelo conceptual de un agroecosistema agrícola mostrando las interacciones entre varios de sus componentes.

otros aspectos cuando se analiza o estudia uno en particular. Este agroecosistema se torna más complejo cuando el análisis incluye más de una planta cultivada (policultivos), las diferentes especies de insectos y patógenos que afectan el cultivo, la complejidad de malezas, los diversos nutrientes que influyen en sus rendimientos o los varios factores ambientales como lluvia, temperatura, humedad relativa, brillo solar, etc., que afectan directamente todo el sistema.

De este modelo se puede observar cómo las variaciones en la población de un insecto están influidos por diversos factores.

- 2.1 La planta huésped, especialmente lo relacionado con su estado de desarrollo, densidad y si se trata de un monocultivo o un policultivo.
- 2.2 Los agentes benéficos, que juegan un papel importante en la regulación de sus poblaciones. A su vez éstos a veces se ven influidos por la presencia o ausencia de malezas y por la atracción a la planta huésped como mecanismo de búsqueda.
- 2.3 Las malezas, las cuales pueden servir como huésped alternativo a los insectos, plagas o como cultivos trampa reduciendo el ataque en la planta cultivada.
- 2.4 El ataque de insectos a un cultivo se puede agravar por la presencia de patógenos a los cuales se les “abre” una puerta de entrada a insectos vectores que llevan patógenos que después desarrollan enfermedades.
- 2.5 La presencia de elementos nutricionales en el suelo puede afectar las poblaciones de insectos. Existen casos documentados en los cuales altos contenidos de Nitrógeno en el follaje de plantas durante épocas de sequía inducen a brotes de plagas.
- 2.6 Por último los insectos plagas son directamente influidos por las condiciones ambientales como lluvias, humedad relativa y temperatura.

3. INVESTIGACION ENTOMOLOGICA

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores se deduce que los procedimientos para llevar a cabo investigaciones entomológicas son bastante complejos. Muchas de las interacciones discutidas se pueden controlar cuando las investigaciones se conducen en estaciones experimentales bien dotadas y con una supervisión continua.

La metodología que se emplea en cada uno de los estudios es variable. Esta variación se debe fundamentalmente a varios factores:

3.1 La clase de investigación u objetivos que se deseen desarrollar. La investigación se puede dividir en tres fases. Una exploratoria en la cual se trata de analizar el problema y determinar su magnitud y posibilidades de solución. En entomología esta fase se asimila a los reconocimientos de insectos, plagas y agentes benéficos.

Una segunda fase denominada *Básica* que abarca estudios tendientes a conocer a fondo el problema, resolver interrogantes que posteriormente sean claves para la solución del problema, como son los estudios biológicos, ecológicos y dinámica de poblaciones en Entomología. La última fase comprende la investigación *aplicada* que consiste en llevar a cabo los estudios para solucionar los problemas. Esta fase en Entomología son los estudios de control de plagas.

3.2 La forma de cultivo de la planta huésped. La metodología por supuesto es diferente si se trata de un monocultivo (asociado, intercalado, relevo, etc.).

3.3 Los hábitos del insecto plaga varían la forma de estudiar un problema. No es lo mismo tratar con insectos defoliadores, que con chupadores o perforadores del tubérculo, de frutos o transmisores de enfermedades.

3.4 Los enemigos naturales, que pueden estar presentes en el agroecosistema.

3.5 Otros factores como la capacidad de distribución, dispersión en el campo y niveles de población son importantes conocerlos antes de iniciar cualquier estudio.

4. METODOLOGIA

La metodología de la investigación en sistemas de producción en fincas no debe ser muy diferente a la empleada en las estaciones experimentales, sin embargo, existe una serie de inconvenientes que hacen difícil estos estudios en fincas. Para obviar estas dificultades se debe tener en cuenta lo siguiente:

4.1 El lugar a desarrollar el estudio debe estar cerca a la sede del investigador y de fácil acceso.

- 4.2 Las labores de investigación no deben ser obstaculizadas por otras labores que se ejecutan en la finca.
- 4.3 El agricultor debe someterse a todas las condiciones y requerimientos que demande el experimento.
- 4.4 La supervisión y toma de datos del experimento demandan en muchos casos la presencia permanente en la finca de un investigador o de un auxiliar de investigación.
- 4.5 Algunos estudios requieren cierta infraestructura como insectarios, invernaderos o casetas.
- 4.6 Para ciertos experimentos se requiere comprar la cosecha especialmente cuando se corra el riesgo de obtener pérdidas económicas.

En general todos estos requisitos hacen que la investigación en fincas sea más difícil, riesgosa y costosa, sin embargo, algunas actividades sobre reconocimientos, muestreo de poblaciones y evaluaciones de métodos de control se pueden llevar a cabo en una forma combinada empleando instalaciones y recursos de las Estaciones Experimentales.

METODOLOGIA DE INVESTIGACION EN SISTEMAS DE PRODUCCION DISCIPLINA ENTOMOLOGICA

Ingeborg Zenner de Polanía
I.A. Ph.D.
Programa de Entomología (ICA)

INTRODUCCION

Para analizar la investigación entomológica en sistemas de producción se tomó como ejemplo el minifundio de la zona Cafetera Andina de Colombia, dentro del cual se encuentran verdaderos sistemas de producción, por lo general en arreglos especiales de cultivos perennes en forma mixta o siembras en relevo, combinado con una rotación de especies anuales, casi siempre hortalizas con pastos.

Dentro de los componentes o características de estos agroecosistemas agrícolas perennes, los cuales hay que tener muy en cuenta al establecer estrategias y metodologías de investigación, se destacan: La permanencia o estabilidad del sistema, su complejidad, su relativa artificialidad y el agricultor o campesino.

Análisis de los componentes y su relación con la metodología de la investigación

Estabilidad: Especies vegetales, tales como cafeto y su sombrío transitorio (plátano, banano) y permanente (árboles), árboles frutales perennes (cítricos, mango, guayaba entre otros) y semi-perennes como el lulo, papaya y algunas pasifloráceas, imparten una estabilidad al sistema tanto desde el punto de vista plantas como insectos. Casi que se podría hablar de un equilibrio biológico entre plagas y fauna biológica el cual sólo es perturbado por condiciones abióticas adversas, migraciones de poblaciones de insectos o su introducción accidental y el empleo de insecticidas. Así que el primer punto antes de definir una estrategia o metodología de investigación en manejo de plagas que debe determinarse, es a cuál de los tres factores se debe el problema. En

este análisis debe involucrarse al agricultor. Cualquiera que fuere el resultado, la tendencia de la investigación siempre debe ser hacia el restablecimiento del equilibrio biológico.

Una pequeña área dentro de cada finca cafetera se dedica en rotación a poteros y por lo general a dos cosechas de hortalizas tales como tomate, habichuela o pimentón. A pesar de que ya no se trata de algo estable o permanente per se, esta parte de la finca es rodeada del otro sistema por lo cual se acerca a aquel que ocupa el mayor área. El desequilibrio entre plagas y enemigos naturales aquí es causado casi que exclusivamente por el abuso de los insecticidas, lo cual influye en la escogencia de la estrategia de la investigación.

Complejidad: Esta característica del agroecosistema de la zona cafetera minifundista, no solamente hace referencia a las especies vegetales sembradas sino también a las plantas no cultivadas, consideradas malezas o no, y a la diversidad de especies insectales que en una u otra forma alberguen estos vegetales. Como complemento se tiene otros grupos del reino animal, entre los cuales se destacan las aves (incluyendo a las gallinas), culebras, sapos, ranas y roedores. Cualquier cambio en este sistema complejo, como por ejemplo el uso de herbicidas en vez del machete, puede ocasionar un desequilibrio y uno o varios insectos se pueden volver plaga durante un tiempo determinado.

La metodología de investigación por consiguiente es también compleja, ya que varía de insecto a insecto, depende de la especie vegetal afectada, del sistema de producción existente en la finca, de las prioridades que tiene el agricultor y de las circunstancias que volvieron plaga a un insecto. Así, que el entomólogo sí podrá establecer la estrategia, más no la metodología de investigación en forma unilateral; esta última sería una determinación que se tome conjuntamente entre las disciplinas involucradas, teniendo muy en cuenta la economía, el destino del producto final y las prioridades del agricultor y nuevamente el origen del desequilibrio.

Artificial: Al mencionar esta característica, fuera de los arreglos mixtos que se encuentra en el sistema, se quiere hacer énfasis en lo artificial que representa el uso de agroquímicos específicamente insecticidas y herbicidas. Tampoco deben olvidarse las prácticas culturales las cuales a pesar de constituirse en artificiales, forman parte muy importante del manejo de insectos plagas. Una vez definido con el agricultor el problema insectil y analizado el origen del desequilibrio que lo causó, la primera estrategia de investigación tiene que ser la evaluación de las prácticas culturales prevalentes en la finca en comparación con las prácticas recomendadas por la especie y la disciplina. La metodología a emplear es sencilla, ya que simplemente se trata de evaluar

innovaciones poco trascendentales para el campesino, que incluye máximo tres tratamientos con labores diferentes. El resultado en este caso es fácilmente observable y apreciado por el agricultor. Para él, quien rara vez considera la mano de obra, constituida por la familia, como un insumo que cuesta, un posible aumento en el uso de esa mano de obra por cambios en las prácticas culturales no constituiría un impedimento para la adopción de las nuevas prácticas que se recomiendan.

La demostración de la influencia negativa de los insecticidas dentro del sistema complejo requiere de una estrategia y metodología algo más sofisticada. Aunque, cuando aparecieron en el mercado los primeros insecticidas, el agricultor estaba renuente a emplearlos, hoy día por la facilidad de conseguirlos y aplicarlos y en algunos casos por su efecto espectacular sobre los insectos, es difícil que se prescindiera de ellos. Esto a pesar de los altos costos y de la ineficiencia de la cual muchas veces el usuario se da perfecta cuenta.

La investigación en este caso sería de tipo demostrativo, comparando el manejo que le da el agricultor al cultivo y al problema, con tácticas que reducen el número de aplicaciones y el costo de producción.

La metodología solamente pueden incluir conteos sencillos, pero convincentes y observaciones claramente definidas que puedan ser realizadas, inclusive por el mismo agricultor. El punto crítico lo constituirán las evaluaciones en el momento de la cosecha. La metodología debe incluir explicaciones convincentes sobre el comportamiento del insecto plaga y de sus enemigos naturales.

El agricultor: Aunque este componente se deja para analizarlo de último, es considerado el factor clave al establecer una estrategia y la metodología de investigación. Desde el principio se ha hecho énfasis en la necesidad de involucrar al usuario en todos los planes de trabajo.

Al definir el problema y analizar las causas, no es el criterio del investigador el que prevalece, sino el del agricultor. Los puntos de vista de estas dos personas son muchas veces encontradas y si se insiste en la apreciación única del técnico, la investigación, con cualquier metodología que use, está destinada al fracaso. El tema de la investigación debe ser el problema que afecta directamente al agricultor y no lo que el investigador cree que le está causando pérdidas. Lógicamente en el caso de los insectos plagas y benéficos, la educación informal que debe proporcionar el investigador y las explicaciones sobre el manejo de plagas, tendientes a convencer al usuario de que el control

de plagas no es sinónimo de uso de insecticidas es vital para el éxito de la investigación.

La metodología de investigación será muy variable, pero siempre con miras a que pueda ser comprendida por el agricultor; debe ser tan sencilla que él mismo colabore y tan lógica y clara que no se preste a errores y confusiones. Siempre hay que explicar el porqué de la metodología empleada para hacer así más partícipe al agricultor. Los implementos que se usen para los conteos o evaluaciones de insectos igualmente deben ser sencillos y si es del caso construibles en la misma finca. Del entusiasmo que el agricultor ponga a la investigación depende el éxito y la posterior adopción de los resultados.

Resumiendo, se puede decir que no existe una metodología única de investigación entomológica en sistemas. La metodología siempre dependerá del insecto, de la planta atacada, de las otras plantas que conforma el sistema, de la finalidad del cultivo, y del agricultor. Sin embargo siempre debe ser sencilla, despertar interés y permitir la colaboración del agricultor y hasta de los vecinos y debe ser el resultado de una determinación conjunta del grupo de investigadores involucrados.

Finalmente se quiere aclarar, que la investigación entomológica en sistemas de producción casi siempre será aplicada y no básica, ya que esta última requiere de metodologías sofisticadas desde el punto de vista agricultor, de equipo especial y de permanencia constante del investigador en el sitio.

INVESTIGACION ENTOMOLOGICA EN SISTEMAS DE PRODUCCION

Hugo Calvache G.
I.A. M.Sc.
Programa Entomología
ICA

La investigación en sistemas de producción es de carácter multidisciplinario en la cual la responsabilidad debe ser compartida entre los investigadores del Centro Experimental y los de finca, con el fin de asegurar una actividad sistemática, bien orientada y sin interrupciones. En consecuencia, el entomólogo debe conformar el equipo de trabajo desde la iniciación de labores con el fin de acercarse más el verdadero problema, conocer todos los factores involucrados en el sistema que pueden incidir en su gravedad y poder enfocar mejor la información de la investigación con propósitos bien definidos.

El sistema productivo del agricultor está conformado por toda su finca incluyendo las fracciones agrícola y pecuaria, en las cuales las áreas de los cultivos son pequeñas. La modificación ecológica de uno de ellos influye en las relaciones de los componentes del ecosistema productivo, por lo cual se debe considerar a toda la finca en función de los principales problemas entomológicos, teniendo en cuenta las interrelaciones entre cultivos, malezas, insectos (plagas y benéficos), hombre y ambiente.

Conjuntamente con el agricultor se definirá el problema y del acierto en su concepción, dependerá el éxito o el fracaso de todas las acciones que se emprendan en el futuro. Por la formación académica recibida en las universidades y por el marginamiento del agricultor, normalmente se considera el aspecto técnico como la base del problema, menospreciando el sentir del agricultor. De ahí la importancia de discutir con él todos los aspectos involucrados en el problema y establecer objetivos claros, fáciles de alcanzar y para cuyo logro pueda participar el agricultor en forma activa.

Las soluciones, bien sean de carácter inmediato o a largo plazo, beneficiarán directamente al agricultor en particular y a toda la comunidad en general

de tal manera que causen un impacto haciendo más eficiente esa agricultura tradicional.

A manera de ejemplo se comenta a continuación la metodología, empleada en los estudios de gusano blanco de la papa, caracterizado como el problema entomológico más grave por los agricultores del Distrito de Ipiales, al sur del país.

El costo de las prácticas recomendadas para el control es el verdadero problema del agricultor; por eso se limita a hacer una o dos aplicaciones de insecticidas, en bajas dosis y normalmente en las épocas menos oportunas. Para disminuir el uso de insecticidas se deben estudiar otras medidas tales como rotación de cultivos, uso de barreras vegetales o aplicación de insecticidas de acuerdo con el nivel de la población.

Fue así como se diseñaron tres estudios a saber: "Búsqueda de un atrayente efectivo para cebar las trampas de caída y capturar adultos de *P. vorax*". Conocido éste se estableció el ensayo "Conocimiento de la fluctuación de *P. vorax* en el tiempo y en el espacio"; para ello en todo el sistema se estudia cómo está la población, cuándo se incrementa y qué factores inciden para ese incremento; con el tiempo se podrá definir qué tipo de rotación influye más para disminuir la presencia de adultos de gusano blanco, cuáles malezas inciden en su población o qué prácticas culturales. Paralelamente se adelanta otro estudio para conocer el "Efecto de barreras vegetales en el control de gusano blanco" utilizando plantas andinas.

El agricultor sabe cuál es su problema y ha entendido qué es lo que se quiere hacer en su finca. Conoce ya los adultos de gusano blanco y colabora en la toma de datos tales como: precipitación diaria; prácticas culturales realizadas y número de adultos por trampa. Siempre está atento a los comentarios y análisis de los resultados obtenidos. Como consecuencia de esa penetración ellos por "motu propio" están utilizando las trampas en cultivos vecinos, de minifundio y comerciales, para saber si hay gusano blanco y hacer aplicaciones mejor orientadas.

De común acuerdo entre investigadores, entomólogos y bioestadísticos se ha diseñado en sistemas de producción un plan de muestreo de tal manera que permita conocer cuál ha sido la fluctuación de la población en un cultivo como parte del sistema y en todo el sistema, incluyendo todos los cultivos. Se podrá correlacionarlos para ver la interacción de ellos sobre la población de *P. vorax* y tomar decisiones científicamente.

Los resultados hasta ahora obtenidos en Ipiales son altamente positivos. Se ha diseñado una metodología específica para el estudio de este insecto, haciendo la salvedad que para llegar el agricultor a hacer investigación en sistemas, ya se tenía amplio conocimiento del insecto con base en muchos estudios básicos realizados en los centros de investigación.

En conclusión, la investigación entomológica en sistemas de producción debe responder a la solución de un problema sentido por el agricultor, debe tener una base científica mediante el conocimiento claro y lo más completo posible del insecto plaga, y debe seguir una metodología sencilla y segura con el fin de lograr la participación del agricultor sin arriesgar la credibilidad, del estudio y la confianza del agricultor.

BASES PARA UNA INVESTIGACION ENTOMOLOGICA EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

Alfredo Saldarriaga Velaz

I. A. M.Sc.

Profesor Universidad Nal. de Medellín

En lucha contra las plagas de las plantas se mejoran y descubren continuamente los métodos de supresión, debido al avance en el conocimiento de los factores ecológicos que interrelacionan las poblaciones de insectos con los otros componentes del agroecosistema. Parte integrante de estos conocimientos se encuentran en el examen de las condiciones bióticas y abióticas naturales que rigen en los cultivos agrícolas del campo, que varían en su estabilidad según tipo y variedad de plantas, según sean ellos perennes, anuales y aun de ciclos cortos, así como también en cuanto las condiciones ambientales cambian de un lugar a otro y de una época a otra.

Las breves consideraciones anteriores sugieren pautas para diseñar programas de investigación en sistemas de Producción Agrícola que necesitan de un alto respaldo científico, y que conducen a un adecuado manejo de problemas entomológicos. Estos programas requerimientos y algunas metodologías podrían ser:

1. Personal

Se requiere personal adiestrado en la investigación entomológica y de extensión con habilidad para interpretar y comunicar los resultados obtenidos. El programa debe organizarse de tal manera que las actividades de este personal permitan una perfecta coordinación con las disciplinas básicas (Programa de Entomología y otras) y aquellas que se agrupan en los diferentes sistemas de producción.

2. Agroecosistemas

El agroecosistema o sistema de cultivo donde se desarrollará(n) la(s) investigación(es) entomológicas deberá ser bien definido y estará de acuerdo con

ANALIZADO

la importancia económica del sistema y los factores (Insectos, enfermedades, malezas, suelo) que inciden en ellos y en forma económica. La selección de fincas donde se realizarán las investigaciones deberán ser cuidadosas en cuanto ellas sean representativas de la naturaleza o características del medio ambiente de una amplia zona del sistema de cultivo.

3. Investigación Entomológica

3.1 *Detección e identificación de la Entomofauna*

El primer paso en el desarrollo correcto de una investigación es saber cuáles son las plagas de carácter económico y cuáles sus enemigos naturales en la región agrícola y tenerlos correctamente identificados.

La metodología para esta parte de la investigación se establece en el Programa de Entomología y es allí donde se obtiene la mayor información en este aspecto.

3.2 *Abundancia de las plagas*

El conocimiento de número de insectos de una población plaga tiene relación con:

1. Evaluación del daño
2. Los diversos factores (clima, control natural y artificial) que afectan la densidad de la población.
3. La futura densidad de esa población. Estos hechos pueden permitir hacer un pronóstico de lo que será la plaga y orientarán las decisiones para la aplicación de medidas de control.

Los métodos para evaluar la abundancia cuantitativa de un insecto varía de un terreno así como de una época a otra, también con la etapa del insecto (huevo, larva, ninfa, pupa y adulto) al momento de hacer la evaluación. Hay muchos tipos de muestreo para determinar el número de insectos y valorar su abundancia, ellos dependen del cultivo y su estado de desarrollo así como del insecto, su estado y sus hábitos.

3.3 *Estimación de los daños*

Deben realizarse investigaciones a nivel de campo para establecer la real in-

cidencia económica de aquellas plagas que han estado presentes como dañinas y con más frecuencia en cada sistema de cultivo.

La metodología para estos estudios es relativamente específica en cuanto la especie plaga y al cultivo. No hay normas fijas para establecer el daño de un insecto, que debe interpretarse como una pérdida en la reducción y en la cantidad o calidad del producto cosechado.

La evaluación del daño puede hacerse por apreciación general o por cálculo cuantitativo obtenido mediante muestras y contajes en el campo o en laboratorio.

3.4 Estudios ecológicos

Las plagas están condicionadas por los factores abióticos y bióticos. Las condiciones climáticas (temperatura, humedad, lluvia, viento, insolación, etc., así como las físicas y químicas del suelo) están interrelacionadas, directamente e indirectamente con los insectos. En el aspecto biológico (las plantas, los enemigos naturales, parásitos y patógenos, alteraciones producidas por el hombre en las prácticas culturales) también son factores que se reflejan en las fluctuaciones de las poblaciones de insectos. Esta dinámica de las poblaciones puede conocerse mejor mediante investigaciones a nivel de sistema de cultivos.

La metodología inicial para estudios ecológicos de insectos plagas, consistiría en la elaboración de cuadros donde se registren diversos (los más importantes) factores abióticos y bióticos que influyen en la dinámica de las poblaciones de las plagas más importantes en el agrosistema que se esté estudiando.

3.5 Estudio de las prácticas de manejo y control realizadas por los agricultores

Es importante conocer y estudiar los orígenes y resultados de la técnica y equipos empleados por diferentes tipos de agricultores en un agroecosistema con el fin de investigar, adoptar, implementar, corregir o diseñar todo aquello que sea necesario para lograr el manejo y control de las plagas con un sentido ecológico.

Para esta parte de la investigación deberán elaborarse encuestas que cubran y den información de todo aquello que esté relacionado con el control de las plagas por parte de los agricultores.

REFLEXIONES ACERCA DEL MANEJO DE PLAGAS EN SISTEMAS DE PRODUCCION

Luis Valencia
I.A. Ph.D.
Entomólogo del CIP

INTRODUCCION

El manejo de plagas en sistemas de producción debe ser diferente al manejo aplicado en monocultivos o en cultivos industriales que usan sus áreas grandes de terreno y que presentan características diferentes muy particulares. Durante la realización del seminario, los técnicos involucrados en la sección de Entomología definieron bases técnicas a partir de cuáles se puede implementar cualquier investigación tendiente a resolver los problemas entomológicos que afectan a algunos de los cultivos considerados dentro de un sistema de producción, con un enfoque realista y apoyado por un cuerpo técnico multidisciplinario. En esta presentación, basado en la literatura publicada y la experiencia acumulada en el Centro Internacional de la Papa (CIP), se citarán algunas características de las poblaciones de campo de los insectos que son influidos por el tipo de tenencia y manejo de la tierra. Estas características, a pesar de no mostrar patrones definidos, deben considerarse en la implementación de cualquier programa de manejo de insectos en un sistema de producción.

Los insectos plagas en el agroecosistema

Los ecosistemas compuestos de un gran número de especies (animales y plantas), los cuales interactúan de una manera compleja, dan como resultado sistemas muy estables. Lo contrario sucede en un agroecosistema en donde existen pocas especies y la característica más importante es la inestabilidad. En un agroecosistema es de esperarse grandes fluctuaciones en la población de algún insecto en particular, lo que da origen al insecto plaga. La irrupción de picos poblacionales de insectos plagas es más frecuente en los agroecosistemas. Casos extremos de simplificación se observan en algunas comunidades de plantas en donde la misma especie vegetal (y algunas veces hasta la misma

variedad se cultiva en áreas grandes de tierra durante siembras sucesivas (monocultivo). Infortunadamente, la práctica del monocultivo tiende a magnificar el problema de insectos plagas (Fenemore, 1982).

Estas diferencias entre los ecosistemas naturales y los agroecosistemas artificiales (hechos por el hombre) refuerzan bastante el cultivo de varias especies vegetales (policultivos) en un área pequeña de tierra con el fin de reducir la irrupción de poblaciones altas de un insecto plaga.

La práctica del policultivo es reconocida como una estrategia tradicional que promueva la diversidad de las fuentes de alimentación y de dinero, proporciona una producción más estable, minimiza los riesgos, reduce el daño de insectos y enfermedades, intensifica la producción con recursos limitados y maximiza los retornos económicos utilizando niveles bajos de tecnología (Altieri, 1984).

Esta visión del policultivo, que concuerda en términos generales con la filosofía de los sistemas de producción debe servir como concepto básico de lo que se puede esperar en el manejo de plagas en los sistemas de producción.

Los cultivos asociados y las plagas

El Centro Internacional de la Papa (CIP) comenzó a estudiar la incidencia de plagas en cultivos asociados en 1982. Desde entonces, se ha citado que la asociación de papa con arroz tiende a reducir los daños de escarabajos de hojas *Diabrotica* spp. y que la asociación con trigo (en floración) atrajo una gran cantidad de la avispa *Dygliphus* spp. (parásito de larvas de la mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* Blanchard) al cultivo de papas (Raymundo y Alcázar, 1983). La asociación de papas con frijol, soya, cebolla, tomates (dos variedades) y maíz redujeron el daño de la larva de la palomilla *Phthorimaea operculella* (Zeller) en los tubérculos, cuando se comparó con el daño hecho en parcelas de papa sin asociación (Raymundo y Alcázar, 1984).

También se han citado casos en donde la simple combinación de varios cultivares de la misma especie, tienden a reducir de manera significativa el daño de una plaga en particular. En California la mezcla de varios cultivares de col en varios diseños experimentales dio como resultado una menor cantidad de áfidos de la col, *Brevicoryne brassicae* (L.) por parcela y por planta que cuando se plantaron estos cultivares individualmente (Altieri y Schmidt, 1987).

¿De qué manera influye la asociación de cultivos sobre los insectos plagas?

Los insectos por lo general usan estímulos visuales y olfativos para la selección del hábitat, pero para la selección de la planta hospedera, además de los ya citados usan también estímulos gustativos y de contacto físico con algunas características físicas de la superficie de la planta hospedera (Souphwood y Wai, 1970; Chapman y Blaney, 1979; Valencia y Rice, 1982; Valencia, 1984). Generalmente las plantas sanas poseen un aroma que varía con las especies. En el caso de la papa, el aroma del follaje es una mezcla del aldehído trans-2-hexenal con los alcoholes trans-2-hexen-1-ol, 1-hexanol, cis-3-hexen-1-ol y linalool (Vicer et al., 1979).

Cuando estos componentes se combinan en la proporción determinada, la mezcla resultante es el estímulo que atrae el escarabajo colorado de la papa *Leptinotarsa decemlineata* (Sai), hacia la planta de papa y probablemente a otras plagas de este cultivo.

La ilustración usada por Stanton (1983) para demostrar de qué manera el aroma de las plantas puede influir en el comportamiento de búsqueda de la planta hospedera por parte de las plagas es muy adecuado y se ilustra en la figura 1, en la cual puede observarse que la orientación de las parcelas 1 y 2 no obstante ambas poseer el mismo número de plantas, la parcela a2 tiene menor área de atracción a plagas potenciales ya que su dimensión menor es perpendicular a la dirección del viento. Por lo tanto esta parcela atraerá un menor número de plagas que la parcela a1. Por otro lado si se considera un cambio solamente en la forma de la parcela este hecho afectará la proporción de emigración e inmigración de las plagas. No obstante que las parcelas b1 y b2 tiene igual número de plantas, la parcela b1 tiene una proporción perímetro: área más grande y por lo tanto las plagas que se encuentren buscando plantas hospederas entrarán en ella más frecuentemente que a la parcela b2. También es cierto que estas mismas plagas que se siguen moviendo aún después de haber ingresado a la parcela b1 saldrán más rápido de ella que la de la parcela b2. Si estas plagas cambian su dirección y se tienden a concentrar en los bordes de la parcela, entonces la parcela b1 retendrá una densidad mayor, que la parcela b2.

Este mismo argumento se puede aplicar a la atracción de cultivos asociados con diferentes arreglos. En la Figura 1c se tienen cuatro diferentes arreglos de dos especies vegetales (círculos negros y cuadrados). Se asume que la especie que no es hospedera de la plaga, reduce el ataque de la misma sobre la planta hospedera de dos maneras. Primero porque enmascara el aroma de la planta hospedera y segundo porque bloquea físicamente el acceso de la pla-

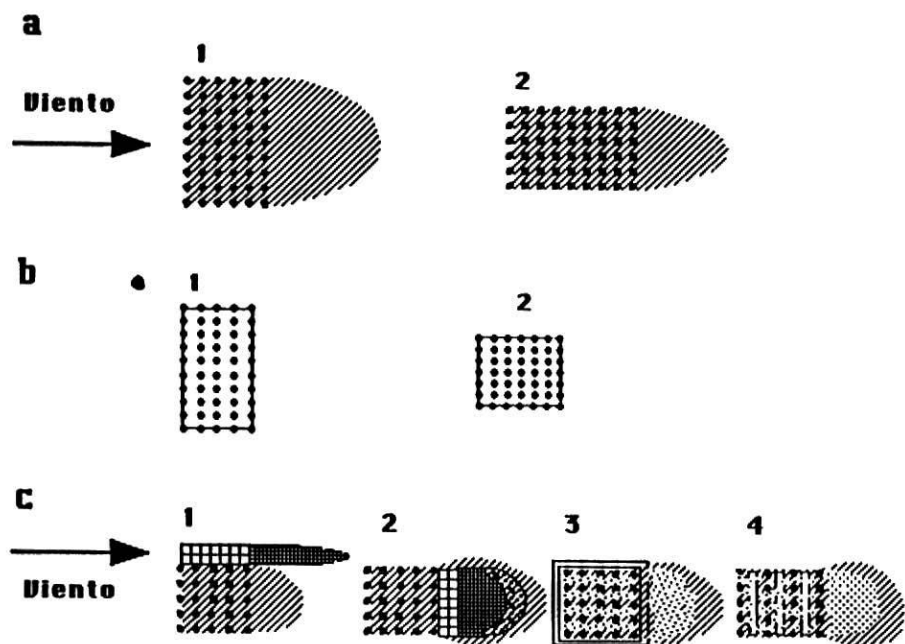


Fig. 1.— Proyección del aroma (pluma) de un grupo de plantas de la misma especie en relación con la dirección del viento. (a) Efecto de la orientación de la parcela. (b) Efecto de la forma de la parcela. (c) Cuatro arreglos diferentes de cultivos asociados. (Redibujado de Stanton, 1983).

ga a la planta hospedera. El arreglo de la parcela c1 tiene efecto persuasivo muy reducido debido a que el aroma (pluma) de la planta no hospedera se sobrepone muy poco a la pluma de la planta hospedera, por lo tanto, la plaga que se orienta hacia planta hospedera volando en contra a la dirección del viento, distinguirá claramente las dos plumas y se dirigirá a la hospedera sin mayor inconveniente. En la parcela c2 sí hay una sobreposición de plumas, en las cuales todavía es posible encontrar las plumas originales y aparece una nueva pluma como resultado de la mezcla de las dos originales. Esta sobreposición de las plumas inhibe el vuelo de orientación de la plaga hacia la planta hospedera reduciendo el daño potencial de la plaga. El arreglo de la parcela c3 reducirá la inmigración de la plaga, pero si es que algunos adultos llegan a ingresar a ella, estos individuos se quedarán en ella por un mayor tiempo (reduce la inmigración) ya que el cultivo de la periferia, que no es hospedera, lo persuadirá de salir. Sin embargo, el arreglo de la parcela c4 confunde a la orientación de la plaga sin reducir la proporción de individuos emigrantes de la parcela. Esta sería la mejor combinación en un cultivo asociado siempre y cuando no se produzcan competencias inter-específicas entre las especies empleadas.

Conclusiones

Por lo expuesto, las densidades de las poblaciones de insectos-plagas en cultivos asociados será siempre menor a la que se puede esperar en un cultivo monocultivo.

El uso de las combinaciones de especies adecuadas no solamente reducirá el daño de plagas, sino que también puede incrementar la atracción de controladores biológicos haciendo más fácil el manejo de plagas.

El control de plagas en los sistemas de producción debe enfocarse con una mentalidad diferente a la que se emplea en los monocultivos, aún los niveles de daño económico pueden ser diferentes, ya que el agricultor involucrado en sistemas de producción por lo general no tiende a maximizar la producción de un cultivo en particular como se haría en caso de un monocultivo y por otro lado, la inversión en una aplicación de insecticidas se evalúa con una mentalidad diferente.

REFERENCIAS

- ALTIERI, M.A. 1984. Agroecology. The scientific basis of alternative agriculture. Published by the Division of Biological Control, University of California, Berkeley. (2nd. edition).
- ALTIERI, M. and L.L. Schmidt, 1987. Mixing brocoli cultivars reduces cabbage aphid numbers. *California Agriculture* 41 (11 & 12): 24-26.
- CHAPMAN, R.F. and W.M. Blaney. 1979. How animals perceive secondary compounds. pp. 161-198. In *Herbivores. Their Interaction with secondary plant metabolites.* (G.A. Rosenthal and D.H. Jazen. Eds.) Academic Press Inc. New York.
- FENEMORE, P.G., 1982. Plant pests and their control. Butterworths of New Zealand Ltd.
- RAYMUNDO, S.A. and J. Alcazar, 1983, Effects of polyculture (mix cropping) on the incidence and severity of potato pest and diseases. pp. 159-160. in "Research for the potato in the year 2000" (W.J. Hooker ed.) Published by the International Potato Center (CIP).
- RAYMUNDO, S.A. and J. Alcazar, 1984. Control of potato tuber moth (*Phthorimaea operculella*) through crop association. In *Proceedings: Sixth Symposium of the International Society for Tropical Root Crops.* Lima, 21-26, February 1983.
- SOUTHWOOD, T.R.E., and M.J. May, 1970. Ecological background to pest management pp. 6-29. In *Concepts of Pest Management.* (R.L. Rabb and F.E. Guthrie eds.). North Carolina State University at Raleigh.
- STANTON, M.L., 1983. Spatial patterns in the plant community and their effects upon insect search. pp. 125-157. In *Herbivours insects. Host-seeking behaviour and mechanisms.* (Sami Ahmad ed.).
- VALENCIA, L. and M.J. Rice, 1982. Contact chemoreceptors on the ovipositor of the potato moth, *Phthorimaea operculella* (Zell) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Int. J. Insect Morphol. & Embryol.* 11 (2): 121-128.
- VALENCIA, L. 1984. Mechanisms of resistance to potato moth ovipositor on foliage. pp. 161-187. In *Report of the XXVII Planning Conference on Integrated Pest Management.* CIP, Lima.
- VISSER, J.M., Van Straten and H. Maarse, 1979. Isolation and identification of volatiles in the foliage of potato, *Solanum tuberosum*, a host plant of the Colorado beetle, *leptinotarsa decemlineata*. *J. Chem. Ecol.* 5: 13-25.

INSTITUTO AGROPECUARIO
DE COLOMBIA

GRUPO DE SUELOS

Moderador: Edgar Amézquita C.

ICA, Tibaitatá

Relator: Rodrigo Muñoz A.

ICA, Tulio Ospina

Expositores:

Jaime Nayas A. ICA Tibaitatá, Disciplinas Agrícolas

Rodrigo Muñoz A. ICA Tulio Ospina, Suelos

Manuel Villota, ICA Tibaitatá, Sistemas de producción

Edgar Amézquita C. ICA Tibaitatá, Suelos

José H. Tobón, ICA La Selva, Cultivos asociados

Marino Rodríguez, ICA Obonuco, Maquinaria agrícola

Participantes:

Hubert Zandstra, CIID Canadá

Luis Fernando Cadavid, CIAT Fisiología

Ricardo Velásquez, ICA Ipiales, Investigación en fincas

Clara León Moreno, ICA San Gil, Investigación en fincas

Orlando Insuasty, ICA San Gil, Investigación en fincas

Fernando Villamizar R. ICA Tibaitatá, Cultivos asociados

Vicente Flórez, ICA Tibaitatá, Economía agraria.

Inició la discusión Edgar Amézquita, explicando la interacción e interdependencia que existe entre los factores que intervienen en la producción agropecuaria: clima, suelo, planta y hombre. Hizo énfasis sobre la importancia de conocer las manifestaciones del clima y de sus componentes, en el suelo y en la importancia de sus características para el desarrollo de las plantas, en los requerimientos de clima y suelo por los cultivos y sobre el papel que debe jugar el hombre en el análisis de estos factores para poder tomar decisiones acertadas en el establecimiento de sistemas de producción y en el proceso productivo.

Su reconocimiento fundamental se resume en el sentido que “el manejo del suelo debe ser “in situ” guardando la armonía activa con los factores de clima, planta y hombre” y planteando que sólo se llega a verdaderas soluciones integrales si se ubica al componente suelo dentro del sistema de producción.

Por su parte, Rodrigo Muñoz enfatizó que en el proceso de investigación en fincas, se debe conocer el patrimonio cultural del campesino y su entorno, conservando aquellos procesos productos positivos y eficientes, los cuales si requieren ajustes deben conseguirse mediante cambios graduales, en cumplimiento de metas a corto, mediano y largo plazo, para que a la postre se reflejen en una mejor calidad de vida.

Manuel Villota, indicó que durante el proceso de producción en una cuenca, la agricultura se desplaza de suelos de vega y planos, hacia zonas de vertiente, con toda la problemática que ello implica. Cuando se analizan los conjuntos productivos, se debe identificar sus limitantes y analizarlos integralmente para determinar su peso específico dentro de una función de producción. Esta se debe definir en función de clima, el suelo, su manejo y la interacción de estos factores ($Y=f$ [clima, suelo, manejo e interacción]), en esta ecuación el clima está integrado por variables estocásticas como precipitación, evaporación, temperatura, etc..., el suelo integrado por factores y características poco modificables tales como textura, acidez, estructura, que en su conjunto se consideran como variables de sitio y el manejo como variables determinísticas, por ejemplo: variedades, fertilización, etc.

José H. Tobón, indicó algunos aspectos prácticos a tener en cuenta en el sistema de producción en fincas, que se pueden resumir en “establecer alternativas de producción, que permitan maximizar el uso de los recursos suelo y clima, actuando el hombre como protagonista del cambio”. A manera de ejemplo, mencionó la necesidad de evaluar sistemas autóctonos de manejo de cultivos y de suelos, como fraccionar la aplicación de fertilizantes, lo cual puede incidir en la eficiencia económica; modificar sistemas de labranza que conserven más el suelo, etc.

Marino Rodríguez, presentó algunas experiencias obtenidas en investigaciones realizadas en fincas de Nariño, sobre deterioro de suelos y algunas formas de manejo para recuperarlos. Analizó las causas de la degradación y sus posibles soluciones, como: mejorar los implementos agrícolas para adaptarlos mejor a las condiciones de clima, suelo y planta, con miras a evitar la erosión; reducir el número de aradas y rastrillada y llegar a ser posible a cero labranza para establecer un cultivo, etc. Finalmente, hizo una serie de recomendacio-

nes para tener en cuenta en los sistemas de producción tales como realizar investigaciones interdisciplinarias que permitan averiguar las interacciones suelo y planta; hacer una eficiente divulgación de las tecnologías de labranza en las zonas bajo estudio; establecer alternativas de manejo, en sistemas de rotación y/o asociación de cultivos, para una mejor captación de los residuos de fertilizantes, etc.

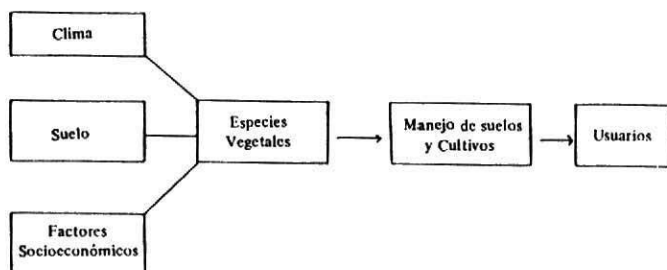
Jaime Navas, enfatizó el hecho de que el suelo es un recurso natural no renovable a corto plazo y que corresponde al investigador en suelos actuar como integrador de las otras disciplinas que participen en el estudio de sistemas. Insistió en que es necesario mirar la cuenca en su conjunto, para establecer el tipo de investigación que se debe realizar, así como, el manejo de los cultivos con fines conservacionistas (rotaciones, siembra en curvas a nivel y en franjas, establecimiento de barreras vivas, siembra de cultivos mixtos, etc.). Sugirió, la necesidad de continuar con la investigación que el ICA a través de su Programa de Suelos viene realizando, pero además iniciar investigaciones “adaptativas” que generen estrategias de manejo “in situ”, que permitan extrapolar dichos resultados en otras áreas homogéneas.

El grupo de trabajo, después de una intensa discusión, estableció los siguientes criterios metodológicos, en el área de suelos, adaptables al sistema de producción en fincas.

1. Marco de referencia geográfica: Microcuenca, en la cual se definen factores climáticos y edáficos a partir de información existente.
2. Identificación de áreas agroecológicas homogéneas dentro de la microcuenca.
3. Identificación de sistemas de producción dentro de las áreas agroecológicas homogéneas.
4. Identificación y priorización de la problemática de suelos dentro de los sistemas de producción.
5. Aplicación de la oferta tecnológica disponible a la solución de los problemas existentes.
6. Necesidad de investigación, (básica, ajuste y validación) para los problemas sin oferta tecnológica adecuada.

7. Transferencia y divulgación de la tecnología apropiada generada por la investigación.
8. Capacitación y definición de metodologías de investigación en suelos para los técnicos involucrados en el proyecto de sistemas de producción en fincas.
9. Establecimiento de funciones de producción y modelos de simulación, que permitan la extrapolación de resultados a áreas agroecológicas homogéneas que ofrezcan ventajas comparativas para ampliar la frontera agropecuaria.

Para llevar a cabo esta meta, se acordó con base en el siguiente esquema:



1. Definir los parámetros de clima y suelo, para lo cual el Programa de Suelos elaboró una cartilla guía la cual se adjunta a esta relatoría.
2. Determinar los requerimientos de los cultivos en los siguientes aspectos:
 - a) *Nutricionales*: Fertilización Vs. nutrición y producción en espacio y tiempo, lo cual permitiría llegar a un uso más racional de los recursos clima, suelo y planta.
 - b) *Hídricos*: Mediante el conocimiento de su potencial y posibilidades de manejo.
3. Establecer criterios sobre manejo, conservación y mejoramiento de suelos. Dentro de este tópico se debe enfatizar en:
 - a) Captación de aguas de escorrentía
 - b) Labranza apropiada
 - c) Aplicación y/o adaptación de la ecuación universal de pérdida de suelo con fines de planificación
 - d) Sistemas de cultivos en espacio y tiempo (rotaciones, asociaciones, fajas, arreglos, etc.).

Finalmente el grupo consideró que el esquema metodológico de investigación en fincas, debe tener en cuenta las siguientes premisas:

- a) La investigación debe aplicarse “in situ” bajo las condiciones específicas y con la participación del agricultor, tanto en el diagnóstico como en el diseño y evaluación.
- b) La investigación debe integrar todos los factores de producción con la participación de grupos multidisciplinarios.
- c) Debe haber una evaluación previa (ex-ante) de la viabilidad y factibilidad de éxito de la investigación propuesta.
- d) Las actividades que se realicen en suelos deben ser analizadas dentro del contexto integral del sistema.
- e) Deben realizarse estudios de adopción de la tecnología generada y su impacto económico.
- f) Evaluar el impacto ambiental de las tecnologías generadas.

*Heptilido
Ver pag 88*

REDUCCION DE LABRANZA EN SISTEMAS DE PRODUCCION EN FINCA

Daniel Marino Rodríguez R. *Rodríguez*
I.A. M.Sc.
Maquinaria agrícola ICA

En el manejo de suelos la preparación para las siembras se constituye en una de las causas de mayor deterioro especialmente en suelos de ladera.

La operación de cualquier implemento produce desplazamiento del suelo en sentido de la pendiente, el uso exagerado de este daña la estructura y lo predispone para ser arrastrado por el agua de escorrentía y por el viento.

La interacción de estos factores es evidente en toda el área agrícola de ladera, manifestándose por la presencia de surcos, cárcavas e improductividad del terreno.

El Programa de Maquinaria Agrícola, ha planteado como un componente del manejo de suelos en sistemas de producción en fincas, el uso de labranza de conservación adaptadas a estas condiciones. Esto implica la producción de implementos de tracción animal diseñados por el Programa y su evaluación agronómica en la reducción de la preparación del suelo con el objeto de establecer los sistemas de labranza apropiada para un dominio de recomendación dado.

La investigación previa llevada a cabo a través de doce años demuestra la ventaja de estos sistemas desde el punto de vista económico y de conservación del suelo.

Dentro del Proyecto "Generación y Transferencia de Tecnología en Sistemas de Producción", se pretende evaluar en forma interdisciplinaria, la interacción de la reducción de labranza con otras prácticas de manejo de cultivos y con otras prácticas de conservación, con el objeto de establecer un paquete tecnológico específico para estos sistemas.

ANALIZADO

Igualmente se considera apremiante la difusión, mediante pruebas demostrativas, de la combinación de reducción de labranza y la observación de alguna práctica de conservación cuya bondad ha sido suficientemente validada; por ejemplo el cultivo en franjas a través de la pendiente, es perfectamente aplicable en la zona del Proyecto en Nariño.

EL AGRICULTOR MINIFUNDISTA EN EL PROCESO DE INVESTIGACION EN SISTEMAS DE PRODUCCION

de Jesús
Rodrigo Muñoz Araque

I.A. M.Sc.

Programa de Suelos, ICA

El agricultor "minifundista" constituye en 60-70% de la fuerza activa del sector rural, que sólo participa de un 5-10% de los bienes y servicios del país, que en su ejercicio agropecuario genera entre un 50 y 70% de los productos básicos de la canasta familiar campesina, y aún urbana, en Colombia.

Este importante grupo humano, pilar de la economía nacional a mi modo de ver y entender tiene una serie de características "sui generis" que en cualquier proceso productivo no se debe desconocer, tales como:

- ANALIZADA
- a) Es un conglomerado humano que ha generado su propia tecnología agropecuaria, a través del tiempo, por el proceso de acierto y error, mediante el conocimiento empírico transmitido de generación en generación.
 - b) Es un grupo, donde sus integrantes ansían el cambio, pero pueden realizarlo en mínima parte, por cuanto no detectan ni manejan los factores de poder:

- Político
- Social y/o
- Económico

Ante esta realidad imperante, la labor educativa, para tratar de inducir cambios significativos en el proceso productivo agropecuario, debería tener en cuenta como mínimo las siguientes estrategias:

1. Conocer a fondo su patrimonio cultural y su entorno. Esto permitirá detectar diferentes grados de limitantes y las alternativas de manejo para resolverlos en tal sentido que mejoren debidamente la calidad de vida.

2. Conservar dentro de su patrimonio cultural todo aquello que sea positivo y eficiente, y proponer cambios mínimos, a manera de cuenta gotas, lo cual permitirá establecer metas a corto, mediano y largo plazo, que origine alternativas y opciones atractivas.
3. Evitar al máximo, cambios bruscos en algunas de sus costumbres agropecuarias, como por ejemplo:
 - Variedades
 - Epocas de siembra
 - Sistemas de cosecha y almacenamiento
 - Consecución, manejo y sistemas de pago de sus recursos financieros, etc.
4. Incentivar un aumento máximo de producción, únicamente cuando tenga establecido un adecuado índice de rentabilidad y canales muy claros de comercialización nacionales y/o internacionales.

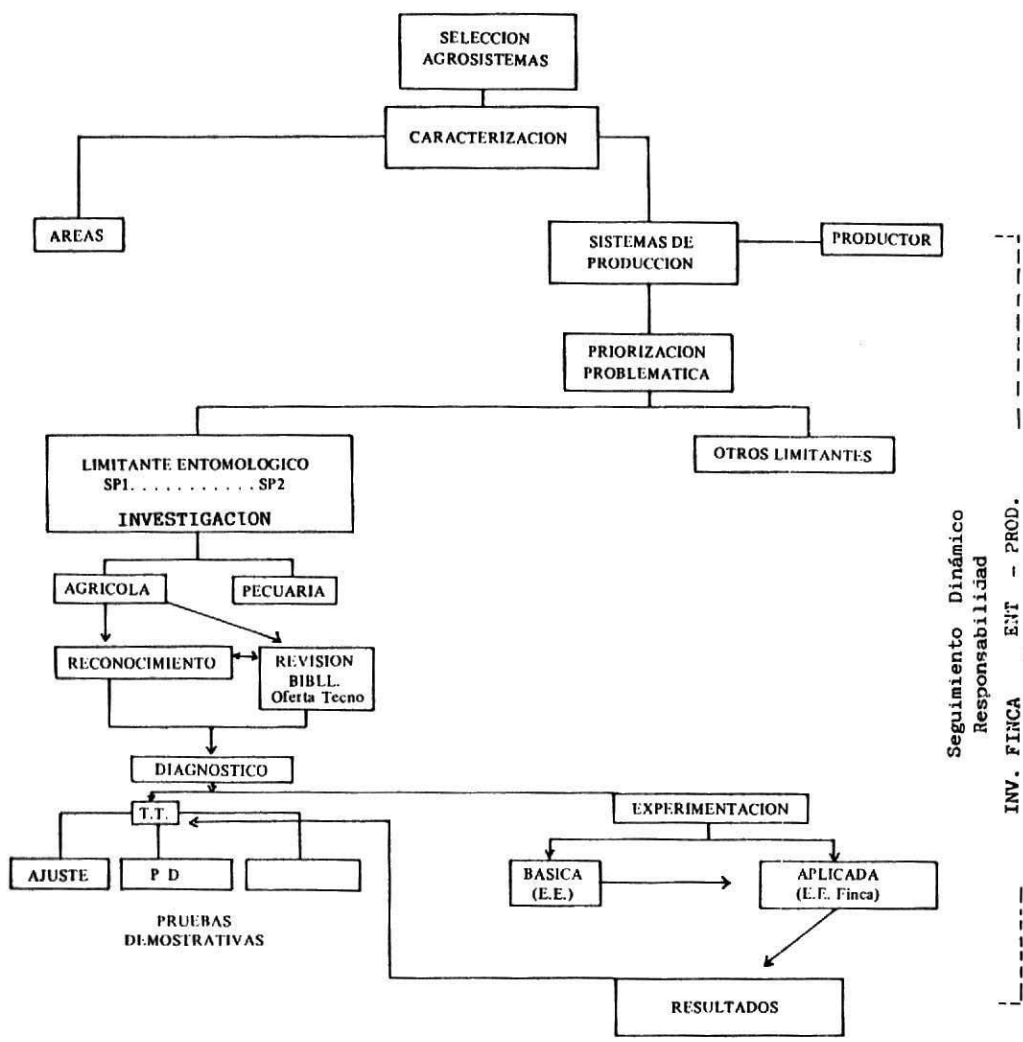


Figura 1. Flujo de la investigación entomológica en sistemas de producción.

Seguimiento Dinámico
 Responsabilidad
 INV. FINCA ENT - PROD.

GRUPO PATOLOGIA VEGETAL

PAPEL DE LA FITOPATOLOGIA EN EL CONTEXTO DE LA INVESTIGACION EN SISTEMAS DE PRODUCCION: CONSIDERACIONES METODOLOGICAS

INTRODUCCION

La investigación en sistemas de producción de cultivos, tiene como propósito mejorar una forma característica de producir de una región dada. Para esto, es necesario desarrollar componentes tecnológicos de acuerdo con las características físico-biológicas del área y socio-económica del agricultor.

Esta actividad implica un enfoque integral de la producción tanto para análisis de los problemas existentes como para la implementación futura de mejoras tecnológicas.

Para el fitopatólogo, un enfoque integral significa su participación activa en equipos multidisciplinarios y/o una investigación puramente disciplinaria, pero tomando en cuenta el total de las características de los sistemas de producción y de los agricultores que los operan.

La investigación en sistemas de producción de cultivos sigue normalmente etapas metodológicas conocidas, como:

- Caracterización
- Diseño de tecnología adecuada
- Pruebas de campo y evaluación de resultados
- Pruebas de Pre-producción más extensas

El grupo de trabajo de patología vegetal, consideró conveniente analizar el papel del patólogo vegetal, en el contexto de la investigación en sistemas de producción, desde el punto de vista de la metodología ya conocida para este propósito. Así, en nuestra presentación se incluyen comentarios en el orden en que se presenta la metodología. Se considera que el flujograma presentado por el grupo entomológico, es aplicable a la investigación en sistemas en Patología Vegetal (Fig. 1).

FINANCIADO

Caracterización

Básicamente consiste en aumentar los conocimientos del área seleccionada y delimitarla con base en los factores ambientales y los sistemas de producción.

Dentro de las áreas geográficas se consideran especialmente unidades de producción y dentro de cada una de éstas, se hará una priorización de los sistemas de producción de cultivos basados en:

Area

Sistemas de producción

Limitantes del sistema de producción

Rendimiento del cultivo

Mercadeo del producto

Disponibilidad de recursos

Disponibilidad de insumos

Rentabilidad del Sistema de Producción del Cultivo

Para la identificación de los problemas patológicos, se procederá primeramente a la priorización del sistema de producción que se desee mejorar.

En esta fase de la metodología el patólogo intervendrá en el diagnóstico de los limitantes patológicos que están influyendo en los rendimientos de los sistemas de producción en los cultivos en el área de influencia.

Planificación de la investigación

La planificación de la investigación se hará con base en la oferta tecnológica y las necesidades de investigación para mejorar el sistema.

La investigación se hará preferentemente con la participación directa del agricultor, ajustándose a sus condiciones socioeconómicas.

En la búsqueda de las soluciones a la problemática, se debe hacer especial énfasis en los aspectos:

- Evaluación de los materiales regionales, mejorados por su comportamiento al patógeno.
- El control del patógeno en los materiales regionales y mejorados, seleccio-

nados por su tolerancia o resistencia, se puede completar con el tratamiento químico a la semilla cuando se requiera.

- En el caso específico de patógenos del suelo el control se debe hacer con variedades resistentes o tolerantes y manejo del suelo como en la adición de materia orgánica, drenajes correctivos y rotación de cultivos.

El grupo de fitopatología recomienda el establecimiento de cultivos a partir de semilla de buena calidad sanitaria o de material propagativo sano. Igualmente, llevar un registro de factores ambientales, tales como precipitación, temperatura, luz y humedad los cuales pueden permitir un mejor conocimiento del comportamiento de la planta y del patógeno y correlacionarlo con algunas prácticas de control.

Diseño

El montaje y manejo del experimento se hace utilizando la tecnología apropiada para la explotación del cultivo y empleando como testigo comparativo el sistema empleado por el agricultor.

Un criterio de selección de tratamientos debe ser la información tecnológica existente sin descartar la posibilidad de hacer investigación básica en fincas cuando no existan los conocimientos suficientes.

Se debe considerar que todo diseño debe tener suficiente aceptación social.

Dependiendo del conocimiento que se tenga o no de la etiología de la enfermedad, se diseñará una investigación básica o aplicada, la cual debe estar acorde con los objetivos que se persiguen.

La investigación básica, no debe necesariamente llevarse a cabo dentro de los sistemas de producción del agricultor, como sí sucede con la investigación más aplicada.

Es conveniente uniformizar la obtención de datos, utilizando las mismas unidades de medida, con el fin de facilitar las comparaciones entre áreas geográficas y unidades de producción.

Evaluación de resultados

Con base en el análisis económico de los resultados y su factibilidad, se se-

leccionarán los tratamientos más apropiados con los cuales se estudiará la modificación o innovación en el sistema de producción del agricultor.

El experimento puede ser usado con el fin de hacer difusión, involucrando los agricultores del proyecto y también a asistentes técnicos.

Validación y adopción

La tecnología generada será validada en diferentes sitios del área de influencia del proyecto, con el fin de comprobar su bondad en otras áreas ecológicas marcadas dentro del conjunto de recomendaciones.

Si la tecnología generada es apropiada, se dará difusión de ésta por medio de parcelas demostrativas de mayor tamaño.

Seguimiento

Se sugiere que los mecanismos para comprobar el grado de adopción de la tecnología generada y la vigencia de la misma, permitirán examinar la posibilidad de su modificación y/o complementación, dependiendo de su comportamiento dentro del sistema de producción.

Recomendaciones

Este proceso de metodología es dinámico y continuamente se estará evaluando para ajustarlo cada vez mejor a las condiciones reales de producción.

Existen métodos patológicos que se pueden emplear con ventaja en diferentes etapas de la metodología: muestreo, etiología, evaluación de pérdidas, incidencia, severidad y diagnóstico en la etapa de caracterización; epidemiología en la etapa de diseño, uso de escalas de evaluación de variables de respuesta en la experimentación de campo; métodos de muestreo, evaluación de pérdidas y epidemiología en la etapa de seguimiento.

En el proceso de producción se debe evaluar cuando se requiera, posible pérdida de producto en post-cosecha, con el fin de practicar y/o estudiar medidas de control.

INVESTIGACION FITOPATOLOGICA EN SISTEMAS DE PRODUCCION

Gustavo A. Granada

I.A. Ph.D.

Programa Fitopatología ICA

INTRODUCCION

Se comenta una serie de ideas sobre el tema de investigación fitopatológica en sistemas de producción, pretendiendo hacerlo de manera lógica sin que se pretenda sea el único enfoque de trabajo, pues se reconoce la complejidad de la problemática de sistemas de producción *per se*.

Desde el punto de vista fitopatológico, los temas generales a tratar en sistemas de producción establecidos, que esperamos mejorar, deben considerar:

Integración

Se considera de importancia la integración de disciplinas, dado que el promedio de las veces de los sistemas de producción deben atender zonas con los suelos marginales y/o pobres en fertilidad, siendo los problemas variados, es decir, tanto bióticos como abióticos.

Sólo el concurso oportuno de disciplinas, asegura una vez diagnosticado el problema, el éxito en la búsqueda de solución del mismo. El trabajo independiente de disciplinas es un error común que no se debe dar en trabajos de campo de aplicación de tecnología como es el de Sistemas de Producción. La complejidad de los problemas obliga la integración.

Diagnóstico

Toda actividad de investigación que implique solución de problemas, debe estar basada en un diagnóstico adecuado que permita: 1) Inventariar los cultivos y enfermedades limitantes de producción, priorizando su estudio; 2) Evaluar cómo el agricultor afronta dichas enfermedades, es decir, evaluar las prácticas de control utilizadas; 3) El diagnóstico debe incluir igualmente un

inventario de sistemas de producción, con su correspondiente evaluación en lo positivo y negativo.

Lo anterior permite con suficientes elementos de juicio, ajustar en lo posible, investigación requerida por el agricultor, mejorando sus prácticas o renovándolas, con activa participación y aprobación.

Establecimiento de los trabajos de investigación

Depende del cultivo, el agente problema, etc., lo que se decida en términos de investigación patológica aplicada se debe hacer. En lo posible debe *integrar* todas las medidas de control conocidas; *considerar* disponibilidad de insumos (aplicados) en la región; *estandarización* de metodologías de medida y calificación; *uso* de materiales regionales o foráneos con características regionales; *respetar* el manejo del cultivo que hace el agricultor, sólo cambiando la variable a estudiar, etc.

Producción de semilla

Muchos sistemas de producción en Colombia, sino la mayoría, se caracterizan por estar localizados en zonas (de montaña o plana), donde impera el minifundio. La diversidad de materiales o variedades que se cultivan conllevan la no disponibilidad de semilla certificada, quedando obligado el productor a seleccionar su propia semilla.

La factibilidad de transmisión de muchos patógenos a través de semilla, conlleva, en el sistema de selección de semilla por parte del agricultor, a que muchos problemas patológicos sean endémicos y perpetuados en las áreas de producción.

Se debe por tanto considerar la posibilidad de enseñar al agricultor el manejo particular de materiales destinados exclusivamente a siembra, con el fin de establecer cultivos sanos que garanticen, mantenidos los demás factores de producción, éxito del cultivo.

Lo anterior es particularmente valedero en el caso de desórdenes de tipo viroso y bacterial, para los cuales no disponemos de herramientas químicas curativas, como sí es el caso para muchos desórdenes causados por hongos.

Problemas del suelo

Los problemas patológicos del suelo, agravados el promedio de las veces

por mal manejo de cultivos, requieren en mi criterio del establecimiento obligado de parcelas comparativas. Manejo del agricultor Vs. Manejo del investigador, de tal manera de enseñar las bondades de prácticas integradas sencillas en la solución de problemas complejos, como son los del suelo. El agricultor en este modelo siempre está motivado, participando activamente.

La idiosincrasia comparativa de algunas regiones hace posiblemente más difícil llevar a cabo trabajos de validación en unas regiones más que en otras, pero la consideración de apoyo a través de líderes regionales puede ser una alternativa.

Evaluación periódica de trabajo

Se debe evaluar el avance en la solución de la problemática estudiada. En patología es tan compleja la situación que es necesario replantear situaciones y/o ajustes considerando desde el establecimiento de la investigación hasta su terminación la fase práctica y económica o de rentabilidad de las medidas estudiadas.

Estudios básicos

Los sistemas de producción en cultivos en asocio registra para algunos de ellos, generalmente menor incidencia de enfermedades, pero se sabe exactamente que condiciona esta reacción. Además de la posible reducción de inóculo potencial, es necesario estudiar el por qué de menor enfermedad en asocio. Se propone explorar por ejemplo la viabilidad de inoculaciones cruzadas dadas, naturalmente que induzcan resistencia, determinando así los mejores socios en un área dada. *Hemileia vastatrix*, agente de la roya del café induce por ejemplo, resistencia a la roya del frijol común.

La problemática que conlleva estudios de enfermedades sólo presentes en las áreas de sistemas de producción se deben estudiar sin comprometer trabajos con el agricultor que impliquen erogación de recursos significativos. Se deben estudiar bajo responsabilidad del investigador y la institución que presente, hasta tanto se disponga de resultados confiables.

MANEJO DE ENFERMEDADES EN SISTEMAS DE PRODUCCION

Sylvio ^{Leonel} Belalcázar C. ^{Carvajal}
I.A. Ph.D.
Programa Plátano ICA

Las plantas cultivadas para beneficio directo o indirecto del hombre, sea cual fuese su sistema de explotación, están sujetas al ataque de enfermedades cuya importancia económica debe medirse; por el daño en sí que ocasionan, por el costo de las medidas de control y por las limitaciones que imponen a la siembra de una especie vegetal o de una variedad determinada en un área también determinada. Por lo tanto y de acuerdo con lo anterior, las enfermedades juegan un papel preponderante en la reducción de los rendimientos y en el aumento de los costos de producción.

Para que éstos ocasionen los efectos deletéreos antes mencionados deben contar, entre otros factores fundamentales, con las condiciones ambientales apropiadas para que favorezcan su incidencia y severidad o también puede ser, para que predispongan a las plantas al ataque de las mismas. De acuerdo con ello, las condiciones ambientales son en realidad el gran riesgo de mayor importancia en la producción de cultivos, las cuales pueden o no ser manipuladas por el agricultor para reducir los costos de control.

Predisposición

Este aspecto que juega un papel importante en el control de enfermedades no es tenido en cuenta por los cultivadores por cuanto la incidencia y severidad con que un patógeno afecta a una planta puede depender, al menos potencialmente, del estado fisiológico de la planta antes de que el patógeno establezca contacto con ella. De aquí que la edad y las condiciones ambientales, entre otros factores, bajo los cuales una planta se desarrolla pueden afectar su susceptibilidad al patógeno y a su desarrollo.

Factores predisposicionantes

De todos los factores que predisponen una planta a la enfermedad, las condiciones ambientales son consideradas como el factor más importante, pues-

to que las variaciones de temperatura, humedad, luz y contenidos minerales pueden ejercer su influencia sobre el desarrollo y fisiología de la planta, en lo que respecta a: apertura y cierre estomatal, turgidez de las hojas, movimientos foliares y contenidos de ciertos compuestos como ácidos orgánicos, carbohidratos y proteínas. Dichos cambios bioquímicos pueden correlacionarse con la severidad de la infección. Por lo tanto es importante determinar el comportamiento de cada enfermedad frente a los agentes predisposicionantes para entrar a dar recomendaciones sobre su control.

Aparentemente el manejo de factores predisposicionantes resulta alto utópico, sin embargo ejemplos que existen al respecto demuestran lo contrario. En el caso de la edad es ampliamente conocido que existe la susceptibilidad o resistencia diferencial de tejidos, bien sea en una o dos etapas del ciclo vegetativo, como sucede con el "Dampin-off" que afecta a muchas plantas cultivadas o en el caso específico del plátano con la susceptibilidad de la hoja más joven (Bandera), al ataque de la sigatoka amarilla. En el mismo cultivo, pero en plantas adultas, la susceptibilidad a la pudrición acuosa del pseudotallo como una consecuencia de la deficiencia de elementos nutritivos.

Cuando se habla de cultivos asociados o intercalados, se debe conocer previamente su comportamiento frente a enfermedades bajo condiciones de unicultivo. Esto nos dará las pautas para establecer la clase de manejo a emplear bajo condiciones de asocio. Si el factor condicionante es la humedad, lo más lógico sería recurrir dentro del asocio a diferencias de siembra amplias, que permitan buena circulación del aire y penetración de la luz.

En consecuencia al hablar de factores predisposicionantes se debe tener presente que en el ataque de una enfermedad deben interactuar varios de estos factores para que el patógeno tenga éxito durante el proceso de penetración y desarrollo del mismo.

Manejo de enfermedades en cultivos intercalados o asociados con plátano

Cuando se trata de un cultivo intercalado o asociado, la distancia de siembra del cultivo principal (plátano), debe estar acorde con las exigencias lumínicas mínimas de sus asociados, para que no se alteren sus funciones fisiológicas, puesto que en caso contrario pueden presentarse problemas relacionados con etiolaciones que posteriormente conducirán a su volcamiento o inducción de susceptibilidad a agentes de naturaleza biótica, como también podría ser el caso de resistencia. Aquí también es importante evaluar y determinar el número óptimo de surcos a sembrar del asocio, para evitar competencia por luz, agua y nutrientes. Estos aspectos deben ser considerados tanto en la fase de establecimiento como de producción del cultivo principal.

De acuerdo con el área geográfica, la planta de plátano puede ser atacada por diferentes microorganismos que afectan el sistema radicular, el pseudotallo y el follaje.

En el caso del sistema radicular los principales problemas están relacionados con nemátodos de los géneros *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Helicotylechus* su control podría realizarse por medios químicos, pero como la planta está produciendo raíces en forma continuada lo importante es mantener su vigor mediante un programa apropiado de fertilización. Con esta práctica no se afecta la producción.

Para tratar de controlar este problema podría recurrirse también al empleo de cultivos, trampa o repelentes, que contribuirían además a mejorar las condiciones físico-químicas del suelo.

Con estas prácticas no solo se controlarían dichos fitoparásitos sino también la pudrición acuosa del pseudotallo (*Erwinia* ssp) cuyo ataque está relacionado con la fertilidad de los suelos y en especial con la disponibilidad de Nitrógeno y Potasio. Aquí sería importante la inclusión dentro de los asociados de plantas fijadoras de Nitrógeno. Otra práctica sería el empleo de coberturas muertas, que podrían corresponder a residuos de la cosecha de la misma planta, como hojas y pseudotallos repicados. Con este sistema además de controlarse la enfermedad, se controlan las malezas algunas de las cuales pueden actuar como hospedantes de dichos nemátodos.

En cuanto a los follajes los principales problemas son ocasionados por las sigatokas amarilla y negra, dependiendo del área geográfica en que se explote el cultivo. Para el control de estos problemas es importante tener en cuenta que la planta sólo necesita de ocho hojas durante todo su ciclo vegetativo, para que no se afecten los rendimientos ni la calidad de la producción. Normalmente una planta puede mantener en forma permanente de doce hasta dieciséis hojas, de modo que la incidencia y severidad del problema es considerable, pudiéndose recurrir a la eliminación de las hojas afectadas, con lo cual no sólo se reducirá el potencial de inóculo del patógeno, sino además se permitiría una mejor penetración de la luz, que favorecería tanto a los cultivos asociados como al desarrollo de su colinería. La importancia de esta práctica radica en el hecho de que contribuye a reducir los costos de control químico que son del orden del 20% de los costos de producción.

De acuerdo con lo anterior vemos que el cultivo del plátano responde positivamente a la ejecución de prácticas directas e indirectas para el control de los problemas fitosanitarios que lo afectan, sin tener que reducir el empleo

de medidas que en cierto modo resultan demasiado onerosas para el pequeño productor quien en la mayoría de las veces y por su capacidad económica no está en capacidad de hacerlo.

Las anteriores medidas de control deberían evaluarse también en los cultivos asociados o intercalados, para determinar los parámetros más eficientes de control por medio de prácticas culturales, algunas de las cuales podrían encajar dentro de las normas existentes para la explotación económica de un determinado cultivo.

Programación de la investigación

Para tratar de buscar soluciones apropiadas y económicas a los problemas que afectan a los pequeños agricultores, se deberían considerar los siguientes pasos a seguir, tomando siempre el sistema de producción como un todo:

– Diagnóstico

En el área de influencia del Proyecto se debe cuantificar el cubrimiento geográfico del problema en cuestión junto con la problemática social y económica que la haya ocasionado.

– Análisis de la problemática

Con base en el diagnóstico regional se procederá a evaluar la información existente al respecto, para establecer las prioridades de investigación y/o difusión a desarrollar.

– Perfil de proyecto y ejecución

El análisis de la problemática permitirá determinar la clase de proyectos a ejecutar, cuyos objetivos generales y específicos, definirán sobre las pautas a investigar o difundir, las cuales pueden girar alrededor de aspectos básicos y/o prácticos del problema, dependiendo de si se trata de una limitante conocida o desconocida. En el primer caso se tratará de buscar soluciones a nivel de la misma finca y en el segundo caso a nivel de centro experimental.

– Validación de la tecnología generada

Concluidos los proyectos de investigación a nivel de centro experimental, se procederá a la validación de los resultados a nivel de finca con la participación activa y directa de los agricultores afectados por el problema. Esto facilitaría el proceso de adopción de la tecnología generada.

INVESTIGACION FITOPATOLOGICA EN SISTEMAS DE PRODUCCION

Omar Guerrero ^{GUERRERO}

I.A. M.Sc.

Programa Fitopatología ICA

INTRODUCCION

El desarrollo de las investigaciones tendientes al manejo de las enfermedades en diferentes sistemas de producción, debe ser enfocado en distinta forma de la que se realiza en un centro experimental. Se deberá enfocar el aspecto global de la producción, tratando de integrar todos los componentes con que dispone la región de estudio. Las ventajas de investigar directamente en la finca del productor, es realizar este estudio bajo el ecosistema que favorece el desarrollo de los patógenos en forma natural; teniendo como desventaja entre otras, el no poder controlar ciertos factores que se podrían corregir en un centro experimental.

Consideraciones

a) Diagnóstico

Se debe realizar un reconocimiento de los problemas, fitopatológicos dentro de un sistema de producción, cuantificando su efecto deletéreo sobre el mismo con el propósito de priorizar las necesidades de investigación.

Conocer la tecnología realizada por el productor para manejar el programa.

b) Manejo de las enfermedades

Se tiene que enmarcar el problema de una forma integral, tratando de aprovechar en principio, la tecnología disponible sin apartarse mucho de las prácticas que realiza el agricultor.

Se debe tener en cuenta los diferentes sistemas de control, para integrarlos en un manejo adecuado de las enfermedades. Es así, como es indispensable

ANALIZADO

comenzar las investigaciones adoptando semilla sana de cultivo en estudio, evaluar las prácticas culturales que realiza el agricultor como una herramienta en la solución del problema. El uso de variedades resistentes deberá ser otra medida de considerarse dentro de las alternativas de solución del problema y el uso de agroquímicos, como parte integral del manejo de la enfermedad.

Conjuntamente con lo anterior, se debe integrar también, la acción de otras disciplinas de apoyo con el objeto de evaluar las diferentes interacciones que se presentan en un sistema de producción y que permita de esta forma adoptar medidas de control, en las cuales comprometa la acción integral de las mismas, contando siempre en cualquier acción que se emprenda con la participación activa del productor. Simultáneamente, a la práctica del manejo de las enfermedades que se está evaluando, se debe realizar un análisis económico que permita definir la conveniencia o no de la misma.

c) Aspectos sociales

Para llevar a cabo con éxito un experimento fitopatológico en fincas se debe tener en cuenta el tipo de agricultor. Este debe estar consciente del problema a investigar. Deberá estar dispuesto a asumir algunos riesgos que el estudio demanda y aportar los recursos diferentes de aquellos que están involucrados en el experimento. Se debe evitar en la medida de las posibilidades, el paternalismo institucional y con esto se lograría una mejor participación e identificación del productor en el problema en estudio.

El agricultor, deberá participar en todas las fases de la investigación; desde el diagnóstico, definición de tratamientos, establecimiento del experimento, evaluaciones, análisis de resultados y el efecto de los mismos en el comportamiento de los sistemas de producción.

Finalmente, se debe implementar un seguimiento dinámico con el fin de detectar cambios en el sistema de producción, que permita retroalimentar las investigaciones.

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

Jorge A. Victoria ^I
I.A. Ph. Kafura
Fitopatólogo CENICAÑA

El objetivo primordial de un sistema de producción establecido en una región dada, debe estar destinado a lograr un mejoramiento de las actividades ejecutadas por los agricultores, para lograr una mayor productividad y rentabilidad de los participantes en el programa.

En sistemas de producción se deben establecer de acuerdo con:

A. Tipo de explotación agrícola, B. Plan de trabajo multidisciplinario, C. Investigación disciplinaria y D. Seguimiento y labores complementarias.

A. Tipo de explotación agrícola

En el establecimiento de un sistema de producción, es importante el tipo de explotación agrícola que va a estar involucrado en el programa. Es así, como se tienen explotaciones de: 1. Subsistencia; 2. Semicomercial; 3. Comercial. Los tipos de explotación agrícola son determinantes en el análisis, planeación de la investigación y receptibilidad del agricultor.

B. Plan de trabajo multidisciplinario

Debe existir un plan de trabajo integral que involucre diferentes disciplinas. La participación multidisciplinaria será importante en: 1. Conocimiento y análisis de la situación; 2. Planeación y diseño de los trabajos a realizar; 3. Investigación, tanto *local*, la cual será más del tipo demostrativo, como *institucional*, la cual genera información de apoyo; 4. Evaluación de resultados obtenidos y estudios complementarios que ayuden a alcanzar el objetivo propuesto; 5. Adaptación y validación regional de los resultados obtenidos.

C. Investigación fitopatológica

El conocimiento y análisis de la situación determinará la participación de la fitopatología como disciplina. Su participación comprenderá: 1. Análisis del problema; 2. Diagnóstico; 3. Conocimientos básicos, provenientes de información de apoyo e.g. etiología, epidemiología, control, relacionados con el problema; 4. Importancia, siendo necesario la determinación de los efectos en la producción y limitación que esté ocasionando el problema; 5. Control, el cual debe estar dirigido al uso de medidas prácticas, realizables y económicas. En lo posible a mejorar algunas de las medidas ejecutadas por el agricultor. El control se debe ejecutar prioritariamente sobre el mejoramiento y aplicación de:

- a) Prácticas culturales e.g. rotación, aporque, drenaje, etc.
- b) Eliminación, entresaque, producción de semilla limpia etc.
- c) Resistencia, cuyos resultados a aplicar tendrán su origen en la investigación de apoyo.
- d) Químico, como medida suplementaria, utilizable tan solo como última alternativa.
- e) Evasión, la cual se emplearía como solución en caso de que no existan otros sistemas o métodos de control.

D. Seguimiento y labores complementarias

Durante el establecimiento de un sistema de producción no basta tan solo con mejorar la productividad y rentabilidad existente, sino que una vez se logre ésta, se mantenga y perdure. Para lograr esto se necesita: 1. Investigación de apoyo suplementaria; 2. Asistencia técnica continua; 3. Mercadeo, teniendo en cuenta que el agricultor va a originar mayor producción; 4. Créditos, cuya disponibilidad será determinante en el éxito del programa; 5. Educación, para lograr una mayor receptibilidad del agricultor.

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION EN FITOPATOLOGIA EN SISTEMAS DE PRODUCCION

Luis Eduardo Nieto P.^o et al²

I.A. M. Sc.

Programa de Fitopatología ICA

Al pretender escribir sobre la metodología de la investigación fitopatológica en sistemas de producción, se encontraron varios obstáculos. El primero fue la falta de literatura, porque aun cuando existen varios artículos sobre investigación en sistemas de producción en aspectos económicos, sobre fitopatología específicamente no se encontró.

El segundo fue interpretar la palabra metodología, ya que sólo existe una metodología de investigación, que tiene requisitos mínimos en cuanto a diseño experimental, número de tratamientos, repeticiones, localización, etc. que deben emplearse para que los resultados sean válidos; y éstos son los mismos en investigación en centros, en fincas y/o sistemas de producción.

ANALIZADO

Sin embargo se debe recordar que basados en los objetivos, la investigación se puede dividir en básica y aplicada. Se considera como básica la que sólo pretende aumentar el conocimiento científico y como aplicada aquella que además de aumentar el conocimiento científico, busca la solución de un problema biológico con fines económicos; por esto, antes de analizar la metodología de investigación en fitopatología, se debe tener un conocimiento claro de qué tipo de investigación se puede realizar en centros experimentales, cuáles en fincas y cuál en sistemas de producción.

En centros experimentales es conveniente analizar todo lo relacionado con biología, etiología y epidemiología de la enfermedad y en fincas, todo lo relacionado con la priorización de la investigación del problema (reconocimiento y evaluación de pérdidas), algunos aspectos epidemiológicos y lógicamente la investigación en busca de medidas de control (cultural, químico y genético); sin embargo, se requiere que el fitopatólogo que realice la investigación en sistemas de producción, tenga un amplio conocimiento sobre las enfermedades que afectan los cultivos que conforman el sistema y sobre aspectos bá-

sicos de los patógenos, especialmente en lo relacionado con nutrición, reproducción y supervivencia, estos aspectos le permiten definir si un cultivo se puede explotar por largo tiempo en un mismo lote, o por el contrario debe suprimirse, o incluirse por períodos cortos dentro de un sistema.

Al planificar la investigación en sistemas de producción, se deben considerar algunos aspectos básicos tales como: 1. Las especies o cultivos que conforman el sistema; 2. Los patógenos; 3. El medio ambiente en que se desarrollan los cultivos y 4. El aspecto económico y cultural del productor.

1. Cultivos que conforman el sistema

En Colombia los sistemas de producción son muy variados y complejos. Los hay desde unicultivo permanente con tres cosechas año (cebolla), hasta cultivos en asocio entre perennes y anuales pasando por un sinnúmero de arreglos y modelos sobre rotación de cultivos. Lógicamente esto constituye un limitante para la investigación en sistemas de producción ya que sería necesario investigar cada sistema por separado. Por lo tanto, un programa de investigación deberá identificar en primer término cuáles son los sistemas más comunes e importantes para investigar únicamente sobre éstos.

2. Los patógenos

Identificados los sistemas de producción se deberá hacer un reconocimiento de las enfermedades y de sus agentes causales, para enfocar la investigación hacia la búsqueda de medidas de control, basado en las características que definen su patogenicidad; por ejemplo, para patógenos con un alto grado de esporulación, los cuales generalmente se diseminan por el aire, se deberá investigar sobre densidades de siembra; se espera que a menor densidad, haya menor humedad y por consiguiente menor daño. No investigar sobre rotación de cultivos porque para estos patógenos no funciona.

En parásitos obligados se debe investigar en épocas de siembra, sabemos por ejemplo que un gran número de royas y virus, necesitan hospedantes alternos para sobrevivir de un cultivo a otro y al suprimirle los alternantes por períodos relativamente cortos, los patógenos tienden a desaparecer o al menos reducen su población. Para los virus, además se deben considerar los insectos vectores, sin los cuales algunos de ellos no pueden diseminarse.

Para hongos patógenos del suelo, el enfoque principal deberá hacerse hacia conocer las formas de persistencia o de supervivencia en el suelo. Hongos que

forman estructuras de resistencia como esclerosis, clamidosporas, etc. Pueden vivir por muchos años sin que la rotación de cultivos los afecte, así como tampoco afecta a aquellos que pueden alimentarse de materia orgánica y/o de malezas, se considera que a menor capacidad de supervivencia de los hongos hay mayores probabilidades de éxito con la rotación de cultivos. Además, aquí se deben considerar algunas hipótesis verdaderas tales como: 1. El monocultivo permanente estimula el desarrollo y multiplicación de los patógenos del suelo propios de las especies cultivadas, mientras que una rotación de cultivos larga, reduce o retarda el establecimiento de los patógenos del suelo, pero estimula el desarrollo de enfermedades complejas; 2. La densidad de plantas favorece la incidencia de las enfermedades. Por otra parte tener en cuenta los resultados de las investigaciones u observaciones que en el pasado se hayan alcanzado; por ejemplo en cultivos en asocio, considerar plantas de naturaleza diferente como maíz y fríjol, ya que en la mayoría de las veces, se obtiene menor intensidad de la enfermedad.

En perennes la multiplicación de los patógenos es continua y conlleva a un desgaste rápido del sistema de raíces, por lo cual su efecto se traduce en acortar la vida de la planta o sus años productivos. Aquí la investigación a realizar debe ser preventiva, dirigida a la utilización de lotes libres de patógenos y al empleo de plantas sanas, obtenidas en suelos libres de patógeno y/o mediante el tratamiento de la semilla.

Como la semilla está relacionada con un alto número de enfermedades causadas por hongos vasculares, bacterias y virus, se debe dar prioridad a la búsqueda de metodologías que pretendan producir semilla sana y/o a la búsqueda de tratamientos para eliminar los patógenos que la acompañan.

En control químico se deben realizar experimentos que permitan definir cuáles son los mejores fungicidas para la zona y para los sistemas de producción que se explotan y cuáles son los mejores programas de aplicaciones, que conlleven a un menor costo del control.

La selección de variedades para una zona debe considerar que todo suelo presenta varios patógenos, los cuales pueden interactuar en forma benéfica o perjudicial, por lo tanto, el investigador debe analizar el problema en conjunto y no en forma individual, se sabe que el daño y las pérdidas debidas a enfermedades complejas tipo hongos-nemátodos, son mayores a las que producirían los patógenos si actuaran en forma separada; por lo tanto, la experimentación se debe realizar en lotes que pretendan diferentes niveles de inóculo y la forma de datos con las escalas que consideren los diferentes patógenos.

3. Medio Ambiente

Los factores del clima: humedad, temperatura, luz, vientos, etc., influyen no sólo en el desarrollo de los cultivos sino en el desarrollo de las enfermedades que los afectan, por lo tanto, investigaciones tendientes a conocer la relación planta-patógeno-medio ambiente, son prioritarias, ya que establecen principios claves para el éxito en el empleo de las medidas de control tales como: Los estados de desarrollo de las plantas en que son más susceptibles al patógeno, es decir, señala las épocas de mayor riesgo en las cuales se deben proteger las plantas.

4. Aspecto económico y cultural del productor

El propietario de la finca puede tener gran interés en la solución de un problema pero siempre espera beneficio del terreno que se cultiva, por lo tanto, la planificación de la investigación debe reunir los siguientes requisitos:

- a) No utilizar superficies grandes que afecten la economía del propietario.
- b) Utilizar al mínimo testigos absolutos que con anticipación se conocen no darán rendimiento.
- c) No utilizar patógenos procedentes de otras áreas que se puedan establecer y perjudicar la explotación posterior de la finca.
- d) No emplear diseños complejos imposibles de comprender por el propietario.
- e) No descuidar los aspectos agronómicos del cultivo, diferentes al factor en estudio.
- f) Al cosechar un experimento analizar los resultados en forma rápida y completa para dar a conocer las conclusiones al propietario.

Edición: División Cultivos Múltiples
Diseño y Diagramación: Esteban Muñoz Silva (Pimpotor)
Impresión: "Copiloto"
Carátula: Esteban Muñoz Silva
Tiraje: 1.500 ejemplares
Composición de textos: Gráficas Ambar